

**Univerzita Karlova**

**2. lékařská fakulta**

Doktorský studijní program: Experimentální chirurgie



**MUDr. Jiří Jurča**

Chirurgická léčba pokročilé osteoartrózy I. karpometakarpálního kloubu ruky

Surgery Treatment in Advanced Osteoarthritis of the Thumb CMC Joint

Dizertační práce

Školitel: prof. MUDr. Vojtěch Havlas, Ph.D.

Praha 2023

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem disertační práci zpracoval/a samostatně a že jsem řádně uvedl a citoval všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 31. 10. 2023

JIŘÍ JURČA

.....

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval svému školiteli prof. MUDr. Vojtěchu Havlasovi, Ph.D. za odborné vedení, motivaci a trpělivost v průběhu studia. Dále pak děkuji všem spoluautorům publikací, na jejichž podkladě byla vypracována tato dizertační práce.

# Chirurgická léčba pokročilé osteoartrózy I. karpometakarpálního kloubu ruky

## Abstrakt

Tato práce se zabývá problematikou léčby pokročilých stadií degenerativního postižení kořenového kloubu palce ruky – rhizartrózy. Kloubu, který je klíčový pro opozici palce, tedy pro úchop a jemnou motoriku ruky. Na základě standardních vyšetřovacích metod a přesně stanovených kritérií hodnocení rozsahů hybnosti palce, síly hrubého i jemných úchopů, k čemuž nám slouží experiment studie, funkčního hodnocení a hodnocení bolestivosti a celkové spokojenosti pacienta tato práce porovnává v současnosti nejužívanější metody léčby pokročilé osteoartrózy I. karpometakarpálního (CMC) kloubu III. a IV. stupně dle Eaton-Littlera. Artrodézu, zajišťující dobrou stabilitu a sílu palce v úchopu, ale na úkor omezení rozsahu hybnosti a ztráty jemné motoriky ruky. Resekční artroplastiky, širokou skupinu operačních technik jejichž společným jmenovatelem je trapeziektomie, u nichž bez ohledu na provedení či neprovedení šlachového interpozita, šlachového závěsu či dokonce rekonstrukce vazů pomocí šlachy dojde k oslabení síly a stability stisku a úchopu a do jisté míry i rozsahu či spíše kvality hybnosti palce. A implantáty, ať již nahrazující trapézium po resekci či totální náhrady TMC (trapeziometakarpálního) kloubu, které zachovávají výšku I. sloupce a osu centrace, v případě totální endoprotézy (TEP) střed centrace CMC kloubu palce. Cílem práce je prokázat, že pro dosažení co nejlepšího klinického a funkčního výsledku operace i celkové spokojenosti pacienta je zcela zásadní minimální zásah do vazivového aparátu kloubu a okolních kolem kloubních struktur a zejména pak zachování výšky I. paprsku a centra rotace palce. V současnosti tyto požadavky splňuje TEP I. CMC kloubu palce ruky, kterou tak považujeme za metodu volby pokročilé osteoartrózy TMC kloubu.

## Klíčová slova

Artrodéza, artroplastika, karpometakarpální kloub, opozice palce, osteoartróza, palec ruky, rhizartróza, stabilita, síla stisku, totální endoprotéza, trapeziektomie, trapeziometakarpální kloub, úchop

# **Surgery Treatment in Advanced Osteoarthritis of the Thumb CMC Joint**

## **Abstract**

The thesis addresses therapy of advanced stages of degeneration of the first carpometacarpal joint. First carpometacarpal joint is crucial for thumb opposition, allowing for a grip and fine motor skills. Based on standardized examination methods and criteria of thumbs' range of motion, grip strength – as described in experiment of this work – functional evaluation, overall patients' satisfactory rate and pain evaluation, this work compares the most frequently used surgical methods in treatment of 3rd and 4th degree of first carpometacarpal joint osteoarthritis. Arthrodesis, which provides good stability and thumb strength, however, range of motion is and fine motor skills are deteriorated. Resection arthroplasty, a wide group of surgical techniques based on trapeziectomy, where – despite the performance of tendon interposition, tendon sling or even ligament reconstruction – a grip strength loss, stability of the grip deterioration and restriction of thumb range of motion is inevitable. The last group of arthroplasty using implants, either replacing trapezium after its resection or total joint arthroplasty of the first carpometacarpal joint, which preserve both first column height and a center of rotation. Aim of this thesis is to prove that an achievement of the the best possible clinical and functional outcome of the surgery is based on minimal intervention with joint capsule ligaments and surrounding soft-tissue structures, but most fundamentally, to preserve both first column height and a center of rotation of the thumb. The first carpometacarpal joint arthroplasty is considered by the method of choice, since it achieves all of the previously named parameters.

## **Keywords**

Arthrodesis, arthroplasty, carpometacarpal joint, thumb opposition, osteoarthritis, thumb, rhisarthritis, stability, grip strength, total joint arthroplasty, trapezectomy, trapeziometacarpal joint, grip

## SEZNAM ZKRATEK

AbPB	abductor pollicis brevis
AbPL	abductor pollicis longus
AdP	adductor pollicis
CMC	karpometakarpální
Ca	karcinom
DASH	disabilities of the arm, shoulder and hand
DSSA	dynamic suspension-sling arthroplasty
ECRL	extensor carpi radialis longus
EPB	extensor pollicis brevis
EPL	extensor pollicis longus
ECRB	extensor carpi radialis brevis
ECU	extensor carpi ulnaris
EDC	extensor digitorum communis
EDM	extensor digiti minimi
EI	extensor indicis
kg	kilogram
lbr	libra
FCR	flexor carpi radialis
FDP	flexor digitorum profundus
FPB	flexor pollicis brevis
FPL	flexor pollicis longus
FCU	flexor carpi ulnaris
FDS	flexor digitorum superficialis
Fmax	maximální svalová síla
HA	hyaluronová kyselina
HDA	haematoma distraction arthroplasty
HK	horní končetina
IA	intraartikulární
IOD	interosseus dorsalis

IOP	interosseus palmaris
IP	interphalangeální
LAOP	ligamentum anterior obliquum profundus
LAOS	ligamentum anterior obliquum superficialis
LIM	ligamentum intercapale
LDR	ligamentum dorsoradiale
LPO	ligamentum posterior obliquum
LR	ligament reconstruction
LRTI	ligament reconstruction and tendon interposition
MCP	metakarpophalangeální
MTC	metakarp
N	Newton, jednotka síly
NSA	nesteroidní antiflogistika
NSAID	non-steroidal anti-inflammatory drugs
OP	opponens pollicis
PA	posteroanteriorní
PDS	polydioxanone suture
PE	polyethylen
PIP	proximální interphalangeální
PIR	postizometrická relaxace
PL	palmaris longus
PT	parciální trapeziektomie
PTFE	polytetrafluorethylen
RA	revmatoidní artritida
RF	retinaculum flexorum
Rhb	rehabilitace, rehabilitační
RU	radioulnární
RTG	rentgen, rentgenový/-á/é, rentgenologický/-á/-é
SYSADOA	symptomaticky pomalu působící léky při osteoartróze
SKT	syndrom karpálního tunelu
ST	skafotrapeziální

STT	skafotrapezotrapezoidní
SUS	syndrom ulnárního sulku
TENS	transkutánní elektrická nervová stimulace
TEP	totální endoprotéza
TI	tendon interposition
TJA	total joint arthroplasty
TMC	trapeziometakarpální
TSA	tendon suspension arthroplasty
TT	totální trapeziektomie
VAS	visual analogue scale



## OBSAH

1. ÚVOD .....	11
2. OBECNÁ ČÁST .....	12
2.1. Klinická anatomie I. CMC kloubu .....	12
2.2. Kineziologie I. CMC kloubu .....	14
2.3. Úchop .....	15
2.4. Osteoartóza I. CMC kloubu.....	16
2.4.1. Etiopatogeneze.....	16
2.4.2. Klinický obraz.....	18
2.4.3. Diagnostika .....	19
2.4.4. Rentgenologická klasifikace .....	22
2.4.5. Terapie .....	25
2.4.5.1. Konzervativní terapie .....	25
2.4.5.2. Chirurgická terapie.....	28
3. CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZA .....	52
4. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....	54
4.1. Úvod experimentální části .....	54
4.1.1. Rozsahy pohybu.....	54
4.1.2. Svaly úchopu.....	55
4.1.3. Antropometrické parametry a vliv pohlaví.....	58
4.1.4. Formy úchopu .....	59
4.1.5. Poloha ruky, zápěstí a lokte .....	60
4.2. Síla úchopu a stisku a jejich měření .....	61
4.3. Cíle experimentu .....	63
4.4. Metodika experimentu.....	63
4.5. Výsledky experimentální části.....	65
4.6. Diskuse .....	69
4.7. Závěr experimentální části .....	70
5. KLINICKÁ ČÁST .....	72
5.1. Přehled operačních řešení.....	72
5.2. Charakteristika studie a metodika klinické části .....	74
5.2.1. Soubor pacientů s artrodézou.....	77
5.2.2. Soubor pacientů s resekční artroplastikou .....	79
5.2.3. Soubor pacientů s interpoziční náhradou TIE-IN s TSA .....	81

5.2.4.	Soubor pacientů s TEP .....	83
5.3.	Výsledky klinické části.....	86
5.3.1.	Soubor pacientů s artrodézou.....	86
5.3.1.1.	Objektivní hodnocení .....	86
5.3.1.2.	Subjektivní hodnocení.....	88
5.3.1.3.	Komplikace .....	89
5.3.2.	Soubor pacientů s resekční artroplastikou .....	90
5.3.2.1.	Objektivní hodnocení .....	90
5.3.2.2.	Subjektivní hodnocení.....	92
5.3.2.3.	Komplikace .....	94
5.3.3.	Soubor pacientů s interpoziční náhradou TIE-IN s TSA .....	94
5.3.3.1.	Objektivní hodnocení .....	94
5.3.3.2.	Subjektivní hodnocení.....	96
5.3.3.3.	Komplikace .....	97
5.3.4.	Soubor pacientů s TEP .....	97
5.3.4.1.	Objektivní hodnocení .....	97
5.3.4.2.	Subjektivní hodnocení.....	100
5.3.4.3.	Komplikace .....	101
5.3.5.	Porovnání jednotlivých souborů operačních metod.....	102
5.4.	Diskuse .....	107
5.5.	Závěr klinické části.....	113
6.	VYHODNOCENÍ CÍLŮ A HYPOTÉZ.....	115
7.	SOUHRN .....	116
8.	SUMMARY .....	117
9.	LITERATURA.....	118

## 1. ÚVOD

Lidská ruka je složitým komplexním orgánem umožňujícím celou řadu funkcí, kde vedle smyslové, komunikační a oporné, je to zejména funkce úchopová a manipulační. Tím má pro člověka absolutně nezastupitelnou roli.

Úchop a manipulace s předměty jsou umožněny opozicí palce vůči ostatním prstům. Tento anatomický a funkční rys můžeme nalézt pouze u člověka a primátů. Ruka má pět prstů, ale palec je dominantní, a to díky právě svému postavení vůči ostatním prstům. Pohyb palce do opozice je zajištěn tvarem, stavbou a biomechanikou I. karpometakarpálního (I. CMC) nebo-li trapeziometakarpálního (TMC) kloubu. Pohyby v TMC kloubu vedle prostého úchopu umožňují rovněž jemnou motoriku ruky.

Jedním z pěti lidských smyslů je hmat, který pomocí receptorů a volných nervových zakončení v kůži zejména konečků prstů rukou umožňuje získávat vjemy jako je tlak, bolest, chlad, teplota, vibrace, atd.

Podáním ruky navazujeme sociální kontakt. Ruka se uplatňuje v nonverbální komunikaci u hluchoněmých nebo formou gest společně s grimasami jako součást běžné komunikace k lepšímu vyjádření smyslu ústního sdělení.

Oporná funkce ruky se uplatňuje již od kojeneckého období až do pozdního věku.

Ruka je nezbytná v každodenním životě a to nejen při pracovních aktivitách a činnostech člověka, ale zejména v rámci základních úkonů sebeobsluhy. Funkce ruky tak významně ovlivňuje kvalitu života. Z anatomického hlediska je komplex ruky a zápěstí velice složitý. Vedle kloubních ploch kostí předloktí vřetenní a loketní se skládá z 27 kostí, z toho 8 zápěstních, 5 záprstních a 14 článků prstů. Tyto kosti jsou kloubními plochami pomocí kloubních pouzder a zejména v oblasti zápěstí složitých systémem vazů vzájemně spojeny v jednotlivé klouby, které společně s úpony vazů, šlach a krátkých svalů ruky vytváří složitý funkční aparát. Ruka je tak bez diskusí nejsložitějším nástrojem člověka.

Existuje celá řada vrozených vad, úrazů i poúrazových stavů a degenerativních onemocnění, která mohou částečně i výrazně omezit či dokonce zcela znemožnit funkci ruky jako celku nebo jeho částí. Tato práce pojednává o operační léčbě pokročilé osteoartrózy I. CMC kloubu. V českém písemnictví je často uváděna jako „rhizartróza“. Právě postižení kořenového kloubu palce vede od počáteční bolestivosti, oslabení síly stisku a úchopu postupně k omezení hybnosti palce do opozice, zhoršení jemné motoriky až případně její ztrátě při rozvoji sekundárních deformit.

## 2. OBECNÁ ČÁST

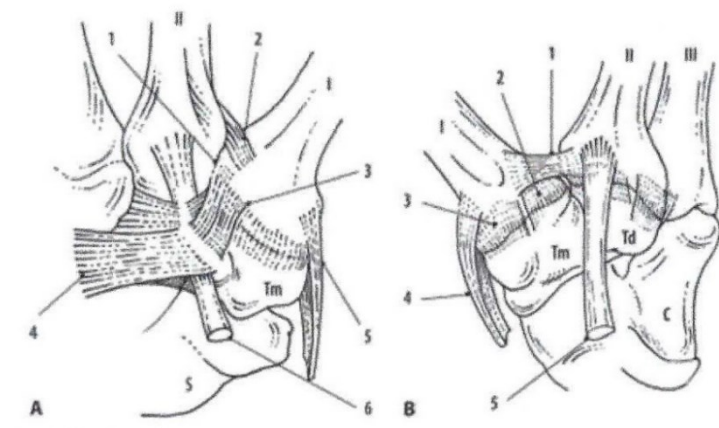
### 2.1. Klinická anatomie I. CMC kloubu

Karpometakarpální (CMC) kloub palce ruky, též označovaný „kořenový“ či trapeziometakarpální (TMC) kloub je dvouosý (v jedné ose konvexní a v druhé konkávní) sedlovitý kloub mezi *os trapesium* a *baseos ossis metacarpi primi*. Mezi jednotlivými kostmi existuje diskrepance ve velikosti kloubních ploch, kdy širší báze prvního metakarpu (MTC) o 34% širší než distální kloubní plocha na trapézium, což ovlivňuje stabilitu kloubu (Bettinger, Berger, 2001; Pilný, Slodnička, 2011).

Sedlovitý tvar kloubních ploch umožňuje vícerovinný pohyb ve smyslu flexe-extenze, abdukce-addukce a axiální rotace. Tím je dán značný rozsah hybnosti, zejména opozice palce, která je složeným pohybem antepozice, flexe a pronace, přičemž palec rotuje kolem své osy (Kapandji I.A., 2007).

Opozice palce je nezbytná pro úchop, kdy stabilita kloubu je, vedle tvaru kloubních ploch, zajištěna poměrně širokým a volným kloubním pouzdrem zesíleným vazy a šlachami jdoucími k palci. Kloubní pouzdro je natolik volné, že lze provést jeho distrakci až o 3mm. Tento posun můžeme vysvětlit průběhem palmárních a dorsálních zesilujících ligament,

které jsou orientovány převážně diagonálně (Trtík L., 2011).



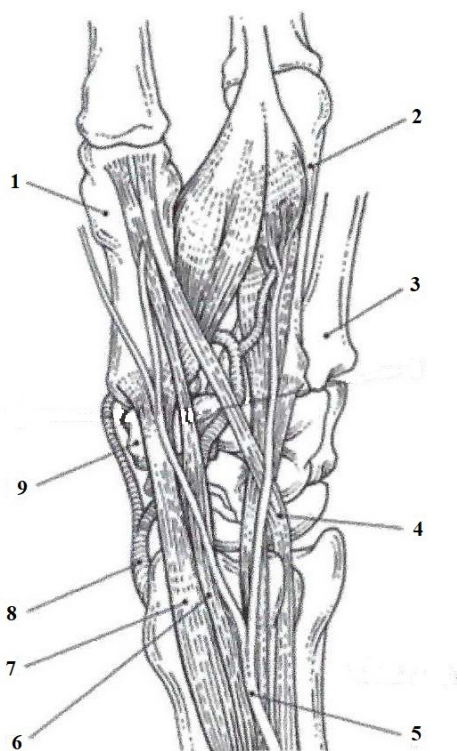
Obr. 1 (Pilný, Slodnička, 2011) Anatomie CMC kloubu dle Bettingera

A: volární strana (I – první metakarp, II – druhý metakarp, 1 – LCU – lig. collaterale ulnare, 2 – LIM – lig. intercarpale, 3 – LAO – lig. anterior obliquum, 4 – FR – retinaculum flexorum (lig. carpi transversum), 5 – AbPL – šlacha m. abduktor pollicis longus, 6 – FCR – šlacha m. flexor carpi radialis, Tm – trapezium, S – skafoideum);

B: dorzální strana (I – první metakarp, II – druhý metakarp, III – třetí metakarp, 1 – LIM – lig. intermetacarpale, 2 – LPO – lig. posterior obliquum, 3 – LDR – lig. dorsoradiale, 4 – AbPL – šlacha m. abduktor pollicis longus, 5 – ECRL – šlacha m. extensor carpi radialis longus, Tm – trapezium, Td – trapezoideum, C – capitatum)

Poměrně složitý vazivový aparát zpevňující kloubní pouzdro a stabilizující kloub je tvořen celkem šestnácti vazy, z nichž pouze sedm se přímo podílí na vlastní stabilizaci. Popis vazů CMC kloubu palce vychází z prací Bettingera a Bergera (Obr. 1).

Primárním stabilizátorem kořenového kloubu je *ligamentum anterior obliquum profundus* (LAOP), uváděný někdy v literatuře jako „beak ligament“ (zobákovitý vaz). Jedná se o intraartikulární vaz upínající se hranu kloubní plochy trapézia a prvního MTC. Společně s povrchověji uloženým kapsulárním vazem *ligamentum anterior obliquum superficialis* (LAOS) zajišťuje stabilizaci palmární metakarpální sub-/luxace. *Ligamentum dorsoradiale* (LDR) uváděné v literatuře také jako „Kuhlmannův vaz“ je nejširším, nejsilnějším a současně nejkratším kapsulárním vazem probíhajícím vějířovitě na dorsální ploše TMC kloubu. *Ligamentum posterior oliquum* (LPO) je dorsálním kapsulárním vazem rozprostírajícím se na dorsoulnární straně trapézia a báze prvního MTC mezi LDR a vazem intermetakarpálním. Vedle uvedených kapsulárních vazů se na stabilitě TMC kloubu podílí i vazy extrakapsulární. Již zmíněné *ligamentum intermetacarpale* (LIM), jako důležitý stabilizátor umožňující silnou opozici palce, probíhá dorsovolárně a radioulnárně od báze



**Obr. 2 (Pilný, Slodnička, 2011)** Anatomie okolních struktur prvního karpometakarpálního kloubu: 1 – první metakarp (MI), 2 – druhý metakarp (MII), 3 – třetí metakarp (MIII), 4 – šlacha *m.extensor pollicis longus* (EPL), 5 – kožní větev nervi radialis, 6 – šlacha *m.extenzor pollicis brevis* (EPB), 7 – šlacha *m.abduktor pollicis longus* (AbPL), 8 – arteria radialis, 9 – os trapezium

druhé MTC při radiálním okraji úponu šlachu *m.extensor carpi radialis longus* (ECRL) a upíná se hrbol báze prvního MTC, orientovaný ulnovolárně. Na něj se také upíná *ligamentum collaterale ulnare* (LCU) začínající na palmární straně trapézia. Na stabilizaci kořenového kloubu palce se podílí rovněž *ligamentum carpi transversum* označované také jako *retinaculum flexorum* (RF).

Ke stabilitě kloubu a pohybům v prvním CMC kloubu přispívají rovněž šlachy. Z laterální strany se jedná o šlachu *m.abductor policis longus* (AbPL) a společně s ní probíhající šlachu *m.extensor pollicis brevis* (EPB). Ulnárně od nich probíhá šlacha *m.extensor pollicis longus* (EPL). (Obr. 2). Šlacha *m.flexor carpi radialis longus* (FCR) při bázi tenaru proráží samostatně RF a ulnárně od *tuberositas ossis trapezii* fixována v rýze na volární plošce trapézia probíhá ke svému úponu na bázi II.MTC (Obr. 1). Tímto je trapézium stabilizováno z volární plochy.

## 2.2. Kineziologie I. CMC kloubu

Jak už bylo zmíněno, jedná se o dvouosý sedlovitý kloub. Kloubní plocha na trapézium je v předozadním směru, tedy v krátké ose, konvexní a v mediolaterálním směru, tedy dlouhé ose trapézia, konkávní. Na kloubní ploše báze prvního MTC je tomu naopak – konkávní plocha v předozadním a konvexní v mediolaterálním směru. Tvarem kloubních ploch dochází při pohybu ve smyslu flexe-extenze a abdukce-addukce vždy k automatické axiální rotaci, která je nezbytnou součástí opozice palce. V samotném TMC kloubu se děje flexe-extenze v rozsahu  $53\pm 11^\circ$  a abdukce-addukce  $42\pm 4^\circ$ . Skutečný kontakt kloubních ploch je v tomto bikonkávně-konvexním kloubu omezený. V neutrálním postavení prvního CMC kloubu jsou kloubní plochy v nejmenším kontaktu. Naopak v krajní abdukci či addukci je kongruence kloubních ploch největší. Automatická rotace je zajištěna jemnou souhrou napětí a relaxace vazů. Tato rotace je ovlivňována i pohybem v metakarpophalangeálním (MCP) a interphalangeálním (IP) kloubu.

Aktivní pohyb palce je zajišťován svaly, které můžeme rozdělit na svaly palce začínající na předloktí tzv. *extrinsic* a vlastní svaly palce ruky tzv. *intrinsic*. Mezi *extrinsic* svaly, které se podílí na pohybu či stabilizaci palce v úchopu, patří: *m. flexor pollicis longus* (FPL), *m. abductor pollicis longus* (AbPL), *m. extensor pollicis brevis* (EPB) a *m. extensor pollicis longus* (EPL). Mezi *intrinsic* svaly, které zaručují přesný a koordinovaný pohyb palce v rámci jemné motoriky ruky, patří: *m. opponens pollicis* (OP), *m. abductor pollicis brevis* (AbPB), *m. flexor pollicis brevis* (FPB), *m. adductor pollicis* (AdP).

Na flexi palce se podílí *m. FPL*, *m. FPB* a *m. OP*. Naopak extenzi palce zajišťuje *m. EPL*, *m. EPB* a *m. AbPL*. Svaly *m. AbPB* a *m. AbPL* umožňují abdukci. *M. AdP*, *m. EPL* spolu s *m. interossei dorsales* (IOD) zprostředkovávají addukci. Tyto pohyby se odehrávají i v MCP a IP kloubu, čímž se zvětšuje jejich rozsah.

Pohyby kořenového kloubu palce jsou dán spoluprací mezi svalovým aparátem a vazy. Při abdukci se uplatňuje stabilizační funkce vazů LIM a LOP, při addukci LDR. Flexe je spojena se stabilizací pomocí vazů LAO a LDR, naopak extenze pomocí LPO a LDR (Zancolli E.A. et al., 1987).

Opozice palce ruky je zajištěna spoluprací *m. OP*, *m. FPB*, *m. FPL* a *m. AbPB*. Dvoulavý *m. AdP* má při opozici palce proti ostatním prstům, ve spolupráci s LIM a LOP, funkci stabilizační. Opozice je složeným pohybem zahrnujícím abdukci, flexi a mediální rotaci v rozsahu  $40-60^\circ$  ve všech třech kloubech palce (Neumann D. A., 2003). Odehrává se primárně v prvním CMC kloubu, ale až abdukce v prvním MCP kloubu společně s flexí nebo

extenzi v MCP a IP kloubu určí celkový rozsah a charakter možného úchopu. Kontaktem bříška palce s druhým až pátým prstem v plné délce a rozsahu je tak vedle různých forem úchopu zajištěna jemná motorika ruky. K účelnému využití opozice musí ruka zvládnout i opačný pohyb. Ten je v anglické literatuře označován jako „counteropposition“ a skládá se z abdukce, extenze a laterální rotace. Counteropposition provádí hlavně m. EPL s pomocí m. AbPL a m. EPB (Kapandji I.A., 2007). Tyto tři svaly se vedle stabilizace a extenze palce spolupodílí na radiální dukci zápěstí. Dvojitou funkci m. AbPL jako primárního abduktoru palce a současně extenzoru place v TMC kloubu je dána jeho dorsoradiálním úponem na bázi prvního MTC.

### 2.3. Úchop

Úchop jako základní funkce ruky je potřebný v každodenním životě při pracovních aktivitách i v rámci sebeobsluhy. Jde o aktivní dotyk s účastí hmatu a hlavním cílem udržení daného předmětu, případně manipulace s ním za určitým účelem (Hadraba I., 2002). Úchopovou aktivitu ruky vedle rozsahu hybnosti jednotlivých kloubů ruky a zápěstí, vedle aktivity a síly příslušných svalů ovlivňuje rovněž velikost a tvar ruky a délka prstů.

Optimální pozice zápěstí pro úchop je v lehké ulnární dukci a lehké dorsiflexi, díky čemuž dochází ke zvýšení napětí šlach flexorů. Prsty jsou v semiflekční postavení. Palec a zejména mobilita prvního CMC kloubu je pro úchop zcela zásadní. Pozice palce určuje zásadní rozdíl mezi úchopem silovým a jemným. Při silovém úchopu je palec addukován, naproti tomu v jemném úchopu je abdukován. Palec, druhý a třetí prst představují dynamickou složku úchopu. Čtvrtý a pátý prst mají v rámci úchopu funkci statickou – podpůrnou (Bejjani& Landsmeer, 1989).

Úchop můžeme dělit na reflexní – od narození, a volní – námi ovládaný a řízený. Volní úchop dále dělíme na přímý, prováděný vlastní rukou, a zprostředkovaný (terciální, protetický), vykonávaný pomocí nějaké pomůcky (asistovaný úchop) nebo přímo pomůckou (instrumentovaný úchop). S terciálním úchopem se setkáváme u pacientů s vrozenými defekty horní končetiny (dysmelie), po ztrátových poraněních nebo u pacientů, kteří přišli o taktilní cití, jemnou motoriku či mají paretické nebo plegické svaly ruky (pacienti po CMP nebo s DMO, apod.). Přímý úchop se vyskytuje ve dvou formách, primární nebo-li základní a sekundární nebo-li náhradní. Se sekundární formou, u které pacient využívá náhradní mechanismy úchopu, se setkáváme u špatných návyků z dětství nebo v důsledků úrazů v oblasti ruky nebo celé horní končetiny (Hadraba I., 2002).

Primární úchop je prováděn zdravou rukou bez použití náhradních mechanismů. Dělí se na úchopové formy malé (jemné) a velké (silové). (Hadraba I., 2002). Malé úchopové formy zajišťují jemnou motoriku a nevyužívají dlaň při vlastním úchopu. Vyžadují preciznost, jemnost a cit. Patří sem úchop pinzetový (*precision pinch*), špetkový (*precision grip*) a klíčový (*power key pinch*). Pinzetový úchop lze provést jako bříško-bříško nebo nehet-nehet. Je pro něj nutný m. FPL a *m. flexor digitorum profundus* (FDP). Špetkový úchop využívá opozice palce proti zbylým dvěma až čtyřem prstům. Při klíčový úchopu je předmět svírán bříškem palce a přilehlou hranou druhého prstu. Uplatňují se při něm svaly m. AdP, m. FPB a *m. interosseus palmaris I* (IOP) et *m. interosseus dorsalis I* (IOD). Mezi velké úchopové formy patří úchop dlaňový (*power grip*) a háčkový (*hook grip*). Dlaňový úchop využívá jak prstů a palce, tak dlaně. Kapandji (Kapandji I.A., 2007) rozděluje dlaňový úchop na úchop s a bez využití palce. Palec je při vlastním úchopu v opozici třetího až pátého prstu. Největší síla stisku je, když se palec dotýká alespoň jednoho z prstů. Se zvětšujícím se průměrem uchopovaného předmětu síla stisku klesá. Háčkový úchop využívá pouze flektovaných prstů bez zapojení palce i dlaně. Kapandji (Kapandji I.A., 2007) dále rozlišuje úchopy tříprsté, čtyřprsté, pětiprsté, interdigitální a centralizované. Inerdigitální úchop se využívá například při držení cigarety, centralizovaný při držení šroubováku, kdy je předmět v prodloužení osy ruky a je zapřen do dlaně.

Úchop dále může rozdělit na statický a dynamický se současným pohybem prstů při úchopu a držení nějakého předmětu např. stříhání nůžkami, levá ruka při hře na kytaru či housle, apod.

## **2.4. Osteoartóza I. CMC kloubu**

Osteoartróza prvního CMC kloubu, v českém písemnictví často uváděna jako rhizartróza, je degenerativní postižení trapeziometakarpálního neboli „kořenového“ kloubu palce ruky. Poprvé byla popsána Forestierem v roce 1937. TMC kloub díky své stavbě, jak bylo výše uvedeno, umožňuje značný rozsah hybnosti a je klíčový pro opozici palce a úchop, což je příčinou velkého fyziologického zatížení kořenového kloubu a tím častějšího a časnějšího rozvoje artrózy (Pellegrini V.D. Jr., 1991).

### **2.4.1. Etiopatogeneze**

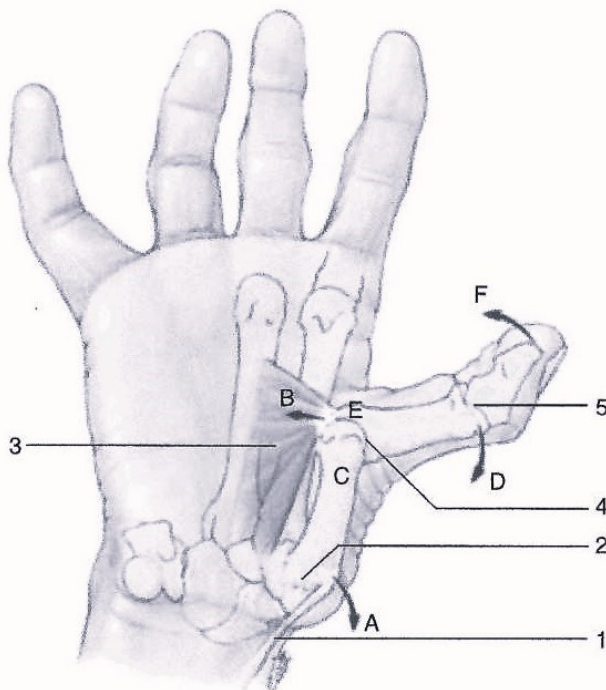
Rhizartróza je druhým nejčastějším artrotickým postižením ruky, hned po artróze distálního interfalangeálního kloubu prstů (Trtík L., 2011). Zpravidla se jedná o primární idiopatické onemocnění, postihující zejména ženy po menopauze, tedy kolem 50. roku věku, často oboustranně. Radiologická prevalence rhizartrózy je u žen v postmenopauzálním období



33%, z toho pouze jedna třetina nálezů je symptomatická (Amstrong A.L. et al., 1994). S osteoartrózou TMC kloubu se však setkáváme i u mladších pacientů, opět zejména žen, a to na podkladě chronického přetěžování kořenového kloubu palce v terénu hypermobility kloubů a následně vzniklé multidirekcionální nestability. Do této skupiny postižených patří ženy, které celodenně zatěžují kořenový kloub palce ruky v úchopu ať již jemném či silovém, jako jsou sekretářky, švadleny, šičky, zahradnice, uklízečky, kuchařky, pracovníci montující či kompletující součástky a různé přístroje, atd. U mužů se se symptomatickou primární osteoartrózou prvního CMC kloubu setkáváme zpravidla v pozdějším věku předdůchodovém či až důchodovém. Jde většinou o manuálně pracující, kteří dlouhodobě přetěžovali palec v silovém úchopu a manipulaci jako jsou instalatéri, zámečníci, klempíři, pokrývači, montéři, atd.

Sekundární osteoartróza TMC kloubu, poúrazové či revmatické etiologie, se vyskytuje podstatně méně. Jak bylo uvedeno výše, dominantním stabilizátorem prvního CMC kloubu je „zobákovitý vaz“ nebo-li LAOP, který je centrem rotace TMC kloubu při stisku. Důležitými jsou rovněž LIM a dorsální vazivový komplex. Právě poškození těchto vazů při úraze může vést k poúrazové nestabilitě a následnému rozvoji artrotických změn. Rhizartróza na podkladě zlomenin báze prvního MTC nebo trapézia je poměrně vzácná. Při revmatickém onemocnění dochází k poškození kloubního pouzdra a vazů, což vede k nestabilitě kloubu a následně opět rozvoji sekundárních artrotických změn.

Počáteční poškození chrupavky kloubních ploch TMC kloubu se postupně vyvíjí v komplexní artrotické postižení s typickými anatomickými a radiologickými známkami (Trtík L., 2011). Osteoproduktivními změnami s tvorbou osteofytů dochází k zmenšování kloubního prostoru, zhrubění a artrotické defiguraci kořenového kloubu. Nárůstem osteofytů, zejména vnitřního na bázi prvního MTC, dochází k radiální resp. dorsoradiální subluxaci prvního MTC. Subluxace tímto distrakčním osteofytem vede k poškození LIM, porušení jeho stabilizační funkce a následně progresi subluxačního postavení. Vzniká viditelná schodovitá deformita označovaná jako „Forestierův příznak“. Osteofyt na bázi prvního MTC může vytvořit až hrbolek prominující do radiální části karpálního tunelu, tzv. kritický hrbol dle Mannerfelda, kde může až porušit šlachy FPL.



**Obr. 3 (Merle M. et al., 2011)** Konečné stadium osteoartrózy I.CMC kloubu – Swan neck deformita

1 – šlacha *m. abductor pollicis longus* (AbPL), 2 – I. karpometakarpální kloub (CMC), 3 – *musculus adductor pollicis* (AdP), 4 – metakarpophalangeální kloub (MCP), 5 – interphalangeální kloub (IP)

A – subluxace I.CMC kloubu s tahem AbPL a vznikem schodovité deformity „Forestierův příznak“, B – kontraktura m. AdP s retrakcí m. FPB, C – addukovaný I.MTC běžící paralelně s II.MTC, D – kompenzační hyperextenze v MCP kloubu palce, E – selhání volární ploténky MCP kloubu palce, F – kompenzační flexe v IP kloubu palce

#### 2.4.2. Klinický obraz

Rhizarthróza může být v počáteční fázi onemocnění po určitou dobu zcela asymptomatická. Hlavním a často prvním příznakem artritického procesu v oblasti prvního CMC kloubu je bolest lokalizovaná od oblasti báze prvního MTC. Časná stadia artrózy prvního CMC kloubu se klinicky projevují otokem a pozvolna narůstající zátěžovou a pozátěžovou bolestivostí. V pozdních stádiích artritického poškození se dostávají i bolesti klidové, dochází ke ztrátě síly palce a ruky s oslabením stisku a úchopu, omezuje se hybnost palce a rozvíjí se tvarové i osové deformity CMC kloubu (Pilný et al., 2008), jak bylo popsáno výše. Ruka se pro pacienta stává méně výkonnou a to nejen v pracovním procesu, ale i v běžných

Dorsoradiální subluxace prvního MTC společně s tahem šlacha AbPL vede k retrakci šlacha FPB, která společně s kontrakturou m.AdP způsobí fixovanou addukci prvního MTC se zúžením prvního meziprstního prostoru. První MTC se stává paralelním k MTC druhým. V rámci zachování úchopu dochází k hyperextenzi v prvním MCP kloubu, což následně vede k poškození jeho volární ploténky a vzniká zig-zag deformita nebo také swan neck deformita (deformita labutí šíje) s flexí v IP kloubu palce (Obr. 3). Zpočátku je hyperextenční deformita redressibilní, později se stává fixovanou a sťažuje chirurgické řešení rhizartrózy (Trtík L., 2011).

každodenních aktivitách, které se pro pacienta stávají čím dál více obtížnějšími. Jako příklad můžeme uvést otočení klíče v zámku, otevření sklenice či PET láhve, stříhání, krájení, psaní, ale i prosté zvednutí a udržení předmětu jako je hrnek čaje apod. a celá řada dalších aktivit v úchopu. V ranných stádiích mají pacienti při zatížení TMC kloubu pocit nestability, jako by jim chtěl palec „vyklouznout“. S rozvojem osteoartrózy kořenového kloubu provázené popsanou sublucací a defigurací dochází naopak k „tuhnutí“ a omezení hybnosti TMC kloubu. V konečném stadiu se rozvine až ankylóza kloubu provázená zmírněním bolestivosti.

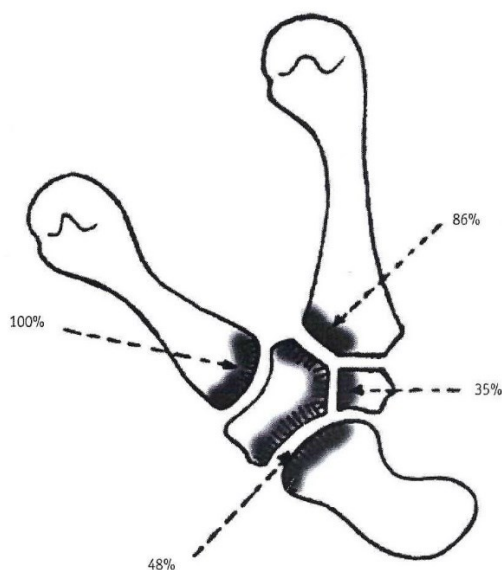
### 2.4.3. Diagnostika

Diagnózu osteoartrózy prvního CMC kloubu stanovuje na základě anamnézy, klinického obrazu, klinického a radiodiagnostického vyšetření. V rámci klinického vyšetření vedle aspekce, kde hodnotíme otok na podkladě synoviality kloubu a jeho defiguraci, vyšetřujeme palpační bolestivost v oblasti tenaru a radiálního segmentu ruky. Diferenciálně diagnosticky je nutné vyloučit jiné příčiny bolestivosti v této oblasti.

V případě symptomatické, klinicky vyjádřené, rhizartrózy je maximum palpační bolestivosti v oblasti báze prvního MTC, vlastního TMC kloubu a trapézia. V rámci vyšetření je potřeba vyloučit *m. de Quervaine*. Jedná se o stenozující tendosynovialitidu šlach *m. AbPL* a *EPB* v oblasti radiálního styloideu. U obou onemocnění je „Finkelsteinův test“ pozitivní. Pozitivita tohoto testu spočívá ve vyvolání bolestivosti iritací postižených šlach převedením ruky do ulnární dleky s palcem sevřeným do dlaně. K odlišení použijeme „stress test“, kdy jednou rukou vyhmatáme a zafixujeme trapézium a druhou uchopíme palec v ose, převedeme ho do pronace a provedeme vzájemný posun mezi trapéziem a bází prvního MTC (Pilný, Slodnička, 2011). Test je pozitivní při vyvolání bolestivosti a prokazuje tak poškození prvního CMC kloubu. Diferenciálně diagnosticky je rovněž potřeba odlišit poškození a artrotický proces v oblasti skloubení skafotrapezotrapezoidního (STT), kdy je palpační bolest lokalizována proximálněji od TMC kloubu. V případě silné ruky může být palpační rozlišení obtížné a k diagnóze je potřeba rentgenové vyšetření. Rovněž artrotický proces v radioskafoidním skloubení mezi *os scaphoideum* a *processus styloideus radii*, jakožto části radiokarpálního kloubu, může imitovat podobné bolestivé potíže a k upřesnění je opět potřeba rentgenového snímku (Pilný, Slodnička, 2011).

STT artróza se může vyskytovat jako samostatná nosologická jednotka, ale také společně s osteoartrózou prvního CMC kloubu jako součást „peritrapeziální artrózy“. Naopak

osteoartróza TMC kloubu vede často v pokročilých fázích onemocnění k postižení okolních kloubů (Obr. 4).

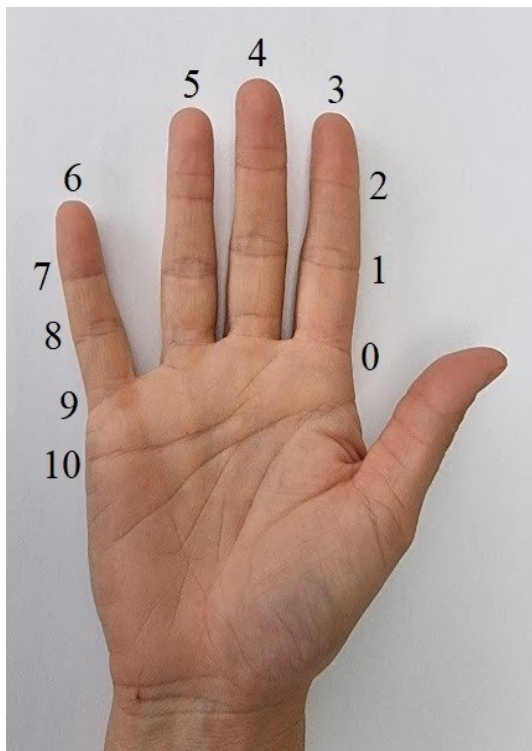


**Obr. 4 (Trtík L., 2011)** Postižení kloubních ploch při peritrapeziální osteoartróze

V případě bolestivosti ruky nesmíme diferenciálně diagnosticky zapomínat na *syndrom karpálního tunelu*, kdy bolestivost nevyzařuje na dorzu palce, a naopak postižení prvního CMC kloubu se neprojevuje iradiací bolestivosti na palmární straně druhé a třetího prstu. Syndrom karpálního tunelu (SKT) se ale může vyskytovat současně s artrotickým postižením TMC kloubu. V roce 1992 Florack popsal prevalenci SKT 43% v souboru 249 pacientů operovaných pro osteoartrózu TMC kloubu (Florack T.M. et al., 1992). Následně se této problematice a jejímu řešení věnovala řada dalších prací (Cassidy C. et al., 2004; Goldfarb C.A. et al., 2003; Hepinstall, Yang, 2008; Stahl, Shapira, 2003; Tsai T.M. et al., 2005). Společně s pokročilou rhizartrózou se také můžeme setkat s *peritendinitidou šlachy FCR*, kterou zjistíme vyšetřením flexe zápěstí proti odporu s bolestivostí na radiální straně propagující se do palce. Toto postižení šlachy FCR se vyskytuje i samostatně. Časté záněty této šlachy nás ale musí nutit zamyslet se nad možným poškozením skafotrapeziálního skloubení a peritrapeziální artrózou (Trtík L., 2011).

Při klinickém vyšetření kořenového kloubu palce hodnotíme rozsahy aktivní i pasivní hybnosti ve smyslu flexe-extenze, abdukce-addukce palce. Opozici palce hodnotíme dle Kapandjiho skóre (Kapandji I.A., 2007). Jedná se o jednoduchý test posuzující aktivní opozici palce proti ostatním prstům podle schopnosti pacienta dotknout se špičkou/bříškem palce daných bodů na ruce od 0 – kontakt s radiálním okrajem druhého MCP kloubu

znamenající žádnou opozici až po 10 – kontakt s distálním palmárním záhybem (*linea oclusionis digitorum trium ulnarium*) při ulnární hraně ruky znamenající maximální opozici (Obr. 5). V rámci klinického vyšetření rovněž provádíme několik manévrů, jejichž pozitivita ukazuje na postižení prvního CMC kloubu (Obr. 6 – 10).



**Obr. 6 (Autor)** Hodnocení opozice palce dle Kapandjiho

0 – radiální okraj II.MCP kloubu, 1 – radiální strana proximální falangy II.prstu, 2 – radiální okraj mediální falangy II.prstu, 3 – apex/bříško distální falangy II.prstu, 4 – apex/bříško distální falangy III.prstu, 5 – apex/bříško distální falangy IV.prstu, 6 – apex/bříško distální falangy V.prstu, 7 – ohybová rýha distálního IP kloubu V.prstu, 8 – ohybová rýha proximálního IP kloubu V.prstu, 9 – ohybová rýha MCP kloubu V.prstu, 10 – distální palmární rýha dlaně ruky



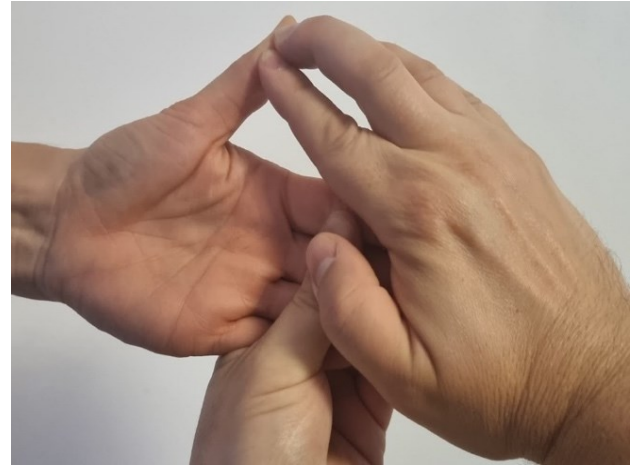
**Obr. 5 (Autor)** Grind test

Vyšetřující komprimuje v ose I.MTC proti trapeziu a současně posunuje bázi I.MTC dorsálně a volárně. Manévr je pozitivní v případě bolestivosti, což je způsobeno degenerativními změnami TMC kloubu.



**Obr. 8 (Autor) Compression test**

Vyšetřující uchopí ruku vyšetřovaného tak, že umístí svůj palec na I.MTC a ostatní prsty na V.MTC. Jemnou kompresí I. a V. MTC proti sobě je v případě pozitivity testu vyvolána bolest TMC kloubu.



**Obr. 7 (Autor) Resisted opposition maneuver**

Vyšetřující svým II. a III. prstem umístěným na radiovolárním okraji distální falangy palce vytváří aktivní odpor proti opozici palce vyšetřovaného, která je v při pozitivě manévru bolestivá.



**Obr. 10 (Autor) Reduction grind test**

Vyšetřující uchopí jednou rukou zápěstí a druhou rukou palec vyšetřovaného. Při postavení palce v opozici a pronaci je vyvolán předozadní posun báze I.MTC proti trapéziu. V případě léze LAO dochází k posunu a bolestivosti.

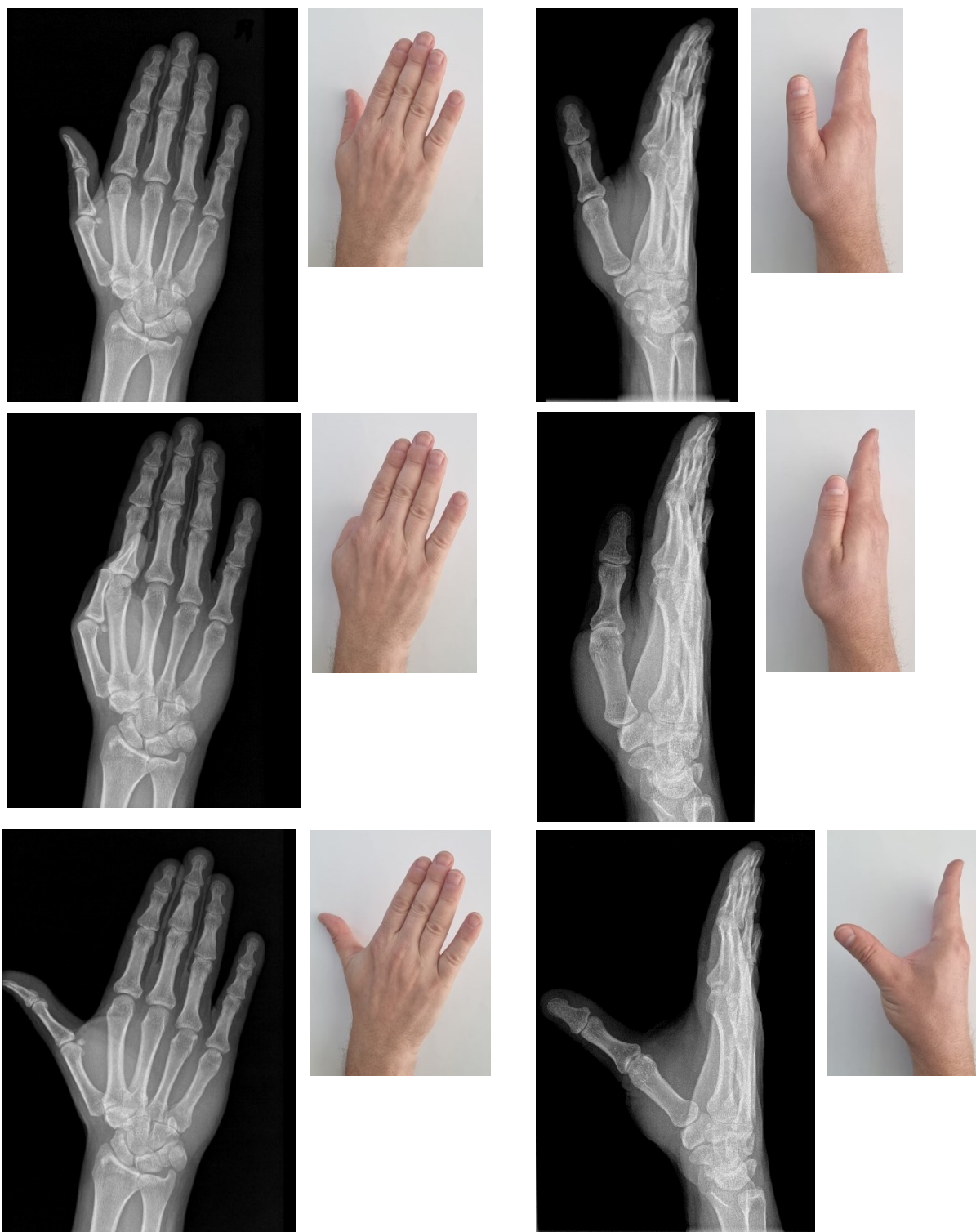


**Obr. 9 (Autor) Glickel test**

Palec a ukazovák vyšetřujícího tlakem na hlavičku I.MTC převádí palec vyšetřovaného do extenze a současně vyšetřující palcem druhé ruky vyvíjí tlak na dorsum báze I.MTC.

#### **2.4.4. Rentgenologická klasifikace**

Kapandji popsal rentgenologické (RTG) vyšetření prvního CMC kloubu v šesti projekcích, resp. dvou projekcích s třemi různými pozicemi palce. (Obr. 11) Pro určení stadia osteoartrózy TMC kloubu dle Eatonovy klasifikace je důležitá laterální projekce na palec.



**Obr. 11 (Autor)** Kapandjiho rentgenologické projekce

**Laterální projekce na palec** : palec leží na RTG desce, ruka je v pronaci pod úhlem 30° na RTG desce, rtg paprsek je centrován na I.MCP kloub

**Posteroanteriorní projekce na palec** : ruka a předloktí leží na RTG desce ulnární hranou v 15° pronaci a dorsiflexi v zápěstí, rtg paprsek je centrován na I.MCP kloub se sklonem 30° od vertikály

Provádí se 3 snímky s pozicí pláce ve středním postavení, ve flexi a v extenzi.

Existuje celá řada anatomicko-rentgenologických klasifikací jako jsou dle Della (Dell P.C. et al., 1978; Favreul, Mainard, 2013) (Tab. 1), Burtona (Burton R.I., 1973; Matullo K.S. et al., 2007) (Tab. 2), Crosbyho (Crosby E.B. et al., 1978; Laronde P. et al., 2022) hodnotící vedle postižení prvního CMC kloubu i degeneraci STT skloubení (Tab. 3).

**Tab. 1** Klinicko-radiologická klasifikace rhizartrózy dle Della

<b>Stadium I</b>	zúžení kloubní štěrbiny, subchondrální skleróza, bez subluxe, bez osteofytů, zátěžová bolest
<b>Stadium II</b>	stadium I + 1 až 2 drobné osteofyty na ulnární okraji distální kloubní plochy trapézia, subluxe TMC kloubu o 1/3 kloubní plochy, klinicky je subluxe redresibilní
<b>Stadium III</b>	výrazné zúžení kloubní štěrbiny, velké osteofyty na trapéziu, subluxe o více jak 1/3 kloubní plochy, subluxe není reponovatelná, možná addukční deformita I.MTC se sekundární hyperextenzí v I. MCP kloubu
<b>Stadium IV</b>	totální destrukce a vymizení kloubní štěrbiny, subchondrální cysty, ankylosa kloubu, mohutné osteofyty, snížení bolestivosti

**Tab. 2** Klinicko-radiologická klasifikace rhizartrózy dle Burtona

<b>Stadium I</b>	bolest, pozitivní grind test, ligamentózní laxicita, hypermobilita kloubu, dorsoradiální subluxe TMC kloubu - reponibilní
<b>Stadium II</b>	stadium I + radiologicky patrné degenerativní změny TMC kloubu, nestabilita, chronická subluxe, krepitace
<b>Stadium III</b>	pan-trapeziální degenerace, zejména postižení skafotrapeziálního skloubení
<b>Stadium IV</b>	stadium II nebo III + degenerativní změny I. MCP skloubení

**Tab. 3** Klinicko-radiologická klasifikace rhizartrózy dle Crosbyho

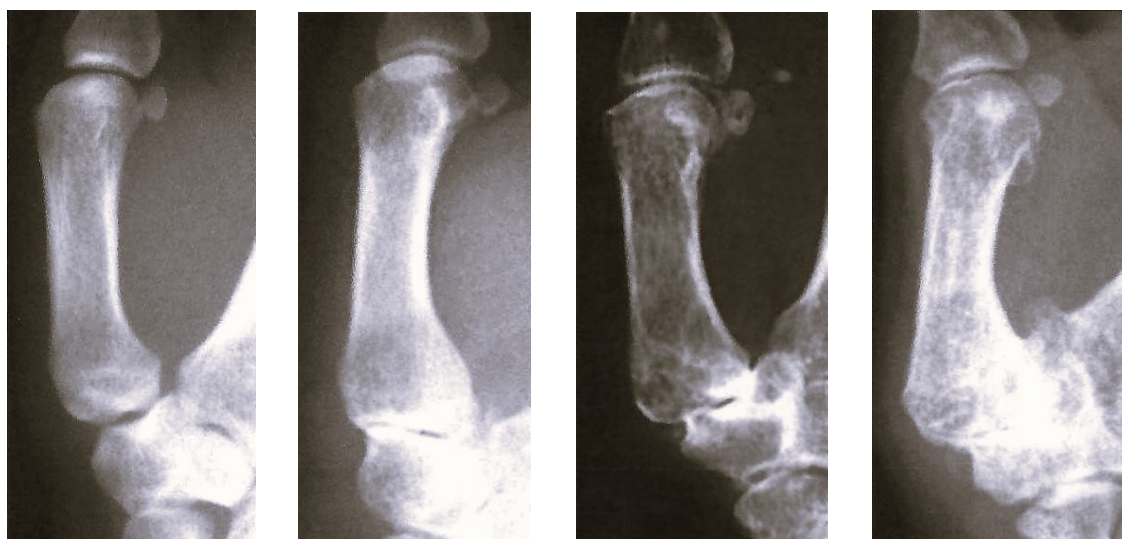
<b>Stadium 0</b>	STT skloubení bez postižení kloubních ploch, TMC kloub bez poškození kloubní chrupavky, bez osteofytů, postižení vazů TMC kloubu, reponibilní subluxe TMC kloubu
<b>Stadium I</b>	STT skloubení se zúžením do 50% prostoru kloubu nebo do 50% kloubní plochy, TMC kloub se zúžením do 50% kloubní štěrbiny, možné osteofyty a subchondrální skleróza, subluxe TMC kloubu jen částečně reponibilní nebo nereponibilní
<b>Stadium II</b>	stadium I se zúžením STT a TMC skloubení o více jak 50% prostoru nebo kloubní plochy
<b>Stadium III</b>	kompletní zaniklá kloubní štěrbina STT a TMC skloubení, skleróza a eroze kloubních ploch, ankylóza TMC kloubu

Celosvětově nejrozšířenější a nejpoužívanější je klasifikace, kterou již v roce 1973 popsali Eaton a Littler (Eaton R.G. et al., 1985; Eaton, Glickel, 1987) (Tab. 4), (Obr. 12). Přes své stáří stále umožňuje, a to i dnes, rozvahu a volbu operačního výkonu dle stupně osteoartrózy TMC kloubu.



**Tab. 4** Klinicko-radiologická klasifikace rhizartrózy dle Eaton-Littlera

<b>Stadium I</b>	normální nebo lehce rozšířený TMC kloub na podkladě synovialitidy, kloubní plochy bez poškození, možná mírně zvýšená laxicita a naznačená subluxe
<b>Stadium II</b>	snížení kloubní štěrbiny a zmenšení kloubního prostoru, osteofyty nebo volná nitrokloubní tělíska do 2mm, nestabilita při stresových manévrech, subluxe do 1/3 kloubní plochy, chondropatie, počínající sklerotizace kloubní plochy, skafotrapeziální kloub intaktní
<b>Stadium III</b>	výrazné snížení kloubní štěrbiny, osteofyty a nitrokloubní myšky nad 2mm, výrazná trapeziometakarpální destrukce s těžkou subchondrální sklerózou kloubních ploch, možné subchondrální cysty, subluxe TMC kloubu o více jak 1/3, skafotrapeziální kloub bez poškození
<b>Stadium IV</b>	stadium III + zanikající kloubní štěrbina TMC kloubu, osteoartrické postižení skafotrapeziálního skloubení možná ankylosa a addukční deformita I. MTC



**Obr. 12** (Merle et al., 2011) Stadia rhizartrózy dle Eaton-Littlerovy klasifikace I-IV

### 2.4.5. Terapie

Léčba osteoartrózy prvního CMC kloubu je závislá na stadiu postižení, stabilitě kloubu, prahu bolestivosti u jednotlivých pacientů a na způsobu zátěže a přetěžování ruky v úchopu s možností úpravy režimových mechanismů. Stejně jako v případě jiných kloubů ji můžeme rozdělit na terapii konzervativní a terapii operační.

#### 2.4.5.1. Konzervativní terapie

Rhizartróza zejména v počátečních stádiích reaguje velmi dobře na konzervativní terapii – nesteroidní antiflogistika (NSA), ortézy, obštriky a rehabilitaci. Základem je úprava režimových opatření – pokud je to možné, s cílem snížit zátěž na TMC kloub. V počátečních stádiích I a II byl popsán velmi dobrý efekt dlahování přes den s imobilizací palce v neutrálním

postavení (abdukce a antepulsace I. MTC 45° a flexe 30° v I. MCP kloubu) s volným IP kloubem palce a přes noc v maximální abdukci a extenzi palce. V případě denní dlahy flexe 30° v prvním MCP kloubu významně uvolňuje síly na TMC kloub (Moulton M.J. et al., 2001). Při dlahování 6 týdnů dochází ke snížení příznaků, zejména bolestivosti v 76% případů rhizartrózy I a II. stupně a u 54% stadií III a IV (Swigart C.R. et al., 1999). Day popsal efekt nošení dlahy po dobu 3týdnů v kombinaci s intraartikulární aplikací kortikosteroidů u 83% případů rhizartrózy I. stupně a to až po dobu 23 měsíců (Day C.S. et al., 2004). V současnosti se hojně využívají dlahy z termoplastických materiálů umožňující individuální úpravu a nastavení dle pacienta. Tyto materiály jsou lehké, vzdušné a snadno omyvatelné. Současně existuje na trhu řada funkčních ortéz, stabilizujících pouze první CMC kloub bez omezení pohybu v kloubu MCP a IP kloubu palce. Ortéza tak fixuje palec ve funkční poloze, snižuje bolestivost a ztrátu síly palce v úchopu (Obr. 13). Dalším krokem v rámci režimových opatření je úprava pracovní zátěže a činností, případně jejich změna až přechod na jinou profesi.



**Obr. 13 (Autor)** ortéza Push ortho CMC

Z rehabilitačních (rhb) procedur je popisován efekt měkkých technik, jako je ošetření trigger pointů a postizometrická relaxace (PIR) na korekci dysbalance v napětí svalů v okolí palce, ale pouze u prvních dvou stadií osteoartrózy TMC kloubu. PIR se neprovádí na jednotlivé svaly tenaru zvlášť, ale na svalové skupiny podle směru pohybu palce (abdukce-addukce, flexe-

extenze, opozice). Mobilizace se u rhizartrózy doporučuje pouze v počátečních stádiích, tam kde ještě nejsou přítomny osteofyty. Pomáhá obnovení pohybu v kloubu a tonizaci okolních svalů. Při mobilizaci provádíme distrakci kořenového kloubu v ose palce a hledáme zde omezení v pohybu, do kterého následně lehce pružíme. Trakce obecně u arrotických kloubů vede k relaxaci okolních měkkých tkání včetně svalů, což přináší úlevu od bolesti (Vyskotová J. et al., 2020). V rámci fyzikální terapie se v případě osteoartrózy prvního CMC kloubu používá jako doplňková léčba především elektroléčba pro její analgetické účinky.

Podle snášenlivosti pacienta aplikujeme nízkofrekvenční proudy jako diadynamické, TENS (transkutánní elektrická nervová stimulace) a pulzní nízkofrekvenční magnetoterapii (Poděbradský a Poděbradská, 2009). Vířivka, jako forma vodoléčby, není doporučována pro riziko časté komplikace rozvoje algoneurodystrofie (Pilný, Slodnička, 2011).

Podávání nesteroidních antirevmatik (NSAID, non-steroidal anti-inflammatory drugs), a to jak celkově, tak lokálně, se uplatňuje zejména v časných stádiích rhizartrózy. Užívají se i celková analgetika. Lokálně se NSAID aplikují ve formě gelů, mastí či dokonce náplastí. Velmi dobré účinky se uvádějí v případech podávání chondroprotektiv, nověji označovaných jako SYSADOA (z angl. symptomatic slow acting drugs in osteoarthritis), což jsou symptomaticky pomalu působící léky při osteoartróze. SYSADOA mají analgetický a protizánětlivý terapeutický efekt srovnatelný s NSAID, ale bez jejich nežádoucích účinků. Navíc je prokázán jejich protektivní vliv na strukturu kloubní chrupavky. Mezi perorální formy patří nejčastěji užívané preparáty obsahující *glukosamin sulfát* či *chondroitin sulfát*. *Kyselina hyaluronová (HA, z angl. hyaluronic acid)* se podává intraartikulárně (IA), tedy přímo do kloubu.

IA aplikace kortikosteroidů jako jsou *methylprednisolon* či *triamcinolon* je v současnosti běžnou praxí v léčbě symptomatické osteoartrózy pro jejich protizánětlivý a sekundárně analgetický účinek. To platí i v případě osteoartrózy TMC kloubu. Vzhledem k velikosti a struktuře kloubu je vhodné aplikaci provádět pod rentgenologickou či sonografickou kontrolou, aby byla jistota aplikace do kloubu a zamezilo se nežádoucí infiltraci kloubního pouzdra, kolemkloubních struktur a jejich poškození kortikoidy. Rovněž by aplikace neměla být rutinní záležitostí. Opakované injekce kortikosteroidů oslabují kapsulo-ligamentózní aparát, což komplikuje případnou budoucí operaci.

Účinky léčby rhizartrózy IA injekcemi kortikosteroidů se zabývá řada prospektivních studií, které ve shodě hlásí rychlý nástup účinku ve smyslu ústupu bolestivosti a zlepšení funkce kořenového kloubu a tím i ruky. Současně ale udávají nedostatečný dlouhodobý efekt, respektive rozdíly v trvání účinku dle stadia onemocnění (Day C.S. et al., 2004; Khan M. et al., 2009; Rocchi L. et al., 2018).

Rovněž existuje řada studií zabývajících se léčbou osteoartrózy I. CMC kloubu aplikací *HA*. Mandl (Mandl L.A. et al., 2009) a Ingegnoli (Ingegnoli F. et al., 2011) zaznamenali významné klinické zlepšení ve svých souborech pacientů po cyklu tří týdenních IA injekcí s nástupem 2 týdny po aplikaci a přetrváváním účinku až po dobu 6 měsíců. Jak ale ukázaly nedávné systematické přehledy a metaanalýzy, vědecké důkazy o účinnosti IA terapie s *HA*

u rhizartrózy jsou stále předmětem debat a často jsou omezeny velkou heterogenitou prováděných studií (Trellu S. et al., 2015; Riley N. et al., 2019). Hlavní příčinou heterogenity jsou různé formule *HA* používané s variabilními injekčními schémata a technikami IA aplikace, různá období sledování a velká rozmanitost hodnocených výsledků.

V rámci randomizovaných kontrolovaných studií Stahl (Stahl S. et al., 2005) a Fuchs (Fuchs S. et al., 2006) prokázali významný účinek jak IA kortikosteroidu, tak IA injekce *HA* na úlevu od bolesti. Stahl (Stahl S. et al., 2005) pozoroval zlepšení funkce jemné motoriky pouze ve skupině s *HA*, s tím ve shodě Fuchs (Fuchs S. et al., 2006) zjistil nadřazenost *HA* nad kortikosteroidy ve všech hodnocených parametrech, jako jsou bolest, síla úchopu a rozsah pohybu ve střednědobém horizontu. Tyto data potvrdila i 6 měsíční retrospektivní srovnávací studie zkoumající účinek nové formule *HA* proti *triamcinolon hexacetonidu* na souboru 100 pacientů (Tenti S. et al., 2017).

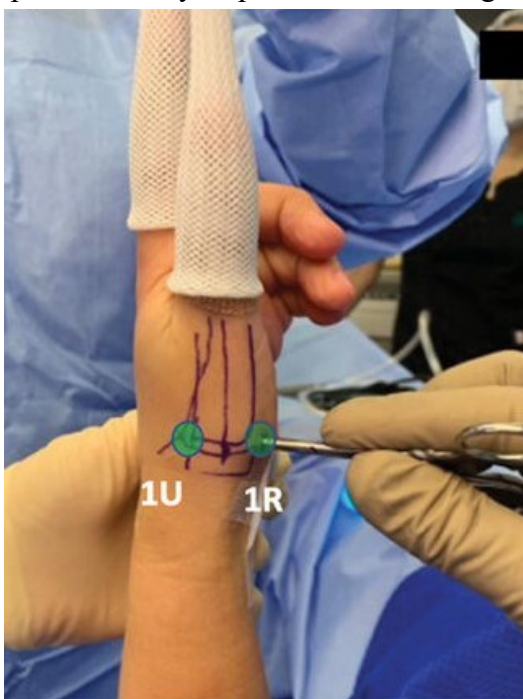
#### 2.4.5.2. *Chirurgická terapie*

Neúčinnost konzervativní terapie a pokročilá stadia onemocnění vedou ke zvážení chirurgické intervence. Existuje celá řada operačních metod a technik, které jsou indikovány dle stupně postižení I. CMC kloubu a rovněž na základě zvyklosti, zkušenosti a výsledků daného pracoviště. Z výše uvedeného vyplývá, že jsou k operačnímu řešení indikovány nejen pokročilá a těžká stadia rhizartrózy, ale i stadia časná nebo nestability TMC kloubu bez známek artrózy, kde stabilizační operace mohou zabránit dalšímu poškozování kloubu a rozvoji artrotickým degenerativních změn nebo je alespoň oddálit.

V případě nestability TMC kloubu poúrazové či vzniklé na podkladě hypermobility bez známek artrotického postižení a rovněž tak v případě rhizartrózy I. stupně dle Eaton-Littlerovy klasifikace můžeme indikovat *artroskpii prvního CMC kloubu* nebo *ligamentoplastiku dle Eaton-Littlera*.

**Artroskopie TMC kloubu**, která byla poprvé popsána v pracích Menoneho a Bergera (Menon J., 1996; Berger R.A., 1997), je indikována při bolestivosti palce ruky v oblasti kořenového kloubu bez jasného rentgenologického nálezu, tedy při nestabilitě kloubu, kdy se pomocí elektrokauteru provádí termická plastika kloubního pouzdra tzv. „shrinkage“, která tak stáhne – stabilizuje kloubní pouzdro. Další indikací jsou časná stadia osteoartrózy I.CMC kloubu I. a II. stupně se synovialitidou, kde se provádí synovektomie a „shrinkage“ kapsuly TMC kloubu se stabilizací kritických volárních vazů jako prevence dorsální subluxace a další progrese artrotických změn. V případě již rozvinutých degenerativních změn ve smyslu přítomnosti osteofytů a nitrokloubních tělísek je popisován debridement

s resekci osteofytů až parciální trapeziektomie (Culp, Rekant, 2001). Menon ve své práci popisuje artroskopickou parciální resekci trapézia a interpoziční artroplastiku šlachovým štěpem (Menon J., 1996). Artroskopická synovektomie TMC kloubu má velký význam u revmatiků. Revmatoidní artritida často postihující tento kloub, vede ke zmnožení synoviální výstelky, její změně a tvorbě panu s poškozováním nejen vazů a kloubního pouzdra, a tím vznikem nestability, ale i kloubní chrupavky. Indikace k artroskopické synovektomie a případné „shrinkage“ pouzdra by měla v případě revmatické etiologie být při neefektu medikamentózní terapie do šesti měsíců od vzniku potíží a vyjádření příznaků. Pozdější indikace nevykazují tak dobré výsledky, neboť jsou zde již rozvinuté známky sekundární artrózy s poškozením chrupavek a vazů (Ostendorf B. et al., 1999). Artroskopická operativa rhizartrózy, včetně pokročilých stádií, našla na řadě pracovišť ve světě bohaté uplatnění, ať již jako metoda diagnostická, tak terapeutická s řadou technik od prosté synovektomie, přes resekční artroplastiky se stabilizací až po parciální trapeziektomie v kombinaci s interpoziční artroplastikou (Adams J.E., 2014; Badia A., 2008; Cobb T. et al., 2011; Jorquera R. et al., 2022; Menon J., 1996). Pro tyto účely byla vytvořena artroskopická klasifikace osteoartrózy I. CMC kloubu z ní vycházející algoritmus léčby (Badia A., 2006). Vlastní výkon se provádí v celkové anestezii, výjimečně axilárním bloku, v bezkreví za použití turniketu. TMC kloub je drobný, proto se užívá optika o průměru 1,9mm se sklonem 30° nebo přímá. K distrakci se používá trakční věž s fixací paže s 90° flexí v lokti, čínský prst navlečený na palec a závaží 2-3kg. Pro artroskopii kořenového kloubu palce se uplatňují

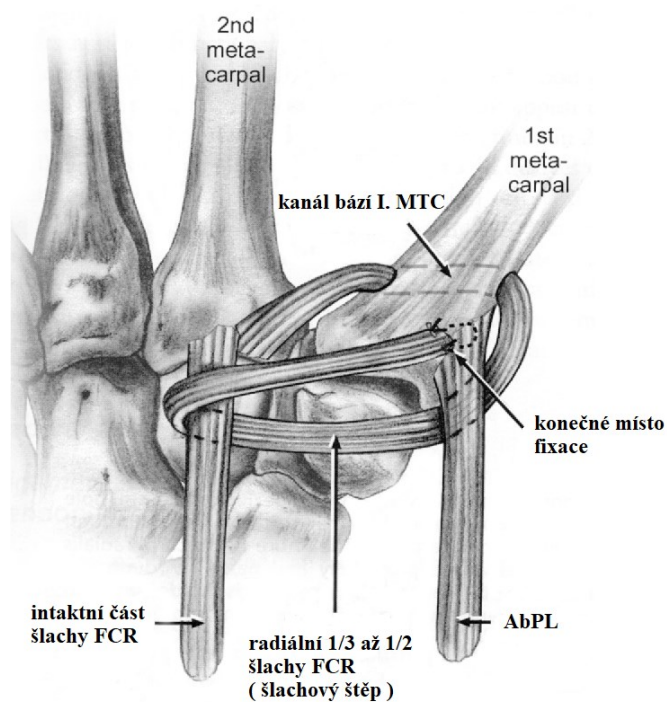


dva vstupy : první, označovaný jako 1-R, lokalizovaný radiálně od šlachy AbPL a druhý, označovaný 1-U, při ulnárním okraji šlachy EPL, v jehož místě před vlastní incizí instilujeme do I. CMC kloubu fyziologický roztok pro lepší následnou viditelnost a přehlednost operačního pole (Obr. 14). Pooperační fixace a rehabilitace závisí na stupni postižení a rozsahu operačního výkonu od časného individuálního cvičení v případě synovektomie, přes fixaci dlahou na čtyři týdny po „shrinkage“ kloubního pouzdra až po fixaci na šest týdnů po parciální trapeziektomii (PT) s interpoziční artroplastikou.

**Obr. 14 (Jorquera et al., 2022)** Základní porty při artroskopii I.CMC kloubu

Další technikou k řešení nestability TMC kloubu bez arrotického postižení nebo v případě osteoartrózy prvního CMC kloubu I. stupně nereagující na konzervativní terapii je, jak již bylo uvedeno, **ligamentoplastika dle Eaton-Littlera** (Eaton, Littler, 1973).

Principem výkonu je rekonstrukce LAOP nebo-li „beak ligamenta“ (zobákovitý vaz) a tím opětovná stabilizace kořenového kloubu palce pomocí poloviny šlachy FCR. Z Wagnerova radiovolárního přístupu s proximálním rozšířením do zápěstí rýhy ozřejmíme šlachy FCR. Identifikujeme a chráníme *ramus superficialis n. radialis* a *a. radialis*. Po extraperiostálním uvolnění svalů tenaru od I.MTC a palmární plochy trapézia a jejich odtažení ulnárně uvolníme distální část šlachy FCR z osteofibrózního kanálu ve žlábkku volární plochy trapézia. Z krátké 1-2cm podélné incize asi 6-8cm proximálně od ohybové rýhy zápěstí volárně najdeme šlachy FCR a uvolníme její radiální třetinu až polovinu až k úponu na bázi II. MTC s protažením podkožím distálního předloktí pomocí tendon passeru.



**Obr. 15 (Berger, Weiss, 2004)** Ligamentoplastika dle Eaton-Littlera

Jehlou identifikujeme štěrbinu TMC kloubu a zhruba 5mm distálně pomocí 2,7mm vrtáku paralelně s linií kloubu vrtáme kanál bázi I. MTC v předozadním směru, kterým následně protáhneme šlachový štěp. Šlachový štěp po protažení na dorzální plochu báze I. MTC podvlékneme pod úponem šlachy AbPL a přišijeme zpět k intaktní části šlachy FCR při úponu na bázi II. MTC. Šlachový štěp je po výstupu z kanálu při bázi I. MTC při neutrálním postavení v TMC kloubu mírně natonizován a fixován suturou

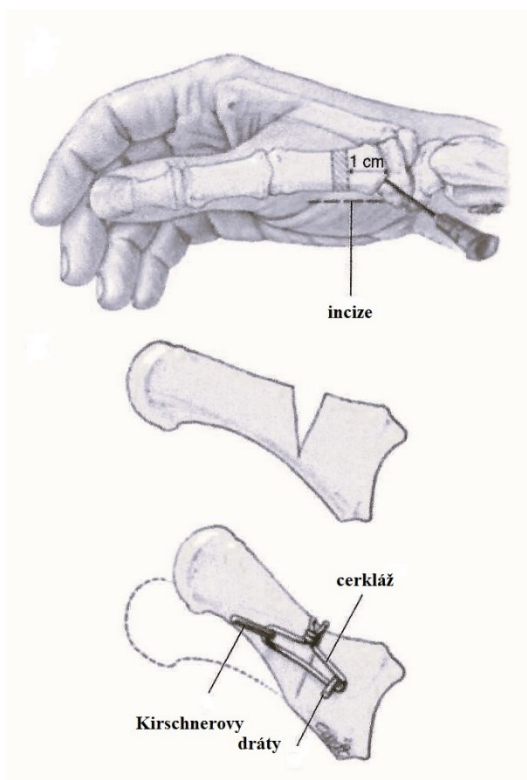
k periostu a po podvléknutí i k šlaše AbPL při jejím úponu. Následně šlachový štěp provlékáme a fixujeme s intaktní částí FCR v místě úponu nebo okolo ní obtáčíme rovněž s fixací suturou. Zbylá volná část štěpu se reinzeruje k úponu AbPL a periostu při bázi I. MTC (Obr. 15). Modifikací je možné šlachový štěp fixovat do intaktní části FCR pulvertaft technikou. Svaly tenaru následně reinzerujeme zpět k I. MTC. Dočasnou transfixací I. MTC k II. MTC v úrovni krčků na 4 týdny zajistíme zhojení v optimálním postavení. Pooperačně přikládáme fixaci sádrou dlahou na 6 týdnů ve středním úchopovém postavení palce se

zachováním pohybu v IP kloubu. Eaton v roce 1984 uvedl studii navazující na původní práci, kde publikoval 38 rekonstrukcí u 36 pacientů. Žádný z nich neměl špatný výsledek (Eaton R.G. et al., 1984). Další práce popisují i přes přetrvávající bolestivost dlouhodobé velmi dobré výsledky s obnovením stability, funkce prvního CMC kloubu a dobré síly v „pinzetovém“ úchopu (Freedman D.M. et al, 2000; Lane L.B. et al., 2001). Alternativní techniku ligemantoplastiky v roce 1989 popsali Brunelli a Brunelli s využitím šlachového skluzu z AbPL (Brunelli G. et al., 1989).

**Osteotomie prvního MTC** je metoda užívaná v řešení časných stádií osteoartrózy prvního CMC kloubu, tedy I. a II. stupně dle Eaton-Littlerovy klasifikace. Je naopak kontraindikovaná u pacientů s hypermobilitou či fixovanou sublúxací TMC kloubu, pozdními stádii rhizartrózy a pantraperiální artrózou.

TMC osteoartróza je spojena s degenerací „beak ligamenta“ (zobákovitý vaz) a vlivem biomechaniky I. CMC kloubu a vyšší koncentraci střížných sil v ulnovolární polovině kloubu začíná degenerace kloubní chrupavky a rozvoj rhizartrózy právě na kloubních plochách v blízkosti úponu LAOP. Naproti tomu chrupavka dorsoradiální poloviny kloubu bývá dlouho degenerativnímu procesu ušetřena, často až do pozdních stádií onemocnění (Pellegrini V.D. Jr. et al, 1993). Na základě těchto závěrů byla koncipována 30 stupňová close wedge extenční osteotomie I. MTC k odlehčení postižené chrupavky palmárního segmentu TMC skloubení a redistribuci zátěže na dorsální segment kloubu (Pellegrini V.D. Jr. et al, 1996). Současně tato osteotomie snižuje riziko dorsální sublúxace I. CMC kloubu. Dle řady publikovaných prací osteotomie I. MTC poskytuje symptomatickou úlevu od bolesti a obnovuje funkci ruky, hybnost a sílu, včetně pinzetového úchopu. Je úspěšná v časných stádiích onemocnění, rhizartrózy I. stupně a v případě II. stupně dle Eaton-Littlerovy klasifikace pouze při zachovalé chrupavce v dorsální polovině kloubu. V opačném případě při nestabilitách, rozvinuté osteoartróze I. CMC kloubu II. stupně a pokročilých stádiích rhizartrózy je zcela nevhodná a nevede k uspokojivému výsledku (Hobby J.L., 1998; Molitor P.J.A., 1991; Parker W.L. et al, 2008; Wilson, Bossley, 1983). Operační technika byla v roce 1973 popsána Wilsonem (Wilson J.N., 1973), podle něhož se tato osteotomie nazývá (Obr. 16).

Po verifikaci kloubní štěrbiny TMC kloubu pomocí perkutánní jehly je vedena distálně podélná dorsální incize délky 3-4cm při radiálním okraji I. MTC. K I. MTC pronikáme v intervalu mezi EPL a EPB s částečnou reinzercí svalů tenaru. Identifikujeme a chráníme *ramus superficialis n. radialis* a v při ulnárním okraji báze I.MTC v proximální části rány *ramus profundus a.radialis* s doprovodnými žilami. Po subperiostálním uvolnění a naložení



**Obr. 16 (Merle M. et al., 2011)** Wilsonova osteotomie I.MTC

elevatorií provádíme v metafýze I. MTC 1cm distálně od kloubní štěrbině TMC kloubu klínovitou osteotomií oscilační pilou. Příčný proximální a šikmý distální řez by měly být od sebe vzdáleny asi 5mm aby vznikl požadovaný úhel 30°. Osteotomie je z důvodu stability monokortikální se zachováním přední kortikalis I. MTC. K uzavření a fixaci osteotomie používáme dva perkutánně a šikmo zavedené 1,4mm Kirschnerovy dráty (Hobby J.L., 1998).

Wilsonova původní technika používá intraosseální drátěnou kličku s jedním 1,4mm Kirschnerovým drátem zavrtaným šikmo z proximální do distální části MTC a zavírajícím osteotomii a druhým zavedeným příčně do báze I. MTC. Po uzávěru rány se aplikuje sádrová

dlaha na palec Bennettova typu na 4-6 týdnů dle zvyklosti pracoviště. Některá pracoviště před sádrovou fixací dávají přednost stabilizaci intermetakarpálním Kirschnerovým drátem pro možnost volného I. MTC a IP kloubu palce jako prevence kontraktury tenarových svalů (Merle M. et al., 2011).

V případě rozvinuté rhizartrózy II. stupně s výraznou chondropatií většiny kloubní plochy a pokročilé osteoartrózy I. CMC kloubu III. a IV. stupně dle Eaton-Littlera byla popsána celá řada operačních metod, které můžeme základně rozdělit na *artrodézy*, *resekční artroplastiky* a *implantáty*. V současnosti na základě dlouhodobých výsledků a zkušeností s operativou pokročilé rhizartrózy je metodou volby závěsná/interpoziční artroplastika a totální endoprotéza TMC kloubu. Přesto má artrodéza v omezených jasně daných indikacích stále místo v léčbě pokročilé osteoartrózy kořenového kloubu palce ruky.

**Artrodéza I. CMC kloubu** byla poprvé popsána Mullerem v roce 1949 (Muller G.M., 1949). Od té doby byla napsána celá řada prací zabývajících artrodézou TMC kloubu a technikami vlastní fixace dězovaného kloubu (Caputo, Bennett, 1993; Carroll R., 1987; Chamay, Piaget-Morerod, 1994; Clough D. et al., 1990; Damen A. et al., 2001; De Smet L. et al., 2005; Forseth, Stern, 2003; Fulton, Stern, 2001; Ishida, Ikuta, 2000; Lisanti M. et al., 1997; Lutonský, Pellar, 2006; Mureau M. et al., 2001; Pardini A. et al., 1982; Pech J. et al.,



2014; Rizzo M. et al., 2009; Stark H. et al., 1977; Zdráhal M., 2009).

Primárním cílem léčby osteoartrózy I. CMC kloubu je zmírnění až vymizení bolestivosti. Nicméně důležité je rovněž zachování resp. obnova stability a síly palce v úchopu, zejména u mladých aktivních manuálně pracujících pacientů. Artrodéza TMC kloubu tato kritéria splňuje, ale přináší rovněž řadu nevýhod a komplikací. Mezi ně hlavně patří omezení rozsahu hybnosti palce a tím ztráta jemné motoriky ruky. Nadměrné užívání a přetěžování I. MCP kl. vede k rozvoji kompenzační hyperextenze a bolestivé laterální instability. Fixovaná postavení TMC kloubu omezí schopnost oploštění ruky a dlaně, což způsobuje potíže při nošení rukavic či vkládání rukou do kapsy, apod.

K pozdním komplikacím artrodézy I. CMC kloubu patří rozvoj sekundární osteoartrózy okolních kloubů, zejména pak skafotrapeziálního (ST) skloubení vlivem jeho kompenzačního rozšíření hybnosti a následného přetěžování (Obr. 17). Chamay popisuje rozvoj takového sekundární artrózy až ve 25% případů do šesti a půl roku od operace



**Obr. 17 (Rizzo M. et al., 2009)** A. Artrodéza I. CMC kloubu po fixaci K dráty, B. Plně rozvinutá ST osteoartróza po 18 letech

(Chamay, Piaget-Morerod, 1994). Z výše uvedených důvodů je artrodéza kořenového kloubu palce v současnosti indikována u pacientů – mužů mladšího a středního věku, těžce manuálně pracujících s pokročilou rhizartrózou III. stupně, ať již primární idiopatickou či sekundární revmatické nebo poúrazové etiologie.

Podmínkou provedení artrodézy TMC kloubu by měl být artrotický proces omezený pouze na I. CMC kloub. Peritrapeziální osteoartróza je jasným kontraindikačním faktorem. Zejména je pak důležitou podmínkou intaktní kloubní štěrbinu ST skloubení, neboť po artrodéze částečně kompenzuje pohyblivost place při abdukci a opozici.

Operační přístup volíme z podélné incize na dorsoradiální straně TMC kloubu mezi EPL a EPB s chráněním *ramus superficialis n. radialis* nebo z Wagnerova radiovolárního přístupu. Po podélném protěti kloubního pouzdra resekujeme osteofyty a degenerované artrotické kloubní plochy optimálně *cup and cone* technikou s interpozicí spongiózního autograftu

z distálního radia (Caroll R., 1987). Vlastní fixace je zajišťována řadou osteosyntetických materiálů (Obr. 18) jako jsou Kirschnerovými dráty (Caroll R., 1987; Fulton, Stern, 2001; Ishida, Ikuta, 2000; Rizzo M. et al., 2009; Stark H et al., 1977), cerkláží (Chamay, Piaget-Morerod, 1994; De Smet L. et al., 2005; Pardini A. et al., 1982), šrouby (Clough D. et al., 1990; Zdráhal M., 2009), dlahou (Forseth, Stern, 2003; Mureau M. et al., 2001; skobu (Caputo, Bennett, 1993; Lisanti M. et al., 1997; Pech J. et al., 2014).



**Obr. 18 (De Smet M. et al., 2010)** Artrodéza I.CMC kloubu cerkláží

Pooperační fixace a stabilizace je zajištěna sádrovou dlahou na 6-8 týdnů v případě Kirschnerových drátů a šroubů, 3-4 týdny v případě dlah a skob s následným přiložením palcové ortézy na další 3 týdny. Důležité je výsledné postavení artrodézy, tak aby umožnilo dobrý úchop. Obecně je uznáván názor Househo, který doporučuje provádět fúzi v 40 až 45° palmární abdukci, 20 až 25° extenzi a 10 až 15° pronaci (House J.H., 1985). Ve výsledku by břicho distálního článku palce mělo být při sevřené pěstí v kontaktu s laterálním okrajem proximálního IP (PIP) kloubu II. prstu.

Mezi časně komplikace artrodézy TMC kloubu patří nezhojení a tedy rozvoj pakloubu, jehož incidence je poměrně častá, a to i přes dlouhou dobu imobilizace. V průměru se uvádí až 13% výskyt pakloubu v závislosti na použité metodě (De Smet M. et al., 2010). Rizzo ve své retrospektivní studii 126 artrodéz z celkového počtu 241 provedených v letech 1970 až 2003 uvádí 17 případů tj. 14% nezhojení, přičemž celková míra spokojenosti pacientů s operací byla 96%, kdy reoperace – redéza proběhla pouze v 9 případech (Rizzo M. et al., 2009). Chamay a Piaget-Morerod ve svém souboru několika typů fixací artrodézy I.CMC kloubu udávají 87,5% prohojení dýzy u 32 pacientů s 94% spokojeností a 82% silou klíčového úchopu (*key pinch*) při srovnání s druhou nepostiženou stranou (Chamay, Piaget-Morerod, 1994). Smeraglia se dokonce svou retrospektivní studií 107 případů artrodéz cíleně zabývá porovnáním klinických výsledků pacientů s prohojením artrodézy a pacientů s pakloubem a dochází k závěru, že kostní spojení není nutné pro dobrý výsledek. K hodnocení používá

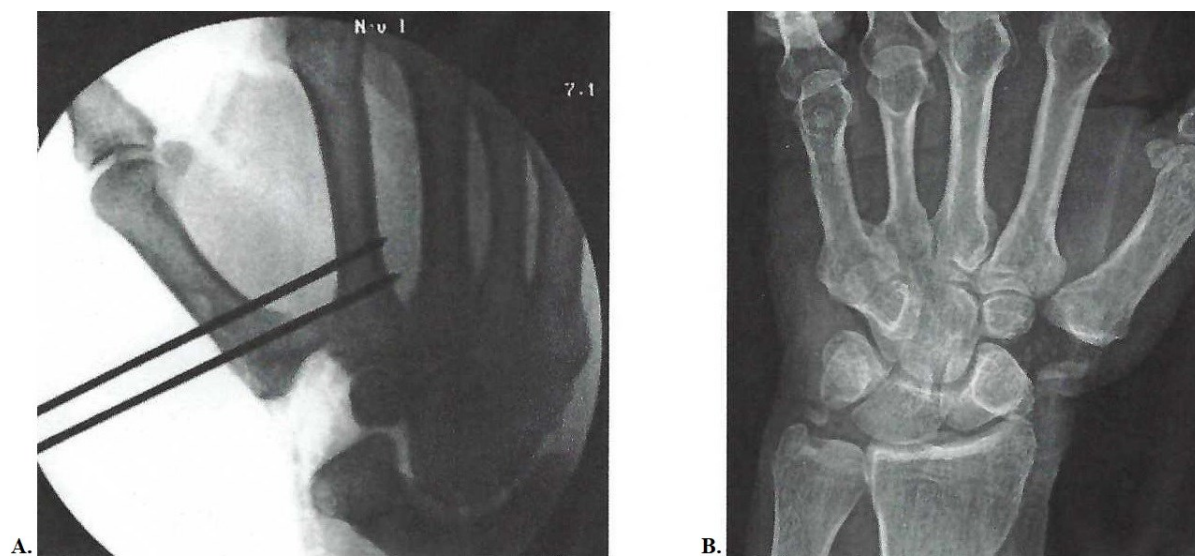
řadu skórovacích systémů jako DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) a VAS (visual analogue scale), Kapandjiho test hodnocení opozice palce a měření síly úchopu dlaňového (*power grip*) a klíčového (*power key pinch*) (Smeralgia F. et al., 2015).

**Resekční artroplastiky I. CMC kloubu** jsou velkou nesourodou skupinou operačních technik, jejichž společným jmenovatelem je trapeziektomie nebo-li odstranění trapézia. Prostá totální trapeziektomie (TT) v léčbě pokročilé osteoartrózy TMC kloubu byla poprvé popsána Gervisem v r.1949 (Gervis W.H., Wells T., 1949; Gervis W.H., Wells T., 1973). Z obav ze ztráty síly v úchopu a nestability palce při jeho zkrácení v důsledku proximální migrace I. MTC byly vyvinuty další metody. V současnosti existuje v léčbě pokročilé rhizartrózy celá řada operačních technik a jejich modifikací založených na koncepci resekční artroplastiky I. CMC kloubu : od prosté TT bez jakékoliv stabilizace (Davis T.R., Pace A., 2009), přes trapeziektomii s dočasnou stabilizací K dráty, tzv. *hematoma distraction arthroplasty* (HDA) (Fitzgerald B.T., Hofmeister E.P., 2008; Gray K.V., Meals R.A., 2007; Kuhns C.A. et al., 2003), trapeziektomii se šlachovým interpozitem (TI – *tendon interposition*) (Davis T.R. et al., 2004; Froimson A., 1987; Gangopadhyay S. et al., 2012; Merle et al., 2011), až po trapeziektomie se závěsnou artroplastiku bez rekonstrukce vazů (TSA – *tendon suspension arthroplasty*) (Atroshi I., Axelsson G., 1997; Sigfusson R, Lundborg G., 1991; Sirotakova M. et al., 2007; Vermeulen G.M et al., 2009; Weilby A., 1988) a trapeziektomie se závěsnou artroplastikou s rekonstrukcí vazů a s rekonstrukcí vazů a šlachovým interpozitem (LR – *ligament reconstruction*, LRTI – *ligament reconstruction and tendon interposition*) (Burton R.I., Pellegrini V.D., 1986; Matullo K.S. et al., 2007; Schecker, L.R., Boland M.R., 2004; Thompson J.S., 1989).

Vlastní **trapeziektomii** provádíme z dorsálního resp. dorsoradiálního nebo volárního resp. radiovolárního Wagnerova přístupu. Srovnáním obou operačních přístupů se zabývá Ritchieho studie, ve které prostá TT provedená předním přístupem měla lepší výsledky z hlediska síly úchopu, pohybu, citlivosti jizvy a celkové spokojenosti pacienta (Ritchie J.F., Belcher H.J., 2008).

**Hematoma distraction arthroplasty** (HDA) je poměrně jednoduchá operační technika, kterou stejně jako jiné resekční artroplastiky provádíme v bezkreví a v regionální svodné nebo celkové anestezii. Fitzgerald preferuje dorsální přístup s podélnou incizí kloubního pouzdra a vytvořením volárního a dorsálního listu kapsuly pro snazší expozici trapézia a jeho následnou extirpaci. Při uvolňování trapézia je zachování kloubního pouzdra důležité pro výslednou stabilitu artroplastiky. TT se provádí po částech pomocí oscilační pily, osteotomu a luera s chráněním FCR. Po úplném odstranění všech kostních fragmentů z prostoru

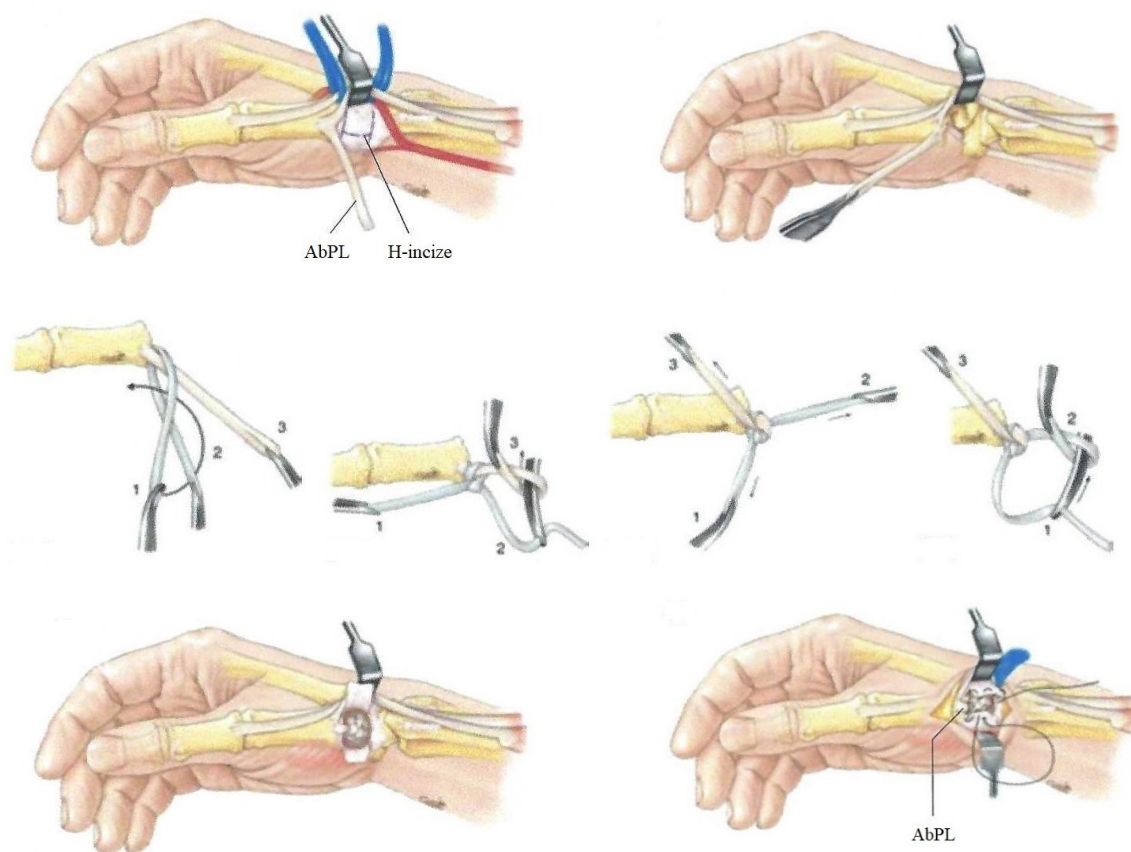
artroplastiky je I. MTC stabilizován jedním až dvěma perkutánně zavedenými 1,6mm Kirschnerovými dráty, které vzájemně transfixují bázi a proximální metadiáfýzu I. a II. MTC. Tato fixace a stabilizace se provádí po distrakci I. paprsku, kdy báze I. MTC je v úrovni báze II. MTC a palec je v dostatečné abdukci a pronaci tak, aby při sevření prstů ruky v pěst se břicho distálního článku place dotýkalo laterální hrany PIP kloubu. Následuje sutura kloubního pouzdra a kůže. Palec se fixuje krátkou sádrou dlahou přes zápěstí a I.MCP kloub, IP kloub palce je ponecháván volný. Po 5 týdnech se dlahy i Kirschnerovy dráty ambulantně odstraňují a je zahájeno aktivní a pasivní cvičení. V následujících 2 až 3 týdnech je k podpoře stability palce užívána snímatelná plastová dlahy. 3 měsíců po operaci se doporučuje vyvarovat extrémním pohybům a větší silové zátěži (Fitzgerald B.T., Hofmeister E.P., 2008) (Obr. 19).



**Obr. 19 (Fitzgerald B.T., Hofmeister E.P., 2008) HDA. A. Peroperační skiaskopie, B. RTG snímek 3 měsíce po operaci**

**Trapeziektomii s TI (tendon interposition)** dominantně provádíme z 3cm dorsoradiální podélné kožní incize, kterou můžeme rozšířit do proximálního záhybu zápěstí v případě potřeby odběru šlachového štěpu z FCR. Tento přístup tak dovoluje k TI využít jak odběr ½ šlachy ABPL, tak ½ FCR. Dle Merleho (Obr. 20) se pro TI využívá volární ½ AbPL. Kapsulotomii děláme ve tvaru „H“ s příčnou incizí v úrovni TMC kloubu distálně a ST kloubu proximálně, a s podélnou incizí při aponeuróze tenaru. Tímto řezem je zachován silný dorsální kapsulární list, který zvyšuje stabilitu kapsuloplastiky. TT se provádí po částech tak, aby se co nejlépe zachovalo kloubní pouzdro s vazy a intaktní FCR. Současně s trapeziem se odstraňuje reaktivní synovialitida a osteofyty na bázi I.MTC, zejména ulnovolární směřující proti bázi II. MTC. Ze dvou drobných příčných incizí v oblasti distální zápěstní rýhy a 12cm proximálně se pomocí hemostatu nebo tendon passeru odebírá šlacha

*m. palmaris longus* (PL). Alternativou v případě chybění PL (15% populace) je odběr  $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{2}$  šlachy FCR. Takto získaný volný šlachový štěp z PL či FCR se proplétá se šlachovým štěpem z AbPL, odebraným vstupně skluzem  $\frac{1}{2}$  šlachy od muskulotendinózní junctce distálně k úponu na bázi I.MTC, kde se ponechává. Vzájemným propletením a prošíáním 2,0 PDS (polydioxanone suture) vláknem vzniká šlachová koule o průměru 8-10mm, která se vkládá jako interpozitum do prostoru po trapézii, kde se zavěšená na bázi I.MTC ponechává volně. Pro konečný funkční výsledek je rozhodující kvalitní uzávěr a vyšíání kloubního pouzdra – kapsuloplastika. Neoartikualce je imobilizována na 4 týdny pomocí jednoho 1,6mm Kirschnerova drátu, kterým se transfixuje I. a II. MTC. Sádrová dlaha se neaplikuje a zápěstí i I. MCP kloubu zůstávají volné (Merle et al., 2011).



**Obr. 20 (Merle M. et al., 2011) Trapeziektomie s TI**

A. H-incize kloubního pouzdra, B. Trapeziektomie, C. Ligamentoplastika s tvorbou šlachového interpozita: 1-2. šlachy PL, 3.  $\frac{1}{2}$  šlachy AbPL, D. Šlachové interpozitum v lůžku po trapézii, E. Kapsuloplastika

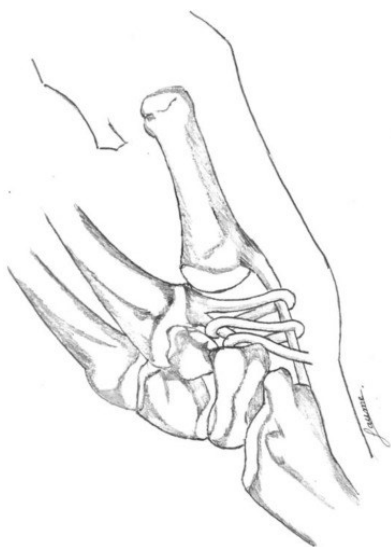
Interpozitum pomocí šlachového štěpu PL popisuje i Davis a další (Davis T.R. et al., 2004; Gangopadhyay S. et al., 2012) naproti Froimson používá  $\frac{1}{2}$  šlachy FCR (Froimson A., 1970).

Ve snaze zabránit nebo alespoň omezit proximální migraci I. MTC a tím snížení prostoru arthroplastiky, ať již statické-klidové či stresové při zátěži, Menon a řada dalších zavedli arthroplastiku s TI po parciální resekcii trapézie (Froimson A., 1987; Menon J., 1995; Schröder J. et al., 2002; Raven E.E. et al., 2006). Ostraňuje se distální  $\frac{1}{3}$  až  $\frac{1}{2}$  trapézie včetně kloubní plochy a osteofytů, jako interpozitum se užívá  $\frac{1}{2}$  FCR, vyjma Ravena, který kombinuje parciální trapeziektomii s interpozicí spongostanem.

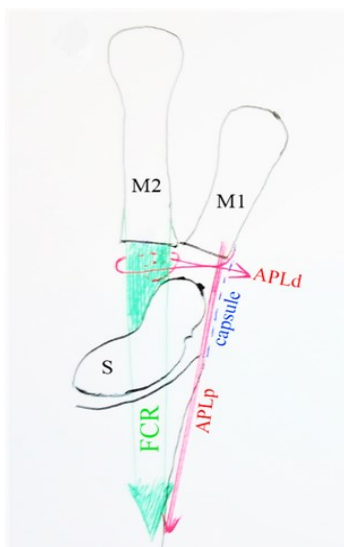
***Trapeziektomie s TSA (tendon suspension arthroplasty)*** byla vyvinuta ve snaze zabránit nebo alespoň omezit kolaps I. MTC po extirpaci trapézie, stabilizovat palec, zejména v zatížení, a tím zachovat sílu v úchopu. Existuje řada technik.

*Weilbyho technika* využívá k závěsu šlachový skluz z FCR (Sanchez-Flo R. et. al, 2020; Vermeulen G.M et al., 2009; Weilby A., 1988). Z incize při radiálním okraji báze I. MTC a dále proximálně v délce 3cm a následné kapsulotomie se provede TT, jak již bylo výše popsáno. Radiovolární přístup volíme přímý či spíše lehce zakřivený volárně v aspektu tenaru – Wagnerův, pro lepší vizualizaci a snazší průvlek šlachového štěpu z FCR. Po odebrání  $\frac{1}{3}$  až  $\frac{1}{2}$  FCR v délce cca 10-12cm pomocí tendon passeru a protažení do prostoru po trapeziu se takto získaný šlachový štěp s ponechaným úponem na bázi II.MTC třikrát obtáčí ve tvaru „8“ obtáčí okolo AbPL a zbylé intaktní části FCR. (Obr. 21). Následuje sutura nevstřebatelným či vstřebatelným PDS vláknem v postavení báze I. MTC na úrovni II. MTC. Takto vytvořená „sít“ má zajistit stabilitu a zabránit proximalizaci I. paprsku. Zbylou volnou část štěpu lze použít jako interpozitum do prostoru po trapéziu. Kirschnerův drát se ke stabilizaci palce dle původní práce nepoužívá. Imobilizace sádrou spikou či ortézou je po dobu 3-4 týdnů. *Cerusova technika* spočívá ve využití šlachového skluzu z AbPL, který se při ponechaném distálním úponu na bázi I. MTC obtáčí okolo a následně uvnitř šlachy FCR (Obr. 22) (Passiatore m. et. al, 2023). *Hammock techniku* s použitím AbPL popsal Mathoulin, kdy pomocí dvou šlachových štěpů o síle  $\frac{1}{3}$  šlachy s ponechaným distálním úponem a opakovaným kříženým obtáčením jednotlivých štěpů okolo FCR a intaktní  $\frac{1}{3}$  AbPL s finální suturou při bázi I. MTC vytváří „houpací síť“, která má stabilizovat I. paprsek a zabránit jeho kolapsu (Mathoulin C. et al., 2008, Obr. 23). Sigfusson a Lundborg provádí TSA rovněž pomocí AbPL, kdy šlachový skluz vytváří jednoduchou smyčku ve tvaru „8“ mezi bázi I.MTC okolo intaktní části AbPL a skrz úpon FCR na bázi II. MTC se suturou (Sigfusson R., Lundborg G., 1991, Obr. 24). Sirotakova a kolektiv v roce 2007 publikovali svou techniku TSA rovněž na podkladě AbPL. Výkon je veden z dorsoradiálního přístupu. Po TT se šlachový štěp z AbPL s ponechaným úponem na bázi I.MTC protahuje přes kloubní pouzdro radiálně mimo incizi do prostoru po trapéziu a obtáčí se okolo FCR

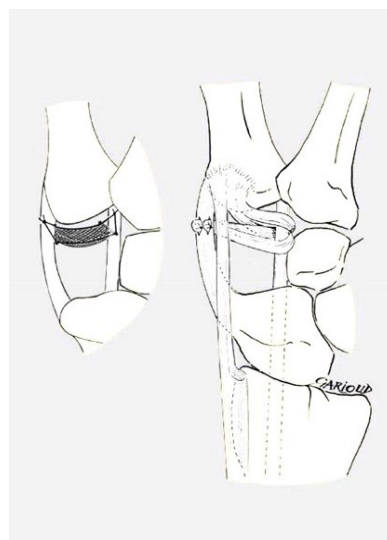
s tonizací a suturou v místě křížení, čímž vznikne první část závěsu. Volný konec šlachového skluzu se vrací k bázi II. MTC a je protažen přes ulnární porci kloubního pouzdra do úponu šlachy ECRL. Po na tonizování místa křížení AbPL a FCR se šlachový štěp obtáčí okolo ECRL a následuje fixace matracovou suturou (Sirotakova M. et al., 2007, Obr. 25). TSA s využitím jiného šlachového skluzu, konkrétně ½ ECRL okolo FCR a AbPL popisuje Atroschi (Atroschi I., Axelsson G., 1997). U všech těchto uvedených technik je stejně jako v případě Weilbyho operace zajištěna pooperační fixace a imobilizace TSA sádrovou spikou či ortézou bez užití stabilizačního Kirschnerova drátu.



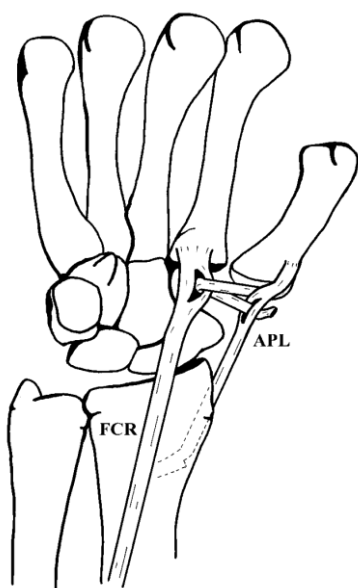
Obr. 23 (Sanchez-Flo R. et al, 2020) Weilby technika



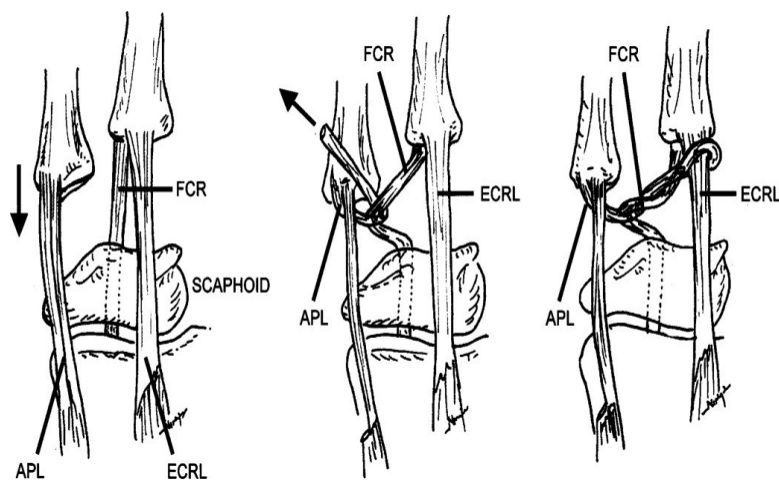
Obr. 22 (Passiatore m. et al, 2023) Ceruso technika



Obr. 21 (Mathoulin C. et al., 2008) Hammock technika



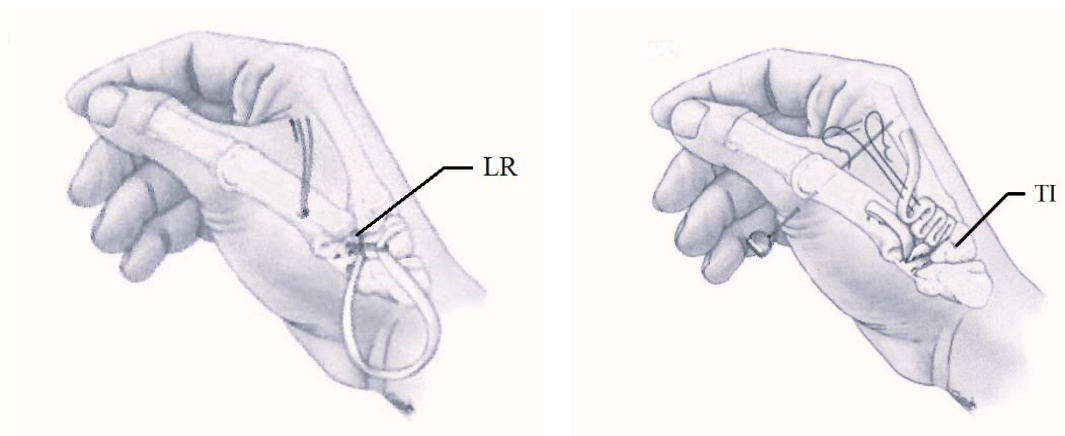
Obr. 25 (Barbier O. et al., 2004) Sigfusson & Lundborg technika



Obr. 24 (Sirotakova M. et al., 2007) TSA pomocí AbPL okolo FCR a ECRL

Metoda trapeziektomie s TSA (bez ohledu na plné či pouze částečné odstranění trapézia) stejně jako metody založené na prosté trapeziektomii či trapeziektomii s TI nezohledňují, že pro stabilitu TMC kloubu jsou klíčové vazy LAOP a LIM (Imaeda T. et al., 1993; Pagalidis T. et al., 1981). Z této premisy vychází techniky zaměřené na rekonstrukci vazů.

**Trapeziektomie s LRTI** (*ligament reconstruction and tendon interposition*) byla poprvé popsána v roce 1986 Burtonem a Pellegrinim (Burton R.I., Pellegrini V.D., 1986), kteří vycházeli z prací Gervise (Gervis W.H., Wells T., 1949; Gervis W.H., Wells T., 1973) o trapeziektomii a Eaton a Littlera (Eaton, Littler, 1973) o rekonstrukci LAOP pomocí FCR. *LRTI dle Burton Pellegriniho* je závěsná artroplastika využívající skluz ½ šlachy FCR protahovaný kostěným kanálem přes bázi I. MTC, tím se liší od výše uvedených technik TSA. (Obr. 26). Šlachový štěp FCR vedle závěsu I.paprsku svým průběhem a fixací

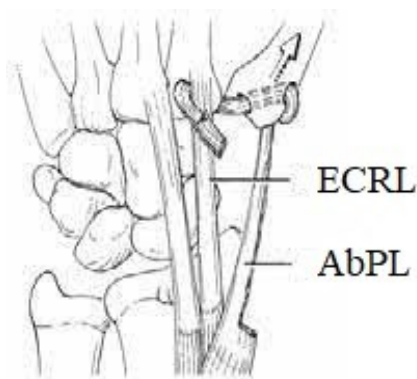


**Obr. 26** (Merle M. et al., 2011) LRTI dle Burton-Pellegriniho

nahrazuje/rekonstruuje LAOP a defacto i LIM, čímž by měl zajistit stabilitu a sílu palce, zejména v úchopu. Z dorsoradiálního přístupu v délce 3cm v intervalu mezi AbPL a EPB za současného chránění *ramus superficialis n. radialis* pronikáme ke kloubnímu pouzdru. Z podélné incize kloubního pouzdra uvolňujeme a pomocí oscilační pily, osteotomu a luera odstraňujeme trapézium po částech s maximálním šetřením kapsuloligamentózného aparátu, chráněním FCR a jeho úponu na bázi II.MTC. Nutné je odstranění všech osteofytů na bázi I. MTC, nitrokloubních myšek a volných kostěných fragmentů. Při pokročilých osteoartrotických změnách skafotrapezoidního skloubení resekujeme proximální část trapezoidea. Z krátké incize na distálním předloktí volárně asi 6–8 cm proximálně od zápěstní rýhy lokalizujeme šlachy FCR a uvolníme z ní 1/3–1/2. Pomocí tendon passeru je tento šlachový štěp skluzem provlečen do prostoru po trapéziu a postupně uvolněn až do místa svého úponu na bázi II. MTC. 3,2mm vrtákem vytvoříme kanál v bázi I. MTC vedený šikmo z dorsální plochy 1cm distálně od kloubní plochy ulnovolárním směrem k místu



úponu LAOP. Šlachový štěp protahujeme tímto kanálem v opačném směru na dorsum báze I. MTC, který následně stabilizujeme jedním 1,4-1,5mm Kirschnerovým drátem perkutánně zavedeným mezi I. a II. MTC, dle původní práce Burtona a Pellegriniho mezi I. MTC a scaphoideem s capitatem. Fixované postavení I. MTC musí být v ose scaphoidea se zachovaným prostorem po TT s bázi I. MTC v úrovni s II. MTC v dostatečné abdukci a pronaci, aby byl možný pinzetový úchopu mezi palce a ukazovákem. Následně šlachový skluz FCR tonizujeme se zachováním intermetakarpálního intervalu 2-3mm jako prevence bolesti a addukčního postavení na jedné straně a nestability a příliš slabého úchopu na straně druhé. Šlachový štěp fixujeme v místě výstupu na dorsu I. MTC kostním stehem či kotvou. Ze zbylé části šlachového skluzu vytváříme smotek, který po prošití vložíme do prostoru po trapeziu a zde fixujeme 3/0-4/0 PDS vláknem ke šlaše FCR na spodině a jedním až dvěma stehy ke kloubnímu pouzdru ke zvýšení jeho stability. Po sutuře kloubního pouzdra a kůže přikládáme sádrou fixaci na palec na dobu 4 týdnů, s následným odstraněním Kirschnerova drátu a zahájením cvičení (Burton R.I., Pellegrini V.D., 1986; Jurča J. et al., 2016; Kriegs-Au G. et al., 2004; Merle et al., 2011). Davis a Pace ve své práci z roku 2009 srovnávali výsledky LRTI s a bez stabilizace Kirschnerovým drátem a zjistili, že rok po operaci se klinické výsledky mezi těmito dvěma skupinami neliší (Davis T.R., Pace A., 2009). V rámci 3letého sledování má LRTI s FCR dle Burton-Pellegriniho stejné klinické výsledky s PT i TT (García-Mas R., Solé Molins X., 2009).

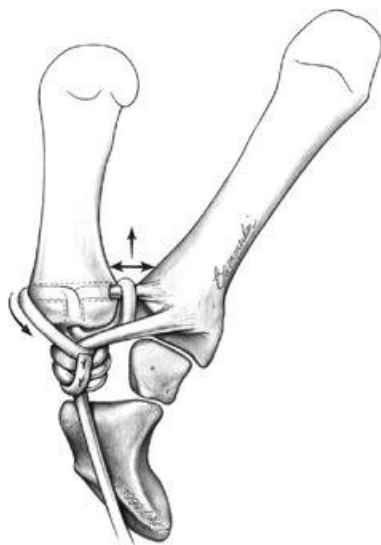


**Obr. 27 (Thompson J.S., 1989)** LR dle Thompsona

*LR dle Thompsona* (Thompson J.S., 1989), tedy bez šlachové interpozice v prostoru po trapeziu, užívá k rekonstrukci vazů skluz ½ šlachy AbPL, který se protahuje kostním tunelem I. MTC, tak jak byl popsán výše, v dorsovolárním směru a dále přes transversálně vyvrtný kanál bázi II. MTC s vytažením konce šlachového štěpu dorsolárně. Po stabilizaci a tonizaci se zbytek šlachového skluzu prošije s ECRL při úponu (Obr. 27).

Scheker a Boland svou modifikaci LRTI s využitím šlachového skluzu FCR popsali jako „dynamicou závěsnou artroplastiku s rekonstrukcí LIM“ (DSSA – *dynamic suspension-sling arthroplasty*). Ve své metodě zdůrazňují vedle LAOP i nutnost rekonstrukce LIM jako důležitého stabilizátoru k zabránění dorsální subluxace a proximální migrace I. MTC v zátěži a vytvoření interpozita mezi bázemi I. a II. MTC jako prevence impingement syndromu (Scheker L.R., Boland M.R., 2004). Technika spočívá v zavěšení I. MTC pomocí

řady šlachových kliček z jedné ½ FCR odebrané skluzem standardně, jak bylo popsáno již výše. Tento šlachový štěp se dle přesně daného postupu provléká dvěma navzájem kolmými



**Obr. 28 (Scheker L.R., Boland M.R., 2004) DSSA**

kostními kanály v bázi I. MTC. Po napnutí a dotažení se šlachový štěp podvlékne pod intaktní částí FCR a zajistí suturou. Následně se zbylá volná část skluzu několikrát obmotá okolo neporušené části FCR a vzájemně prošije s vytvořením interpozita v prostoru po trapéziu (Obr. 28). Rekonstrukce nevyžaduje žádnou vnitřní fixaci a imobilizace po operaci je omezena na 6 týdnů. Po sutuře kloubního pouzdra a kůže se palec fixuje v abdukci pomocí sádrové spiky, která zasahuje až po IP kloub, po dobu 3 týdnů. Následuje snímatelná termoplastická dlaha nošená nepřetržitě po dobu dalších 3 týdnů (Scheker L.R., Boland M.R., 2004).

Vznikla celá řada prací srovnávajících jednotlivé operační techniky, a to i v rámci resekčních artroplastik (Davis T.R. et al., 2004; De Smet L. et al., 2004; Field J., Buchanan D., 2007; Gangopadhyay S. et al., 2012; Kriegs-Au G. et al., 2004; Salem H., Davis T.R., 2012; Sandvall B.K. et al., 2010; Vermeulen G.M. et al., 2009) včetně prospektivních randomizovaných studií. Na základě hodnocení bolesti, rozsahu hybnosti, síly v úchopu a celkové spokojenosti pacienta došly k závěru, že ve skupině resekčních artroplastik neexistuje nadřazenost jedné metody nad ostatními a pro výsledný efekt operace je stěžejní právě trapeziektomie. Byť časné výsledky mluví pro závěsné artroplastiky, kdy zejména stabilita a síla v úchopu jsou oproti HDA a trapeziektomii s TI lepší, tak v delším časovém horizontu, resp. již po roce, jsou prakticky srovnatelné.

Při hodnocení proximální migrace I. MTC, tedy poklesu trapeziálního prostoru nebyly mezi jednotlivými technikami nalezeny rozdíly. K snížení prostoru po trapéziu dochází bez ohledu na provedení samotné TT nebo užití šlachové závěsu či dokonce rekonstrukce vazů a to v průměru o 15-30% původní výšky v klidu s další progresí na 30-50% při zatížení v závislosti na užitých metodě a to i přes její dobré funkční výsledky, ztrátu bolestivosti a dobré hodnocení pacienta. Je třeba si uvědomit, že šlacha nemá stejné biomechanické vlastnosti jako vaz a nedokáže tak zajistit účinnou prevenci proximální migrace palce, která je neustále pod velkou axiální silou. Gray a Tomaino dokonce ve svých pracích hodnotících HDA a LRTI v rámci dlouhodobého sledování uvádějí progresi proximálního poklesu I.MTC

s dobou od operace (Gray K.V., Meals R.A., 2007; Tomaino M.M. et al., 1995). Studie tedy dospěly k závěru, že neexistuje žádná korelace mezi velikostí snížení trapeziálního prostoru a klinickými výsledky jako je rozsah hybnosti a síla sevření palce, úlevou od bolesti a celkovou spokojeností pacientů (Downing N.D, Davis T.R., 2001; Field J., Buchanan D., 2007; Gray K.V., Meals R.A., 2007; Lins R.E. et al., 1996; Sandvall B.K. et al., 2010).

Ve výčtu operačních technik je v rámci interpozičních a závěsných arthroplastik vhodné zmínit metody využívající k závěsu či jako interpozitum umělé syntetické materiály nebo neautologní tkáň. Jako závěsnou arthroplastiku můžeme PT či TT doplnit fixací báze I. MTC k II. MTC pomocí systému *MiniTightRope* (Obr. 29).



**Obr. 29** (Dreant N., 2021) Mini TightRope technika

Po extirpaci trapézia z dorsoradiálního přístupu se zavádí originální Kirschnerův drát s tenčím vodícím drátem z radiálního rohu báze I. MTC cca 3-4mm od kloubní štěrbině TMC kloubu přes bázi I. MTC paralelně s kloubní plochou do II. MTC dorsolaterálně s vyvedením na hřbet ruky v II. meziprstí. Při zavádění drátu musí být palec abdukován a v postavení báze I. a II. MTC ve stejné výšce pro správné zavedení vodícího drátu. V místě výstupu Kirschnerova drátu se provede malý kožní řez a vypreparuje se místo výstupu z kosti. Pomocí vodícího drátu se protáhne zdvojené Fiber wire vlákno, které se po optimálním dotažení s kontrolou stability pod Cramenem fixuje k bázím I. a II. MCP systémem endobutton se suturou v II. meziprstí, pro lepší

zanoření stehu a tedy menší dráždění. Stabilizace Kirschnerovým drátem není nutná. Po fixaci sádrou dlahou na 2 týdny následuje rehabilitace (Dreant N., 2021; Walter N. et al., 2020; Yao J., 2012; Yao J., Cheah A.E., 2017).

V roce 2009 Kokkalis a kol. prezentovali na souboru 100 operací svou 5 letou zkušenost a výsledky s užitím *acelulárního dermálního aloštěpu GraftJacket* jako závěsné arthroplastiky při léčbě osteoartrózy I.CMC kloubu IV.stupně dle Eaton-Littlera. (Kokkalis Z.T. et al., 2009). Po TT z dorsoradiálního přístupu popsali svůj závěs pomocí aloštěpu přes kostní kanál v bázi I. MTC s protažením okolo a následnou fixací s FCR. Zbylá část štěpu

se po složení prošíla a vložila od prostoru po trapézium jako interpozitum. Stabilizace Kirschnerovým drátem nebyla potřeba. Pooperační fixace sádrou byla 2 týdny do stehů, následovalo nasazení snímatelné plastové ortézy po dobu 4 týdnů. S cvičením a rehabilitací bylo započato po 6 týdnech od operace, plná aktivita a zátěž byly povoleny po 3 měsících. Autoři studie udávají dobré výsledky s vysokým procentem spokojenosti pacientů a nízkou mírou komplikací. Acelulární dermální aloštep se vytváří z kadaverózní dermální tkáň odstraněním buněčné složky bez narušení přirozené kolagenové struktury, čímž se zabraňuje imunitní reakci hostitele. Vynikající biokompatibilita alograftu byla prokázána v chirurgii měkkých tkání (Bond J.L. et al., 2008; Lee D.K., 2007).

Naopak z důvodu nepříznivé imunologické reakce a špatným výsledkům bylo v rámci interpozičních artroplastik ustoupeno od aplikace *prasečího dermálního kolagenního xenograftu* (Belcher H.J., Zic R., 2001). Rovněž použití syntetických materiálů z polytetrafluorethylenu (PTFE) - *Gore-Tex* a polyesteru - *Dacron*, které se používají v medicíně zejména v cévní chirurgii, bylo zatíženo vysokou mírou komplikací spojených s výraznou reaktivní synovialitidou a mechanickým selháním (Chantelot C. et al., 2004; Muermans S, Coenen L., 1998). Stejně dopadl implantát *Artelon*, distanční vložka ve tvaru „T“ z biokompatibilního a biodegradabilního polykaprolaktonového polymeru - polyuretanové močoviny, který měl po vložení do kloubní štěrbin stabilizovat TMC kloub a obnovit kloubní povrch. Přes počáteční krátkodobé příznivé výsledky byla popsána vysoká míra selhání s rozvojem reaktivní zánětlivé reakce, nárůstem bolestivosti a celkové nespokojenosti pacientů (Blount A.L. et al., 2013; Nilsson A. et al., 2010; Vitale M.A. et al., 2013).

**Implantátů** pro léčbu pokročilé osteoartrózy I.CMC kloubu II-IV. stupně dle Eaton-Littlera je v současné době nepřeberné množství. Vyrábějí se ze silikonu, pyrolytického karbonu - pyrokarbonu nebo titanu (Ti), nerezové oceli a slitin kovů jako je chrom (Cr), kobalt (Co), molibden (Mo). Pro zpřehlednění a zorientování se doporučujeme je dělit na *interpoziční*, *hemiarthroplastiky* a *totální endoprotézy*.

**Interpoziční náhrady** dále můžeme rozdělit na parciální a totální dle rozsahu resekce trapézia. *Parciální interpoziční náhrady* jsou defacto interpoziční artroplastikou, kdy se po opracování kontaktních ploch se snesením osteofytů a po naměření vkládá implantát příslušné velikosti. Tyto náhrady se dříve vyráběly ze silikonu, v současnosti z pyrokarbonu. Parciální silikonové interpoziční náhrady (implantát dle Ashworth-Blatta, dle Kesslera) se neosvědčily a bylo od nich upuštěno pro vysoké procento praskání/selhání, dislokaci implantátu a reaktivní synovialitidu s bolestivostí a celkovou nespokojeností pacientů



**Obr. 30 (Autor)** Pyrodisk – rtg



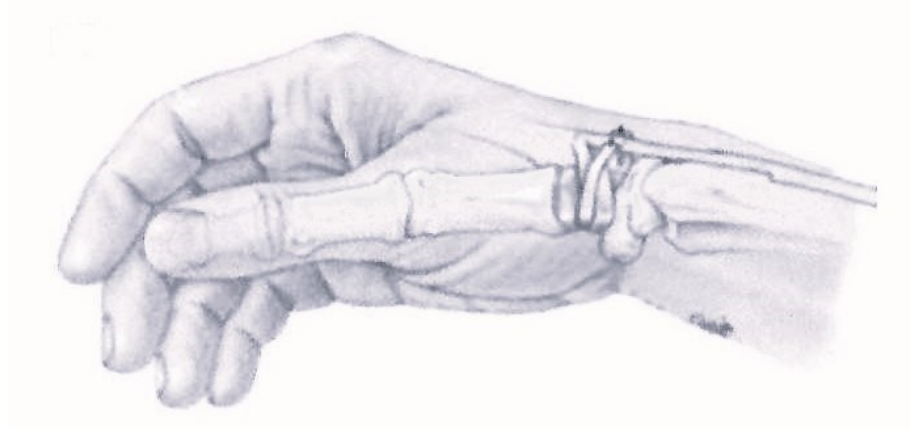
**Obr. 31 (Autor)** Pyrocardan – rtg

(Goldberg I. et al., 1994; Karlsson M.K. et al., 1992; Lanzetta M, Foucher G. 1995; Vitale M.A. et al., 2013). Z pyrokarbonových spacerů v této skupině zmiňme PyroDisk a Pyrocardan. Pyrokarbon je syntetický materiál vyrobený pyrolýzou uhlovodíkového plynu, který vykazuje podobnou elasticitu jako kortikální kost dobrou adhezí k synoviální tekutině, čímž významně snižuje třecí síly mezi povrchem implantátu a kloubními plochami. PyroDisk (Obr. 30) je neanatomický interpoziční spacer z pyrokarbonu ovoidního tvaru, který se po úpravě kloubních ploch na trapeziu a bázi I. MTC vkládá do připraveného lůžka zavěšen na šlachový skluz z FCR vedený přes trapezium, implantát a bázi I.MTC. Pooperačně následuje fixace sádrou spikou na 3 týdny, poté již snímatelnou dlahou se zahájením cvičení po dobu dalších 3 týdnů. Plná zátěž a normální režim se doporučuje až po 3 měsících. Pyrocardan (Obr. 31) je anatomickou náhradou z pyrolytického karbonu, která svým tvarem po obou stranách kopíruje sedlový kloub. Jedná se tedy o miniinvazivní implantát bez nutnosti bez nutnosti stabilizace. Pooperační fixace a režim jsou obdobné jako u předchozí náhrady. Dle dostupných krátkodobých a střednědobých studií tyto implantáty, indikované

na osteoartrózu TMC kloubu II. a III. stupně dle Eaton-Littlera, vykazují vedle výrazného snížení bolesti a celkově dobrého hodnocení pacientů velmi slibné klinické výsledky jak v rozsah hybnosti, tak stabilitě a síle v úchopu, což je dána zachováním výšky I. paprsku. Na druhou stranu jsou zatíženy v průměru 9% komplikací a operačních revizí (0-27% dle studie) (Barrera-Ochoa S. et al., 2014; Gerace E. et al. 2020; Jørgensen R.W. et al., 2022; Logan J. et al., 2020; Marcuzzi A. et al., 2022; Martinez de Aragon J.S. et al., 2009; Smeraglia F. et al., 2022; Vitale M.A. et al., 2013).

*Totální interpoziční náhrady* spočívají v TT s následným vložením implantátu a kapsuloplastikou. V 60. letech byl vyvinut Swansonův silastikový implantát, asi nejznámější a nejrozšířenější silikonová náhrada TMC kloubu. Přes počáteční nadšení vycházející z udržení výšky palce a I. paprsku a s tím související zlepšením rozsahu hybnosti a zejména síly úchopu se ve vyšší míře začaly objevovat komplikace. Vedle opotřebení silikonu a rozvoje silikonové synoviality s kostními erozemi a cystami Swansonův implantát vykazoval pro nemožnost stabilní fixace velkou míru selhání se subluxací náhrady či s jejím praskáním (MacDermid J.C. et al, 2003; Pellegrini V.D. Jr., Burton R.I., 1986; van Cappelle H.G. et al., 2001; Zschöck-Holle A. et al., 2015). Tyto výsledky a komplikace často ale nekorelovaly s klinickým výsledky a celkovou spokojeností pacienta (Bezwada H.P., Webber J.B., 2002; Creighton J.J. et al., 1991). Řada prací zabývajících se srovnáním resekčních artroplastik s TI, TSA či LRTI a silikonových implantátů dospěla k závěrům, že klinické výsledky, ústup bolestivosti a celková spokojenost pacienta jsou mezi těmito technikami srovnatelné nebo mírně ve prospěch silikonové náhrady, současně ale s vyšší mírou komplikací a operačních revizí (Amadio P.C. et al., 1982; Lehmann O. et al., 1998; Lovell M.E. et al., 1999; Tagil M., Kopylov P., 2002).

V reakci na tyto závěry byl vyvinut silikonový implantát TIE-IN umožňující svou stabilní fixaci, čímž se významně snižují komplikace, zlepšují klinické výsledky a celkové hodnocení pacienta. Z dorsoradiálního přístupu se po TT a přípravě dřeňové dutiny I. MTC vkládá implantát TIE-IN příslušné velikosti se zavedením trnu náhrady do kanálu v I. MTC a jako spacer vyplňuje prostor po trapézii s užitím skluzu  $\frac{1}{2}$  ECRL nebo  $\frac{1}{2}$  FCR jako závěsu fixujícího a stabilizujícího implantát (Obr. 32).



**Obr. 32 (Merle M. et al., 2011)** implantát TIE-IN se šlachovým závěsem ECR okolo implantátu

Tato technika vykazuje velmi dobré výsledky minimálně srovnatelné s LRTI a dalšími zavedenými metodami, respektive co do rozsahu hybnosti a síly úchopu lepší díky udržení

výšky palce a I.parsku (Avisar E. et al., 2015; Jurča J., Havlas V., 2018; Lauria S. et al., 2007; Merle et al., 2011). V současnosti se silikonové implantáty používají u rhizartrózy IV.stupně dle Eaton-Littlera, pokročilé osteoartrózy I.CMC kloubu revmatické etiologie. Velké uplatnění nachází v případě revizních operací po selhané závěsné artroplastice + LRTI, po selhané TEP či artrodéze. Dalším materiálem užívaným jako interpoziční náhrada po TT byl pyrolytický karbon, implantát Pi2. Výsledky ale nebyly příznivé s vysokou mírou selhání (van Aaken J. et al., 2011).

**Hemiartroplastika** spočívá v zachování trapézia a vytvoření neoartikulace mezi implantátem kotveným do I. MTC a právě novou kontaktní plochou vytvořenou v trapéziu. Asi nejznámějšími představiteli hemiartroplastik je Swansonův titanový implantát a NuGrip, vyrobený z pyrolitického karbonu. Indikací je rhizartróza II. a III. stupně dle Eaton-Littlera s dobrou strukturou a výškou trapézia. Vazivová nestabilita je kontraindikací této metody. V obou případech se implantáty do dřevného kanálu I. MTC zavedou pouze pod pressfitem, nefixují se. To vede k velkému napětí, zejména v případě titanového implantátu, kdy titan je 1000 krát tužší než kost. Vlivem velkého napětí v místě kontaktu, tuhosti a tvrdosti použitých materiálů a prokázanému pístovému chování distální části náhrady v lůžku I. MTC dochází k usuraci kosti okolo implantátu a její přestavbě. Rovněž tak vlivem tlaku a tření v místě neoartikulace dochází v čase k usuraci kosti se zvětšením lůžka v trapéziu, snižováním výšky trapézia a tím poklesu palce.



Obr. 33 (Vitale M.A. et al., 2017)  
implantát NuGrip – rtg

Použité materiály, způsob jejich kotvení a neoartikulace, tedy vlastní koncept hemiartroplastiky je tak vlastně příčinou časných či pozdních potíží jako je bolest, postupné zhoršování biomechanických vlastností, subluxace a celkového selhání. V případě titanové hemiartroplastiky se od implantací již ustoupilo právě pro vysokou míru selhání, kdy docházelo k varus driftu implantátů v dřevném kanálu I.MTC a výraznému axiálnímu poklesu pro destrukci trapézia (Naidu S.H. et al., 2006). Rovněž tak v případě v současnosti stále dostupné pyrokarbonové hemiartroplastiky NuGrip (Obr. 33) je přes počáteční velmi dobré výsledky popisována vysoká míra komplikací. Práce zabývající se srovnáním s resekčními artroplastikami neshledávají významnější funkční rozdíly a naopak upozorňují na

vyšší míru komplikací, selhání a nutnost operačních revizí (Colegate-Stone T.J. et al., 2011; Vitale M.A. et al., 2017).

**Totální endoprotéza (TEP) I. CMC kloubu** byla poprvé představena koncem 70.let minulého století de La Caffinierem, který v roce 1973 vyvinul první cementovanou TEP I. CMC kloubu, která vycházela z konceptu totální náhrady kyčelního kloubu „ball and socket“ (de La Caffiniere J.Y., Aucouturier P., 1979). Metakarpální komponenta byla z CrCo a trapeziální byla polyethylenová (PE) jamka. Po implantaci bylo dosahováno rychlého uzdravení, návratu bezbolestného pohybu a zlepšení síly stisku. Na druhé straně byl popisován častý výskyt selhání implantátu, zejména jeho trapeziální komponenty. Pro dosažení dobrých pooperačních výsledků byla zdůrazňována pečlivá indikace pacientů k výkonu. Dobré výsledky byly zejména u lidí nad 60 let, s nižšími nároky na zátěž operované končetiny (De Smet L. et al., 2004; van Cappelle H.G. et al., 1999; Wachtl S.W. et al., 1998). Nezávisle byly na přelomu 70-80.let a v 80. letech vyvinuty další totální náhrady TMC kloubu jako implantát Braun-Cutter, Guepar I, Steffee a další. I v jejich případech platila přes dobré klinické výsledky vyšší míra komplikací ve smyslu luxací a uvolnění implantátu (Alnot J.Y. et al., 1993; Braun R.M., 1985; Ferrari B., Steffee A.D., 1986). Na základě těchto výsledků se implantáty pro totální náhradu TMC kloubu dále vyvíjí. Po technické stránce se přešlo na modulární systém, kovovou trapeziální komponentu, zdokonalila se povrchovou úpravu materiálů způsob kotvení náhrady, zejména jamky, a uplatnili se nové materiály jako Ti. Po medicínské stránce se vylepšily chirurgické techniky včetně instrumentárií.

Počátkem 90. let se tak začínají objevovat nové typy a generace původních endoprotéz konceptu „ball and socket“, které nyní již mají akceptovatelné střednědobé i dlouhodobé výsledky v přežívání TEP I.CMC kloubu. V současnosti je dostupná celá řada implantátů vycházejících z tohoto konceptu, které můžeme rozlišovat podle centra rotace, způsobu fixace, typu artikulačních povrchů a modularity (Holme T.J. et al., 2021; Krughaug Y. et al., 2014). Převážně se jedná o modulární necementované či hybridní totální náhrady s hydroxiapatitovým nástřikem či porézním povrchem (porous coating) pro osteointegraci do I. MTC a trapézia. Dobrým příkladem je implantát značky Arpe®, u něhož jsou publikovány výborné střednědobé i dlouhodobé výsledky. Implantát dosahuje po 5 letech přežití 97% (Eecken S.V. et al., 2012) a po 10 letech 93,9% (Martin-Ferrero M., 2014). Dalším je implantát Maïa®, kde byly publikovány velmi dobré krátkodobé a střednědobé výsledky, kdy je v souboru 36 TEP po 3 letech sledování popisováno pouze jedno aseptické uvolnění (Kubát P., Trtík L., 2012). Práce hodnotící implantát Ivory® (Obr. 34a, b) dosahují



velmi dobrých krátkodobých a střednědobých klinických výsledků (Goubau J.F. et al., 2013; Spaans A.J. et al., 2016). Goubau v souboru 22 pacientů udává celkové 5leté přežití implantátu 95%. Operační revizi udává pouze v jednom případě, a to z důvodu otěru polyethylenové vložky a tím následně vzniklé dynamické nestability (Goubau J.F. et al., 2013). Spaans v souboru 20 pacientů při průměrné době sledování 37 měsíců popisuje 3 revize, z toho dvakrát pro luxaci a jedenkrát pro kolaps trapézia (Spaans A.J. et al., 2016). Ne u všech nových typů endoprotéz však bylo dosaženo přijatelných výsledků. Například u implantátu Elektra® byly po dvou letech nalezeny známky časného selhání u cca 48 % všech implantátů (Hernández-Cortés P. et al., 2012) a po 36 měsících narostl počet revizí na 24 %, hlavně pro uvolnění trapeziální komponenty (Klahn A. et al., 2012).

Nejnovější inovací TEP palcového CMC kloubu je integrace duální mobility. Tento koncept byl původně vyvinut Gillem Bousquetem v roce 1976 pro totální artroplastiku kyčelního kloubu: Spojení dvou artikulačních ploch v jamce protézy má za cíl snížit možnost dislokace a zvýšit úhlový posun se snížením mechanického zatížení fixačních bodů (Froschauer S.M. et al., 2021). TOUCH® protéza (Obr. 34a, b), která byla představena v roce 2015 Bruno Lussiezem a Pascal Ledouxem, přebírá tuto vlastnost pro první CMC kloub (Froschauer S.M. et al., 2021; Gonzales-Espino P. et al., 2021).



**Obr. 34 (Autor)** Vlevo 34a: RTG posteroanteriorní (PA) projekce. Vlevo implantát Touch, vpravo implantát Ivory. Vpravo 34b.: RTG šikmá projekce. Vlevo implantát Touch, vpravo implantát Ivory.

TEP TMC kloubu skýtá řadu výhod. Respektuje anatomii se zachováním či maximálním šetřením ligamentózních struktur kloubního pouzdra a kostní tkáně, kdy se při implantaci resekují báze I. MTC v minimálním rozsahu a rovněž tak na trapézium se snesením osteofytů a zarovnáním kloubní plochy. Obnovuje opěrný bod mezi trapéziem a I.MTC, zachovává délku I. sloupce a fyziologické centrum rotace s udržením anatomických poměrů pro činnost

svalů tenaru, čímž ve výsledku zachovává biomechaniku palce (De Smet L. et al., 2004; Goubau J.F. et al., 2013; Guardia C. et al., 2010; Trtík L., 2011). TEP I. CMC kloubu tak vedle ztráty bolestivosti a obnovy rozsahu hybnosti zajišťuje dobrou pevnost a stabilitu, což jsou atributy pro obnovu síly v úchopu. V případě totální náhrady je rovněž výrazně zkrácená doba fixace a celkové rekonvalescence oproti jiným metodám.

Na druhé straně vedle obecných rizik souvisejících s implantací cizího materiálu jsou s touto metodou spojeny komplikace související s TEP jako takovou. Jedná se o luxace a selhání endoprotézy, zejména trapeziální komponenty.

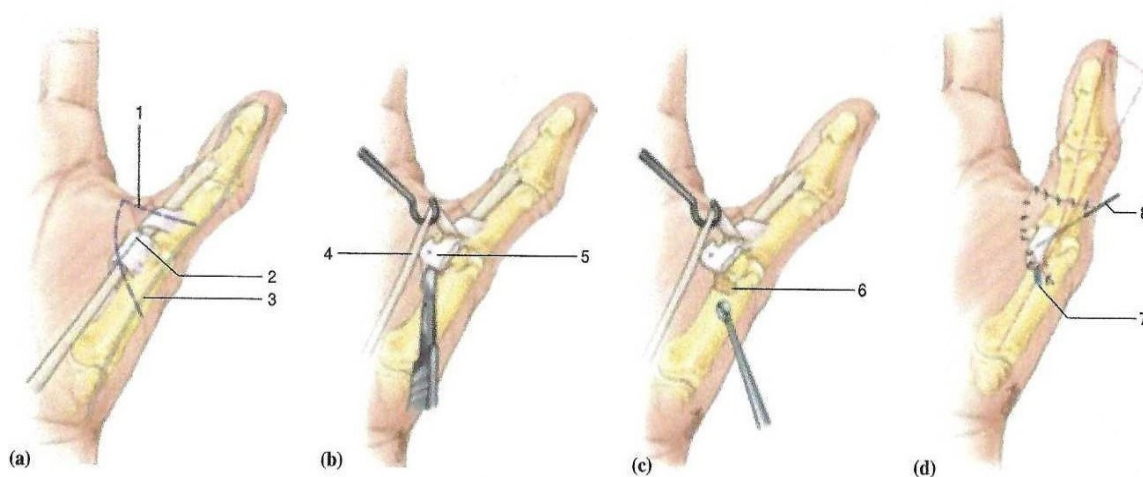
Selhání trapeziální komponenty – jamky je dobře známá a popsána pooperační komplikace implantace TEP prvního CMC kloubu (Hansen T.B., Stilling M., 2013; Kaszap B. et al., 2013; Krughaug Y. et al., 2014; Spaans A.J. et al., 2016; van Cappelle H.G. et al., 1999; Wachtl S.W., Sennwald G.R., 1996). Kloubní jamka TEP v trapéziu je vzhledem k biomechanice kulového kloubu vystavena daleko větší zátěži než dřík v metakarpu, tudíž i nároky na osteointegraci trapeziální komponenty jsou vyšší. Trapézium má navíc menší množství spongiózní kosti a užší kortikalis než metakarp, tudíž poskytuje menší pevnou oporu pro implantát. Při implantaci je potřeba pokud možno co nejpřesnější centrace jamky TEP, bez zbytečného oslabování kortikalis.

Počet reimplantací je u TEP TMC kloubu velmi variabilní, protože v mnohých případech je selhání implantátů dobře tolerováno a radiologický nález uvolňování náhrady nemusí vždy korelovat s klinickým nálezem (De Smet L. et al., 2004; Krughaug Y. et al., 2014; Semerse A. et al., 2015). V případě selhání TEP I. CMC kloubu, zpravidla trapeziální komponenty, jsou možnosti řešení omezené. Na jedné straně je to odstranění implantátu s trapezektomií, optimálně s doplněním závěsné a interpoziční artroplastiky, na druhé straně je to pokus o reimplantaci jamky jednodobou či dvoudobou s užitím cementovaného či necementovaného typu implantátu a s použitím nebo nepoužitím autologního kostního štěpu.

Pokročilá stádia rhizartrózy jsou poměrně často provázena hyperextenzí v I.MCP kloubu. V případě osteoartrózy I.CMC kloubu IV.stupně dle Eaton-Littlera je výrazná kloubní degenerace provázena značnou atrofií tenarových svalů s kontrakturou *m. AdP* a *m. IOD I.*, kdy se sloupec I. paprsku staví paralelně s II. MTC a ukazováčkem a vzniká fixovaná zig-zag deformita. Bez ohledu na vlastní metodu řešení pokročilé osteoartrózy TMC kloubu je potřeba tyto doprovodné deformity řešit pro riziko nedostatečného či špatného výsledku nebo dokonce selhání primární techniky.

V případě hyperextenze se názory na to, kdy ji již řešit a kdy ještě ne, liší. Merle provádí dočasnou artrodézu I. MCP kl. perkutánně zavedeným 1,2mm Kirschnerovým drátem šikmo z radiální strany základního článku palce přes kloub do hlavičky I. MTC obecně při hyperextenzi pod 30°. V případě hyperextenze nad 30° doporučuje provést volární kapsulodézu, kdy z Brunerova přístupu přetíná volární ploténku při proximálním úponu a po její mobilizaci společně se sezamskými kůstkami ji fixuje Mitec miniskobou ke krčku I. MTC (Obr. 35). Stejně jako v případě hyperextenze do 30° následuje transfixace 1,2mm Kirschnerovým drátem s imobilizací I. MCP koubu na 4 týdny ve flexi 20° (Merle et al., 2011). Jiné práce doporučují řešit až hyperextenzi vyšší jak 30° a to transfixací Kirschnerovým drátem po dobu 4 týdnů. V případě deformity nad 40-45° provádí volární kapsulodézu (Poulter R.J., Davis T.R.C., 2011). Na našem pracovišti provádíme rovněž transfixaci IMC kloubu jedním 1,2mm Kirschnerovým drátem na dobu 4 týdnů, v případě hyperextenze nad 30-40° přistupujeme k rafi volární ploténky s transfixací Kirschnerovým drátem ve flexi 15-20° (Jurča J. et al., 2016; Jurča J., Havlas V., 2018).

V případě rozvinuté zig-zag deformity s kontrakturou *m. AdP* a *m. IOD* I. přistupujeme k aponeurotomii AdP a případně releasu uvedených svalů.



**Obr. 35 (Merle M. et al., 2011)** Korekce hyperextenze I. MCP kloubu. (a) 1. Brunerův přístup; 2. discize A1 poutka; 3. *n. digitalis palmaris*, (b) 4. retrakce FPL; 5. release volární ploténky, (c) 6. příprava místa nového úponu volární ploténky, (d) 7. Mitec miniskoba; 8. Kirschnerův drát

### 3. CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZA

Naše práce se zabývá osteoartrózou I. CMC kloubu ruky a zejména problematikou operační léčby pokročilých stádií od rozvinuté rhizartrózy II. stupně s výraznou chondropatií po osteoartrózu TMC kloubu III. a IV. stupně dle Eaton-Littlera. Prezentuje anatomickou a biomechanickou složitost palcového CMC kloubu a z nich vyplývající rozličnost a šíři operačních technik lišících se v jednotlivých stádiích. Na výčtu chirurgických metod léčby pokročilých stádiích rhizartrózy a jejich výsledcích ukazuje obtížnost stanovení jedné univerzální operace. Uplatňuje se zde celá řada faktorů, které upřednostňují či diskvalifikují tu či onu techniku. Vedle zvyklosti a zkušenosti jednotlivých pracovišť s určitou metodou to jsou : stabilita CMC kloubu a stav vazivového a šlachového aparátu v oblasti kořenového kloubu palce, struktura a výška trapézia, přítomnost peritrapeziální artrózy, fixovaná addukční deformita s kompenzační hyperextenzí I. MCP kloubu, dále pak věk pacienta, stupeň jeho aktivity, pracovní zátěž a zaměstnání.

Práce vyhodnocuje klinické výsledky a celkovou spokojenost pacienta s jednotlivými operačními metodami na základě měření rozsahu hybnosti ve smyslu opozice palce, abdukce a flexe-extenze, měření síly úchopu jak silového (dlaňový - *power grip*), tak jemného (pinzetový – *precision/tip pinch*, klíčový - *power key pinch*) pomocí certifikovaných dynamometrů, hodnocení bolestivosti a hodnocení funkce a spokojenosti pacienta pomocí standardizovaných skórovacích dotazníků zaměřených na problematiku palce a ruky. Operační techniky zastoupené a srovnávané v naší studii odpovídají standardně užívaným metodám operační léčby pokročilé rhizartrózy palce ruky jako jsou *artrodéza*, *resekční artroplastika* a *implantáty*. Blíže v metodice a výsledcích.

Pro co největší přesnost měření, objektivizaci a správnou interpretaci získaných dat jsme v rámci naší práce a studie stanovili experiment. Cílem experimentu bylo zjistit vliv polohy lokte a zápěstí/ruky na úchop a jeho sílu a stanovit optimální standardní pozici horní končetiny a ruky pro účely naší práce a zároveň pro možnost porovnání výsledků se závěry jiných prací zabývajících se metodami léčby pokročilé osteoartrózy TMC kloubu.

Základní hypotézou naší práce je, že totální náhrada kořenového kloubu palce ruky má lepší klinické a funkční výsledky než další metody operační léčby pokročilé rhizartrózy.

A to proto, že pro zachování resp. obnovu biomechaniky CMC kloubu palce ruky, tedy nejlepší klinický výsledek, je důležité udržení výšky I. sloupce/palce a zachování fyziologického centra pohybu/rotace v ose I. paprsku. Tím je dán předpoklad pro zajištění anatomických poměrů pro fyziologickou činnost kolem-kloubních šlach a svalů tenaru. Tato

kritéria oproti dalším metodám splňuje právě TEP I. CMC kloubu, kdy při minimální resekcí kloubních ploch trapézia a báze I.MTC a při zachování ligamentózních struktur kloubního pouzdra maximálně respektuje anatomické a fyziologické poměry TMC kloubu a palce.

Cílem naší práce je na základě klinických výsledků, funkčního hodnocení, bolestivosti a hodnocení celkové spokojenosti pacienta :

1. zhodnotit a porovnat v současnosti standardně užívané operační metody léčby pokročilé osteoartrózy I. CMC kloubu III. a IV. stupně, resp. i pokročilého II. stadia dle Eaton-Littlera
2. potvrzením hypotézy práce prokázat TEP I. CMC kloubu jako metodu volby léčby pokročilé osteoartrózy I. CMC kloubu III. a IV. stupně, resp. i pokročilého II. stadia dle Eaton-Littlera, při splnění indikačních kritérií.

## 4. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Při posuzování funkce ruky a stupně jejího případného oslabení či postižení se užívají vedle subjektivního hodnocení bolesti a funkčních výsledků pomocí skórovacích dotazníků, jako je například DASH skóre, objektivní metody měření rozsahu hybnosti, síly stisku a úchopu. Stejně metody se užívají při hodnocení výsledků a vzájemném porovnání jednotlivých operačních metod léčby celé řady úrazů a onemocnění ruky. To bylo mělo samozřejmě platit i pro operační léčbu pokročilé rhizartrózy.

Experiment v naší práci se zaměřil na zhodnocení jednotlivých forem úchopu jak silových (dlaňový – *power grip*), tak jemných (klíčový – *power key pinch*, pinzetový – *precision/tip pinch*) a to měřením síly pomocí speciálních dynamometrů. Cílem experimentu bylo ověřit ukazatele ovlivňující sílu stisku a úchopu a stanovit optimální pozici horní končetiny a ruky pro měření.

### 4.1. Úvod experimentální části

Úchop jako základní funkce ruky je potřebný v každodenním životě při pracovních aktivitách i v rámci sebeobsluhy. Úchopová funkce ruky a síla stisku závisí na mnoha faktorech. Úchop a stisk ruky je ovlivněn mobilitou I. CMC kloubu, rozsahem pohybu IV. a V. MCP kloubu a rigiditou II. a III. CMC skloubení. Dále se na něm podílí koaktivace agonistů a antagonistů mezi tzv. extrinsic a intrinsic svaly. Pro silový úchop jsou rovněž důležité rozměry a tvar ruky. Úchop je v neposlední řadě ovlivněn také sensorickým vstupem ze všech míst ruky a také vztahem mezi délkou, pohyblivostí a pozicí každého prstového paprsku (Barr & Bear-Lehman, 2001). A v posledním řadě jsou úchop a síla stisku ovlivněni postavením zápěstí, předloktí i lokte, netýká se tedy pouze pozice jednotlivých segmentů v rámci vlastní ruky.

#### 4.1.1. Rozsahy pohybu

Rozdílné tvary CMC, MCP a IP kloubů prstů ruky jsou zodpovědné za různé stupně volnosti a rozsahy hybnosti těchto kloubů. II. a III. CMC skloubení tvoří defacto imobilní jednotku ruky. CMC skloubení IV. prstu a V. prstu umožňuje flexi/extenzi 10-15° a 20-30°. Rozsahy pohybu do flexe v MCP skloubení jsou různé, největší je pro V. prst, jak uvádí Kapandji (Kapandji I.A., 2007). Rozsah pohybu v PIP skloubení II. až V. prstu je asi 110°, v DIP skloubení je možný až 90°. Pro úchopové funkce ruky je zcela zásadní palec, přičemž nejdůležitějším pohybem palce pro úchop je opozice, při které je abdukce spojená s axiální rotací v I. CMC kloubu. Blíže je kineziologie I. CMC kloubu popsána v kap. 2.2. obecné

části práce. Flexe v I.MCP a IP kloubu palce zajišťuje v rámci úchopu pevnější spojení se špičkami prstů. Flexe v MCP kloubu palce se pohybu v rozsahu 30- 90°, rozsah IP kloubu palce je podobný rozsahu distálního IP skloubení ostatních prstů (Bejjani, & Landsmeer, 2001).

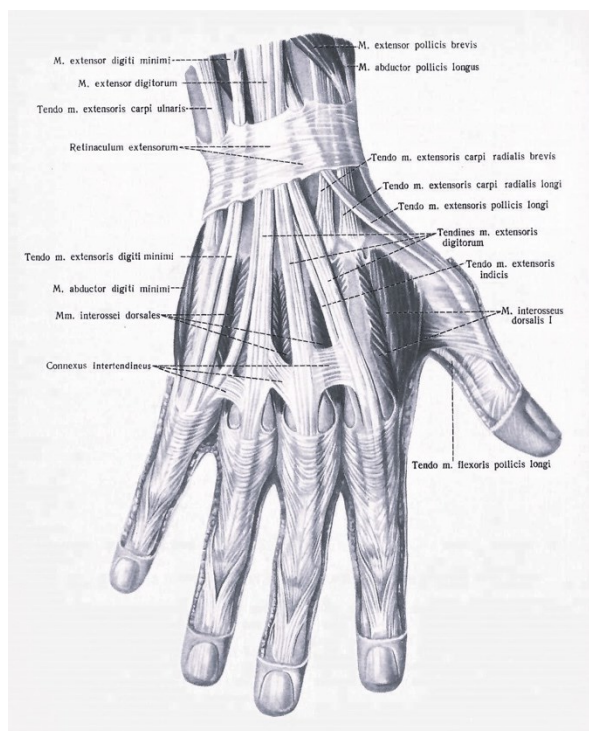
#### 4.1.2. Svaly úchopu

Funkcí svalu je přeměnit dodávanou chemickou energii na mechanickou což následně vede k pohybu. Účinnost svalu, poměr spotřebované energie k dodané, je přibližně 20 %. Zbylých 80 % se přemění na teplo, díky čemuž jsou svaly hlavním dodavatelem tepla pro organismus. Přeměnou dodávané energie dochází ke kontrakci – stahu svalové tkáně, což je hlavní funkcí svalů. Stah svalu dělíme na dva typy lišící se způsobem ohnutí hlavičky myozinu vůči aktinu. Když se hlavička ohne z původních 90 °, vůči aktinu, na 45 °, tak se sval zkrátí a jde o dynamický (izotonický) typ stahu svalu. Dle změny délky svalu se dynamická kontrakce dělí na koncentrickou, kdy se sval zkrátí a zrychlí se pohyb, a excentrickou kontrakci, u níž dochází k natažení svalu a zpomalení pohybu. Naproti tomu, pokud hlavička myozinu zůstane v původních 90 °, stažení svalu nenastává a zvýší se jen tonus svalu, jde o statický (izometrický) stah svalu.

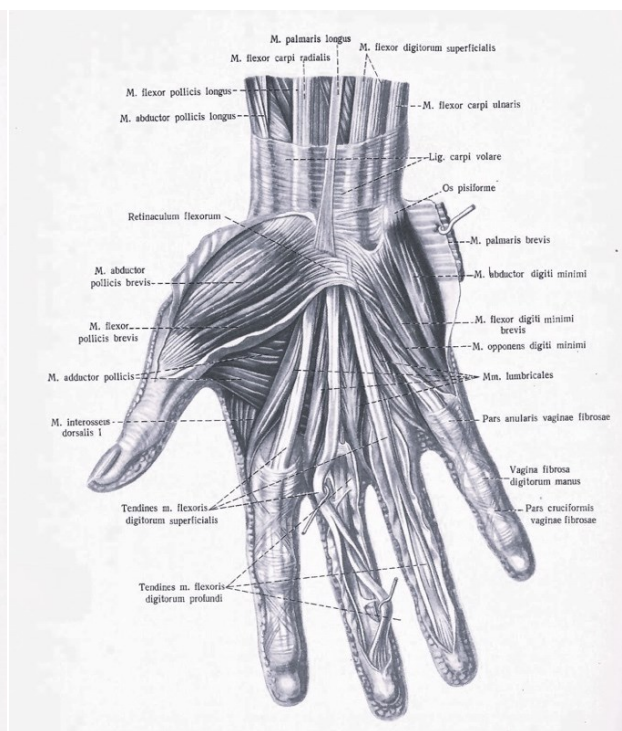
Svalová síla je schopnost překonávat, udržovat nebo brzdit odpor svalovou kontrakcí při dynamickém nebo statickém režimu svalové činnosti. Svalová síla je funkčně dána stažlivostí svalu a může se projevit formou maximálního napětí nebo maximální rychlosti svalové kontrakce. Průměrná hodnota zkrácení kosterních svalů u koncentrické kontrakce je 57 %. (Hamill J., Knutzen K.M., 2009). Síla, kterou vyvineme při koncentrické kontrakci je menší, než maximální síla izometrické kontrakce vyvinuté při optimální délce svalu.

Na vlastním úchopu a stisku ruky se podílí svaly předloktí a ruky (Obr. 36 a 37). Obecně můžeme svaly rozdělit podle funkce na *agonisty*, svaly vykonávající určitý pohyb v daném směru – jsou hlavním vykonavatelem pohybu, *antagonisty*, vykonávající pohyb opačný, a *synergisty*, což jsou pomocné svaly k agonistům.

Svaly předloktí jsou v rámci úchopu označovány za *extrinsic* neboli zevní. Flexory na předloktí společně s extenzory tvoří synergistickou dvojici, která stabilizuje zápěstí. O spolupráci těchto svalů se můžeme přesvědčit při extenzi zápěstí, kdy dojde k automatické flexi prstů a naopak. Z toho vyplývá ideální pozice zápěstí pro maximální účinnost především flexorů, které jsou pro úchop důležité. Optimální pozice zápěstí pro úchop je v lehké ulnární dukci do 15° a lehké dorsiflexi 40-45°, díky čemuž dochází ke zvýšení napětí



Obr. 37 (Sinělnikov R.D., 1964) Svaly a šlachy předloktí a ruky – dorsální strana



Obr. 37 (Sinělnikov R.D., 1964) Svaly a šlachy předloktí a ruky – volární strana

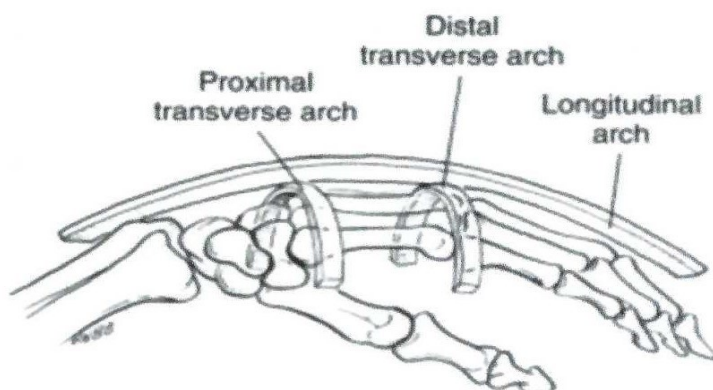
šlach flexorů. Prsty jsou v semiflekční postavení (Kapandji I.A., 2007).

Mezi důležité flexory předloktí sloužící k úchopu patří *m. flexor digitorum superficialis* (FDS) a *m. flexor digitorum profundus* (FDP), které se podílí na flexi prstů. FDS se účastní flexe MCP a PIP kloubů. FDP se na rozsahu flexe prstů při stisku podílí větší měrou, kdy vedle MCP a PIP skloubení flektuje i DIP klouby. Dále se ze svalů předloktí na úchopu podílí *m. flexor pollicis longus* (FPL) a flexory zápěstí jako *m. flexor carpi radialis* (FCR) a *m. flexor carpi ulnaris* (FCU).

Z extenzorů předloktí má na stisk, resp. na stabilizaci zápěstí při úchopu, zásadní vliv *m. extensor digitorum communis* (EDC). Šlachy tohoto svalu jsou spojeny se šlachami *m. extensor indicis* (EI) a *extensor digiti minimi* (EDM). Mezi důležité extenzory a stabilizátory zápěstí patří *m. extensor carpi radialis longus* (ECRL), *m. extensor carpi radialis brevis* (ECRB) a *m. extensor carpi ulnaris* (ECU). Na úchopu se rovněž podílí *m. extensor pollicis longus* (EPL), *m. extensor pollicis brevis* (EPB) a *m. abductor pollicis longus* (AbPL).

Vlastní svaly ruky jsou v rámci úchopu označovány jako *intrinsic* neboli svaly vnitřní, krátké. Jsou zodpovědné za udržení konfigurace tří oblouků ruky (Obr. 38), longitudinálního, transversálního proximálního a distálního (Barr & Bear-Lehman, 2001). Pro silový úchop dlaňový – *power grip*, jsou důležité zejména *mm. interossei*. *Musculi interossei palmares et dorsales* (IOP a IOD) leží mezi metakarpálními kostmi a umožňují





Obr. 38 (Barr & Bear-Lehman, 2001) Tři oblouky ruky

ohýbá PIP klouby. Následně se aktivuje FDP, který flektuje i DIP klouby. Lumbrikální svaly proprioceptivními mechanismy zajišťují souhru flexorů a extenzorů, kdy mají malé motorické jednotky a vysokou hustotu proprioceptorů díky nimž se aktivuje celý koordinační systém prstů (Dylevský I., 2009).

Mezi intrinsic svaly palce patří : *m. opponens pollicis* (OP) provádějící opozici palce, *m. abductor pollicis brevis* (AbPB) provádějící abdukci a extenzi v I. CMC kloubu a spolupodílející se na opozici, *m. flexor pollicis brevis* (FPB) mající dvě hlavy flektuje I. CMC a I. MCP kloub, spolupracuje při opozici, a *m. adductor pollicis* (AdP) rovněž složený ze dvou hlav provádějící addukci v I. CMC kloubu a spolupodílející se na flexi I. MCP kloubu a opozici. Tyto svaly zaručující přesný a koordinovaný pohyb palce v rámci jemné motoriky ruky jsou aktivní při úchopových aktivitách ruky bez ohledu na pozici palce. Jak již bylo uvedeno, blíže je kineziologie I. CMC kloubu popsána v kap. 2.2. obecné části práce.

Při pohybu v kloubech se šlachy agonistů posouvají v jednom směru a šlachy antagonistů ve směru opačném. Ve výsledku platí, že v případě kloubů prstů ruky jsou exkurze větší v proximálnějších MCP a PIP kloubech, tzn., že FDS má větší exkurzi než m. FDP. Větší exkurze pohybu šlach znamená větší sílu. FDS, který flektuje především MCP ale i PIP klouby, tak díky většímu skluzu vykoná větší sílu a považujeme ho tak za primární flexor prstů a sval důležitý pro úchop. Exkurze šlach i síla flexorů je zhruba dvakrát větší než u extenzorů, stejně tak jako exkurze i síla extrinsic svalů je větší než v případě intrinsic svalů. Současně je koaktivace (společná kontrakce) extrinsic a intrinsic svalů nutná k zajištění stability prstových paprsků a tedy i úchopu. Pokud je síla úchopu zaměřena na distální články prstů, pak FDS a FDP jakožto extrinsic svaly tvoří 80% síly všech flexorů. Na druhou stranu, když je síla úchopu cílena na PIP skloubení, se na flexi MCP kloubů podílí hlavně intrinsic svaly, které tak tvoří 70% síly všech flexorů. Vliv extenzorového aparátu na

flexi v MCP a extenzi v PIP a PIP kloubech. Zároveň mm. interossei stabilizují MCP klouby (Dylevský I., 2009). Základním předpokladem pro úchop je flexe prstů. *Mm. lumbricales* jsou startéry flexe, teprve poté je aktivován FDS, který

flexory je relativně malý, když je síla úchopu zaměřena distálně od PIP skloubení. Naopak když je síla stisku a úchopu cílena proximálně k PIP, tak se na síle flexorů extenzorový aparát podílí významně.

Jednotlivé prsty se na síle úchopu podílí nerovnoměrně. Nejsilnější je III. prst, kdy se podílí na úchopové síle z 28,7%. Následuje II. prst s příspěvkem 26,5% úchopové síly, dále IV. prst přispívá 24,6% a V. prst 20,2% síly úchopu. Freivalds uvádí flekční sílu jednotlivých prstů, kdy palec vykonává sílu 73 N, ukazovák 59 N, prostředníček 64 N, prsteník 50 N a malík 32 N (Freivalds A., 2018). Ze skeletálního hlediska je III. prst centrem ruky. II. A IV. prst jsou ve stejné vzdálenosti od centra a na úchopu se podílí téměř stejnou silou. V. prst je nejdále. Co se týče svalů, každý prst má svou svalovou charakteristiku – různý objem a délku svalových vláken. Bylo prokázáno, že FDS prostředního prstu má největší podíl na síle stisku, hned po něm následuje FDP III. prstu. Naopak FDS V. prstu má podíl na vykonání svalové síly při úchopu nejmenší.

#### **4.1.3. Antropometrické parametry a vliv pohlaví**

Sílu stisku a úchopu ovlivňuje tělesná váha a výška, délka, šířka a obvod ruky, a v neposlední řadě pohlaví a věk. Svalová síla se v souvislosti s větší svalovou hmotou s tělesnou výškou a vahou člověka zvětšuje, což v minulosti potvrdila celá řada studií (Jensen J.S. et al., 1984; Xiao G. et al., 2004). Tento pozitivní vztah platí do váhy 98kg a výšky 190cm (Innes E., 1999). Šířka, délka ruky a také délka prstů jsou důležitými rozměry pro silový úchop, který s jejich velikostí přímo úměrně narůstá. Role délky prstů je ale dle řady autorů poměrně diskutabilní. Ruka s delšími prsty může mít výhodnější výchozí uchopovací pozici, ale ta se nutně nemusí projevit na větší úchopové síle. Toto tvrzení podkládají faktem, že prsty jako takové nemají vlastní svalovou hmotu a jejich větší délkou by mohlo naopak dojít ke snížení mechanické výkonnosti (Nicolay Ch.W., Walker A.L., 2005).

Na sílu úchopu a obecně svalovou sílu má velký vliv pohlaví. Maximální síla u žen a ženský silový úchop dosahují 50-67% síly mužského úchopu. Průměrná síla silového úchopu je u mužů kolem 480-500 N a u žen 250-300 N. Maximální silový úchop mužů je asi 588 N a žen 392 N (Freivalds A., 2018). To potvrzuje ve své studii i Nicolay, kde ženy vyprodukovaly 52% maximální volní svalové kontrakce mužů (Nicolay Ch.W., Walker A.L., 2005).

Svaly jsou nejvýkonnější ve věku 20 až 30 let, pak jejich síla postupně klesá zhruba na dvě třetiny maxima. V 60 letech věku fyzická zdatnost odpovídá asi 60 % maxima. Snížením tělesné zdatnosti však nejsou postiženy všechny svalové skupiny stejně. Úbytek svalové síly

v závislosti na fyzickém věku je zhruba stejný u mužů jako u žen (Gilbertová S., Matoušek O., 2002). Síla úchopu a stisku z věkem roste. Největší síla úchopu je mezi 25 a 45 rokem věku. Poté s věkem klesá, jak prokázala celá řada studií (Jensen J.S. et al., 1984; Thorngner K.G., Werner C.O., 1979). S dominancí končetiny to již není tak jednoznačné. Obecné pravidlo praví, že dominantní končetina je zhruba o 10% silnější než ruka nedominantní (Innes E., 1999). Dominantní ruka ve srovnání s nedominantní je výrazně silnější u praváků, ale už ne tak u leváků (Ceceli E. et al., 2002; Crosby C.A. et al., 1994). Tento rozdíl může být způsoben tím, že jsou leváci nuceni daleko více používat svou nedominantní (pravou) ruku v běžném každodenním životě „našeho pravorukého světa“.

#### 4.1.4. Formy úchopu

Primární neboli základní je úchop prováděný zdravou rukou bez použití náhradních mechanismů. Dělí se na úchopové formy malé – jemné a velké – silové (Hadraba I., 2002).

Malé úchopové formy zajišťují jemnou motoriku a nevyužívají dlaň při vlastním úchopu. Vyžadují preciznost, jemnost a cit. Patří sem úchop pinzetový (*precision pinch*), špetkový (*precision grip*) a klíčový (*power key pinch*). Pinzetový úchop lze provést jako bříško-bříško nebo nehet-nehet. Je pro něj nutný m. FPL a FDP. Špetkový úchop využívá opozice palce proti zbylým dvěma až čtyřem prstům. Při klíčový úchopu je předmět svírán bříškem palce a přilehlou hranou druhého prstu. Uplatňují se při něm svaly m. AdP, m. FPB, m. IOP a IOD.

Mezi velké neboli silové úchopové formy patří úchop dlaňový (*power grip*) a háčkový (*hook grip*). Dlaňový úchop využívá jak prstů a palce, tak dlaně. Kapandji (Kapandji I.A., 2007) rozděluje dlaňový úchop na úchop s a bez využití palce. Palec je při vlastním úchopu v opozici třetího až pátého prstu. Největší síla stisku je, když se palec dotýká alespoň jednoho z prstů. Se zvětšujícím se průměrem uchopovaného předmětu síla stisku klesá. Háčkový úchop využívá pouze flektovaných prstů bez zapojení palce i dlaně. Kapandji (Kapandji I.A., 2007) dále rozlišuje úchopy tříprsté, čtyřprsté, pětiprsté, interdigitální a centralizované. Interdigitální úchop se využívá například při držení cigarety, centralizovaný při držení šroubováku, kdy je předmět v prodloužení osy ruky a je zapřen do dlaně.

Silový dlaňový úchop (*power grip/grasp*), přesněji dlaňový cylindrický úchop (s využitím palce) dle Kapandjiho, je považován za indikátor fyzické síly a celkového zdraví, je důležitým klinickým ukazatelem. Společně s jemnými úchopy pinzetovým a klíčovým je předmětem nejen našeho experimentu, ale byl rovněž využit k hodnocení klinických výsledků operačních metod pokročilé rhizartrózy. Svaly podílející se na tomto typu úchopu

jsou především flexory předloktí (extrinsic), dominantně FDS a FDP, a mm. IO (intrinsic) pro flexi v MCP kloubech a následnou silovou aktivaci pro úchop předmětu. Významnou roli zde hrají rovněž svaly tenaru, zejména AdP a FPL.

#### **4.1.5. Poloha ruky, zápěstí a lokte**

Jak již bylo zmíněno pro optimální úchop je nezbytná synergie mezi extenzory zápěstí a flexory prstů a dále koaktivace extrinsic a intrinsic svalů. Při extenzi – dorsiflexi zápěstí se prsty mírně flektují. Při volární flexi zápěstí se účinnost flexorů prstů snižuje na 25% oproti postavení v extenzi, neboť při flexi zápěstí dochází k extenzi základních článků prstů a tím je flexe prstů oslabena. Z toho plyne význam optimální pozice ruky a zápěstí pro úchop jako takový a jeho sílu, zejména pak pro úchop silový dlaňový.

Optimální pozice zápěstí pro úchop je v lehké ulnární dukci a lehké dorsiflexi, díky čemuž dochází ke zvýšení napětí šlach flexorů. Prsty jsou v semiflekční postavení. Ve vztahu k pronaci – supinaci je zápěstí a ruka ve středním, neutrálním postavení. Plná pronace snižuje sílu úchopu o 12% (Freivalds A., 2018).

Palec a zejména mobilita prvního CMC kloubu je pro úchop zcela zásadní. Pozice palce určuje zásadní rozdíl mezi úchopem silovým a jemným. Při silovém úchopu je palec addukován, naproti tomu v jemném úchopu je abdukován. Palec, druhý a třetí prst představují dynamickou složku úchopu. Čtvrtý a pátý prst mají v rámci úchopu funkci statickou – podpůrnou (Bejjani& Landsmeer, 1989). Sílu úchopu ovlivňuje i velikost (objem) uchopeného předmětu. Maximální síla může být vyvinuta, pokud palec při stisku ještě dosáhne na II. prst nebo je jen málo vzdálen od distálního článku II. prstu.

Pro optimální sílu úchopu a stisku je důležitá poloha celé horní končetiny, zejména lokte. FDS je primárním flexorem prstů, jak bylo uvedeno. Začíná na ulnárním epikondylu humeru a tedy svým průběhem přechází přes loketní kloub. Pozice lokte tak ovlivňuje délku svalu a tím i sílu v úchopu. Při flexi v lokti 90° je zajištěna optimální délka m. FDS, která umožní jeho maximální výkon. Nad 90° se FDS dostává do aktivní insuficience, kdy je sval zkrácen a je tak redukována síla potřebná pro úchop.

V roce 1981 Americká společnost pro terapii ruky definovala přesnou pozici pro měření síly stisku a úchopu. Ideální pozice zněla 0° abdukce v ramenním kloubu, bez rotací, loket v 90° flexi předloktí a zápěstí ve středním postavení.

## 4.2. Síla úchopu a stisku a jejich měření

Síla je vektorovou fyzikální veličinou vyjadřující míru vzájemného působení těles nebo fyzikálních polí. Projevuje se jak statickými účinky, kdy je příčinou deformace těles, tak dynamickými účinky, kdy je příčinou změny pohybu tělesa. Ve fyzice vychází z Newtonových zákonů, označuje se písmenem “F“ a jednotkou je newton (N), přičemž rozměr síly je  $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$  ( $F = m \cdot g$ ). Síla 1N je taková síla, která udělí volnému hmotnému bodu o hmotnosti 1kg zrychlení  $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , což zjednodušeně řečeno znamená, že za jednu sekundu působení takové síly změní hmotný bod svou rychlost o jeden metr za sekundu. V podmínkách zemské tíže má 1kg tíhu zhruba 9,81N.

Pro hodnocení svalové síly se stanovuje maximální svalovou sílu ( $F_{\text{max}}$ ), jež je vyvolána určitou skupinou svalů. Jak již bylo uvedeno, svalová síla je schopnost překonávat, udržovat nebo brzdit odpor svalovou kontrakcí při dynamickém nebo statickém režimu svalové činnosti. Je funkčně dána stažlivostí svalu a může se projevit formou maximálního napětí nebo maximální rychlostí svalové kontrakce. Svalová síla, která se vyvine při dynamickém (izotonickém) stahu je menší, než maximální síla při statické (izometrické) kontrakci vyvinutá svalem při jeho optimální délce. Sílu svalu měříme nepřímou, kdy měříme její deformační účinek při izometrickém stahu svalu.

Dynamometrie je měření síly, kterou je člověk schopen působit na určité těleso (snímací část dynamometru) po určitou dobu. Sílu můžeme pomocí dynamometrie měřit v kilogramech (kg) nebo librách (lbr), neboť ji můžeme stanovit jako maximální hmotnost tělesa, kterou dokáže sval/svalová skupina udržet v klidu proti tíhové síle. Dynamometr (siloměr) je přístroj měřící maximální svalovou sílu při izometrickém stahu, jinak řečeno sílu proti pevnému odporu. Základní vlastností dynamometru je schopnost měření síly s maximální možnou přesností a stálost naměřených hodnot. Dynamometr se skládá z pružných částí, snímače a přijímače. Pružné části přebírají vnější zatížení a překonávají změny, jako jsou deformace, změny polohy dané části atd. Snímač mění vzniklou mechanickou změnu pružné části na analogický parametr a přijímač zesiluje, zpracovává a zapisuje zpracovaný signál. Dynamometry dělíme podle mechanismu měření na :

Mechanické dynamometry, kde je principem přímý či znásobený přenos vyvinuté síly mechanickým převodem na měřící prvek. Velikost síly je vyhodnocena díky deformaci například silových pružin, kroužků či membrán, nebo hloubky vtlačení kuličky do materiálu o určité tvrdosti. Síla stisku je měřena v kg nebo lbr. Charakterizuje je stálost údajů a přesnost v rozmezí 0,5-2 %.

Pneumatické dynamometry fungují pomocí snímačů deformace pneumatickým systémem klapka – tryska. Je zde měřena změna tlaku či průtoku v závislosti na změně výtokového průřezu mezi klapkou a tryskou v deformačním elementu. Tyto dynamometry vykazují vysokou spolehlivost a citlivost. V případě měření síly stisku se hodnotí stlačení vzduchu v balonku. Problémem této metody je, že se neměří síla stisku, ale tlak stisku. Měření tlaku, v mm sloupce rtuti či lbr na čtverečný palec, je závislé na velikosti plochy stisku. V případě, že je plocha malá, tak působící síla zapíše vyšší tlak, než stejná síla na větší povrch. Velikost ruky tak může ovlivnit zaznamenaný tlak úchopu.

Hydraulické dynamometry jsou zaplombované přístroje, které pracují na principu přenosu síly na píst či membránu hydraulického obvodu a následný pohyb způsobuje změnu tlaku v kapalině. Způsobená změna tlaku je snímána dalším přístrojem. Sílu stisku měří v kg či lbr.

Elektrické dynamometry se podle mechanicko-elektrické transformace dělí na : Parametrické, kdy základem je změna jednoho z parametrů elektrického obvodu. Indukční dynamometry, kde vlivem síly dojde ke změně indukčnosti v elektrickém obvodu snímače. Kapacitní využívají jako snímač deskový kondenzátor, kde se měří změna kapacity snímačů. Piezoelektrické dynamometry využívají snímání piezoelektrického jevu, což je vznik elektrického náboje na povrchu určitých krystalů (křemen, materiály na bázi titaničitanu barnatého atp.) při mechanickém zatížení. Velikost náboje je přímo úměrná velikosti působící síly. Odporové využívají velikost změny odporu snímačů. Nejužívanějším je odporový tenzometr, kde se změní odpor díky deformaci vodiče nebo polovodiče. Změna odporu vodiče je přímo úměrná deformační síle.

Generátorové – kde vzniká proud nebo napětí při deformaci jednotlivých elementů.

Existuje celá řada přístrojů k měření síly stisku a úchopu. Ideální ruční dynamometr by měl splňovat následující kritéria :

1. ukazované údaje by měli být snadno reprodukovatelné a mít stálou přesnost nezávisle na síle stisku,
2. měly by být nezávislé na velikosti ruky a mít tedy snímací plochy přizpůsobitelné rozměrům ruky každého jedince,
3. měly by být pohodlné pro stisk,
4. měly by být malé a skladné pro převoz.

### 4.3. Cíle experimentu

Cílem našeho experimentu bylo:

1. potvrdit vliv pohlaví a antropometrických údajů jako je výška a váha na sílu úchopu, kdy jsme hodnotili jak úchop silový dlaňový – *power grip/grasp*, tak jemné úchopy klíčový – *key pinch* a pinzetový – *tip pinch*,
2. zjistit vliv polohy lokte a zápěstí/ruky na sílu stisku při silovém (*grasp*) úchopu a stanovit optimální pozici horní končetiny a ruky pro měření.

### 4.4. Metodika experimentu

Pro účely experimentu a dále i v klinické praxi při hodnocení výsledků naší studie operační léčby pokročilé osteoartrózy I. CMC kloubu jsme k měření maximální síly stisku/úchopu



Obr. 39 (Autor) Dynamometry Baseline®

použili ruční siloměry. Jednalo se o sadu certifikovaných ručních analogových hydraulických dynamometrů Baseline® (obr.39). Handgrip dynamometr k měření statické (izometrické) síly stisku dlaňového úchopu. Skládá se z dvou rukojetí, které je možno nastavit do 5 pozic – vzdáleností (2,5cm; 3,8cm; 5,1cm; 6,4cm a 7,6cm) pro úchop v závislosti na rozměrech ruky. Pinch Gauge dynamometr k měření izometrické síly jemných úchopů jako je úchop klíčový a pinzetový. Tab. 5. udává základní parametry užívaných siloměrů.

Tab. 5 Základní parametry Baseline® dynamometrů

Baseline®	Hand grip	Pinch Gauge
Rozsah měření	0-90 kg / 0-200 lbr	0-22,5 kg / 0-50 lbr
Rozlišení	2 kg / 5 lbr	0,5 kg / 1 lbr
Mechanismus měření	hydraulický	hydraulický

Rukojeť Handgrip dynamometru byla nastavena do druhé polohy a byla tak užívána pro všechna měření.

Experimentu se účastnilo 30 probandů, 15 mužů a 15 žen. Pracovně se jednalo o koherentní skupinu jedinců pracujících ve zdravotnictví – lékaře, zdravotní sestry/bratry, sanitáře. Kritériem výběru byl věk od 30 do 60 let s rovnoměrným zastoupením probandů v každé dekádě pro získání validních dat ohledně vlivu věku na sílu úchopu. Vedle věku jsme z antropometrických údajů zaznamenávali a hodnotili výšku a váhu. Při výběru probandů jsme na základě odebrané anamnézy vyloučili jedince léčící se s jakýmkoliv systémovým onemocněním, neurologickým postižením a akutní či chronickou problematikou pohybového aparátu horní poloviny těla. Cíleně jsem se vyptávali na problematiku vertebrogenních potíží, bolesti, kloubní a svalové potíže v oblasti pletence pažního, ramena a celé horní končetiny (HK). Jedince s anamnézou entezopatií, periferních neuropatií (SKT, SUS), závažných úrazů, šlachovým postižením, onemocnění kloubů na HK a zejména v oblasti zápěstí a ruky jsme rovněž vyloučili s experimentu, abychom zabránili zkreslení výsledků našeho měření a závěrů z nich vyplývajících. Na druhou stranu byli z experimentu vyloučeni vrcholový sportovci a jedinci věnující se fitness na profesionální či amatérské úrovni. V tab. 6 jsou uvedena antropometrická data zkoumané skupiny.

**Tab. 6** Antropometrická data zkoumané skupiny

	Muži			Ženy		
	Věk (roky)	Výška (cm)	Váha (kg)	Věk (roky)	Výška (cm)	Váha (kg)
Průměr	44.53	179.2	89.93	45.07	167.27	68.07
Medián	46	180	90	45	168	65
Směrodatná odchylka	9.28	6.72	12.28	8.00	5.98	8.76
Minimum	31	168	70	32	158	52
Maximum	58	193	115	58	182	88

U každého probanda jsme vyšetřovali obě ruce, dominantní i nedominantní, kdy ve zkoumané skupině výrazně převažovali praváci nad levorukými a to v poměru 28:2. Jedinci s dominantní levou rukou byli zastoupeni rovnoměrně po jednom u každého pohlaví. Všechna vyšetření jsme prováděli v odpoledních hodinách, přičemž měření nepředcházela větší fyzická zátěž u žádného z probandů. Každý účastník byl instruován, aby se pohodlně usadil na židli bez opěrek s pozicí trupu ve vzpřímené poloze a s nohama dotýkajícími se podlahy. Vyšetřovaná paže byla v poloze 0° abdukce v ramenním kloubu, tedy volně visící s loktem u těla. Základní měření silového úchopu *dlaňového* a jemných úchopů *klíčového* a *pinzetového* jsme prováděli ve flexi lokte 90° s pozicí zápěstí a ruky ve středním, neutrálním postavení ve vztahu k pronaci – supinaci a s lehkou ulnární dukcí a lehkou dorsiflexí. Po posouzení vlivu postavení lokte na sílu stisku v úchopu jsme dále prováděli měření v poloze lokte 60° a 120° při zachovaných kritériích polohy v sedě s paží 0° abdukce v ramenním



kloubu a při neutrálním postavení zápěstí a ruky. Pro zhodnocení vlivu postavení zápěstí v úchopu jsme základní měření síly stisku v neutrálním postavení s flexí lokte 90° doplnili o měření v supinaci a pronaci. Každé měření jsme prováděli dvakrát, přičemž jsme do naší statistiky započítávali vyšší naměřené hodnoty. Odpočinek mezi jednotlivými měřeními jsme nestanovili. Pokud proband požadoval delší odpočinek, než který vyplýval z vystřídání levé a pravé HK, tak si o něj řekl sám. Jednalo se o ojedinělé případy, kdy většině postačila pauza v řádech deseti vteřin mezi jednotlivými pokusy.

#### 4.5. Výsledky experimentální části

Získaná data z měření jsme rozdělili podle pohlaví a následně zpracovali, kdy jsme v rámci jednotlivých měření stanovili průměr, medián, směrodatnou odchylku a minimum, maximum z naměřených hodnot. Tab. 7 a 8 udávají výsledky měření zvlášť u mužů a žen.

**Tab. 7** Výsledky měření síly stisku v rámci silového úchopu a jemných úchopů u mužů

MUŽI	Dominantní ruka (kg)						
	Grasp - N	Grasp - S	Grasp - P	Grasp - 60°	Grasp - 120°	Key pinch	Tip pinch
Průměr	60.27	59.33	52.33	59.33	53.07	12.03	9.53
Medián	60	58	52	59	54	12	10
SO	7.12	6.61	6.17	7.35	7.51	1.93	1.27
Min	49	50	44	48	40	8.5	7.5
Max	72	70	62	71	66	15.5	12
MUŽI	Nedominantní ruka (kg)						
	Grasp - N	Grasp - S	Grasp - P	Grasp - 60°	Grasp - 120°	Key pinch	Tip pinch
Průměr	56.33	54.6	48.8	54.53	48.47	10.9	8.53
Medián	60	58	50	58	46	11	9
SO	8.51	8.69	6.31	8.42	7.65	1.91	1.5
Min	44	42	40	44	38	8	6
Max	72	68	58	70	62	14.5	11.5

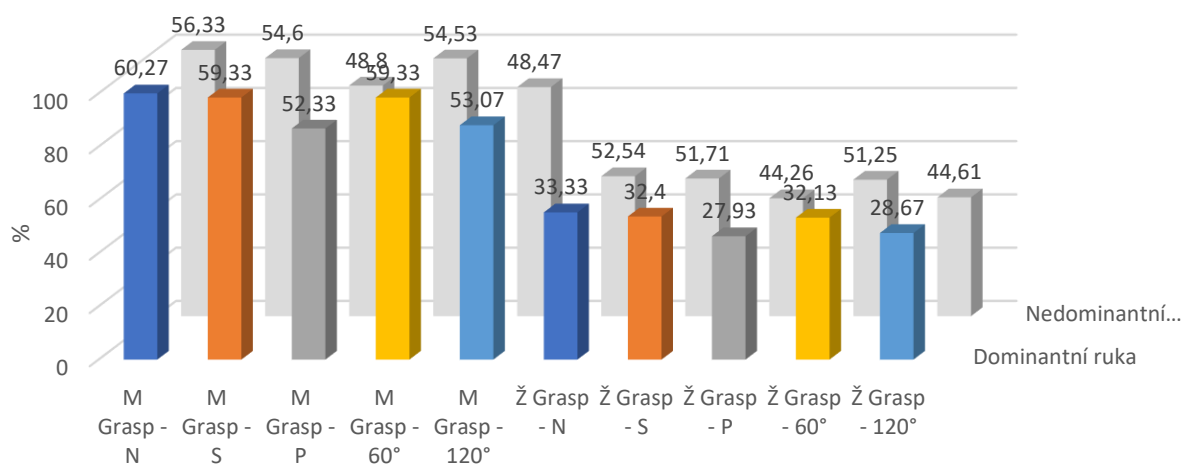
**Tab. 8** Výsledky měření síly stisku v rámci silového úchopu a jemných úchopů u žen

ŽENY	Dominantní ruka (kg)						
	Grasp - N	Grasp - S	Grasp - P	Grasp - 60°	Grasp - 120°	Key pinch	Tip pinch
Průměr	33.33	32.4	27.93	32.13	28.67	7.77	6.23
Medián	34	34	30	33	28	8.5	6.5
SO	5.00	6.25	5.94	5.24	5.58	1.55	1.22
Min	26	22	19	26	20	5	4
Max	42	43	36	42	38	9.5	7.5
ŽENY	Nedominantní ruka (kg)						
	Grasp - N	Grasp - S	Grasp - P	Grasp - 60°	Grasp - 120°	Key pinch	Tip pinch
Průměr	29.6	29.13	24.93	28.87	25.13	6.83	5.43
Medián	30	28	24	28	26	7.5	5.5
SO	4.47	5.03	4.46	4.59	4.56	1.62	1.46
Min	22	21	18	22	17	3.5	2.5
Max	37	38	33	37	33	8.5	7.5

Legenda k tabulkám : SO – směrodatná odchylka, Min – minimální naměřená hodnota, Max – maximální naměřená hodnota, N – neutrální/střední postavení zápěstí s flexí 90° v lokti, S – supinace, P – pronace, 60° – flexe v lokti 60° se středním postavením zápěstí, 120° – flexe v lokti 120° se středním postavením zápěstí.

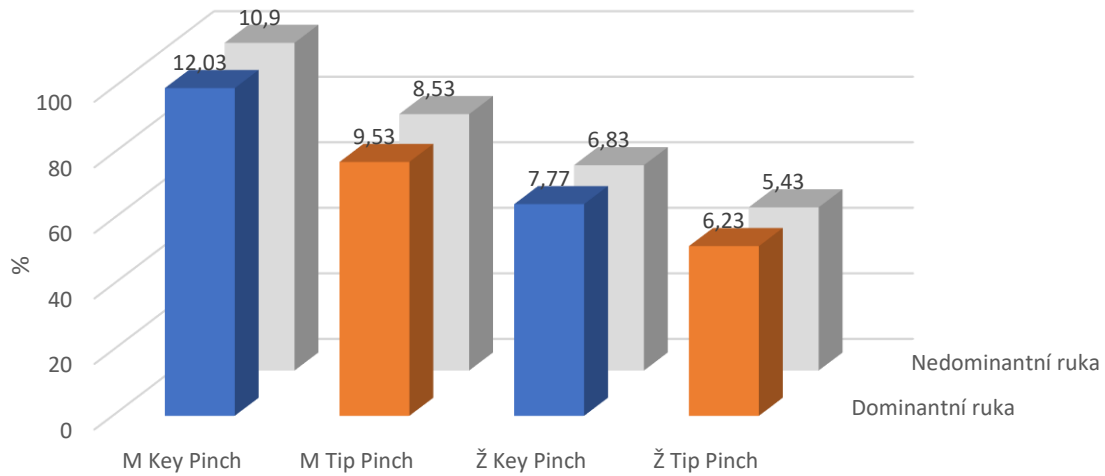
Z výsledků našeho měření vyplývá, že ženy ve skupině měly oproti mužům sílu stisku ve všech sledovaných hodnotách významně menší. Při porovnání byla síla stisku žen v průměru na úrovni 54% síly stisku mužů u dominantní a 52% u nedominantní ruky při silovém dlaňovém úchopu, a 65% síly stisku mužů dominantní a 63% nedominantní ruky při jemném úchopu, jak znázorňují grafy 1. a 2. Potvrdili jsme tak významný vliv pohlaví na sílu úchopu a sílu, kterou je jedinec schopen vyvinout, obecně.

Silové úchopy (grasp) dle pohlaví



**Graf 1** Síla silového dlaňového úchopu (grasp) u mužů a žen

## Jemné úchopy dle pohlaví

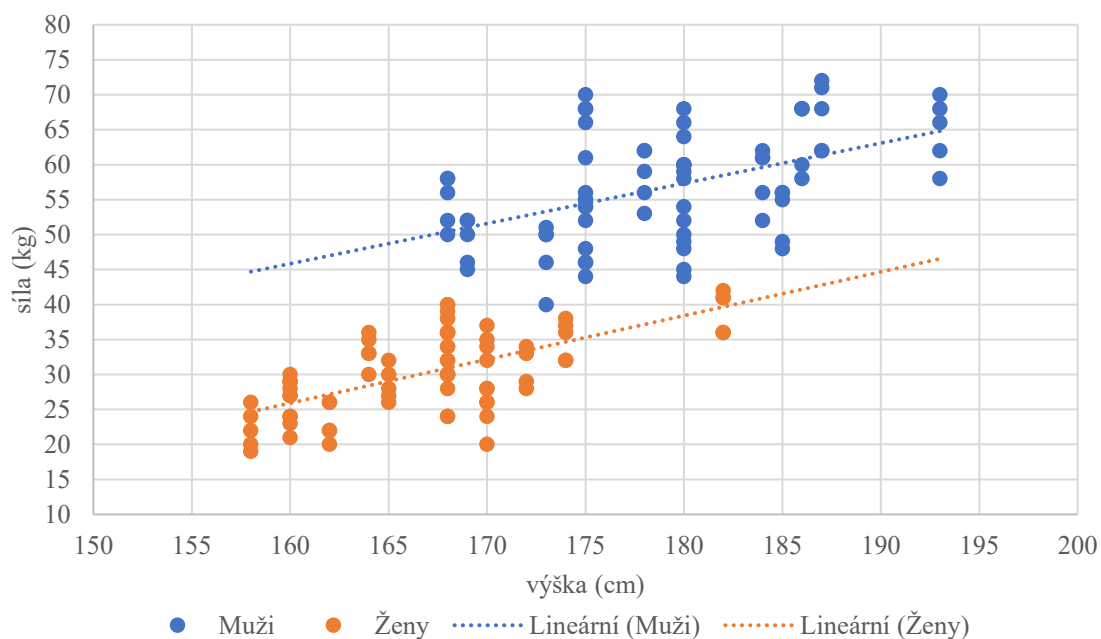


**Graf 2** Síla jemného úchopu (key pinch, tip pinch) u mužů a žen

V případě preference končetiny jsme prokázali větší sílu stisku v silovém i jemném úchopu ve prospěch dominantní ruky, i když rozdíly u mužů zejména v silovém úchopu nebyly tak jednoznačné. Dominantní ruka byla u mužů silnější v průměru o 7% v silovém a 10% v jemném úchopu. U žen byly rozdíly výraznější, kdy dominantní ruce byly silnější oproti nedominantním o 13% v silovém a 14% v jemném úchopu.

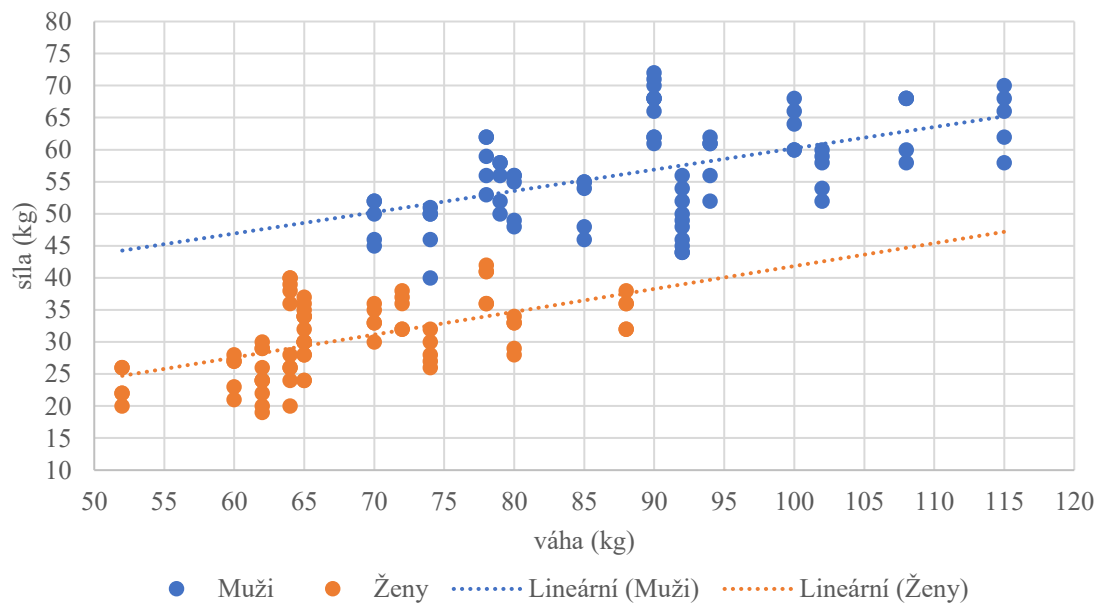
Předmětem našeho experimentu bylo ověřit vliv výšky a váhy na sílu úchopu. V grafech 3. a 4. je zobrazen trend průměrné síly všech pozic na výšce a váze probandů. Soubor bodů v každém grafu byl proložen přímkou pomocí metody lineární regrese. Z těchto grafů je patrné, že závislost síla stisku na výšce a váze je pouze mírně rostoucí a zejména v případě váhy je slabá, a to jak u mužů, tak i u žen.

### Vliv výšky na silový úchop (grasp)



**Graf 3** Vliv výšky na sílu silového úchopu dominantní ruky ve všech pozicích

### Vliv váhy na silový úchop (grasp)



**Graf 4** Vliv váhy na sílu silového úchopu dominantní ruky ve všech pozicích

Druhým cílem našeho experimentu bylo zjistit vliv polohy lokte a zápěstí/ruky na sílu stisku při silovém dlaňovém úchopu (*power grip/grasp*). Hodnotili jsme zvlášť muže a zvlášť ženy. Pro zjištění rozdílů mezi jednotlivými polohami, které byly tři: N – neutrální poloha, S – supinace, P – pronace v případě zápěstí a N – neutrální poloha, flexe 60° a flexe 120°

v případě lokte, jsme z neparametrických testů zvolili Friedmanův test ANOVA. Výsledky jednotlivých testů jsou vyjádřeny v p-value. Ve všech testech je za statisticky významný rozdíl považována hodnota  $p < 0,05$ . Testovali jsme rozdíly mezi jednotlivými polohami zápěstí a mezi jednotlivými polohami lokte dominantní i nedominantní končetiny zvlášť a rovněž odděleně u mužů a žen. V tab. 9 a 10 jsou uvedeny výsledky jednotlivých testů.

**Tab. 9** Výsledky Friedman ANOVA testu u mužů

FRIEDMAN ANOVA test		MUŽI	
		n (počet)	p- value
Dominantní ruka	Grasp/N-Grasp/S-Grasp/P	15	<b>0,005268</b>
	Grasp/N-Grasp/60°-Grasp/120°	15	<b>0,025863</b>
Nedominantní ruka	Grasp/N-Grasp/S-Grasp/P	15	<b>0,039843</b>
	Grasp/N-Grasp/60°-Grasp/120°	15	<b>0,038161</b>

**Tab. 10** Výsledky Friedman ANOVA testu u žen

FRIEDMAN ANOVA test		ŽENY	
		n (počet)	p- value
Dominantní ruka	Grasp/N-Grasp/S-Grasp/P	15	<b>0,025822</b>
	Grasp/N-Grasp/60°-Grasp/120°	15	<b>0,017457</b>
Nedominantní ruka	Grasp/N-Grasp/S-Grasp/P	15	<b>0,020778</b>
	Grasp/N-Grasp/60°-Grasp/120°	15	<b>0,027972</b>

Legenda k tabulkám: N – neutrální/střední postavení, S – supinace, P – pronace, 60° – flexe v lokti, 120° – flexe v lokti.

Z tab. 9 a 10 je patrné, že pro všechny hodnoty platí  $p < 0,05$ , z čehož vyplývá, že se Fmax u mužů i žen v jednotlivých polohách a pozicích úchopu statisticky liší. Prokázali jsme tak vliv polohy horní končetiny, v našem experimentu polohy lokte a zápěstí, na sílu stisku při silovém úchopu. Z naměřených hodnot vyplývá, že optimálním úchop dosahující nejvyšších hodnot síly stisku je v tzv. neutrálním postavení s 0° abdukce ramena, flexí lokte 90°, s pozicí zápěstí a ruky ve středním, neutrálním postavení ve vztahu k pronaci – supinaci a s lehkou ulnární dukcí a lehkou dorsiflexí.

#### 4.6. Diskuse

Sílu úchopu, jeho hodnocením a srovnáváním v rámci populace se věnuje celá řada studií a prací, jak již bylo uvedeno. Mezi nejčastěji hodnocená kritéria patří věk (Jensen J.S. et al., 1984; Thorngner K.G., Werner C.O., 1979), pohlaví (Crosby C.A. et al., 1994; Freivalds A., 2018; Nicolay Ch.W., Walker A.L., 2005) a antropometrické údaje jako je výška a váha (Crosby C.A. et al., 1994; Innes E., 1999; Jensen J.S. et al., 1984; Xiao G. et al., 2004).

Pozice horní končetiny je pro úchop a sílu stisku zásadní. Touto myšlenkou se zabývá rovněž celé řada studií. Murugan se zabývá polohou celého těla a různými pozicemi horní končetiny na vliv úchopu (Murugan S. et al., 2013). V této práci byly pozorovány statisticky významné výsledky při srovnání pomocí ANOVA mezi muži a ženami a mezi pozicemi držení těla, loktů a předloktí na úrovni významnosti  $p < .005$ . Bylo zjištěno že držení těla ve stoje s flexí loktů a supinací předloktí produkovalo lepší sílu úchopu než jiné pozice. Polohou lokte při úchopu a jeho silou v závislosti na pozici lokte se zabývá řada prací (Barut C. P. D., 2012; Ng G.Y.F., Fan A.C.C., 2001; Parvatikar V., Mukkannavar P., 2009; Murugan S. et al., 2013; Limbasiya R. et al., 2016). Barut, Limbasiya i Mukkannavar ve svém studiích uvádí, že nejlepších výsledků síly úchopu bylo dosaženo při pozici lokte v plné extenzi. Naopak práce Ng a Murugana došli k závěrům, že optimální pozicí pro úchop je flexe lokte  $90^\circ$  v kombinaci s neutrálním postavením v zápěstí. Rozdíly vyplývají v celkové poloze těla, v jaké byla vyšetření prováděna a v posuzovaných polohách lokte. Všechny práce se shodují, že poloha flexe lokte nad  $120^\circ$  se již stává méně výhodnou pro pracovní aktivity v silovém úchopu, kdy s flexí lokte nad  $90^\circ$  se významně snižují síly stisku. Polohu zápěstí a její vliv na úchop a sílu stisku posuzuje práce Fonga (Fong P.W., NG G.Y., 2001). Jako optimální uvádí pozici neutrální – střední. Naopak nejnižší hodnoty síly stisku a úchopu umiňuje při pronační poloze.

Ve sbírce zákonů č. 361/2007 se udává postup měření lokální svalové zátěže, ale už není zmíněno, jakým způsobem se má úchop a jeho síla hodnotit, přičemž z výše uváděného je pozice těla a horní končetiny pro výsledek zcela zásadní a nejednotnost v měření a chybění jakési standardizace může vést ke špatné interpretaci výsledků.

#### **4.7. Závěr experimentální části**

Pro účely naší práce, kdy srovnáváme funkční výsledky operačních metod léčby pokročilé rhizartrózy jsme potřebovali stanovit jednotnou optimální polohu horní končetiny pro jednotlivá vyšetření k co největší objektivizaci dat a zamezení možnému zkreslení výsledků při nahodilých nestandardizovaných měřeních.

Z výsledků našeho experimentu vyplývá, že stanovení polohy horní končetiny před vlastním měřením síly stisku v úchopu je zcela zásadní pro přesnost měření a následnou správnou interpretaci dat. Rovněž jsme naším experimentem potvrdili rozdíl v pohlaví, a jistou míru vlivu výšky a váhy na úchop a sílu stisku jako takovou. Vlastní experiment ukazuje jako nejvýhodnější polohu horní končetiny pro pracovní činnost se silovým úchopem s flexí lokte okolo  $90^\circ$  a s pozicí zápěstí a ruky ve středním, neutrálním postavení ve vztahu k pronaci –

supinaci a s lehkou ulnární dukcí a lehkou dorsiflexí. Tuto polohu jsme rovněž zvolili v naší práci pro měření síly stisku v silovém i jemných úchopech u pacientů s pokročilou osteoartrózou I.CMC kloubu před a po operaci, jakožto jedno z měření k hodnocení a porovnání klinických výsledků jednotlivých operačních technik.

## 5. KLINICKÁ ČÁST

### 5.1. Přehled operačních řešení

Autor se zabývá problematikou rhizartrózy a její léčbou od konzervativní po operační více jak 12 let. V časných stádiích I. a II. dle Eaton-Littlerovy klasifikace, v případě II. stadia bez výrazně rozvinuté chondropatie, preferuje konzervativní terapii formou rehabilitace a cvičení, úpravy režimových opatření včetně užívání funkční ortézy *Push ortho CMC* (Obr. 13), celkového podávání NSAID a SYSADOA a IA aplikace kortikosteroidů – *methylprednisolon* nebo HA pod USG kontrolou. V pozdních stádiích III-IV. dle Eaton-Littlerovy klasifikace a II. stadia s rozvinutou chondropatií a subchondrální sklerózou indikuje v případě nedostatečného efektu konzervativní léčby operační řešení.

Od září 2011 do září 2023 autor provedl pro pokročilou osteoartrózu I. CMC kloubu II-IV. stupně dle Eaton-Littlera 343 operací u celkem 252 pacientů, z čehož bylo 24 primárních artrodéz a 1 re-artrodéza, 33 resekcí artroplastik, 3 interpoziční pyrokarbonové náhrady (1 Pyrodisk, 2 Pyrocardan), 42 totálních interpozičních náhrad TIE-IN se šlachovým závěsem FCR, 238 implantací TEP TMC kloubu a dvou reimplantací trapeziální komponenty. Všechny tyto výkony byly provedeny jedním operátorem – autorem práce, tab. 11.

V případě *artrodéz* jsme dvakrát přikročili k operační revizi pro nezhojení. V jednom případě s redézou a následným úspěšným prohojením, v druhém případě s konverzí na HDA pro insuficienci FCR.

Z *resekcí artroplastik* jsme prováděli techniky HDA a LRTI dle Burton-Pellegriniho v zastoupení 9:24, přičemž třikrát byla HDA zvolena jako revizní technika - jednou po selhané artrodéze I.CMC kloubu, ve 2 případech po interpoziční náhradě TIE-IN pro subluxaci se selháním šlachového závěsu FCR a reaktivní synovialitidou. LRTI dle Burton-Pellegriniho byla vždy primární technika.

Pyrokarbonové implantáty se v našem podání neosvědčily. V případě Pyrodisku došlo po ½ roce k rozvoji větší bolestivosti a snížení síly v úchopu a omezení rozsahu hybnosti. Na RTG byla patrná subluxace implantátu a počínající usurace kontaktních ploch na bázi I.MTC a trapéziu s axiálním poklesem I. sloupce. U Pyrocardanu po počátečních velmi dobrých výsledcích s vymizením bolestivosti, prakticky plným rozsahem hybnosti a zlepšení síly úchopu došlo v jednom případě po 2 letech k recidivě bolestivých potíží a funkčnímu omezení. Na RTG byla patrná subluxace implantátu a výrazná osteolýza trapézia a báze I. MTC. U druhého implantátu je i po třech letech bezbolestný volný pohyb v plném rozsahu



a dobré síle úchopu a to i přes RTG nález mírné osteolýzy/usurace kosti zejména trapézia v místě kontaktu. Jak u Pyrodisku, tak jednoho insuficientního Pyrocardanu jsme přistoupili k operační revizi. V prvním případě jsme konvertovali na TEP I. CMC kloubu, u Pyrocardanu jsme provedli TT a implantaci interpoziční náhrady TIE-IN se šlachovým závěsem FCR.

*S totální interpoziční silastikovou náhradou TIE-IN kombinovanou s TSA šlachovým závěsem FCR máme velmi dobré zkušenosti a výsledky. Ze všech 42 implantací jsme se setkali pouze ve 2 případech se selháním závěsu a sub-/luxací s doprovodnou reaktivní synovialitidou a to po více jak pěti letech. V obou situacích se jednalo o pacientky s nedostatečně léčenou revmatoidní artritidou (RA), přičemž u jedné z nich došlo k dekompenzaci RA a celkového stavu pacienta při adenokarcinomu (Ca) plic. Z celkového počtu 42 operací bylo 39 primoimplantací, ve 2 případech se jednalo o reimplantace po TEP TMC kloubu a jedenkrát o reimplantaci po Pyrocardanu.*

*Totální endoprotéza I. CMC kloubu se na základě klinických výsledků, celkového hodnocení pacienta a zejména výsledků naší studie, jak bude prokázáno níže, stala na našem pracovišti v průběhu let metodou volby léčby pokročilé rhizartrózy kořenového kloubu palce. Z celkového počtu 238 náhrad jsme přistoupili k 5 operačním revizím. Dvakrát pro časnou luxaci pět respektive čtyři týdny od implantace, přičemž v jednom případě v důsledku traumatu - pádem na operovanou končetinu s prostou krvavou repozicí a ve druhém pro malpozici jamky v trapézium s její reimplantací. Ve třech případech došlo k liberaci jamky – trapeziální komponenty. Jedenkrát pro poúrazovou liberaci cementované trapeziální komponenty po distorzi palce po pádu způsobeném cizím zaviněním, kdy byl tento případ pro rozsáhlý defekt a odlomení dorsální 1/3 obvodu lůžka trapeziální komponenty vyřešen konverzí na TT s totální silastik náhradou TIE-IN a stabilizací šlachovým závěsem FCR. Ve zbylých dvou kausách se jednalo o aseptické uvolnění trapeziální komponenty. Jedenkrát opět po primoimplantaci cementované jamky s řešením dvoudobou reimplantací pomocí spongioplastiky autologním kostním štěpem. Ve druhém případě šlo o aseptickou liberaci necementované trapeziální komponenty s terénu rhizartrózy IV. stupně se sklerotizací trapézia a jeho progresí a rozvojem výrazné pantrapeziální artrózy v řádech měsíců po implantaci, což jsme vyřešili extrakcí TEP, TT a konverzí na náhradu TIE-IN se stabilizací/závěsem šlachou FCR.*

**Tab. 11** Přehled operačních technik autora v případě pokročilé osteoartrózy I.CMC kloubu

<b>Přehled operací r.2011-2023</b>						
Operační metody		Počet impl./pac.	Primoimpl.	Sekundární impl./reimpl.	Počet selhání	% selhání
<i>Artrodéza</i>		24/24	24	0/1	2/1	8,3/4,1
<i>Resekční artroplastika</i>	<i>HDA</i>	9/9	6	3/0	/	/
	<i>LRTI</i>	24/22	24	0/0	/	/
<i>Pyrokarbon spacer</i>	<i>PyroDisk</i>	1/1	1	0/0	1	100
	<i>Pyrocardan</i>	2/2	2	0/0	1	50
<i>Interpoziční silikonová náhrada TIE-IN+TSA</i>		42/38	39	3/0	2	4,8
<i>TEP</i>		238/181	237	1/2	3	1,2

Pooperačně jsou pacienti po operaci pokročilé osteoartrózy TMC kloubu pravidelně sledováni s klinickým a RTG vyšetřením, hodnocením bolestivosti a celkovým hodnocením pacientem v pravidelných intervalech 6 týdnů, 3 a 6 měsíců, 1 rok a následně á rok od operace.

## **5.2. Charakteristika studie a metodika klinické části**

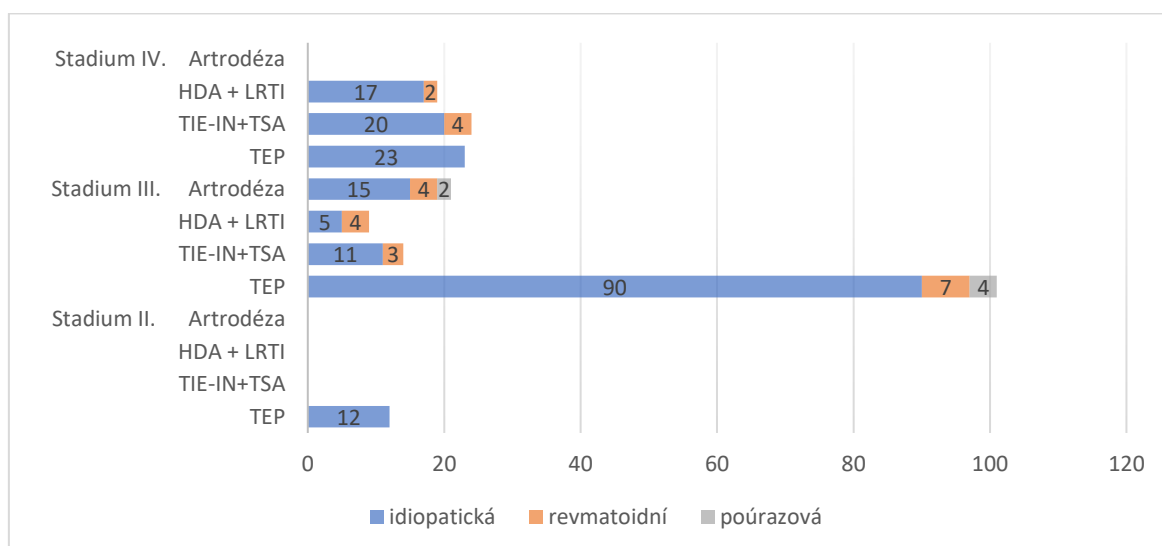
Z celkového počtu 343 operací u 252 pacientů jsme do naší práce zařadili a zhodnotili pooperační výsledky 21 artrodéz, 30 resekčních artroplastik, 40 interpozičních náhrad TIE-IN s TSA a 136 TEP u celkem 168 pacientů, kteří splňovali kritérium minimální doby sledování tří let od operace. Jednalo o 147 žen a 21 mužů ve věku od 38 do 81 let (medián 58 let). Mírně převažovaly výkony na levé ruce a poměr dominantní a nedominantní končetiny byl 79:89. Z celkového množství 230 výkonů včetně 7 reoperací či reimplantací jsme oboustranně provedli LRTI dle Burton Pellegriniho ve dvou případech, náhradu TIE-IN s TSA čtyřikrát a u 31 pacientů jsme oboustranně implantovali totální náhradu, a to vždy ve dvou dobách s minimálním odstupem třičtvrtě roku od první operace.

18 pacientů má odoperované obě ruce rozdílnými operačními metodami. Nejčastěji je kombinována TEP s náhradou TIE-IN + TSA a to v 10 případech, dále TEP s dézou a TEP s LRTI vždy u třech pacientů, jedenkrát se vyskytuje HDA s TIE-IN náhrada + TSA a HDA s LRTI na druhé straně. Přehledně zastoupení jednotlivých operačních metod zobrazuje tab. 12.

**Tab. 12** Přehled operačních metod zařazených do studie

Přehled operací ve studii						
Operační metody		Počet impl./pac.	Jednostranný výkon – pac.	Oboustranný výkon – pac.	2 stranný výkon – pac.	Počet / % selhání
<i>Artrodéza</i>		<b>21/21</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>3 / TEP</b>	<b>1 / 4,7</b>
<i>Resekční artroplastika</i>	<i>HDA</i>	<b>8/8</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>1 / TIE-IN 1 / LRTI</b>	<b>0 / 0</b>
	<i>LRTI</i>	<b>22/20</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>3 / TEP 1 / HDA</b>	<b>0 / 0</b>
<i>Interpoziční silikonová náhrada TIE-IN+TSA</i>		<b>40/36</b>	<b>21</b>	<b>4</b>	<b>10 / TEP 1 / HDA</b>	<b>2 / 5,0</b>
<i>TEP</i>		<b>136/105</b>	<b>58</b>	<b>31</b>	<b>10 / TIE-IN 3 / Artrodéza 3 / LRTI</b>	<b>3 / 2,2</b>

Z uvedených 230 operací v našem souboru se jednalo o 223 primárních výkonů. V jednom případě jsme museli provést redézu pro nezhojení a vznik paklobů. Jedenkrát jsme reimplantovali trapeziální komponentu TEP pro aseptické uvolnění a jednou pro malpozici a luxaci TEP. Dvakrát kompletně replantovali TEP na interpoziční náhradu TIE-IN s TSA pomocí FCR a ve dvou případech jsme naopak tuto náhradu pro selhání závěsu konvertovali na HDA. RTG nález u 223 primárních nálezu odpovídal osteoartróze TMC kloubu dle Eaton-Littlerovy klasifikace II. stupně ve 12 případech, III. stupně ve 145 případech a IV. stupně u 66 výkonů. Vzájemné rozložení stadií osteoartrózy I. CMC kloubu, její etiopatogeneze a způsobu operačního řešení znázorňuje graf 5.



**Graf 5** Rozložení stadií osteoartrózy I. CMC kloubu dle Eaton-Littlera v souboru ve vztahu k etiopatogenezi a způsobu operačního řešení

V případě IV. stadia dle Eaton-Littlera jsme pro hyperextenční postavení kolem 40° v I. MCP kloubu u 13 operací v rámci resekčních artroplastik a interpoziční náhrady TIE-IN s TSA přistoupili k doplňujícímu výkonu, kdy jsme z Brunerova přístupu a po protnutí A1

poutka s odtažením FPL provedli rafií volární ploténky s následnou transfixací Kirschnerovým drátem ve flexi 15-20°. V 7 případech jsme současně pro rozvinutou zig-zag deformitu s kontrakturou *m. AdP* a *m. IOD I.* doplnili aponeurotomii *AdP* a release uvedených svalů.

K operačnímu výkonu jsme indikovali pacienty, u nichž byla konzervativní terapie již bez efektu nebo přicházeli pozdě s plně rozvinutou těžkou rhizartrózou, případně s zig-zag deformitou. Podmínkou k indikaci vedle subjektivních potíží tak byl pozitivní klinický a rentgenologický nále. V rámci předoperačního/indikačního klinického vyšetření jsme prováděli manévry na vyšetření poruch prvního CMC kloubu jako *grind test*, *compression test*, *resisted opposition maneuver* a *reduction grind test* a *Glickel test*. Měřili jsme rozsah hybnosti palce ve smyslu opozice palce dle Kapandjiho (Kapandji I.A., 2007), obr. 39. K měření radiální-palmární abdukce jsme užili prstového goniometru. Výsledky jsme porovnávali pomocí skórovacího hodnocení (obr. 40).

#### **Abdukce palce**

Měření ve stupních – mezi I.metakarpem/tenarem a II.metakarpem/dlaní		
	nad 50st.	3
	40-49st.	2
	30-39st.	1
	29st. a méně	0

**Obr. 40 (Autor)** Skórovací hodnocení abdukce palce

Při RTG vyšetření a hodnocení TMC kloubu provádíme pro lepší přehlednost 4 projekce na os naviculare, vedle zadopřední (posteroanteriorní – PA) a bočné projekce na zápěstí se jedná o PA snímek v ulnární dukci a dále o projekci v dorsiflexi zápěstí, místo níž provádíme šikmý snímek v radioulnárním (RU) sklonu ruky se zápěstím a předloktím položeným na vyšetřovací desku a palcem s ukazovákem v pinzetovém úchopu.

Indikováni jsou pacienti se symptomatickou artrózou I.CMC kloubu II-IV. stupně dle Eaton-Littlera. V případě II. stadia byli zařazeni k operaci pacienti s pokročilým RTG nálezem, klinikou a po konzervativní terapii trvající minimálně rok, v případech kdy nedošlo ke zlepšení.

Před operací pacienti společně s informovaným souhlasem s operací kořenového kloubu palce ruky, který standardně používáme na našem pracovišti, podepsali souhlas se zařazením do našeho výzkumného projektu. Vedle klinického a RTG vyšetření se zhodnocením rozsahu hybnosti a stadia osteoartrózy I. CMC kloubu dle Eaton-Littlera pacienti hodnotili

funkčnost a bolestivost TMC kloubu, palce a ruky pomocí standardizovaných dotazníků DASH score (Hudak P.L. et al., 1996), VAS score. Předoperačně jsme rovněž prováděli měření síly úchopu silového dlaňového (*grasp/power grip*), z jemných klíčového (*power key pinch*) a pinzetového (*precision/tip pinch*) pomocí certifikovaný ručních dynamometrů Baseline® (obr. 41). Důležité je standardizované provedení vyšetření a měření. Pacient sedí s paží volně u těla, flexí v lokti 90° a s předloktím v neutrálním postavení.



Obr. 41 (Autor) Dynamometry Baseline®

implantátů jejich usazení a centraci. Pacienti hodnotili bolestivost a funkčnost palce a ruky pomocí dotazníků VAS a DASH skóre.

Naše studie není randomizovaná. Operační metody jsme volili s ohledem na stadium osteoartrózy dle Eaton-Littlera, stupeň snížení či destrukce trapézia, výskyt pantrapeziální artrózy a případný druhostranný výkon. Významným faktorem ve volbě operační techniky byl rovněž věk, funkční nároky a požadavky pacienta a v neposlední řadě pracovní anamnéza a způsob zatěžování/přetěžování ruky a pláce v úchopu.

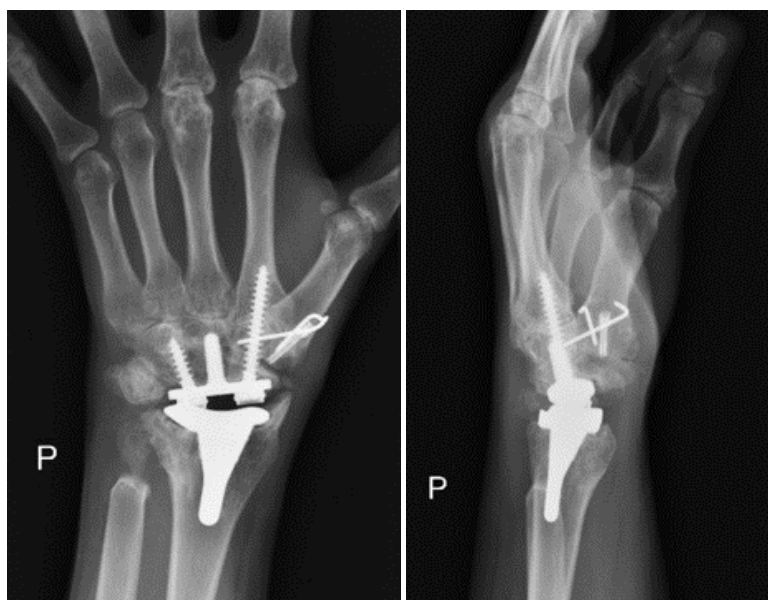
### 5.2.1. Soubor pacientů s artrodézou

Soubor složený z 12 žen a 9 mužů s věkem v rozmezí od 38 do 70 let (medián 52 let). V souboru významně převažovaly výkony na pravé ruce, poměr zastoupení dominantní a nedominantní končetiny byl 17:4. Ve třech případech byla na druhé ruce provedena TEP. Oboustrannou artrodéza v souboru není.

Pooperačně byli všichni pacienti zařazení do studie sledování klinicky i rentgenologicky v pravidelných intervalech 6 týdnů, 3 a 6 měsíců, 1 rok od operace a dále v rámci pravidelných ročních kontrol. Stejně jako předoperačně jsme prováděli měření rozsahu hybnosti palce pomocí prstového goniometru, opozice palce dle Kapandjiho, měření síly silového a jemných úchopů certifikovanými dynamometry. RTG vyšetřením jsme hodnotili prohojení artrodéz, výšku trapeziálního prostoru u resekčních artroplastik a u

V souboru dominovali pacienti s primární osteoartrózou TMC kloubu, ve 2 případech šlo o pouřazovou rhizartrózu a u 4 pacientů se jednalo o těžké postižení I.CMC kloubu revmatické etiologie. V rámci RTG nálezů se ve všech případech jednalo o rhizartrózu III. stupně dle Eaton-Littlera. Při zvažování indikace k artrodéze posuzujeme stav STT skloubení.

Podmínkou k artrodéze je zejména intaktní zachovaná kloubní štěrbina ST kloubu. Důležitá je rovněž struktura trapézia, kdy nekrosa, sklerotizace, přítomnost cyst či výrazné snížení výšky trapézia je rovněž kontraindikací k déze. 17 pacientů, 8 žen a 9 mužů, bylo manuálně těžce či středně-těžce pracujících a artrodézu řešili na své dominantní ruce. Dva nejstarší pacienti, ženy ve věku 70 a 67 let, byly revmaticky s těžkou synovialitidou a sub-/luxací kořenového kloubu pláce ruky. U jedné z nich jsme pro těžkou revmatickou artritidu celého zápěstí a provedli TEP zápěstí Freedom® (Obr. 42).



**Obr. 42 (Autor)** RTG AP a bočná projekce – artrodéza I. CMC kloubu a TEP zápěstí

Artrodézu TMC kloubu provádíme v celkové nebo svodné anestezii – axilárním bloku za použití turniketu a pod antibiotickou clonou. Z krátké 3cm incize dorzálním, ev. dorsoradiálním přístupem za současného chránění senzitivní větve *n.radialis* pronikáme mezi šlachami EPB a AbPL ke kloubnímu pouzdru. Po podélné discizi kloubního

pouzdra, uvolnění báze I. MTC a snesení osteofytů resekujeme v minimálním rozsahu kloubní plochy na bázi I. MTC a trapézium na principu „*cup and cone*“, kdy na bázi I.MTC vytváříme konvexní a na trapézium konkávní kontaktní plochu budoucí dézy. Vlastní fixaci provádíme dvěma kanalizovanými kompresními 2,2 CCS šrouby zavedenými zkříženě přes kontaktní plochu dézy. House doporučuje provádět fúzi v 40 až 45° palmární abdukci, 20 až 25° extenzi a 10 až 15° pronaci (House J.H., 1985). My provádíme palmární abdukci menší cca 30-35st. Úchopová schopnost je dostatečná a zároveň palec tolik nepřekáží při aktivitách jako je oblékání rukavic, opření ruky o podložku apod. Operační výkon provádíme pod RTG kontrolu peroperačním C-ramenem. Pooperačně fixujeme na 5 týdnů sádrovou dlahou,

následně přikládáme na 2-3 týdny snímatelnou ortézu. Následná rhb se zaměřuje na jizvu, mobilizaci I. MCP kloubu a zápěstí.

V námi hodnoceném souboru 21 artrodéz došlo jedenkrát k neprohojení a rozvoji pakloubu. Do ½ roku od primárního výkonu jsme přistoupili k operační revizi se spongioplastikou s odběrem z processus styloideus radii a opětovnou fixací kanalizovanými kompresními šrouby 3,0 CCS. Pooperační režim byl stejný jako v případě primární operace.

### **5.2.2. Soubor pacientů s resekční artroplastikou**

V souboru složeném z 8 HDA a 22 LRTI dle Burton-Pellegriniho je zastoupeno 23 žen a 4 muži ve věkovém rozmezí 52-80 let (medián 62 let) v době implantace. S ohledem na velikost souboru a mnoha pracemi včetně prospektivních randomizovaných studií prokázané rovnocenné klinické výsledky co do rozsahu pohybu, síly úchopu, a srovnatelná hodnocení bolestivosti a celkové spokojenosti pacienta v rámci resekčních artroplastik (Belcher H.J., Nicholl J.E., 2000; Davis T.R. et al., 2004; De Smet L. et al., 2004; Field J., Buchanan D., 2007; Gangopadhyay S. et al., 2012; Kriegs-Au G. et al., 2004; Salem H., Davis T.R., 2012; Sandvall B.K. et al., 2010; Vermeulen G.M. et al., 2009) jsme náš soubor dále netříštili a jeho výsledky hodnotíme a uvádíme dohromady.

V souboru převažovaly výkony na pravé ruce, poměr zastoupení dominantní a nedominantní končetiny byl 19:11. Z 22 LRTI dle Burton-Pellegriniho byl proveden dvakrát oboustranný výkon, vždy ve dvou dobách. Ve třech případech byla LRTI kombinována s druhostrannou TEP, jedenkrát byla kombinována HDA s interpoziční náhradou TIE-IN s TSA a u jednoho pacienta byla na jedné straně provedena HDA a na druhé LRTI. Ve dvou případech byla HDA užitá jako revizní technika po selhání závěsu interpoziční silastikové náhrady TIE-IN. Jednalo se o dvě pacientky, revmaticky, kde došlo po 5ti letech k selhání závěsu FCR a následné sub-/luxaci implantátu s proximalizací I.MTC a zkrácením I. sloupce. Ve 22 případech byla indikací primární idiopatická osteoartróza, u 6 pacientů bylo postižení TMC kloubu revmatické etiologie a ve 2 případech se jednalo o revizní výkon po selhání interpoziční silastikové náhrady TIE-IN. Rentgenologicky se jednalo o osteoartrózu III-IV. stupně dle Eaton-Littlerovy klasifikace. III. stupni, s přítomností významné sklerotizace, subchondrálních cyst či hraniční výšky trapézia, odpovídalo 9 případů a u 19 výkonů se jednalo o osteoartrózu TMC kloubu IV. stupně s těžkou defigurací trapézia, významným snížením jeho výšky a s rozvinutou STT artrózou.

Resekční artroplastiku I. CMC kloubu provádíme v celkové nebo svodné anestezii – axilárním bloku za použití turniketu a pod antibiotickou clonou.

V případě HDA z krátké 3cm dorsální/dorsoradiální incize od báze I. MTC přes trapezium za současného chránění senzitivní větve *n. radialis* pronikáme mezi šlachami EPB a AbPL ke kloubnímu pouzdru. Dle Fitzgeralda provádíme podélnou kapsulotomii s vytvořením volárního a dorsálního listu kapsuly pro snazší expozici trapézia a jeho následnou extirpaci, kterou provádíme po částech pomocí oscilační pily a luera za současného chránění FCR. Po úplném odstranění všech kostních fragmentů trapézia stabilizujeme I. MTC jedním 1,6mm Kirschnerovým drátem, zavedeným z dorsoradiálního intervalu báze I. MTC do II. MTC. Tuto fixaci a stabilizaci provádíme po distrakci I. paprsku, kdy báze I. MTC je v úrovni báze II. MTC a palec je v dostatečné abdukci a pronaci tak, aby při sevření prstů ruky v pěst se bříško distálního článku place dotýkalo laterální hrany PIP kloubu. Následuje sutura kloubního pouzdra a kůže (Fitzgerald B.T., Hofmeister E.P., 2008). Palec fixujeme krátkou sádrou dlahou přes zápěstí a I. MCP kloub, IP kloub palce je ponechán volný. Po 5 týdnech dlahu i Kirschnerovy dráty ambulantně odstraňujeme a následuje aktivní a pasivní cvičení. Po dobu dalších 2 až 3 týdnů užíváme k podpoře stability palce snímatelnou plastovou dlahu.

LRTI dle Burton-Pellegriniho provádíme z dorsoradiálního přístupu v délce 3cm, kdy opět v intervalu mezi AbPL a EPB za současného chránění *ramus superficialis n. radialis* pronikáme ke kloubnímu pouzdru. Z podélné incize kloubního pouzdra uvolňujeme a pomocí oscilační pily a luera odstraňujeme trapézium po částech s maximálním šetřením kapsuloligamentózního aparátu, chráněním FCR a jeho úponu na bázi II. MTC. Odstraňujeme nitrokloubní myšky, volné kostěné fragmenty a na bázi I. MTC osteofyty. Z krátké incize na distálním předloktí volárně asi 6–8 cm proximálně od zápěstní rýhy lokalizujeme šlachy FCR a uvolníme z ní ulnární 1/3–1/2. Pomocí tendon passeru je tento šlachový štěp skluzem provlečen do prostoru po trapézium a postupně uvolněn až do místa svého úponu na bázi II. MTC. 3,2mm vrtákem vytvoříme kanál v bázi I.MTC vedený šikmo z dorsální plochy 1cm distálně od kloubní plochy ulnovolárním směrem k místu úponu LAOP. Šlachový štěp protahujeme tímto kanálem v opačném směru na dorsum báze I. MTC, který následně stabilizujeme jedním 1,4-1,5mm Kirschnerovým drátem perkutánně zavedeným mezi I. a II. MTC. Fixované postavení I. MTC musí být v ose scaphoidea se zachovaným prostorem po TT s bázi I.MTC v úrovni s II. MTC v dostatečné abdukci a pronaci, aby byl možný pinzetový úchop mezi palce a ukazovákem. Následně šlachový skluz FCR tonizujeme se zachováním intermetakarpálního intervalu cca 2mm jako prevence



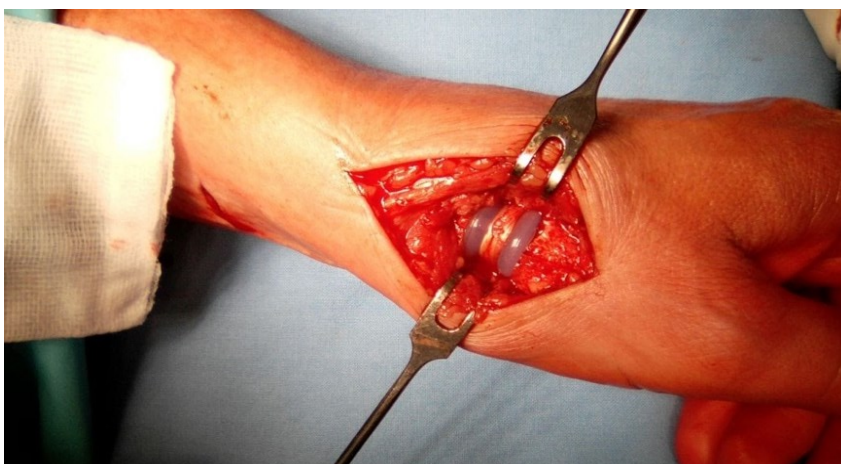
bolesti a addukčního postavení na jedné straně a nestability a příliš slabého úchopu na straně druhé. Šlachový štěp fixujeme v místě výstupu na dorsu I. MTC kostním stehem či 1,5mm Jugger knot soft kotvou. Ze zbylé části šlachového skluzu vytváříme smotek, který po prošíání vložíme do prostoru po trapézii a zde fixujeme 3/0-4/0 PDS vláknem ke šlaše FCR na spodině a jedním až dvěma stehy ke kloubnímu pouzdru ke zvýšení jeho stability. Po sutuře kloubního pouzdra a kůže přikládáme sádrovou fixaci na palec na dobu 5-6 týdnů, kdy Kirschnerův drát odstraňujeme po 4týdnech. Poté zahajujeme rhh a cvičení, přičemž na spaní ponecháme ještě na 2 týdny snímatelnou dlahu či ortézu (Burton R.I., Pellegrini V.D., 1986; Jurča J. et al., 2016).

### **5.2.3. Soubor pacientů s interpoziční náhradou TIE-IN s TSA**

Totální interpoziční silastikovou náhradu TIE-IN kombinujeme se šlachovým závěsem pomocí FCR. Jedná se tedy vlastně o formu interpoziční a závěsné artroplastiky, kdy na místo šlachy vyplňující prostor po trapézii užíváme silikonový implantát příslušné velikosti. Tato náhrada daný prostor vyplňuje zcela a tím brání kolapsu a proximální migraci I.MTC a palce, k nimž v případě TI, TSA či LRTI vždy dochází. Navíc tímto implantátem při užití šlachového závěsu pomocí skluzu části FCR udržujeme centrum rotace I. sloupce v jeho dlouhé ose.

Hodnotili jsme výsledky 40 náhrad u 36 pacientů, u 4 z nich jsme náhradu implantovali oboustranně, a to vždy ve dvou dobách. U 11 pacientů byl na druhé straně proveden jiný operační výkon. V 10 případech se jednalo o kombinaci s TEP, jedenkrát s HDA. Soubor byl složen z 30 žen a 6 mužů. Věk pacientů v době implantace byl v rozmezí od 50 do 81 let (medián 64 let). V souboru převažovaly výkony na levé ruce, poměr zastoupení dominantní a nedominantní končetiny byl 16:24. V rámci RTG vyšetření byli indikováni pacienti se symptomatickou artrózou I. CMC kloubu III. a IV. stadia dle Eaton-Littlera, kdy se III. stupeň vyskytoval ve 14 případech a 24 operačních výkonů byl provedeno na rhizartrózu IV. stupně, přičemž 31 osteoartróz bylo primární a 7 revmatické etiologie. Ve 2 případech se jednalo o revizní / sekundární výkon po selhané TEP. Naopak dvakrát došlo po zhruba pěti letech k selhání závěsu a sub-/luxací s proximalizací I.MTC, zkrácením I. sloupce a doprovodnou reaktivní synovialitidou. V obou situacích se jednalo o pacientky s nedostatečně léčenou revmatoidní artritidou (RA), přičemž u jedné z nich došlo k dekompenzaci RA a celkového stavu pacienta při Ca plíc.

Výkon provádíme rovněž v celkové nebo svodné anestezii – axilárním bloku za použití turniketu a pod antibiotickou clonou. Preferujeme dorsální/dorsoradiální přístup s kožním řezem centrovaným přes trapéz v délce 3cm. Po identifikaci EPB a AbPL volíme interval mezi těmito šlachami jako místo podélné incize kloubního pouzdra, čímž snižujeme riziko poranění *ramus superficialis n. radialis*. Po podélné kapsulotomii a dostatečném uvolnění trapézia s šetřením kapsulo-ligamentózních struktur, trapézium odstraňujeme po částech pomocí oscilační pily a luera za současného chránění FCR, jehož průběh a úpon na bázi II.MTC následně verifikujeme. Z krátké incize na distálním předloktí volárně asi 6–8 cm proximálně od zápěstní rýhy lokalizujeme šlachu FCR a uvolníme z ní ulnární 1/3–1/2. Tendon passerem je tento šlachový štěp skluzem provlečen do prostoru po trapéziu a postupně uvolněn až do místa svého úponu na bázi II. MTC. Poté pomocí pily resekujeme bázi I. MTC v minimálním rozsahu za současného snesení kloubní plochy. Originální rašplí připravujeme dřevovou dutinu pro zavedení dřívku implantátu. Pomocí zkušebních šablon zvolíme definitivní velikost originální náhrady trapézia TIE-IN. Šlachový štěp FCR obtáčíme ve směru hodinových ručiček okolo těla implantátu a suturou fixujeme 3/0-4/0 PDS vláknem k intaktní části FCR při úponu na bázi II. MTC. Díky speciálnímu tvaru náhrady je šlacha vedena v hlubokém žlábků po obvodu jejího těla, čímž je zamezeno luxaci implantátu a je tak zajištěno dobré držení a stabilita této silikonové náhrady (Obr. 43). Zároveň je tak, díky dlouhému čepu implantátu zavedeného do dřevové dutiny I.MTC, proveden stabilní závěs celého I. MTC resp. celého palce. Následně šlachovou kličku po obvodu implantátu fixujeme jednotlivými stehy 3/0-4/0 PDS vlákna ke kloubnímu pouzdru.



**Obr. 43 (Autor)** implantát TIE-IN – peroperační snímek, šlachová závěs FCR okolo implantátu

Po sutuře pouzdra a kůže nakládáme sádrovou dlahu na 4-5 týdnů. Poté přikládáme snímatelnou ortézu na spaní a zátěž po dobu 14 dnů a instruuje pacienty k individuální rehabilitaci.

#### 5.2.4. Soubor pacientů s TEP

Hodnotili jsme výsledky 136 náhrad u 105 pacientů, u 31 z nich jsme endoprotézu implantovali oboustranně, a to vždy ve dvou dobách. U 16 pacientů byl na druhé straně proveden jiný operační výkon. V 10 případech se jednalo o kombinaci s interpoziční silikonovou náhradou TIE-IN + TSA pomocí FCR, dvakrát šlo o 3 případy s druhostrannou artrodézou respektive LRTI dle Burton Pellegriniho.

Soubor byl složen z 96 žen a 9 mužů. Věk pacientů v době implantace byl v rozmezí od 43 do 77 let (medián 56 let). V souboru převažovaly výkony na levé ruce, poměr zastoupení dominantní a nedominantní končetiny byl 63:73. Ve 125 případech jsme indikovali pacienty s primární idiopatickou rhizartrózou, v 7 případech se sekundární osteoartrózou TMC kloubu revmatické a 4 případem poúrazové etiologie. Soubor jsme dále rozdělili dle věku a pracovního zařazení pacientů do 3 skupin. Do první skupiny jsme zařadili 80 implantací u 60 pacientů v důchodovém věku, do druhé skupiny 34 náhrad u 25 ti pacientů vykonávající nemanuální a kancelářskou práci a do třetí bylo umístěno rovněž 22 náhrad u 20 ti pacientů naopak vykonávající manuální práci různého stupně zátěže.

V rámci RTG vyšetření byli indikováni pacienti se symptomatickou artrózou I. CMC kloubu II., III. a počínajícího IV. stupně dle Eaton-Littlera. Radiologický nález dle této klasifikace odpovídal ve 12 případech II. stupni, 101 případech III. stupni a v 23 případech počínajícímu IV. stupni degenerativních změn. Významné snížení či destrukce trapézia či rozvoj těžké pantrapeziální artrózy jsme považovali za kontraindikaci k tomuto typu operačního výkonu.

TEP prvního CMC kloubu provádíme v celkové nebo svodné anestezii – axilárním bloku za použití turniketu a pod antibiotickou clonou. Z krátké 2-3cm incize dorzálním/dorsoradiálním přístupem za současného chránění senzitivní větve *n. radialis* pronikáme mezi šlachami EPB a AbPL ke kloubnímu pouzdru. Po podélné discizi kloubního pouzdra a dostatečném uvolnění resekujeme bázi I. MTC v minimálním rozsahu za současného snesení kloubní plochy. Snášíme zbylé osteofyty a vrchol palmárního výběžku I. MTC. Pomocí originálních rašplí připravujeme dřevovou dutinu na odpovídající velikost implantátu, se zavedením zkušební šablony. Následuje úprava trapézia se snesením osteofytů a minimální resekci kloubní plochy do roviny, která tak zahrnuje pouze odstranění výběžků sedlovitého tvaru kloubu. Po naložení elevatorií pomocí originálních fréz frézujeme lůžko pro jamku ve vyměřeném středu trapézia. Implantujeme nejprve jamku do oblasti trapézia a následně také definitivní dřík do I. MTC. Po vyzkoušení pomocí zkušebních modulárních krčků s hlavičkou za kontroly stability a vyloučení impingementu ve všech možných polohách palce usazujeme definitivní krček s hlavičkou. Důležité je zejména

vyzkoušení stability v krajní opozici s flexí palce, maximální abdukci a dále hyperextenzi palce s dorsiflexí zápěstí jako simulaci zapření se o dlaň a ruku. Suturujeme v anatomických vrstvách a fixujeme sádrovou dlahou na 2 týdny. Tato imobilizace je pouze analgetická a ke zhojení měkkých tkání. Následně přikládáme ještě a pouze na týden snímatelnou ortézu a instruujeme pacienty k individuální rehabilitaci. Současně dovolujeme pozvolna běžné činnosti k sebeobsluze, s tím že operovaná ruka musí být šetřena od větší či delší zátěže ve smyslu silového úchopu. Plnou zátěž dovolujeme až po 3měsících od operace. Důvodem je necementovaný typ endoprotézy a dostatečná doba k jeho prohojení/osteointegraci do kosti, s minimalizací rizika možného uvolnění, zejména trapeziální komponenty – jamky při aktivitách v silovém úchopu palce a přetěžování ruky.

Pacientům v uváděném souboru byla implantována ve 27 případech totální endoprotéza Elis® (Beznoska, Česká republika), ve 42 případech totální náhrada Ivory® (Memomental, Bruz, Francie) a 67 případech totální endoprotéza Touch® Dual mobility (KeriMedical, Švýcarsko/Francie). U všech implantátů se jedná necementovanou pressfitovou endoprotézu s povrchovou úpravou komponent hydroxyapatitem (Obr. 44-46). V případě náhrady Elis® je i varianta cementované jamky, která byla v našem souboru použita desetkrát z 27 uvedených implantátů. Tyto modulární protézy se skládají z jamky oválné v případě endoprotézy Elis® nebo kónické v případě endoprotézy Ivory®, s vyjímatelnou artikulační vložkou s vysokomolekulárního polyetylenu Cestline®, dříku a krčku s hlavičkou.



Obr. 44 (Autor) TEP Elis® - peroperační foto

U implantátu Elis® jsou jamky k dispozici ve dvou velikostech 9 a 10mm, dříky v pěti velikostech 1-5 a hlavičky o velikosti 5mm s krčky ve variantě přímé nebo valgusní 15stupňů ve 4délkách. U implantátu Ivory® jsou jamky v dispozici ve třech velikostech 9, 10 a 11mm, dříky v pěti

velikostech 1-5 a hlavičky o velikosti 4mm s valgusními krčky 15 stupňů ve 3 délkách s možností implantace v neutrální, -30 či + 30 stupňů rotaci (Závodný I. et al, 2018). Implantát TOUCH® využívající koncept duální mobility se skládá z anatomického dříku vyrobeného ze slitiny titanu, který je k dispozici v pěti různých velikostech, do kterého je vložen krček

z nerezové oceli (dostupný ve výšce 6, 8 a 10 mm) s hlavičkou 4 mm buď v rovném nebo 15° offsetovém provedení. Mechanismus duální mobility je zaručen polyethylenovou vložkou, která je předem sestavena na hlavičce. Vnitřní povrch jamky o průměru 4 mm se kloubí s hlavou protézy, vnější povrch o průměru 7 mm nerezové jamky je implantován do trapézia. Tato protéza se tedy skládá ze dvou soustředných kloubů: menší mezi hlavou z nerezové oceli a polyethylenovou vložkou, stejně jako větší mezi polyethylenovou vložkou a jamkou. Jamka je buď sférická s pěti antirotačními žebry a špičatou korunkou nebo kónická, v obou případech je k dispozici v průměru 9 a 10 mm (Froschauer S.M. et al., 2021; Gonzales-Espino P. et al., 2021).



**Obr. 46 (Autor) TEP Ivory® - peroperační foto**



**Obr. 45 (Autor) TEP TOUCH® - peroperační foto**

### 5.3. Výsledky klinické části

Dle metodiky u všech pacientů zařazených do studie proběhlo předoperačně a pooperačně klinické a funkční vyšetření, RTG vyšetření a dotazníkové hodnocení pacientem v intervalech 6 týdnů, 3 a 6 měsíců, 1 rok od operace a dále v pravidelných ročních intervalech. V naší studii hodnotíme výsledky operačních metod léčby pokročilé rhizartrózy provedených autorem od září 2011, které splňují metodiku a dobu sledování minimálně 3 let od operace.

#### 5.3.1. Soubor pacientů s artrodézou

##### 5.3.1.1. Objektivní hodnocení

V rámci klinického a funkčního vyšetření jsme hodnotily rozsah hybnosti a sílu úchopu u 21 artrodéz. Jednalo se o jednostranné výkony u 12 žen a 9 mužů s poměrem zastoupení dominantní versus nedominantní ruka 17:4. Ve třech případech byla na druhé ruce, vždy nedominantní, provedena TEP. Hybnost palce jsem posuzovali pomocí opozice dle Kapandjiho a hodnocení abdukce, kdy vlivem artrodézy došlo pooperačně k omezení rozsahu pohybu. Tab. 13 ukazuje výsledky hodnocení opozice palce dle Kapandjiho.

**Tab. 13** Kapandji skóre hodnocení abdukce u artrodézy I. CMC kloubu

ARTRODÉZA	Počet implantací (%)	Kapandji					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	21 (100)	<b>7.52</b>	<b>5.38</b>	<b>5.76</b>	<b>6.05</b>	<b>6.05</b>	<b>6.05</b>
V důchodu, v domácnosti	4 (19)	6.25	5.25	5.75	6.00	6.00	6.00
Manuálně pracující	17 (21)	7.82	5.41	5.77	6.06	6.06	6.06

Artrodézu TMC kloubu fixujeme v palmární a radiální dukci 30-35° s pronací palce 10-15°, tak aby břicho distálního článku palce bylo při sevřené pěsti v kontaktu s laterálním okrajem proximálního IP (PIP) kloubu II. prstu. Následný pohyb do abdukce, který jsme měřili prstovým goniometrem, byl velmi diskrétní a pohyboval se v rozmezí 5-10°, kdy vycházel z ST skloubení. Průměrné hodnota radiální abdukce se tak z předoperačního skóre 2,33 snížila na pooperační 1,67 rok po výkonu (obr. 40).

Pomocí certifikovaných ručních dynamometrů Baseline® (obr. 41) jsme měřili a hodnotili sílu úchopu velkého/hrubého, jako je dlaňový (*grasp/power grip*) a malých/jemných jako je klíčový (*power key pinch*) a pinzetový (*precision/tip pinch*). Oproti předoperačním nálezům došlo k výraznému navýšení síly stisku a úchopu. Hrubý silový úchop (*power grip*) se ve skupině artrodéz v průměru zvýšil z předoperačních 18,9 kg na 27,0 kg rok operací. V rámci jemných úchopů se zlepšila síla v klíčovém (*key pinch*) a pinzetovém (*tip pinch*) úchopu z průměrných 4,33 a 3,05 kg před výkonem na pooperačních 6,33 kg a 4,88 kg rok po výkonu. V tab. 14 jsou uvedeny jednotlivé výsledky i s ohledem na pohlaví.

**Tab. 14** Výsledné hodnoty měření síly - *grasp*, *key pinch* a *tip pich* u artrodézy I. CMC kloubu

ARTRODÉZA	Počet implantací (%)	GRASP (kg)					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	21 (100)	<b>18.9</b>	<b>20.9</b>	<b>23.9</b>	<b>27.0</b>	<b>28.0</b>	<b>27.38</b>
MUŽI	9 (43)	24.33	26.33	29.33	32.33	33.44	32.78
ŽENY	12 (57)	14.83	16.83	19.83	22.83	23.92	23.33
		KEY PINCH (kg)					
Celkový soubor	21 (100)	<b>4.33</b>	<b>4.83</b>	<b>5.33</b>	<b>6.33</b>	<b>6.59</b>	<b>6.64</b>
MUŽI	9 (43)	4.83	5.33	5.83	6.83	7.11	7.17
ŽENY	12 (57)	3.96	4.46	4.96	5.96	6.21	6.25
		TIP PINCH (kg)					
Celkový soubor	21 (100)	<b>3.05</b>	<b>3.33</b>	<b>3.83</b>	<b>4.88</b>	<b>4.88</b>	<b>4.93</b>
MUŽI	9 (43)	3.83	4.11	4.61	5.72	5.72	5.77
ŽENY	12 (57)	2.45	2.75	3.17	4.25	4.25	4.29

V rámci kontrol 6 týdnů, 3 a 6 měsíců, 1 rok po operaci a dále v ročních intervalech provádíme pravidelná RTG vyšetření. V případě artrodéz v počátcích k zjištění míry prohojení a později k posouzení rozvoje sekundární ST a STT artrózy. RTG provádíme standardně ve 4 projekcích na os naviculare. Na obr. 47 jsou znázorněny PA a šikmé projekce v ulnární a radiální dukci na artrodézu I. CMC kloubu.



**Obr. 47 (Autor)** Artrodéza I. CMC kloubu, PA a šikmé projekce v ulnární a radiální dukci

### **5.3.1.2. Subjektivní hodnocení**

Předoperačně, následně v pravidelných intervalech 3, 6 měsíců a 1rok od operace a dále v rámci pravidelných ročních kontrol pacienti hodnotili pomocí VAS celkovou bolestivost v rámci každodenního režimu. Při srovnání předoperačních hodnot a hodnot po operaci bylo patrné výrazné snížení bolesti z průměrné 7,67 na 0,67 rok po výkonu, přičemž u každého z nich došlo k poklesu minimálně o 3 body škály. Kompletní data jsou uvedena v tab. 15. K hodnocení funkčnosti ruky a posouzení schopnosti vykonávat běžné aktivity jsme použili dotazník DASH skóre. Vedle standardního dotazníku jsme pro účely naší studie vytvořili cílený modul tzv. DASH - palec, kdy jsme z originálního dotazníku vyčlenili čtyři otázky na úchopové aktivity palce: schopnost otevřít těsně zašroubovaný uzávěr, otevřít těžké dveře/okno, provádění domácích prací, provádění aktivit v jemném úchopu (psaní, odemykání, krájení, apod.). Již po 3 měsících od operace jsme zaznamenali výrazné zlepšení v průměru o 42 bodů ve standardním DASH skóre. Rok po výkonu to bylo dokonce o 49 bodů. V cíleném modulu na palec došlo k zlepšení skóre o 48 respektive 56 bodů 3 měsíce a rok po výkonu. Podrobnější výsledky jsou zaznamenány v tab.16 a 17.



**Tab. 15** Výsledné hodnoty bolestivosti dle VAS (visual analogue scale) u artrodézy

ARTRODÉZA	Počet implantací (%)	VAS					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	21 (100)	<b>7.67</b>	<b>2.05</b>	<b>1.19</b>	<b>0.67</b>	<b>0.67</b>	<b>0.57</b>
V důchodu, v domácnosti	4 (19)	6.5	1.75	0.75	0.5	0.5	0.25
Manuálně pracující	17 (21)	7.94	2.18	1.29	0.7	0.7	0.65

**Tab. 16** Výsledné hodnoty DASH skóre u artrodézy

ARTRODÉZA	Počet implantací (%)	DASH					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	21 (100)	<b>61.05</b>	<b>19.28</b>	<b>12.58</b>	<b>11.8</b>	<b>11.53</b>	<b>11.53</b>
V důchodu, v domácnosti	4 (19)	63.75	20.63	14.33	13.05	12.77	12.77
Manuálně pracující	17 (21)	60.41	17.5	10.83	10.55	10.27	10.27

**Tab. 17** Výsledné hodnoty DASH skóre - modul na palec u artrodézy

ARTRODÉZA	Počet implantací (%)	DASH - palec					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	21 (100)	<b>67.57</b>	<b>19.04</b>	<b>12.5</b>	<b>11.31</b>	<b>10.71</b>	<b>10.71</b>
V důchodu, v domácnosti	4 (19)	71.88	20.31	15.62	12.5	10.93	10.93
Manuálně pracující	17 (21)	66.54	18.75	11.76	11.03	10.66	10.66

### 5.3.1.3. Komplikace

Peroperační průběh byl bez komplikací. Pooperačně jsme nezaznamenali žádné infekční komplikace. Ve 2 případech jsme evidovali přechodnou hypestezii až dysestezii radiální části palce, která se do 3 měsíců spontánně upravila a vymizela.

Z celkové počtu 21 artrodéz došlo v jednom případě k neprohojení a rozvoji pakloubu. Do ½ roku od primárního výkonu jsme přistoupili k operační revizi se spongioplastikou s odběrem z processus styloideus radii a opětovnou fixací pomocí kanalizovaných kompresních šroubů 3,0 CCS pod RTG kontrolou C-ramenem.

### 5.3.2. Soubor pacientů s resekční artroplastikou

#### 5.3.2.1. Objektivní hodnocení

Rozsah hybnosti a sílu úchopu v rámci souboru, kde byla zastoupena HDA a LRTI dle Burton-Pellegriniho, jsme hodnotili u 27 pacientů a 30 rukou. Ve dvou případech šlo o oboustranný výkon LRTI. U jednoho pacienta byla na druhé ruce interpoziční náhrada TIE-IN + TSA a jedenkrát se jednalo pacienta s HDA na jedné a LRTI na druhé straně. U obou operačních technik došlo srovnatelně k zlepšení rozsahu pohybu palce jak do opozice tak abdukce. Opozice palce hodnocená dle Kapandjiho se v průměru zvýšila z předoperačních 7,8/10 na pooperačních 9,0/10 rok po výkonu, jak je zaznamenáno v tab. 18.

**Tab. 18** Kapandji skóre hodnocení abdukce u resekční artroplastiky I. CMC kloubu

LRTI + HDA	Počet implantací (%)	Kapandji					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	30 (100)	7.8	8.4	8.8	9.00	9.00	9.00
V důchodu, v domácnosti	15 (50)	7.73	8.27	8.67	8.87	8.87	8.87
Nemanuální a kancelářská práce	13 (43)	7.92	8.54	8.92	9.15	9.15	9.15
Manuální práce	2 (7)	7.5	8.5	9.00	9.00	9.00	9.00

Abdukci palce jsme vyšetřovali pomocí prstového goniometru a následně vyhodnocovali pomocí skóre. Radiální abdukce I. paprsku/palce se zlepšila z předoperačního průměru 2,23 na pooperační 2,63 rok po výkonu. Před výkonem byla ve 13 (43%) případech abdukce prakticky plná, respektive nad 50°, 11 (37%) palců mělo abdukci v rozmezí 40-49° a v 6 (20%) případech byla abdukce menší než 40°. Pooperačně rok po výkonu ve všech případech byla abdukce nad 40°, přičemž v 63% (19 rukou) byla vyšší než 50°.

Sílu úchopu hrubého, dlaňového (*power grip*) i jemných klíčového a pinzetového (*power key pinch* a *power tip pinch*) jsme měřili a hodnotili pomocí certifikovaných dynamometrů

Baseline®. Hrubý silový úchop (*power grip*) se v průměru zvýšil z předoperačních 15.7 kg na 20,7 kg rok operaci. V rámci jemných úchopů se rovněž zlepšila síla v klíčovém (*key pinch*) a pinzetovém (*tip pinch*) úchopu z průměrných 3,78 a 2,6 kg před výkonem na pooperačních 4,38 kg a 3,2 kg rok po výkonu. V tab. 19 jsou uvedeny jednotlivé výsledky i s ohledem na pohlaví.

**Tab. 19** Výsledné hodnoty měření síly - *grasp*, *key pinch* a *tip pich* u resekční artroplastiky I. CMC kloubu

LRTI + HDA	Počet implantací (%)	GRASP (kg)					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	30 (100)	<b>15.73</b>	<b>14.83</b>	<b>17.76</b>	<b>20.7</b>	<b>21.65</b>	<b>21.6</b>
MUŽI	4 (13)	22.25	21.5	24.5	26.5	27.75	27.75
ŽENY	26 (87)	14.73	13.81	16.73	19.81	20.73	20.65
		KEY PINCH (kg)					
Celkový soubor	30 (100)	<b>3.78</b>	<b>3.28</b>	<b>3.57</b>	<b>4.38</b>	<b>4.68</b>	<b>4.37</b>
MUŽI	4 (13)	4.75	4.25	4.55	5.38	5.62	5.25
ŽENY	26 (87)	3.63	3.12	3.43	4.23	4.54	4.23
		TIP PINCH (kg)					
Celkový soubor	30 (100)	<b>2.6</b>	<b>2.1</b>	<b>2.4</b>	<b>3.2</b>	<b>3.5</b>	<b>3.18</b>
MUŽI	4 (13)	3.63	3.13	3.42	4.25	4.5	4.13
ŽENY	26 (87)	2.42	1.94	2.24	3.04	3.34	3.04

V rámci RTG vyšetření jsme posuzovali proximální migraci I. paprsku. Pro její hodnocení jsme použili „poměr lichoběžníkového prostoru“, radiografickou metodu pro posouzení prostoru obsazeného lichoběžníkem (Kadiyala R.K. et al., 1996). Tento prostor je vypočten dělením výšky trapeziálního prostoru délkou proximálního článku palce. Minimalizuje se tak variabilita v lichoběžníkovém prostoru daná různou velikostí rukou. Měření jsme prováděli na PA snímku v klidu, stressové projekce jsme neprováděli.



**Obr. 48 (Autor)** „Poměr lichoběžníkového prostoru „ na PA projekci

Kadiyala ve své práci uvádí, že „poměr lichoběžníkového prostoru“ se pohybuje v průměru  $0,476 \pm 0,033$  u normálních palců,  $0,372 \pm 0,084$  u pokročilé artrózy TMC kloubu a  $0,270 \pm 0,078$  v průměru po resekční artroplastice I. CMC kloubu bez ohledu na techniku (Kadiyala R.K. et al., 1996). Naše výsledky potvrdily závěry prací hodnotících proximální migraci a lichoběžníkový prostor (Kadiyala R.K. et al., 1996; Sandvall B.K. et al., 2010). „Poměr lichoběžníkového prostoru“ v našem souboru resekčních artroplastik činil  $0,29 \pm 0,08$ , což znamenalo snížení v průměru zhruba o 30% proti hodnotám získaným s RTG snímků zdravých kořenových kloubů (Obr. 48). Potvrdili jsme tak, že resekční artroplastiky s TT bez ohledu na provedení

či neprovedení šlachové interpozice či závěsu neudrží lichoběžníkový prostor a délku palce (Gray K.V., Meals R.A., 2007; Kadiyala R.K. et al., 1996; Sandvall B.K. et al., 2010; Sirotakova M. et al., 2007; Tomaino M.M. et al., 1995).

### 5.3.2.2. *Subjektivní hodnocení*

Bolest v rámci každodenního režimu jsme hodnotili pomocí VAS skóre, a to předoperačně a v pravidelných intervalech dle metodiky naší studie. Došlo k snížení celkové bolestivosti z průměrných předoperačních hodnot 7,5 na 1,0 rok po výkonu. Přesná data jsou uvedena v tab. 20. Pomocí dotazník DASH skóre jsme posuzovali funkčnost ruky a schopnost vykonávat běžné aktivity. Pro zhodnocení palce v úchopu jsme použily námi vytvořený cílený modul tzv. DASH - palec, složený ze čtyř otázek na úchopové aktivity palce. Po 3 měsících od operace jsme zaznamenali zlepšení v průměru o 37 bodů ve standardním DASH skóre. Rok po výkonu to bylo dokonce o 47 bodů. V cíleném modulu na palec došlo k zlepšení skóre o 38 respektive 50 bodů 3 měsíce a rok od operace. Podrobnější výsledky jsou zaznamenány v tab. 21 a 22.

**Tab. 20** Výsledné hodnoty bolestivosti dle VAS (visual analogue scale) u resekční artroplastiky

LRTI + HDA	Počet implantací (%)	VAS					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	30 (100)	<b>7.5</b>	<b>1.93</b>	<b>1.6</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>0.9</b>
V důchodu, v domácnosti	15 (50)	7.4	1.87	1.53	0.87	0.87	0.8
Nemanuální a kancelářská práce	13 (43)	7.61	1.92	1.62	1.08	1.08	0.92
Manuální práce	2 (7)	7.5	2.5	2.0	1.5	1.5	1.5

**Tab. 21** Výsledné hodnoty DASH skóre u resekční artroplastiky

LRTI + HDA	Počet implantací (%)	DASH					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	30 (100)	<b>63.15</b>	<b>25.86</b>	<b>19.25</b>	<b>16.14</b>	<b>15.67</b>	<b>15.67</b>
V důchodu, v domácnosti	15 (50)	64.19	27.72	20.72	17.61	16.89	16.89
Nemanuální a kancelářská práce	13 (43)	62.11	23.9	17.88	14.62	14.42	14.42
Manuální práce	2 (7)	62.09	24.58	17.5	15.0	14.58	14.58

**Tab. 22** Výsledné hodnoty DASH skóre - modul na palec u resekční artroplastiky

LRTI + HDA	Počet implantací (%)	DASH - palec					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	30 (100)	<b>68.75</b>	<b>30.0</b>	<b>20.0</b>	<b>18.12</b>	<b>18.12</b>	<b>18.12</b>
V důchodu, v domácnosti	15 (50)	70.42	30.83	22.5	20.0	20.0	20.0
Nemanuální a kancelářská práce	13 (43)	67.3	28.84	19.23	16.35	16.35	16.35
Manuální práce	2 (7)	65.63	31.25	18.75	15.63	15.63	15.63

### 5.3.2.3. *Komplikace*

Peroperační průběh výkonů byl bez komplikací. Pooperačně jsme nezaznamenali žádné infekční komplikace. Ve 4 případech jsme evidovali přechodnou hypestezii až dysestezii podél jizvy a dorsa palce, která se do 3 měsíců spontánně upravila a vymizela.

### 5.3.3. Soubor pacientů s interpoziční náhradou TIE-IN s TSA

#### 5.3.3.1. *Objektivní hodnocení*

V souboru jsme při klinickém a funkčním vyšetření hodnotili rozsah hybnosti a sílu úchopu u 40 interpozičních silikonových náhrad TIE-IN s šlachovým závěsem FCR u 36 pacientů. U 4 pacientů se jednalo o oboustranný výkon. V 10 případech byla na druhé ruce provedena TEP a u jednoho pacienta byla na druhé straně resekční artroplastika HDA. Opozice palce dle Kapandjiho se v průměru zlepšila z předoperační 7,8/10 na pooperační 9,3/10 rok po zákroku, jak je uvedeno v tab. 23.

**Tab. 23** Kapandji skóre hodnocení abdukce u interpoziční náhrady TIE-IN s TSA

TIE-IN + TSA	Počet implantací (%)	Kapandji					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	40 (100)	<b>7.8</b>	<b>8.4</b>	<b>8.8</b>	<b>9.3</b>	<b>9.3</b>	<b>9.3</b>
V důchodu, v domácnosti	22 (55)	7.73	8.5	8.91	9.18	9.18	9.18
Nemanuální a kancelářská práce	12 (30)	8.00	8.83	9.17	9.42	9.42	9.42
Manuální práce	6 (15)	7.67	8.5	9.17	9.5	9.5	9.5

Pomocí prstového goniometru měříme abdukci palce. Radiální abdukce I. paprsku/palce se z předoperačního průměru 2,23 zlepšila na pooperační 2,78 skórovacího hodnocení rok po výkonu. Před operací byla u 17 pacientů (42,5%) abdukce téměř plná, respektive nad 50°, v 15 případech (37,5%) v rozmezí 40-49° a u 8 palců (20%) byla abdukce menší než 40°. Pooperačně rok po výkonu byla ve všech případech abdukce nad 40°, přičemž v 77,5% (31 rukou) byla vyšší než 50°.

Sílu úchopu hrubého, dlaňového (*power grip*) i jemných klíčového a pinzetového (*power key pinch* a *power tip pinch*) jsme měřili a hodnotili pomocí certifikovaných dynamometrů Baseline®. Hrubý silový úchop (*power grip*) se v této skupině v průměru zvýšil z předoperačních 15.8 kg na 23.5 kg rok operací. V rámci jemných úchopů se zlepšila síla

v klíčovém (*key pinch*) a pinzetovém (*tip pinch*) úchopu z průměrných 3.72 a 2.56 kg před výkonem na pooperačních 5.37 kg a 4,1 kg rok po výkonu. V tab. 24 jsou uvedeny jednotlivé výsledky i s ohledem na pohlaví.

**Tab. 24** Výsledné hodnoty měření síly - *grasp*, *key pinch* a *tip pinch* u interpoziční náhrady TIE-IN s TSA pomocí FCR

TIE-IN + TSA	Počet implantací (%)	GRASP (kg)					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	40 (100)	<b>15.82</b>	<b>16.67</b>	<b>20.4</b>	<b>23.5</b>	<b>24.0</b>	<b>23.75</b>
MUŽI	6 (15)	22.17	22.92	26.33	28.25	29.67	29.17
ŽENY	34 (85)	14.7	15.57	19.35	22.66	23.0	22.8
		KEY PINCH (kg)					
Celkový soubor	40 (100)	<b>3.72</b>	<b>3.94</b>	<b>4.72</b>	<b>5.37</b>	<b>5.65</b>	<b>5.5</b>
MUŽI	6 (15)	4.67	4.83	5.67	6.33	6.5	6.5
ŽENY	34 (85)	3.57	3.78	4.56	5.2	5.5	5.32
		TIP PINCH (kg)					
Celkový soubor	40 (100)	<b>2.56</b>	<b>2.8</b>	<b>3.45</b>	<b>4.11</b>	<b>4.2</b>	<b>4.1</b>
MUŽI	6 (15)	3.5	3.83	4.58	5.25	5.33	5.25
ŽENY	34 (85)	2.4	2.62	3.25	3.91	4.0	3.9



**Obr. 49 (Autor)** RTG snímky implantátu TIE-IN s TSA. AP a bočná projekce

Při RTG vyšetřeních jsme v rámci pravidelných kontrol sledovali usazení a centraci implantátu v ose I. paprsku (Obr. 49).

### 5.3.3.2. Subjektivní hodnocení

Stejně jako v ostatních souborech jsem hodnotili celkovou bolestivost v každodenním režimu pomocí VAS skóre. Tato bolest klesla z předoperační průměrné hodnoty 7,55 na 0,88 rok po operaci. Kompletní data jsou uvedena v tab. 25. Funkčnost ruky a schopnost vykonávat běžné aktivity hodnocená pomocí dotazníku DASH skóre se zlepšila v průměru o 40 bodů za 3 měsíce a o 49 bodů rok po operaci. Funkčnost palce hodnocená cíleným DASH modulem vykázala zlepšení o 43 respektive 53 bodů 3 měsíce a rok od operace. Podrobnější výsledky jsou zaznamenány v tab. 26 a 27.

**Tab. 25** Výsledné hodnoty bolestivosti dle VAS (visual analogue scale) u interpoziční náhrady TIE-IN s TSA pomocí FCR

TIE-IN + TSA	Počet implantací (%)	VAS					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	40 (100)	<b>7.55</b>	<b>1.88</b>	<b>1.3</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.8</b>
V důchodu, v domácnosti	22 (55)	7.41	1.82	1.13	0.77	0.77	0.73
Nemanuální a kancelářská práce	12 (30)	7.67	1.92	1.42	0.83	0.83	0.75
Manuální práce	6 (15)	7.83	2.0	1.67	1.33	1.33	1.17

**Tab. 26** Výsledné hodnoty DASH skóre u interpoziční náhrady TIE-IN s TSA pomocí FCR

TIE-IN + TSA	Počet implantací (%)	DASH					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	40(100)	<b>63.38</b>	<b>22.62</b>	<b>17.37</b>	<b>14.37</b>	<b>13.99</b>	<b>13.99</b>
V důchodu, v domácnosti	22 (55)	64.28	24.24	18.48	15.26	15.15	15.15
Nemanuální a kancelářská práce	12 (30)	62.22	20.55	16.11	12.85	12.78	12.78
Manuální práce	6 (15)	62.36	20.83	15.83	12.5	12.36	12.36



**Tab. 27** Výsledné hodnoty DASH skóre - modul na palec u interpoziční náhrady TIE-IN s TSA pomocí FCR

TIE-IN + TSA	Počet implantací (%)	DASH - palec					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	40 (100)	<b>68.75</b>	<b>26.25</b>	<b>19.06</b>	<b>16.09</b>	<b>15.62</b>	<b>15.62</b>
V důchodu, v domácnosti	22 (55)	70.42	28.12	20.45	17.61	17.04	17.04
Nemanuální a kancelářská práce	12 (30)	67.19	23.44	17.71	14.58	14.06	14.06
Manuální práce	6 (15)	65.63	25.0	16.67	13.54	13.54	13.54

### 5.3.3.3. Komplikace

V souboru interpoziční náhrady TIE-IN s TSA jsme neregistrovali žádnou peroperační komplikaci. Pooperačně jsme ve 4 případech evidovali přechodnou hypestezii až dysestezii podél jizvy a dorsa palce, která se do 3 měsíců spontánně upravila a vymizela. Infekční komplikace či komplikace s hojením rány jsme nezaznamenali.

U dvou pacientů s RA, došlo zhruba po pěti letech k selhání závěsu a sub-/luxaci implantátů s mírným zkrácením a proximalizací IMTC a doprovodnou reaktivní synovialitidou. V obou situacích se jednalo o pacientky s nedostatečně léčenou RA, přičemž u jedné z nich došlo k dekompenzaci RA a celkového stavu při Ca plíc a jeho následné onkologické léčbě. Přistoupili k otevřené revizi s extrakcí, v obou případech prasklých silikonových náhrad. V jednom případě byla šlachová klíčka zachována, ve druhém selhaná. Pro výraznou synovialitidu jsme přistoupili k synovektomii a konverzi na HDA s fixací jedním Kirschnerovým drátem dle standardního postupu.

### 5.3.4. Soubor pacientů s TEP

#### 5.3.4.1. Objektivní hodnocení

Po dvou konverzích TEP na náhradu TIE-IN splňovalo v rámci studie kritéria pravidelných kontrol a doby sledování 134 totálních náhrad.

Při klinickém a funkčním vyšetření jsme hodnotily rozsah hybnosti a sílu úchopu u 134 totálních náhrad. Rozsah hybnosti palce se výrazně zlepšil u všech pacientů s rhizartrózu IV.st. Opozice palce, hodnocená dle Kapandjiho skóre zlepšila

z předoperačního průměru 8,14/10 na pooperační 9,83/10 rok po výkonu. V tab. 28 jsou zaznamenány jednotlivé výsledky hodnocení opozice palce dle Kapandjiho.

**Tab. 28** Kapandji skóre hodnocení abdukce u TEP I. CMC kloubu

TEP	Počet implantací (%)	Kapandji					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	134 (100)	<b>8.12</b>	<b>9.39</b>	<b>9.76</b>	<b>9.82</b>	<b>9.82</b>	<b>9.82</b>
V důchodu, v domácnosti	79 (59)	8.1	9.25	9.69	9.75	9.75	9.75
Nemanuální a kancelářská práce	33 (25)	8.33	9.6	9.89	9.94	9.94	9.94
Manuální práce	22 (16)	7.95	9.45	9.77	9.82	9.82	9.82

K vyšetření abdukce jsme použili prstový goniometr a následně skórovací hodnocení (obr. 40). Radiální abdukce I. paprsku/palce se zlepšila z předoperačního průměru 2,45 na pooperační 2,96 6 měsíců respektive rok po výkonu. Před výkonem mělo 80 (60%) palců abdukci prakticky plnou, respektive nad 50°, 35 (26%) palců abdukci v rozmezí 40-49° a pouze v 19 (14%) případech byla abdukce menší než 40°. Pooperačně až na 5 (4%) případů došlo k obnově prakticky plné radiální abdukce palce, které bylo dosaženo defacto po 3 měsících od výkonu.

Pomocí certifikovaných ručních dynamometrů Baseline® (obr. 41) jsme prováděli měření síly úchopu. Hrubý silový úchop (*power grip*) se v průměru zvýšil z předoperačních 16 kg na 27,4 kg rok operaci. V rámci jemných úchopů se rovněž zlepšila síla v klíčovém (*key pinch*) a pinzetovém (*tip pinch*) úchopu z průměrných 3,8 a 2,54 kg před výkonem na pooperačních 6,5 kg a 4,76 kg rok po výkonu. V tab. 29 jsou uvedeny jednotlivé výsledky i s ohledem na pohlaví.

**Tab. 29** Výsledné hodnoty měření síly - *grasp*, *key pinch* a *tip pinch* u TEP I. CMC kloubu

TEP	Počet implantací (%)	GRASP (kg)					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	134 (100)	<b>15.97</b>	<b>21.64</b>	<b>24.29</b>	<b>27.36</b>	<b>28.02</b>	<b>27.96</b>
MUŽI	11 (8)	24.18	27.00	30.63	35.9	36.82	35.73
ŽENY	123 (92)	14.79	21.2	23.76	26.65	27.29	27.31
		KEY PINCH (kg)					
Celkový soubor	134 (100)	<b>3,79</b>	<b>5.27</b>	<b>5.83</b>	<b>6.48</b>	<b>6.65</b>	<b>6.67</b>
MUŽI	11 (8)	4.82	6.14	7.09	7.64	7.86	7.86
ŽENY	123 (92)	3.72	5.2	5.72	6.37	6.54	6.56
		TIP PINCH (kg)					
Celkový soubor	134 (100)	<b>2.54</b>	<b>3.3</b>	<b>4.17</b>	<b>4.76</b>	<b>4.8</b>	<b>4.8</b>
MUŽI	11 (8)	3.73	4.72	5.68	6.36	6.54	6.54
ŽENY	123 (92)	2.44	3.18	4.04	4.62	4.65	4.65

Při RTG vyšetření jsme pooperačně hodnotili usazení a centraci implantátu v trapézium a I. MTC (Obr. 50) a v rámci následných pravidelných kontrol případné známky liberace.



**Obr. 50 (Autor)** RTG snímky TEP I. CMC kloubu. PA a šikmé projekce s radiální ducí s ulnární ducí

### 5.3.4.2. Subjektivní hodnocení

Dle metodiky studie předoperačně a v pravidelných intervalech 3, 6měsíců a 1rok od operace a dále v rámci pravidelných ročních kontrol pacienti hodnotili pomocí VAS celkovou bolestivost v rámci každodenního režimu. Při srovnání předoperačních hodnot a hodnot po operaci bylo patrné snížení bolesti z průměrné 7,04 na 0,5 rok po výkonu. Kompletní data jsou uvedena v tab. 30. K posouzení funkčnosti ruky a schopnosti vykonávat běžné aktivity jsme použili DASH skóre. 3 měsíce od operace jsme zaznamenali výrazné zlepšení v průměru o 41 bodů ve standardním DASH skóre, rok po výkonu dokonce o 50 bodů. V cíleném DASH modulu na palec došlo k zlepšení skóre o 46 respektive 55 bodů 3 měsíce a rok od operace. Podrobnější výsledky jsou zaznamenány v tab. 31 a 32.

**Tab. 30** Výsledné hodnoty bolestivosti dle VAS (visual analogue scale) u TEP

TEP	Počet implantací (%)	VAS					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	134 (100)	<b>7.04</b>	<b>1.59</b>	<b>1.02</b>	<b>0.5</b>	<b>0.48</b>	<b>0.4</b>
V důchodu, v domácnosti	79 (59)	6.9	1.5	0,8	0.4	0.4	0.3
Nemanuální a kancelářská práce	33 (25)	6.9	1.64	1.27	0.45	0.45	0.39
Manuální práce	22 (16)	7.73	1.82	1.45	0.9	0.77	0.73

**Tab. 31** Výsledné hodnoty DASH skóre u TEP

TEP	Počet implantací (%)	DASH					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	134 (100)	<b>60.44</b>	<b>19.18</b>	<b>14.79</b>	<b>10.43</b>	<b>9.4</b>	<b>9.4</b>
V důchodu, v domácnosti	79 (59)	61.35	20.74	15.94	11.76	10.41	10.41
Nemanuální a kancelářská práce	33 (25)	59.31	17.12	13.56	8.65	7.88	7.88
Manuální práce	22 (16)	58.82	16.67	12.5	8.33	8.06	8.06

**Tab. 32** Výsledné hodnoty DASH skóre - modul na palec u TEP

TEP	Počet implantací (%)	DASH - palec					
		předoperační	po 3 m.	po 6 m.	po 1 roce	po 2 letech	po 3 letech
Celkový soubor	134 (100)	<b>66.27</b>	<b>19.96</b>	<b>15.34</b>	<b>11.1</b>	<b>10.63</b>	<b>10.63</b>
V důchodu, v domácnosti	79 (59)	67.72	21.28	16.45	12.18	12.03	12.03
Nemanuální a kancelářská práce	33 (25)	64.58	18.37	14.01	9.28	9.09	9.09
Manuální práce	22 (16)	63.64	17.61	13.35	9.94	9.37	9.37

### 5.3.4.3. Komplikace

V uvedeném souboru proběhly všechny operace bez komplikací. Pooperačně jsme nezaznamenali žádné infekční komplikace.

V 8 případech jsem zaznamenali přechodné parestezie palce a podél jizvy, které do 3 měsíců od operace spontánně vymizely. Komplikace ve smyslu komplexního bolestivého regionálního syndromu, alergické reakce na kov či výskyt heterotopických osofikací jsme nezaznamenali.

Ve třech případech se pooperačně rozvinula tendosynovitida I. extenzorového kompartmentu – Morbus deQuervain, kterou jsme s odstupem 3měsíců od implantace řešili operační revizí a releasem šlach extensor pollicis brevis a abduktor pollicis longus v oblasti radiálního styloideu s následným vymizením potíží a vyřešením této problematiky.

Z celkového počtu 136 implantací jsme přistoupili k 5 operačním revizím. Dvakrát pro časnou luxaci pět respektive čtyři týdny od implantace, přičemž v jednom případě v důsledku traumatu - pádem na operovanou končetinu s prostou krvavou repozicí a ve druhém pro malpozici jamky v trapézii s její reimplantací z velikosti 9 na 10mm v rámci operační revize.

U třech náhrad došlo k liberaci jamky – trapeziální komponenty.

V prvním případě se jednalo o hybridní endoprotézu s cementovanou jamkou, kdy uvolnění nastalo úrazem - distorzi palce po pádu způsobeném cizím zaviněním 4měsíce po implantaci. Poúrazový snímek byl negativní, bez luxace, bez uvolnění komponent či známek traumatu na skeletu zápěstí a ruky. Poúrazově došlo k rozvoji otoku a silné bolestivosti s nutností

fixace na 3 týdny, kdy po období relativního zklidnění nastal s odstupem dalších 6 měsíců nárůst silné bolestivosti při zátěži. Pro progredující bolestivost a následný rozvoj RTG obrazu liberace jamky bylo přistoupeno k operační revizi s peroperačním nálezem uvolněné jamky a hlubokého defektu trapézia s odlomenou dorsální částí obvodu jamky v rozsahu 1/3. Pro nemožnost reimplantace byla provedena kompletní extrakce TEP, TT a konverze na interpoziční silastikovou náhradu TIE-IN s TSA pomocí FCR (Jurča J. et al., 2016).

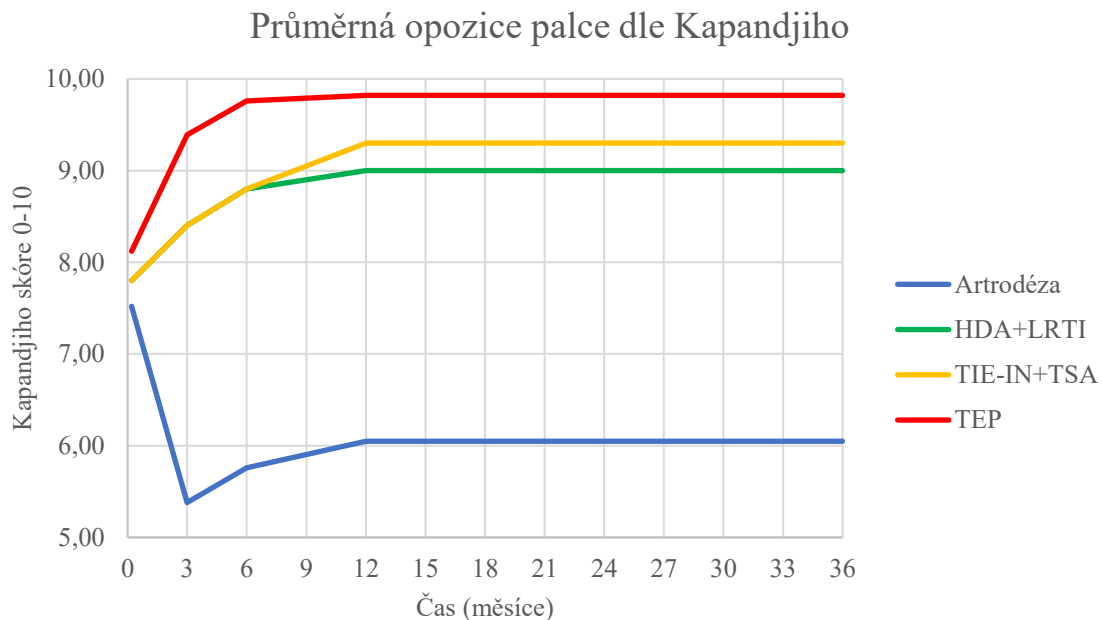
Dvakrát došlo k aseptickému uvolnění, přičemž v jednom případě opět po primoimplantaci cementované jamky. Přistoupili jsme k dvoudobé reimplantaci, tedy extrakci jamky, spongioplastice autologním kostním štěpem a s odstupem 3 měsíců k reimplantaci necementované jamky. Pooperační průběh byl bez komplikací. Dle pravidelných RTG kontrol došlo k dobré osteointegraci jamky do rekonstruovaného trapézia. V současnosti, více jak 6 let po reimplantaci je pacientka bez obtíží a dle radiologického nálezu je TEP I. CMC kloubu stále dobře usazena v I. MTC a trapézium, bez známek uvolnění. Ve druhém případě se jednalo o aseptické uvolnění necementované jamky implantátu Ivory u 74 letého pacienta s pokročilou rhizartrózou počínajícího IV. stupně dle Eaton-Littlera. Bolestivé příznaky se dostavily až 9 měsíců od implantace. Při operační revizi jsme zjistili velký defekt trapézia znemožňující jednodobou reimplantaci na větší jamku. S ohledem na věk pacienta a progresi radiologického nálezu s rozvojem pantrapeziální artrózy jsme přistoupili ke kompletní extrakci TEP, TT a konverzi opět na interpoziční silikonovou náhradu TIE-IN se závěsem pomocí FCR.

### **5.3.5. Porovnání jednotlivých souborů operačních metod**

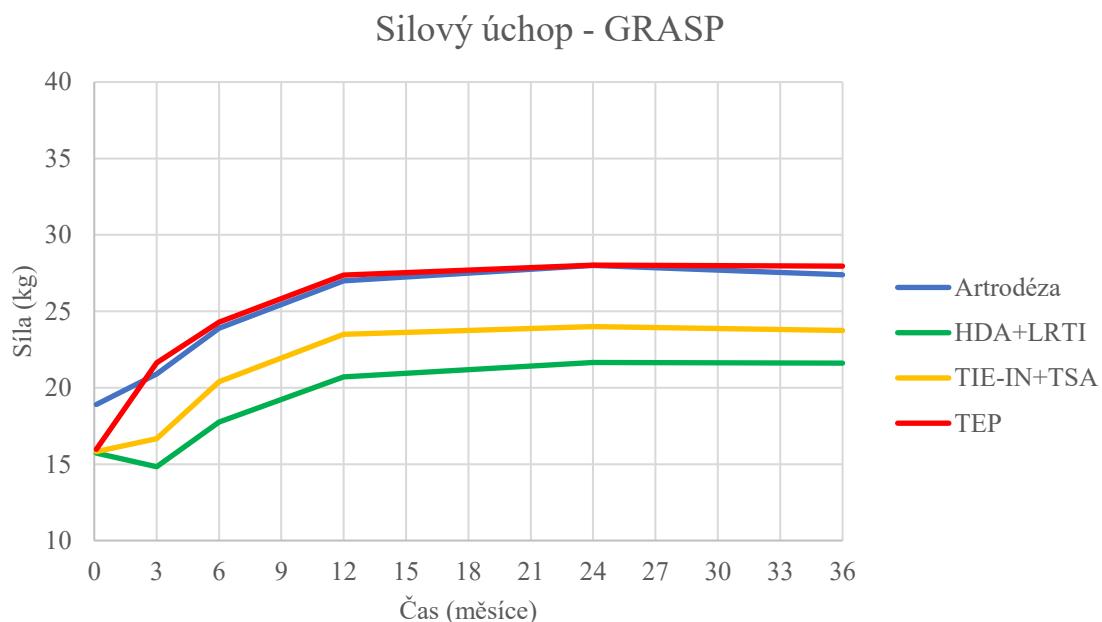
Všechny operační metody léčby pokročilé rhizartrózy užití v naší studii vedly k výraznému snížení bolestivosti a zlepšení hybnosti palce a úchopové funkce ruky. V rámci objektivních měření bylo zjištěno nejen zlepšení hybnosti palce, zejména do opozice, ale i nárůst síly úchopu, a to jak hrubého tak jemného. V následujících grafech jsou uvedeny rozdíly v dosažených výsledcích mezi jednotlivými metodami. Z nich vyplývá, že nejlepší výsledky v naší studii dosahovala TEP I. CMC kloubu a to jak v objektivních datech měření rozsahu hybnosti a síly stisku a úchopu, tak v subjektivním hodnocení pacientů.

Graf 6. ukazuje srovnání vývoje opozice palce dle Kapandjiho u jednotlivých metod vzhledem k časové ose, tedy době od operace. Grafy 7., 8. a 9. zobrazují srovnání výsledků hrubého a jemných úchopů a potvrzují tak společně s grafem 6. hypotézu naší práce, že pro

co nejlepší biomechaniku TMC kloubu včetně jednotlivých úchopových vzorců je vedle zachování hybnosti zásadní udržení stabilní výšky I. sloupce a fyziologického centra rotace.

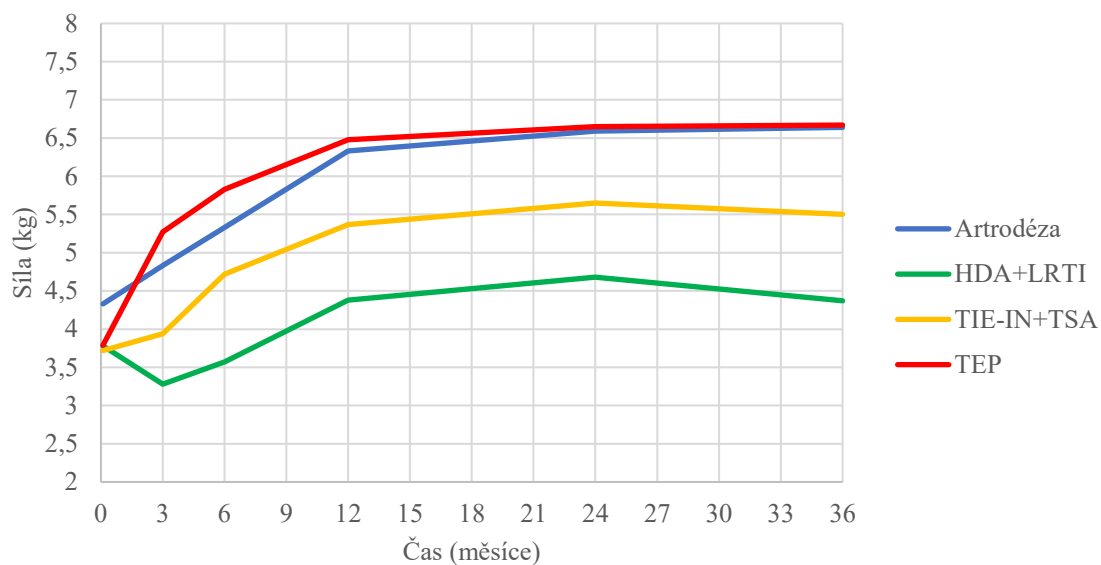


**Graf 6** Srovnání výsledků opozice palce dle Kapandjiho u jednotlivých metod



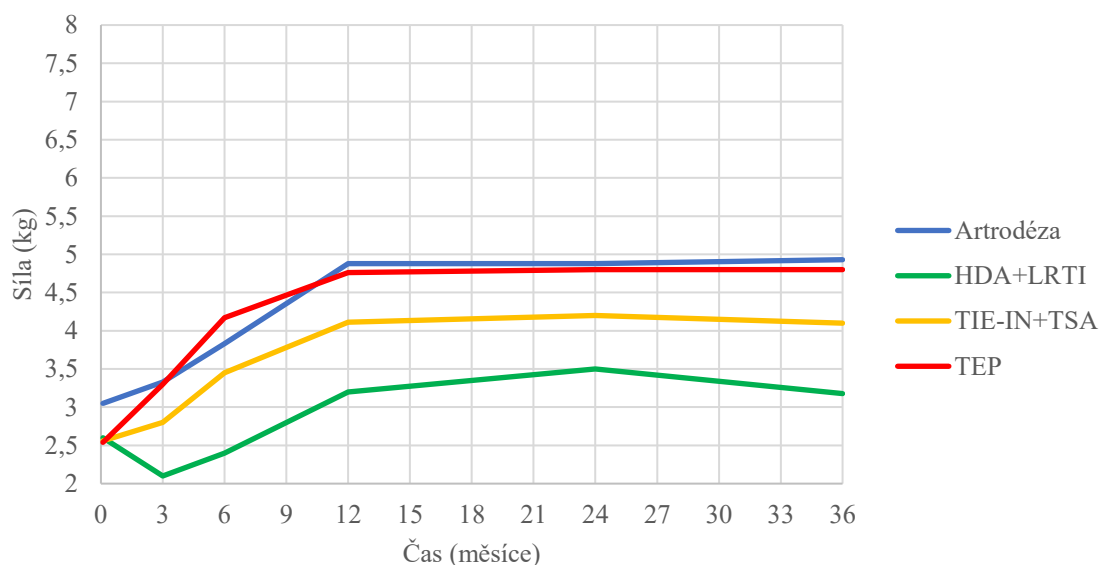
**Graf 7** Srovnání výsledků hrubého silového úchopu (grasp/power grip)

### Jemné úchopy - Key pinch



**Graf 8** Srovnání výsledků jemného klíčového úchopu (power key pinch)

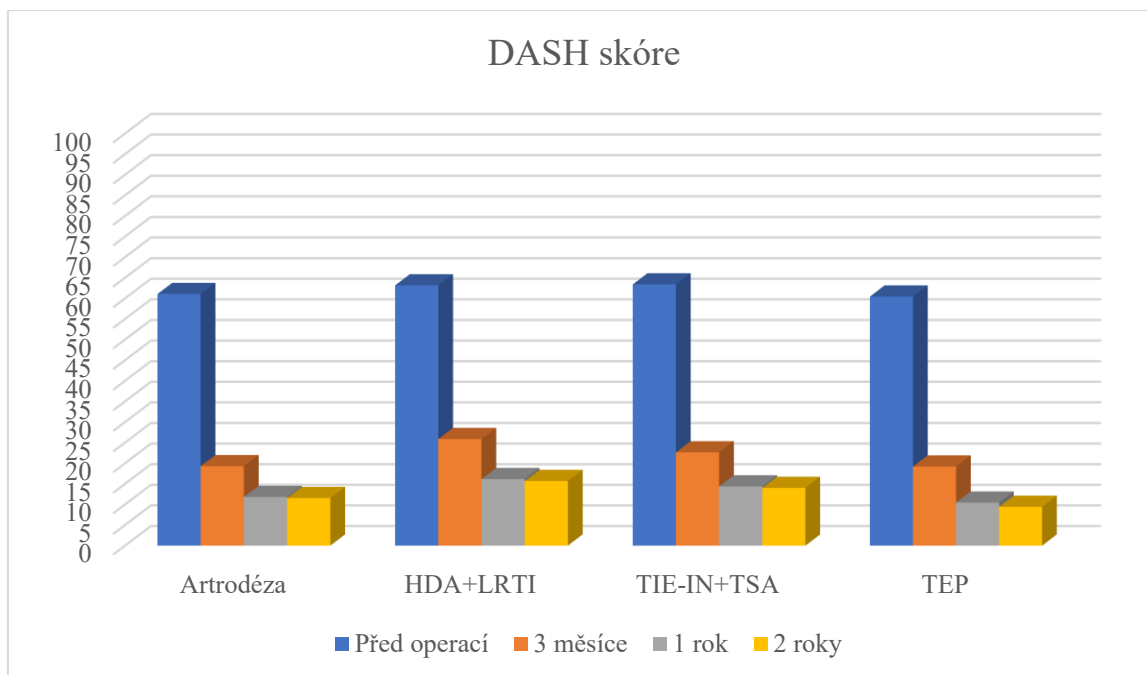
### Jemné úchopy - Tip pinch



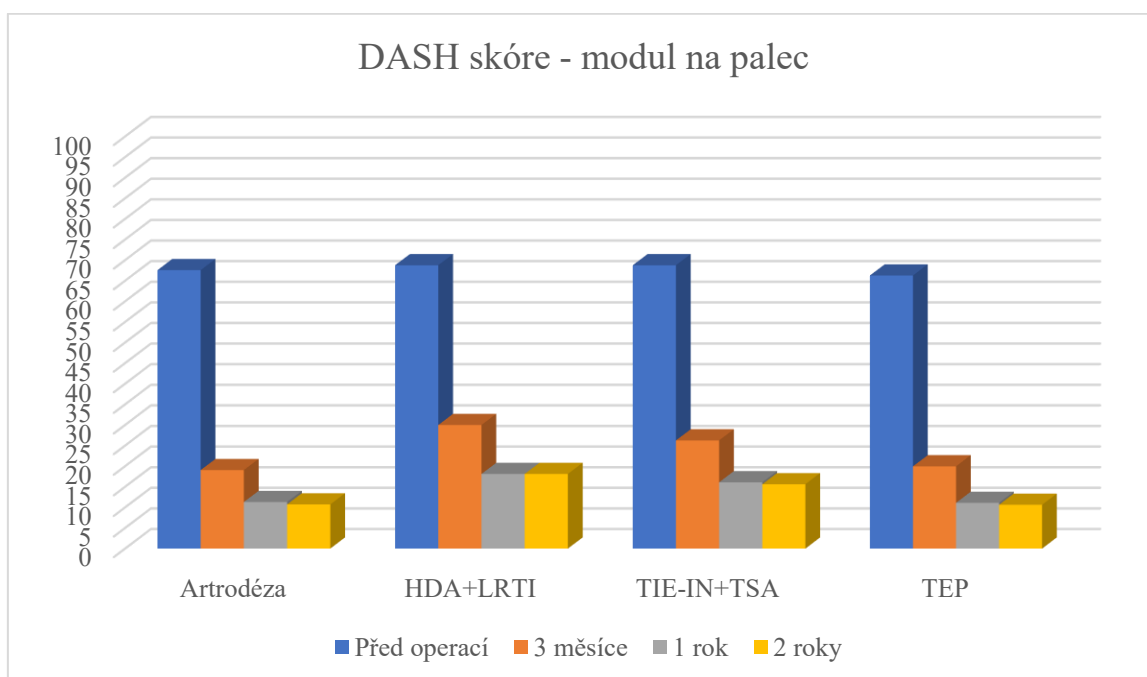
**Graf 9** Srovnání výsledků jemného pinzetového úchopu (precision/tip pinch)

V rámci subjektivního hodnocení došlo u všech námi hodnocených operačních technik k významnému poklesu bolestivosti a zlepšení funkčnosti ruky posuzované dotazníkovou metodou DASH. Grafy 10. a 11. znázorňují vývoj výsledků DASH skóre a DAS modulu pro palec v rámci časové osy od operace a porovnávají je v rámci jednotlivých operačních metod.





**Graf 10** Srovnání DASH skóre mezi jednotlivými operačními technikami

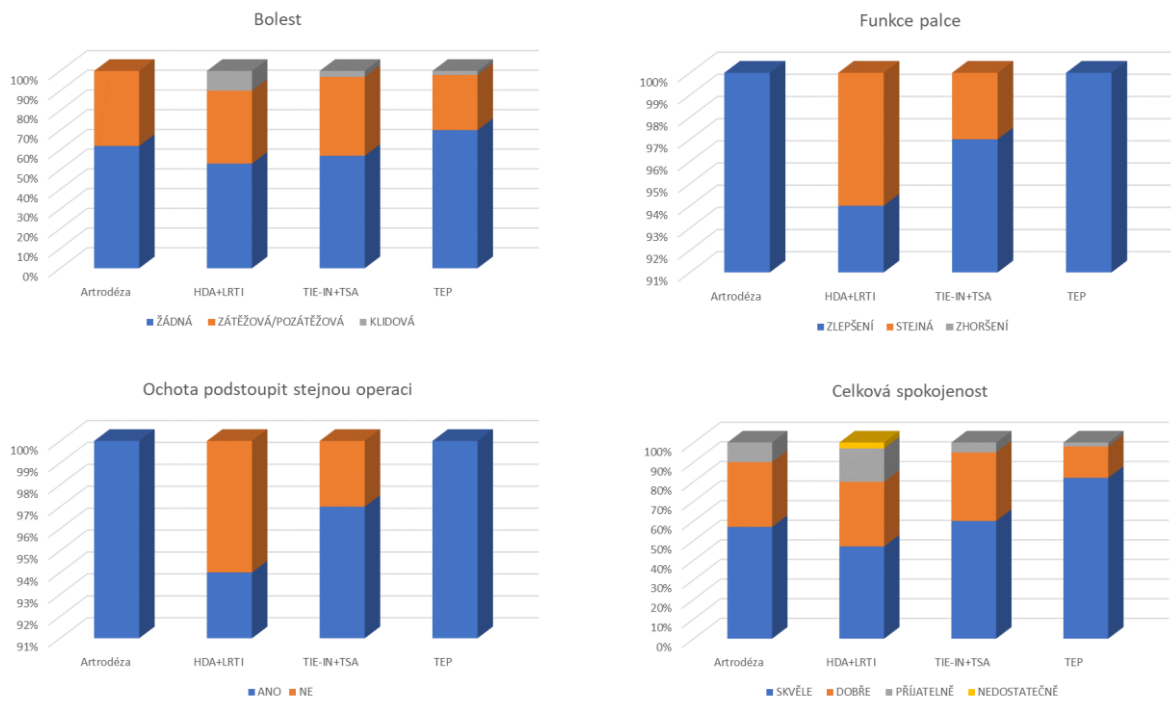


**Graf 11** Srovnání DASH modulu – palec mezi jednotlivými operačními technikami

Všem pacientům jsme rok po operaci nechávali vyplnit individuální dotazník spokojenosti, kde jsme jim pokládali čtyři otázky zaměřené na zhodnocení bolestivosti, zlepšení stavu palce a ruky, celkové spokojenosti a spokojenosti s operací (Obr. 51). V grafu 12. jsou procentuálně vyjádřeny odpovědi pacientů ve studii na výše uvedené otázky.

<b>1. Jak by jste celkově zhodnotili bolest palce v rámci každodenního režimu?</b>			
a) ŽÁDNÁ	b) POUZE PŘI/PO ZÁTĚŽI	c) KLIDOVÁ	
<b>2. Jak by jste posoudili celkový stav palce ruky ve srovnání s předoperačním nálezem?</b>			
a) ZLEPŠENÍ	b) BEZ ZLEPŠENÍ	c) ZHORŠENÍ	
<b>3. Podstoupili by jste operaci za stejných okolností?</b>			
a) ANO	b) NE		
<b>4. Jak jste celkově spokojeni s výsledkem operace?</b>			
a) SKVĚLE	b) DOBŘE	c) PŘIJATELNĚ	d) NEDOSTATEČNĚ

Obr. 52 (Autor) Individuální dotazník spokojenosti



Graf 12 Výsledky individuálního dotazníku spokojenost

## 5.4. Diskuse

Protože osteoartróza I. CMC kloubu může mít za následek značné postižení vedoucí k funkčním omezením ruky zejména ve smyslu ztráty jemné motoriky a zhoršení úchopových aktivit, je výběr optimálního chirurgického výkonu vysoce relevantní. Možnosti operačního řešení pokročilé symptomatické rhizartrózy jsou, jak již bylo opakovaně zmíněno, v současnosti poměrně široké. Volba jednotlivých metod je vedle standardních kritérií jako stádia osteoartrózy a rozsahu funkčního postižení, případně věku pacienta, jeho stupni aktivity a povolání, dána i zvyklostmi jednotlivých pracovišť.

Na našem pracovišti v souladu s dodržováním standardů diagnostiky osteoartrózy TMC kloubu a současným stupněm poznání volíme uvedené a hodnocené operační metody primárně v závislosti na stadiu artrotického postižení CMC kloubu palce a stupni poškození vlastního trapézia, jehož stav, zejména pak výška a struktura, je klíčový při volbě operační techniky. Dalším faktorem je anamnéza resp. způsob zatěžování/přetěžování ruky a palce v úchopu u pacienta a jeho funkční nároky a požadavky.

Artrodéza TMC kloubu má oproti jiným operacím přes svůj nesporně výhodný výsledek, jakým je obnova stability a síly palce v úchopu, což se potvrdilo i v naší studii, rovněž řadu nevýhod a komplikací. Mezi ně patří omezení rozsahu hybnosti palce a tím ztráta jemné motoriky ruky, což společně s pozdním rozvojem sekundární osteoartrózy okolních kloubů, zejména pak ST vlivem jeho kompenzatorního rozšíření hybnosti a následného přetěžování, vede k omezení indikací na pacienty – muže mladšího a středního věku, těžce manuálně pracující s pokročilou rhizartrózou maximálně III. stupně (Caroll R., 1987; Chamay, Piaget-Morerod, 1994; Klimo G.F. et al., 2001; Lutonský, Pellar, 2006). Ke stejným závěrům a indikacím jsme v rámci našeho pracoviště dospěli i my. Naproti tomu existují práce, které věk jako kritérium indikace nepovažují a doporučují provádět artrodézu i starších jedinců (Raven E.E. et al., 2007; Rossi C. et al., 2005).

Námi zvolený způsob fixace pomocí dvou kanalizovaných kompresních 2,2 CCS šroubů zavedených zkříženě přes kontaktní plochu dézy, dosahuje velmi dobré pevnosti, stability a stupně prohojení, shodně s publikovanými výsledky od jiných autorů bez ohledu na užitý osteosyntetický materiál (Caputo, Bennett, 1993; Caroll R., 1987; Chamay, Piaget-Morerod, 1994; Clough D. et al., 1990; Damen A. et al., 2001; De Smet L. et al., 2005; Forseth, Stern, 2003; Fulton, Stern, 2001; Ishida, Ikuta, 2000; Lisanti M. et al., 1997; Lutonský, Pellar, 2006; Mureau M. et al., 2001; Pardini A. et al., 1982; Pech J. et al., 2014; Rizzo M. et al., 2009; Stark H. et al., 1977; Zdráhal M., 2009). Míra neprohojení a rozvoje pakloubu se

pohybuje v naší studii pod 5% a kolem 8% v rámci celkového souboru, čímž se pohybujeme na dolní hranici výsledků prací publikovaných na téma artrodézy I. CMC kloubu.

Z resekčních artroplastik provádíme TT s následnou HDA či LRTI dle Burton-Pellegriniho. V současnosti je kritériem provedení té či oné techniky na našem pracovišti stav FCR, kdy při jeho zeslabení/poškození či dokonce kompletní lézi volíme právě techniku HDA. HDA se v naší studii rovněž uplatnila jako revizní technika po selhání trapeziální náhrady TIE-IN s TSA a v případě celého odoperovaného souboru i jako výkon po selhané artrodéze. Bolest, celkové hodnocení spokojenosti pacienta a funkční výsledky jako je rozsah pohybu a síla úchopu obou metod byly srovnatelné. To potvrzuje celá řada prací srovnávajících jednotlivé operační techniky, a to i v rámci resekčních artroplastik (Davis T.R. et al., 2004; Davis T.R., Pace A., 2009; De Smet L. et al., 2004; Field J., Buchanan D., 2007; Gangopadhyay S. et al., 2012; Kriegs-Au G. et al., 2004; Salem H., Davis T.R., 2012; Sandvall B.K. et al., 2010; Vermeulen G.M. et al., 2009) včetně prospektivních randomizovaných studií, které došly k závěru, že ve skupině resekčních artroplastik neexistuje nadřazenost jedné metody nad ostatními a pro výsledný efekt operace je stěžejní právě trapeziektomie. Byť časné výsledky mluví pro závěsné artroplastiky, kdy zejména stabilita a síla v úchopu jsou oproti HDA a trapeziektomii s TI lepší, tak v delším časovém horizontu, resp. již po roce, jsou prakticky srovnatelné. Nicméně, tři s uvedených studií s nejvyšší klasifikací (vědecká úroveň II) měly průměr pozorování pouze 12 měsíců, proto dlouhodobý přínos LRTI ve srovnání se samostatnou TT nebo TT + TI nebylo možné posoudit (Davis T.R. et al., 2004; Davis T.R., Pace A., 2009; Field J., Buchanan D., 2007). Navíc tyto studie ukázaly vyšší míru komplikací TT s LRTI ve srovnání s TT bez LRTI. Je tedy překvapivé, že navzdory důkazům o srovnatelnosti výsledků, neexistenci nadřazenosti některé z metod v rámci resekčních artroplastik a prokázání vyšší bezpečnosti samostatné TT, jak uvádí Cochranův systematický přehled (Wajon A. et al., 2005; Wajon A. et al., 2009), některé práce užívají TT s LRTI jako chirurgickou technikou, s níž jsou ostatní metody porovnávány (Park M.J. et al., 2008; Ulrich-Vinther M. et al., 2008).

Srovnatelné výsledky v rámci resekčních artroplastik jsou dány tím, že k snížení prostoru po trapéziu dochází bez ohledu na provedení samotné TT nebo užití šlachové závěsu či dokonce rekonstrukce vazů a to v průměru o 15-30% původní výšky v klidu s další progresí na 30-50% při zatížení v závislosti na užitých metodě. Je třeba si uvědomit, že šlacha nemá stejné biomechanické vlastnosti jako vaz a nedokáže tak zajistit účinnou prevenci proximální migrace palce, která je neustále pod velkou axiální silou. Gray a Tomaino dokonce ve svých pracích hodnotících HDA a LRTI v rámci dlouhodobého sledování uvádějí progresi

proximálního poklesu I.MTC s dobou od operace (Gray K.V., Meals R.A., 2007; Tomaino M.M. et al., 1995). Studie v rámci skupiny resekční artroplastik tedy dospěly k závěru, že neexistuje žádná korelace mezi velikostí snížení trapeziálního prostoru po TT a klinickými výsledky jako je rozsah hybnosti a síla sevření palce, úlevou od bolesti a celkovou spokojeností pacientů (Downing N.D, Davis T.R., 2001; Field J., Buchanan D., 2007; Gray K.V., Meals R.A., 2007; Lins R.E. et al., 1996; Sandvall B.K. et al., 2010).

Hlavní problém resekčních artroplastik, ať již samostatné TT či v kombinaci s TI či LRTI, je že nezabrání kolapsu sloupce palce (Belcher H.J., Nicholl J.E., 2000; Davis T.R. et al., 2004; Downing N.D, Davis T.R., 2001). V dlouhodobém horizontu bylo popsáno zhoršení klinických výsledků degenerací báze scaphoidea a kolapsem zápěstí s rotací scaphoidea a rozvojem DISI deformity z důvodu absence ST vazů (Yuan B.J. et al, 2009).

Silikonové implantáty Swanson či TIE-IN se s úspěchem používají v posledních více jak třech desetiletích. Přes počáteční nadšení vycházející z udržení výšky palce a I. paprsku a s tím související zlepšením rozsahu hybnosti a zejména síly úchopu se ve vyšší míře začaly objevovat komplikace. Vedle opotřebení silikonu a rozvoje silikonové synoviality s kostními erozemi a cystami Swansonův implantát vykazoval pro nemožnost stabilní fixace velkou míru selhání se sublucací náhrady či s jejím praskáním (MacDermid J.C. et al, 2003; Pellegrini V.D. Jr., Burton R.I., 1986; van Cappelle H.G. et al., 2001; Zschöck-Holle A. et al., 2015). Tyto výsledky a komplikace často ale nekorelovaly s klinickým výsledky a celkovou spokojeností pacienta (Bezwada H.P., Webber J.B., 2002; Creighton J.J. et al., 1991). Řada prací zabývající se srovnáním resekčních artroplastik s TI, TSA či LRTI a silikonových implantátů dospěla k závěrům, že klinické výsledky, ústup bolestivosti a celková spokojenost pacienta jsou mezi těmito technikami srovnatelné nebo mírně ve prospěch silikonové náhrady, současně ale s vyšší mírou komplikací a operačních revizí (Amadio P.C. et al., 1982; Lehmann O. et al., 1998; Lovell M.E. et al., 1999; Tagil M., Kopylov P., 2002). V reakci na tyto závěry byl vyvinut silikonový implantát TIE-IN umožňující svou stabilní fixací, čímž se významně snižují komplikace, zlepšují klinické výsledky a celkové hodnocení pacienta. To potvrzuje i Merle, kdy v souboru více jak 150 implantací pozoruje pouze dva případy synoviality způsobené silikonovou náhradou (Merle et al., 2011). Rovněž se vyjadřuje k radiologickým nálezům nestability, kde udává pozorování až v 25% případů. Uvádí, že neexistuje žádná souvislost s klinickým výsledkem, kdy většina sublucací neovlivňuje bolestivost nebo hybnost palce (Merle et al., 2011). Tato technika vykazuje velmi dobré výsledky minimálně srovnatelné s LRTI a dalšími zavedenými metodami, respektive co do rozsahu hybnosti a síly úchopu lepší díky udržení

výšky palce a I. paprsku (Avisar E. et al., 2015; Jurča J., Havlas V., 2018; Luria S. et al., 2007; Merle et al., 2011). Rozsáhlá biomechanická studie srovnávající resekční artroplastiky jako prostou TT, TT + TI, TT + LR a TT + LRTI a interpoziční náhrady TIE-IN s TSA pomocí FCR dokonce vyšla ve prospěch silikonové náhrady se šlachovým závěsem díky udržení výšky I. sloupce, stability a zachování osy rotace, čímž je zajištěna lepší síla úchopu i rozsah hybnosti, zejména opozice díky lepší vnitřní rotaci – pronaci palce (Luria S. et al., 2007). V současnosti se silikonové implantáty používají u rhizartrózy IV.stupně dle Eaton-Littlera a pokročilé osteoartrózy I.CMC kloubu revmatické etiologie. Velké uplatnění nachází v případě revizních operací po selhané závěsné artroplastice + LRTI, po selhané TEP či artrodéze (Merle et al., 2011), což potvrzuje i naše práce.

V naší práci bylo prokázáno, že TEP I. CMC kloubu poskytuje lepší funkční výsledky i celkové hodnocení ze strany pacientů ve srovnání s jinými operačními metodami prováděnými pokročilé osteoartrózy TMC kloubu.

TEP CMC kloubu palce skýtá řadu výhod. Respektuje anatomii se zachováním či maximálním šetřením ligamentózních struktur kloubního pouzdra a kostní tkáně, kdy se při implantaci resekuje báze I. MTC v minimálním rozsahu a rovněž tak na trapézium se snesením osteofytů a zarovnáním kloubní plochy. Obnovuje opěrný bod mezi trapéziem a I.MTC, zachovává délku I. sloupce a fyziologické centrum rotace s udržením anatomických poměrů pro činnost svalů tenaru, čímž ve výsledku zachovává biomechaniku palce (De Smet L. et al., 2004; Goubau J.F. et al., 2013; Guardia C. et al., 2010; Trtík L., 2011). TEP I. CMC kloubu tak vedle ztráty bolestivosti a obnovy rozsahu hybnosti zajišťuje dobrou pevnost a stabilitu, což jsou atributy pro obnovu síly v úchopu. V případě totální náhrady je rovněž výrazně zkrácená doba fixace a celkové rekonvalescence oproti jiným metodám. Hojení měkkých tkání a kapsulární hojení totiž nejsou pro funkci implantátu rozhodující (Badia A., Sambandam S.N., 2006).

Za hlavní limit implantace TEP TMC kloubu je považován stav trapézia – jeho výška a kvalita kosti ve smyslu cystických změn či nekrózy kosti, subluxace kloubní plochy o více než 50 % a dále pantrapeziální artróza (De Smet L. et al., 2004; Guardia C. et al., 2010; Jurča J. et al., 2016; Kubát P., Trtík L., 2012; Moutet F., 2001; Trtík L., 2011). Nicméně názory na implantování TEP CMC kloubu palce v terénu přítomné ST či STT artrózy se různí. Řada prací zařadila do své série TEP kořenového kloubu palce pacienty se mírným až středním artrotickým poškozením ST skloubení a dospěla k závěru, že postižení ST kloubu není kontraindikací k implantaci TEP I. CMC kloubu (Badia A., Sambandam S.N., 2006; Goubau J.F. et al., 2013; Martin-Ferrero M., 2014; Sondergaard L., 1991; Závodný I. et al, 2018),

což potvrzují rovněž výsledky našeho souboru pacientů. Myslíme si tedy, že stav STT skloubení v případě indikace či kontraindikace TEP TMC kloubu by měl být posuzován individuálně na základě nejen RTG, ale i klinického vyšetření a přítomnosti bolestivosti v tomto kloubu.

Mezi nevýhody metody použití TEP patří také všechna obecně známá rizika související s implantací cizího materiálu (luxace, selhání endoprotézy, infekce apod.). Naproti tomu konzervativní resekce báze I. metakarpu umožňuje případnou konverzi na resekční artroplastiku, popřípadě interpoziční artroplastiku (Goubau J.F. et al., 2013; Guardia C. et al., 2010; Jurča J. et al., 2016), jak bylo ověřeno také v naší práci.

Selhání trapeziální komponenty – jamky je dobře známá a popsána pooperační komplikace implantace TEP prvního CMC kloubu (Hansen T.B., Stilling M., 2013; Kaszap B. et al., 2013; Knak J., Hansen T.B., 2016; Krughaug Y. et al., 2014; Spaans A.J. et al., 2016; van Cappelle H.G. et al., 1999; Wachtl S.W., Sennwald G.R., 1996). Kloubní jamka TEP v trapéziu je vzhledem k biomechanice kulového kloubu vystavena daleko větší zátěži než dřík v metakarpu, tudíž i nároky na osteointegraci trapeziální komponenty jsou vyšší. Trapézium má navíc díky své velikosti a tvaru menší množství spongiózní kosti a užší kortikalis než metakarp, tudíž poskytuje menší pevnou oporu pro implantát. Při implantaci je potřeba pokud možno co nejpřesnější centrace jamky TEP, bez zbytečného oslabování kortikalis. Negativním faktorem způsobujícím selhání jamky může být i tepelná nekróza, která vznikne při nešetrném frézování lůžka pro implantát. Z těchto důvodů se na našem pracovišti se snažíme při implantaci TEP I. CMC kloubu zachovat co největší množství subchondrální kosti, kdy snášíme osteofyty a minimálně resekujeme kloubní plochy pouze s odstraněním výběžků sedlovitého tvaru kloubu do roviny, a dále šetrně frézujeme a implantujeme jamky nejmenší velikosti, tedy 9mm. Důležité je rovněž správné usazení implantátu v trapéziu, Suboptimální uložení může vést pooperačně k nepříznivým biomechanickým podmínkám a tím ve zvýšeném riziku selhání endoprotézy.

Počet reimplantací je u TEP TMC kloubu velmi variabilní, v mnohých případech je totiž selhání implantátů dobře tolerováno a RTG nález uvolňování náhrady tak nemusí vždy korelovat s klinickým nálezem (De Smet L. et al., 2004; Krughaug Y. et al., 2014; Semerse A. et al., 2015). V případě selhání TEP I. CMC kloubu, zpravidla trapeziální komponenty, jsou možnosti řešení omezené. Na jedné straně je to odstranění implantátu s TT, optimálně s doplněním závěsné a interpoziční artroplastiky, na druhé straně je to pokus o reimplantaci jamky jednodobou či dvoudobou s užitím cementovaného či necementovaného typu

implantátu a s použitím nebo nepoužitím autologního kostního štěpu v závislosti na stavu kosti a přítomnosti defektů. Práce publikovaná Knakem uvádí, že neexistuje statisticky významný rozdíl v subjektivním a objektivním hodnocení u pacientů po reimplantaci nové cementované trapeziální náhrady a u pacientů po trapeziektomii jako záchranné operaci. Po reimplantaci poukazuje na nepříjemně vysoké riziko pravděpodobnosti další revizní operace. Dochází k závěru, že trapeziektomie by měla být standardní záchrannou operací po selhání trapeziální komponenty TEP a neměli bychom se již pouštět do reimplantace (Knak J., Hansen T.B., 2016). Dle práce Kaszapa trapeziektomie mají srovnatelné pooperační výsledky jak v případě primárních, tak i záchranných operacích (Kaszap B. et al., 2013). V našem souboru jsem se s nutností operační revize pro selhání trapeziální komponenty setkali třikrát. Dvakrát jsme pro rozsáhlý defekt s rozlomením trapézia a rozvoj pantrapeziální artrózy přistoupili k extrakci TEP a konverzi na interpoziční náhradu TIE-IN s TSA pomocí FCR. V jednom případě jsme přistoupili k dvoudobé reimplantaci s extrakcí jamky, spongioplastikou trapézia autologním kostním štěpem a s odstupem 3 měsíců implantací nové necementované jamky.



## 5.5. Závěr klinické části

V pokročilých stádiích osteoartrózy I.CMC kloubu III. a IV.stupně dle Eaton-Littlera neexistuje žádná technika, která by trvale a dokonale dokázala obnovit plnou pohyblivost, sílu a komfort ruky v úchopu, a to bez ohledu na celkovou spokojenost pacienta, úlevu od bolesti a zlepšení pohybnosti a funkce ruky. V těchto fázích je totiž vazivový aparát TMC kloubu a okolí významně degenerován.

Trapeziektomie dále snižuje jeho mechanické vlastnosti. Funkční výsledky jsou ale přijatelné, protože vnitřní a vnější svalstvo přispívá ke stabilitě neoartikulace. Naděje vkládané do LR a LRTI technik, ve snaze obnovit stabilní postavení palce a sílu v úchopu, se nepotvrdili. Elegance těchto postupů neodpovídá jejich výsledné účinnosti v prevenci proximální migrace palce, která je neustále pod velkou axiální silou. Je třeba si uvědomit, že šlacha nemá stejné biomechanické vlastnosti jako vaz. Dle našeho názoru tedy resekční artroplastiky bez ohledu na provedení TI či LRTI proximální migrací a posunem centra rotace do nefysiologického postavení nezajistí dostatečnou stabilitu pro obnovu lepší pevnosti a síly úchopu. Rovněž tak nezajistí plný rozsah pohybu palce zejména ve smyslu vnitřní rotace – optimální pronace, jako složky opozice palce proti ostatním prstům a zevní rotace – supinace, jako součást obráceného postavení, v anglické literatuře označovaného „counteropposition“.

Naproti tomu artrodéza sice zajistí dobrou stabilitu a sílu palce v úchopu, ale na úkor omezení rozsahu hybnosti a ztráty jemné motoriky ruky. To společně pozdním rozvojem sekundární osteoartrózy ST skloubení vlivem jeho kompenzačního rozšíření hybnosti a tedy přetěžování vede k významnému omezení indikací této operační metody.

Biomechaniku CMC kloubu palce v současnosti nejlépe zachovává TEP, kdy díky šetření ligamentózních struktur kloubního pouzdra a minimální resekci kloubních ploch původního TMC kloubu obnovuje opěrný bod mezi trapéziem a I.MTC, zachovává délku I. sloupce a fyziologické centrum rotace s udržením anatomických poměrů pro činnost svalů tenaru. TEP I.CMC kloubu tak kombinuje výhody ostatních operačních metod, kdy vedle ztráty bolestivosti a obnovy rozsahu hybnosti zajišťuje dobrou pevnost a stabilitu, což jsou nezbytné atributy pro obnovu síly v úchopu. K těmto závěrům ve shodě s řadou prací udávajících v současnosti nejen krátkodobé a střednědobé, ale i dlouhodobé výsledky, a ve shodě se závěry současného poznání dospěla i naše studie, kdy ve všech parametrech měření a hodnocení funkce, bolestivosti a celkového hodnocení pacientem dosahovala TEP I. CMC kloubu nejlepší výsledky. Na základě tohoto poznání jsme přesvědčeni, že TEP I. CMC

kloubu by měla být, při splnění indikačních kritérií, zejména stavu trapézia, zlatým standardem a metodou volby léčby pokročilé rhizartrózy.

## 6. VYHODNOCENÍ CÍLŮ A HYPOTÉZ

Na základě výsledků klinických vyšetření zahrnujících RTG, měření rozsahů hybnosti palce ve smyslu opozice a abdukce, a měření síly hrubého (*grasp*) a jemných úchopů (*key pinch* a *tip pinch*) pomocí certifikovaných goniometrů, výsledků funkčního hodnocení a hodnocení bolestivosti pomocí standardizovaných dotazníků DASH a VAS získaných předoperačně a v pravidelných předem stanovených intervalech 6 týdnů, 3 a 6 měsíců, 1 rok od operace a dále v rámci pravidelných ročních kontrol 2 a 3 roky od operace jsme porovnali jednotlivé operační metody léčby pokročilé osteoartrózy I. CMC kloubu ruky. Současně jsme pacientům v rámci roční kontroly po výkonu předložili individuální dotazník celkové spokojenosti s operací a pooperačním stavem.

Pro účely naší práce jsme v rámci experimentu ověřovali vliv polohy a pozice lokte, zápěstí a ruky na úchop a sílu stisku s cílem stanovit optimální standardní pozici horní končetiny a ruky, k dosažení maximální přesnosti měření a správné interpretace získaných dat a abychom zamezili zkreslení a špatné interpretaci výsledků při nahodilých nestandardizovaných měřeních. Současně byla v rámci experimentu potvrzena hypotéza vlivu pohlaví, výšky a váhy na sílu úchopu.

Ze získaných dat vyplývá, že nejlepšími výsledky ve všech sledovaných a hodnocených parametrech dosáhla metoda TEP TMC kloubu. Rovněž tak v rámci hodnocení celkové spokojenosti pacientů dosáhla metoda totální náhrady kořenového kloubu palce ruky nejvyšších hodnot. Závěrem tedy musíme konstatovat, že cíle naší práce porovnat jednotlivé metody operační léčby pokročilé rhizartrózy a prokázat TEP I. CMC kloubu jako metodu volby byly splněny a tím současně byla potvrzena stanovená hypotéza práce.

## 7. SOUHRN

Osteoartróza prvního CMC kloubu je degenerativní postižení TMC neboli „kořenového“ kloubu palce ruky. Je druhým nejčastějším artrotickým postižením ruky, hned po artróze distálního interfalangeálního kloubu prstů.

TMC kloub díky své stavbě umožňuje značný rozsah hybnosti a je klíčový pro opozici palce a úchop, což je současně příčinou velkého fyziologického zatížení kořenového kloubu a tím častějšího a časnějšího rozvoje artrózy. Zejména pak pokročilá stadia osteoartrózy I. CMC kloubu III., IV. a II. stadium s plně rozvinutou chondropatií a subchondrální sklerózou klasifikace dle Eaton-Littlera jsou provázena zátěžovou a posléze i klidovou bolestivostí, omezením rozsahu hybnosti a síly nejen palce v úchopu až postupně mohou vést k významnému omezení funkční výkonnosti ruky až ztrátě jemné motoriky a běžných každodenních úchopových aktivit. Tato dizertační práce na základě klinických výsledků, funkčního hodnocení, bolestivosti a hodnocení celkové spokojenosti pacienta porovnává operační metody standardně užívané v léčbě pokročilé rhizartrózy, jako je artrodéza, z resekčních artroplastik HDA a TT s LRTI, a z implantátů pak interpoziční náhrada TIE-IN s TSA pomocí FCR a TEP I. CMC kloubu. Srovnává klinické výsledky jako jsou rozsahy hybnosti palce ve smyslu opozice hodnocené dle Kapandjiho skóre a abdukce měřené certifikovaným goniometrem, a jako jsou síly hrubého (grasp) a jemných (key a tip pinch) úchopů měřené pomocí certifikovaných dynamometrů Baseline®. K dosažení co největší přesnosti, vyloučení chyb měření a zabránění zkreslení výsledků stanovujeme pomocí experimentu optimální polohu horní končetiny, která je pro jednotlivá měření a zejména jejich hodnocení zcela zásadní. Vedle klinických výsledků jednotlivých operačních metod srovnáváme výsledky funkčního hodnocení pomocí skórovacího dotazníku DASH, hodnocení bolestivosti pomocí škály VAS a celkového hodnocení spokojenosti pacienta pomocí individuálního dotazníku.

TEP TMC kloubu vychází ve všech stanovených měřeních a hodnoceních nejlépe, což nás opravňuje k závěru, že tato operační metoda by měla být, při splnění indikačních kritérií, metodou volby a zlatým standardem léčby pokročilé osteoartrózy I. CMC kloubu.

Tento závěr a jeden z cílů práce je současně potvrzením stanovené hypotézy, jejíž podstatou je zachování resp. obnova biomechaniky CMC kloubu palce ruky, díky udržení výšky I. sloupce/palce a zachování fyziologického centra pohybu/rotace v ose I. paprsku.

## **8. SUMMARY**

Osteoarthritis of the first CMC joint is a degenerative disease of the TMC or “root“ joint of the thumb. It is the second most common arthritis of the hand, after osteoarthritis of the distal interphalangeal joint of the fingers.

Due to its structure, the TMC joint allows a considerable range of motion and is crucial for thumb opposition and grip, which is also the cause of a large physiological load on the joint and more frequent and earlier development of degenerative changes. In particular, advanced stages of osteoarthritis of the I. CMC joint 3rd and 4th degree and 2nd degree with fully developed chondropathy and subchondral sclerosis of the Eaton-Litter’s classification are accompanied by pain on exertion and later also at rest, range of motion restriction and loss of strength not only of the thumb in the grip, but can gradually lead to a significant limitation of the functional performance of the hand, up to loss of fine motor skills and normal daily grip activities. This work compares most commonly used surgical techniques in the treatment of the first carpometacarpal joint, such as arthrodesis, resection arthroplasties, interposition TIE-IN implant and total joint arthroplasty (TJA), based on clinical outcomes, functional evaluation, pain and overall satisfactory rate. It compares clinical outcomes such as range of motion of the thumb in opposition as assessed by the Kapandji score and abduction measured by a certified goniometer; and strength of grasp, key grip and tip grip measured by certified dynamometers Baseline®. To achieve the highest possible accuracy, exclude measurement errors and prevent distortion of the results , we determine the optimal position of the upper limb by an experiment, which is absolutely essential for individual measurements and especially their evaluation. In addition to the clinical outcomes of the operative methods, we compare the outcomes of the functional assessment using the DASH scoring questionnaire, the pain assessment using the VAS scale and the overall assessment of patient satisfaction using an individual questionnaire.

TJA of the thumb CMC joint is the best in all determined measurements and evaluations, which entitles us to conclude that this operative method should have been, when the indication criteria were met, the method of choice and the gold standard for the treatment of advanced osteoarthritis of the first CMC joint.

This conclusion and one of the objectives of the work is at the same time a confirmation of the established hypothesis, the essence of which is the preservation or restoration of the CMC biomechanics of the thumb joint, thanks to maintaining the height of the I. column and maintaining the physiological center of movement/rotation in the axis of the thumb.

## 9. LITERATURA

1. ADAMS J.E. Does arthroscopic debridement with or without interposition material address carpometacarpal arthritis? *Clin Orthop Relat Res.*, 2014; 472(4): 1166-1172.
2. ALNOT J.Y., BEAL D., OBERLIN C., SALON A. GUEPAR total trapeziometacarpal prosthesis in the treatment of arthritis of the thumb-36 case reports. *Ann Chir Main Memb Super* 1993; 12: 93-104.
3. AMADIO P.C., MILLENDER L.H., SMITH R.J. Silicone spacer or tendon spacer for trapezium resection arthroplasty—comparison of results. *J Hand Surg Am* 1982; 7: 237-244.
4. ARMSTRONG A.L., HUNTER J.B., DAVIS T.R. The prevalence of degenerative arthritis of the base of the thumb in post-menopausal women. *J Hand Surg Br.* 1994; 19: 340-341.
5. ATROSHI I., AXELSSON G. Extensor carpi radialis longus tendon arthroplasty in the treatment of primary trapeziometacarpal arthrosis. *J Hand Surg* 1997; 22A: 419-427.
6. AVISAR E., ELVEY M., TZANG C., SORENE E. Trapeziectomy with a tendon Tie-in implant for osteoarthritis of the trapeziometacarpal joint. *J Hand Surg Am.* 2015; 40: 1292-1297.
7. BADIA A. Arthroscopic Indications and Technique for Artelon Interposition Arthroplasty of the Thumb Trapeziometacarpal Joint. 2008; 12(4): 1-6.
8. BADIA A. Trapeziometacarpal Arthroscopy: A classification and Treatment Algorithm. *Hand Clin*, 2006; 22:153-163.
9. BADIA A., SAMBANDAM S.N. Total Joint Arthroplasty in the Treatment of Advanced Stages of Thumb Carpometacarpal Joint Osteoarthritis. *J Hand Surg* 2006; 31(10): 1605-1614
10. BARBIER O., CHRYSSAGI A.M., HUGON S., ROMBOUTS J.J., THONNARD J.L. Prospective functional analysis of trapeziectomy combined with intermetacarpal tendon stabilisation in trapeziometacarpal arthritis. *Acta Orthop. Belg.* 2004; 70: 410-416.
11. BARR A., BEAR-LEHMAN J. Biomechanics of the wrist and hand, in: Nordin M. and Frankel V. H. (Eds.), *Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System*, 3rd ed., Lippincott Williams & Wilkins 2001; pp. 358-387.
12. BARRERA-OCHOA S., VIDAL-TARRASON N., CORREA-VAZQUEZ E., REVERTE-VINAIXA M.M., FONT-SEGURA J., MIR-BULLO X. Pyrocarbon interposition (PyroDisk) implant for trapeziometacarpal osteoarthritis: minimum 5-year follow-up. *J Hand Surg Am.* 2014; 39: 2150-2160.
13. BARUT C. P. D. Influence of testing posture and elbow position on grip strength. *Med. J Islam World Acad. Sci.* 2012; 20: 94-97.
14. BEJJANI, F. J. & LANDSMEER, J. M. F. Biomechanics of the hand in: Nordin, M. and Frankel, V. H., *Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System*, Lea & Febiger, pp. 275-304, 1989.
15. BELCHER H.J., ZIC R. Adverse effect of porcine collagen interposition after trapeziectomy: a comparative study. *J Hand Surg* 2001; 26B: 159-164.
16. BELCHER H.J., NICHOLL J.E. A comparison of trapeziectomy with and without ligament reconstruction and tendon interposition. *J Hand Surg* 2000; 25B: 350-356.
17. BERGER R.A. A technique for arthroscopic evaluation of the first carpometacarpal joint. *J Hand Surg.*, 1997; 22/A: 1077-1080.
18. BERGER R.A., WEISS A.P.C. *Hand Surgery*. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins, 2004, 2800 s. ISBN 978-078-1728-744.
19. BETTINGER, P. C. & BERGER, R. A. Functional ligamentous anatomy of the trapezium and trapeziometacarpal joint, *Hand Clinics*, 2001, 17(2), 151- 168.
20. BEZWADA H.P., WEBBER J.B. Questions regarding the Swanson silicone trapezium implant. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84: 872-873.
21. BLOUNT A.L., ARMSTRONG S.D., YUAN F., BURGESS S.D. Porous polyurethaneurea (Artelon) joint spacer compared to trapezium resection and ligament reconstruction. *J Hand Surg* 2013; 38: 1741-1745.
22. BOND J.L., DOPIRAK R.M., HIGGINS J., BURNS J., SNYDER S.J. Arthroscopic replacement of massive, irreparable rotator cuff tears using a GraftJacket allograft: technique and preliminary results. *Arthroscopy* 2008; 24: 403-409.
23. BRAUN R.M. Total joint arthroplasty at the carpometacarpal joint of the thumb. *Clin Orthop* 1985; 195: 161-167.
24. BRUNELLI G., MONINI L., BRUNELLI F. Stabilisation of the trapezio-metacarpal joint. *J Hand Surg* 1989; 14B: 209-212.
25. BURTON R.I. Basal joint arthrosis of the thumb. *Orthop Clin North Am* 1973;4:347-348.
26. BURTON R.I., PELLEGRINI V.D. Surgical management of basal joint arthritis of the thumb. Part II. Ligament reconstruction with tendon interposition arthroplasty. *J Hand Surg* 1986; 11A: 324-332.

27. CAPUTO R., BENNETT J. Power staple fixation in trapeziometacarpal arthrodesis. *J Hand Surg* 1993; 18-A: 926-929.
28. CAROLL R. Arthrodesis of the carpometacarpal joint of the thumb : a review of patients with a long postoperative period. *Clin Orthop Relat Res* 1987; 220: 106-110.
29. CASSIDY C., GLENNON P.E., STEIN A.B., RUBY L.K. Basal joint arthroplasty and carpal tunnel release through a single incision: an in vitro study. *J Hand Surg* 2004; 29A:1085–1088.
30. CECELI E., DURUKAN P.B., ERDEM H.R., INCEL N.A., YORGANCIOGLU Z.R. Grip strength: Effect of hand dominance. *Singapore Med J* 2002; 43(5): 234-237.
31. CLOUGH D., CROUCH C., BENNETT J. Failure of trapeziometacarpal arthrodesis with use of the Herbert screw and limited immobilization. *J Hand Surg* 1990; 15-A: 706-711.
32. COBB T., STERBANK P., LEMKE J.: Arthroscopic resection arthroplasty for treatment of combined carpometacarpal and scaphotrapezotrapezoid arthritis. *J Hand Surg.* 2011; 36(3): 413-419.
33. COLEGATE-STONE T.J., GARG S., SUBRAMANIAN A., MANI G.V. Outcome analysis of trapezectomy with and without pyrocarbon interposition to treat primary arthrosis of the trapeziometacarpal joint. *Hand Surg* 2011; 16: 49–54.
34. CROSBY C.A., MAWR B., WEHBÉ M. Hand strength: Normative values. *J Hand Surg.* 1994; 19(4): 665-670.
35. CROSBY E.B., LINSCHIED R.J., DOBYNS J.H. Scapho-trapezial trapezoideal artrosis. *J Hand Surg* 1978; 3:223-234.
36. CULP R.W., REKANT M.S. The role of arthroscopy in evaluating and treating trapeziometacarpal disease. *Hand Clin.* 2001; 17(2): 315-319.
37. DAMEN A., DIJKSTRA T., VAN DER LEI B., VAN DUNNEN W., ROBINSON P. Long-term results of arthrodesis of the carpometacarpal joint of the thumb. *Scand J Plast Recon Hand Surg* 2001; 35: 407-413.
38. DAVIS T.R., BRADY O., DIAS J.J. Excision of the trapezium for osteoarthritis of the trapeziometacarpal joint: a study by the benefit of ligament reconstruction or tendon interposition. *J Hand Surg* 2004; 29A: 1069–1077.
39. DAVIS T.R., PACE A. Trapeziectomy for trapeziometacarpal joint osteoarthritis: is ligament reconstruction and temporary stabilisation of the pseudarthrosis with a Kirschner wire important? *J Hand Surg* 2009;34B:312–321.
40. DAY C.S., GELBERMAN R., PATEL A.A., et al. Basal joint osteoarthritis of the thumb: A prospective trial of steroid injection and splinting. *J Hand Surg (Am)* 2004; 29: 247–251.
41. DE LA CAFFINIÈRE J.Y., AUCOUTURIER P. Trapezio-metacarpal arthroplasty by total prosthesis. *Hand* 1979; 11: 41-46.
42. DE SMET L., SIOEN W., SPAEPEN D., VAN RANSBEECK H. Total joint arthroplasty for osteoarthritis of the thumb basal joint. *Acta Orthop Belg.* 2004; 70: 19-24.
43. DE SMET L., SIOEN W., SPAEPEN D., VAN RANSBEECK H. Treatment of osteoarthritis of the thumb: trapezectomy with or without tendon interposition/ligament reconstruction. *Hand Surg* 2004; 9: 5–9.
44. DE SMET L., VAES F., VAN DER BROECKE J. Arthrodesis of the trapeziometacarpal joint for basal joint osteoarthritis of the thumb. *Chir Main* 2005; 24: 222-224.
45. DE SMET L., VAN MEIR N., VERHOEVEN N., DEGREEF I. Is there still a place for arthrodesis in the surgical treatment of basal joint osteoarthritis of the thumb? *Acta Orthop Belg* 2010; 76: 719-724.
46. DELL P.C., BRUSHART T.M., SMITH R.J. Treatment of trapezio-metacarpal arthritis: results of resection arthroplasty. *J Hand Surg* 1978; 3:243-249.
47. DOWNING N.D, DAVIS T.R. Trapezial space height after trapeziectomy: mechanism of formation and benefits. *J Hand Surg* 2001; 26A: 862– 868.
48. DREANT N. Mini TightRope® suture button indications for basal joint arthritis. *Hand Surg Rehabil.* 2021; 40S: S77-S82.
49. DYLEVSKÝ I. Speciální kineziologie. Praha: Grada 2009. ISBN 978-80-247-1648-0.
50. EATON R.G., GLICKEL S.Z. Trapeziometacarpal osteoarthritis: staging as a rationale for treatment. *Hand Clin.* 1987; 3:455–471.
51. EATON R.G., LANE L.B., LITTLER J.W., KEYSER J.J. Ligament reconstruction for the painful thumb carpometacarpal joint: A long-term assessment. *J Hand Surg.* 1984; 9: 692-699.
52. EATON R.G., LITTLER J.W. Ligament reconstruction of the painful thumb carpometacarpal joint. *J Bone Joint Surg.* 1973; 55A: 1655–1666.
53. EATON, R. G., GLICKEL, S. Z., LITTLER, J. W.: Tendon interposition arthroplasty for degenerative arthritis of the trapeziometacarpal joint of the thumb. *J. Hand Surg.*, 1985; 10-A: 645–654.

54. EECKEN S.V., VANHOVE W., HOLLEVOET N. Trapeziometacarpal joint replacement with the Arpe prosthesis. *Acta Orthop Belg.* 2012; 78: 724-729.
55. FAVREUL E., MAINARD D. *Classifications et scores en chirurgie orthopédique et en traumatologie. Vol 2.: membre supérieur et pied.* Springer Paris, 2013, 353 s. ISBN 978-2-287-79847-4.
56. FERRARI B., STEFFEE A.D. Trapeziometacarpal total joint replacement using the Steffee prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 68: 1177-1184.
57. FIELD J., BUCHANAN D. To suspend or not to suspend: a randomised single blind trial of simple trapeziectomy versus trapeziectomy and flexor carpi radialis suspension. *J Hand Surg* 2007; 32B: 462-466.
58. FITZGERALD B.T., HOFMEISTER E.P. Treatment of advanced carpometacarpal joint disease: trapeziectomy and hematoma arthroplasty. *Hand Clin.* 2008; 24: 271-276.
59. FLORACK T.M., MILLER R.J., PELLEGRINI V.D., BURTON R.I., DUNN M.G. The prevalence of carpal tunnel syndrome in patients with basal joint arthritis of the thumb. *J Hand Surg* 1992; 17A: 624 - 630.
60. FONG P.W., NG G.Y. Effect of wrist positioning on the repeatability and strength of power grip. *Am J Occup Ther.* 2001; 55(2): 212-216.
61. FORSETH M., STERN P. Complications of trapeziometacarpal arthrodesis using plate and screw fixation. *J Hand Surg* 2003; 28: 342-345.
62. FREEDMAN D.M., EATON R.G., GLICKEL S.Z. Long-Term Results of Volar Ligament Reconstruction for Symptomatic Basal Joint Laxity. *J Hand Surg.* 2000; 25: 297-304.
63. FREIVALDS A. *Biomechanics of the Upper Limbs: Mechanics, Modeling, and Musculoskeletal Injuries*, 2nd ed. 2018; ISBN 13: 978-11-380-7323-4
64. FROMSON A.I. Tendon arthroplasty of trapeziometacarpal joint. *Clin Orthop Re Res* 1970; 70: 191-199.
65. FROMSON A.I. Tendon Interposition arthroplasty of carpometacarpal joint of the thumb. *Hand Clin* 1987; 3: 489-505.
66. FROSCHAUER S.M., HOLZBAUER M., MIHALIC J.A., KWASNY O. TOUCH® Prosthesis for Thumb Carpometacarpal Joint Osteoarthritis: A Prospective case Series. *J Clin Med.* 2021; 10(18): 4090.
67. FUCHS S., MÖNIKES R., WOHLMEINER A., HEYSE T. Intra-articular hyaluronic acid compared with corticoid injections for the treatment of rhizarthrosis. *Osteoarthritis Cartilage* 2006; 14, 82-88.
68. FULTON D., STERN P. Trapeziometacarpal arthrodesis in primary osteoarthritis : a minimum two-year follow-up study. *J Hand Surg* 2001; 26-A: 109-114.
69. GANGOPADHYAY S., McKENNA H., BURKE F.D., DAVIS T.R. Five- to 18-year follow up for treatment of trapeziometacarpal osteoarthritis: a prospective comparison of excision, tendon interposition, and ligament reconstruction and tendon interposition. *J Hand Surg [Am]* 2012; 37: 411-417.
70. GARCIA-MAS R., SOLE MOLINS X. Partial trapeziectomy with ligament reconstruction-tendon interposition in thumb carpo-metacarpal osteoarthritis. A study by 112 cases. *Chir Main* 2009; 28: 230-238.
71. GERACE E., ROYAUX D., GAISNE E., ARDOUIN L., BELLEEMERE P. Pyrocardan® implant arthroplasty for trapeziometacarpal osteoarthritis with a minimum follow-up of 5 years. *Hand Surg Rehabil.* 2020; 39: 528-538.
72. GERVIS W.H., WELLS T. A review of excision of the trapezium for osteoarthritis of the trapeziometacarpal joint after twenty-five years. *J Bone Joint Surg* 1973; 55: 56-57.
73. GERVIS W.H., WELLS T. Excision of the trapezium for osteoarthritis of the trapeziometacarpal joint. *J Bone Joint Surg* 1949; 31B: 537-539.
74. GILBERTOVÁ S., MATOUŠEK O. *Ergonomie: optimalizace lidské činnosti.* Praha: Grada 2002; ISBN 80-247-0226-6.
75. GOLDBERG I., AMIT S., PEYLAN J., ADLER A. Tendon interposition arthroplasty vs Kessler silicone prosthesis for basal joint arthritis of the thumb. *Herefuah* 1994; 126: 696-699.
76. GOLDFARB C.A., KIEFHABER T.R., STERN P.J., BIELECKI D.K. The relationship between basal joint arthritis and carpal tunnel syndrome: an MRI pilot study. *J Hand Surg* 2003; 28A: 21-27.
77. GONZALES-ESPINO P., POTTIER M., DETREMBLEUR CH., GOFFIN D. TOUCH® double mobility arthroplasty for trapeziometacarpal osteoarthritis : outcomes for 92 prostheses. *Hang Surg Rehabil.* 2021; 40: 760-764.
78. GOUBAU J.F., GOORENS C.K., VAN HOONACKER P., BERGHS B., KERCKHOVE D., SCHEETLINCK T. Clinical and radiological outcomes of the Ivory arthroplasty for trapeziometacarpal



- joint osteoarthritis with a minimum of 5 years of follow-up: a prospective single-centre cohort study. *J Hand Surg Eur.* 2013; 38: 866-874.
79. GRAY K.V., MEALS R.A. Hematoma and distraction arthroplasty for thumb basal joint osteoarthritis: minimum 6.5-year follow-up evaluation. *J Hand Surg [Am]* 2007; 32: 23–9.
  80. GUARDIA C., MOUTET F., CORCELLA D., FORLI A., PRADEL P. Roseland prosthesis: quality of life studies about 68 patients with a mean follow-up of 43,8 months. (in French) *Chir. Main.* 2010; 29: 301–306.
  81. HADRABA, I.: Úchop v protetice – 2. část. [online]. 2002b, [cit. 2020-05- 24]. Dostupné z: <http://www.ortopedickaprotetika.cz/ViewArticle.php?Article=80>
  82. HAMILL J., KNUTZEN K.M. Biomechanical basis of human movement. 3. vyd. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2009; pp 564, ISBN 13: 978-0-7817-9128-1.
  83. HANSEN T.B., STILLING M. Equally good fixation of cemented and uncemented cups in total trapeziometacarpal joint prostheses. A randomized clinical RSA study with 2-year follow up. *Acta Orthop.* 2013; 84: 98-105.
  84. HEPINSTALL M.S., YANG S.S., Indirect decompression of the carpal tunnel during basal joint arthroplasty of the thumb. *J Hand Surg* 2008; 33A: 1057–1062.
  85. HERNÁNDEZ-CORTÉS P., PAJARES-LÓPEZ M., ROBLES-MOLINA M.J., GÓMEZ-SÁNCHEZ R., TOLEDO-ROMERO M.A., DE TORRES-URREA J. Two year outcomes of Elektra prosthesis for trapeziometacarpal osteoarthritis: a longitudinal cohort study. *J Hand Surg Eur* 2012; 37: 130–137.
  86. HOBBY J.L., LYALL H.A., MEGITT B.T. First metacarpal osteotomy for trapeziometacarpal osteoarthritis. *J Bone Joint Surg* 1998; 80B: 508–512.
  87. HOLME T.J., KARBOWIAK M., CLEMENTS J., SHARMA R., CRAIK J., ELLAHEE N. Thumb CMCJ prosthetic total joint replacement: a systematic review. *EFORT Open Rev* 2021; 6: 316-330.
  88. HOUSE J.H. Reconstruction of the thumb in tetraplegia following spinal cord injury. *Clin Orthop.* 1985; 195: 117-119.
  89. HUDAK P.L., AMADIO P.C., BOMBARDIER C. Development of an upper extremity outcome measure: DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand). The upper extremity Collaborative group (UECG). *Am J Ind Med.* 1996; 29: 602-608.
  90. CHAMAY A., PIAGET-MOREROD F. Arthrodesis of the trapeziometacarpal joint. *J Hand Surg* 1994; 19-B: 489-497.
  91. CHANTELOT C., RTAIMATE M., CHANTELOT-LAHOUE S., MIGAUD H., FONTAINE C. Intracarpal synovitis related to Dacron interposition after trapeziectomy: a report of three cases. *Chir Main* 2004; 23: 208–211.
  92. IMAEDA T., COONEY W.P. 3rd, Linscheid R. Anatomy of trapeziometacarpal ligaments. *J Hand Surg [Am]* 1993; 18: 226–231.
  93. INGEGNOLI F., SOLDI A., MERONI P. L. Power Doppler sonography and clinical monitoring for hyaluronic Acid treatment of rhizarthrosis: a pilot study. *J. Hand Microsurg.* 2011; 3: 51–54.
  94. INNES E. Handgrip strength testing: A review of the literature. *Australian Occup Ther. J.* 1999; 46(3): 120-140.
  95. ISHIDA O., IKUTA Y. Trapeziometacarpal joint arthrodesis for the treatment of arthrosis. *Scand J Plast Recon Hand Surg* 2000; 34: 245-248.
  96. JENSEN J.S., KRISTIANSEN B., SOLGAARD S. Evaluation of instruments for measuring grip strength. *Acta Orthop Scand*, 1984; 55(5): 569.
  97. JØRGENSEN R.W., ANDERSON K.A., ODGAARD A., JENSEN CH. Pyrocardan Implant Arthroplasty for Carpometacarpal Osteoarthritis of the Thumb: A Comparative Study with a Historical Control Group. *J Wrist Surg* 2022; 12: 324-330.
  98. JORQUERA R., ORELLANA P., MELIBOSKY F., PAZ E., LIENDO R., AZÓCAR C. Arthroscopic Hemitrapezectomy and Suspension with Mini TightRope for the Treatment of Rhizarthrosis: Outcome in patients in stages Eaton-Littler 2 to 3. *Rev Iberam Cir Mano*, 2022; 50(1): e12-e18.
  99. JURČA J., HAVLAS V. Interpoziční a závěsná artroplastika kořenového kloubu palce ruky pomocí implantátu TIE-IN, *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2018; 85(2): 125–129.
  100. JURČA J., NĚMEJC M., HAVLAS V. Surgical Treatment for Advanced Rhizarthrosis. Comparison of Results of the Burton-Pellegrini Technique and Trapeziometacarpal Joint Arthroplasty. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2016; 83: 27–31.
  101. KADIYALA R.K., GELBERMAN R.H., KWON B. Radiographic assessment of the trapezial space before and after ligament reconstruction and tendon interposition arthroplasty. *J Hand Surg* 1996; 21B :2 : 177–181.
  102. KAPANDJI I.A. *The Physiology of the Joints.* Churchill Livingstone, Edinburg, 2007.

103. KARLSSON M.K., NECKING L., REDLUND-JOHNELL I., DÜPPE H. Silicone rubber implants for arthrosis of the scaphotrapezial joint. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1992; 26: 173-176.
104. KASZAP B., DAECKE W., JUNG M. Outcome comparison of primary trapeziectomy versus secondary trapeziectomy following failed total trapeziometacarpal joint replacement. *J Hand Surg Am.* 2013; 38: 863-871.
105. KHAN M., WASEEM M., RAZA A., DERHAM D. Quantitative assessment of improvement with single corticosteroid injection in thumb CMC joint osteoarthritis? *Open Orthop. J.* 2009; 3: 48–51.
106. KLAHN A., NYGAARD M., GVOZDENOVIC R., BOECKSTYNS M.E. Elektra prosthesis for trapeziometacarpal osteoarthritis: a follow-up of 39 consecutive cases. *J Hand Surg Eur* 2012; 37: 605–609.
107. KLIMO G.F., VERNA R.B., BARATZ M.E. The treatment of trapeziometacarpal arthritis with arthrodesis. *Hand Clin* 2001; 17: 261–270.
108. KNAK J., HANSEN T.B. Trapeziectomy or revision into a cemented polyethylene cup in failed trapeziometacarpal total joint arthroplasty. *J Plast Surg Hand Surg.* 2016; 50: 286–290.
109. KOKKALIS Z.T., ZANAROS G., WEISER R.W., SOTEREANOS D.G. Trapezium resection with suspension and interposition arthroplasty using acellular dermal allograft for thumb carpometacarpal arthritis. *J Hand Surg Am.* 2009; 34: 1029-1036.
110. KRIEG-AU G., PETJE G., FOJTL E., GANGER R., ZACH I. Ligament reconstruction with or without tendon interposition to treat primary thumb carpometacarpal osteoarthritis. A prospective randomized study. *J Bone Joint Surg* 2004; 86A: 209–218.
111. KRUGHAUG Y., LIE S.A., HAVELIN L.I., FURNES O., HOVE L.M., HALLAN G. The results of 479 thumb carpometacarpal joint replacements reported in the Norwegian Arthroplasty Register. *J Hand Surg Eur.* 2014; 39: 819-825.
112. KUBÁT P., TRTÍK L. Maïa Trapeziometacarpal Implant for Treatment of Advanced Osteoarthritis of the Basal Joint of the Thumb. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2012; 79: 520-523.
113. KUHNS C.A., EMERSON E.T., MEALS R.A. Hematoma and distraction arthroplasty for thumb basal joint osteoarthritis: a prospective, single-surgeon study including outcomes measures. *J Hand Surg [Am]* 2003; 28: 381–389.
114. LANE L.B., HENLEY D.H. Ligament Reconstruction of the Painful, Unstable, Nonarthritic Thumb Carpometacarpal Joint. *J Hand Surg.* 2001; 26: 686-691.
115. LANZETTA M., FOUCHER G. A comparison of different surgical techniques in treating degenerative arthrosis of the carpometacarpal joint of the thumb. A retrospective study by 98 cases. *J Hand Surg* 1995; 20B: 105–110.
116. LARONDE P., DURIEZ P., OCA V., d'ALMEIDA M.A., HUSTIN C. Thumb basal joint arthritis: New classification, diagnostic and therapeutic algorithm. *Hand Surg Rehabil.* 2022; 41(4):419-429.
117. LAURIA S., WAITAYAWINY T., NEMECHEK N., HUBER P., TENCER A.F., TRUMBLE T.E. Biomechanic analysis of trapeziectomy. Ligament reconstruction with tendon interposition and Tie-In trapezium implant arthroplasty for thumb carpometacarpal arthritis: a cadaver study. *J Hand Surg.* 2007; 32: 697–706.
118. LEE D.K. Achilles tendon repair with acellular tissue graft augmentation in neglected ruptures. *J Foot Ankle Surg* 2007; 46: 451–455.
119. LEHMANN O., HERREN D.B., SIMMEN B.R. Comparison of tendon suspension-interposition and silicon spacers in the treatment of degenerative osteoarthritis of the base of the thumb. *Ann Chir Main Memb Super* 1998; 17: 25–30.
120. LIMBASIYA R., RAMALINGAM T., ANU J., SAVALIYA D. Effect of elbow and wrist joint position on grip strength. *IOSR-JDMS* 2016; 15: 73–77.
121. LINS R.E., GELBERMAN R.H., McKEOWN L., KATZ J.N., KADIYALA R.K. Basal joint arthritis: trapeziectomy with ligament reconstruction and tendon interposition arthroplasty. *J Hand Surg* 1996; 21A: 202–209.
122. LISANTI M., ROSATI M., SPAGNOLLI G., LUPPICHINI G. Trapeziometacarpal joint arthrodesis for osteoarthritis. Results of power staple fixation. *J Hand Surg* 1997; 22-B: 576-579.
123. LOGAN J., PETERS S.E., STRAUSS R., MANZANERO S., COUZENS G.B., ROSS M. Pyrocardan Trapeziometacarpal Joint Arthroplasty-Medium-Term Outcomes. *J Wrist Surg* 2020; 9: 509-517.
124. LOVELL M.E., NUTTALL D., TRAIL I.A., STILWELL J., STANLEY J.K. A patient-reported comparison of trapeziectomy with Swanson Silastic implant or sling ligament reconstruction. *J Hand Surg Br* 1999; 24: 453–455.
125. LUTONSKÝ, M., PELLAR, D.: Arthrodesis of the Carpometacarpal Joint of the Thumb. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.* 2006; 73: 345–349.

126. MacDERMID J.C., RORTH J.H., RAMPERSAUD Y.R., BAIN G.I. Trapezial arthroplasty with silicone rubber implantation for advanced osteoarthritis of the trapeziometacarpal joint of the thumb. *Can J Surg.* 2003; 46: 103-110.
127. MANDL L. A., HOTCHKISS R. N., ADLER R. S., LYMAN S., DALUISKI A., WOLFE S. W., et al. Injectable hyaluronan for the treatment of carpometacarpal osteoarthritis: open label pilot trial. *Curr. Med. Res. Opin.* 2009; 25, 2103–2108.
128. MARCUZZI A., VITA F., SAPINO G., PILLA F., SARTINI S., DI SUMMA P.G., ADANI R. Partial trapeziectomy and pyrocarbon interpositional implant (Pyrodisk) for trapeziometacarpal osteoarthritis in the active working population: outcomes of a 10 years-experience. *J Plast Surg Hand Surg.* 2022; 56:255-260.
129. MARTIN-FERRERO M. Ten-year long-term results of total joint arthroplasties with ARPE implant in the treatment of trapeziometacarpal osteoarthritis. *J Hand Surg Eur.* 2014; 39: 826-832.
130. MARTINEZ DE ARAGON J.S., MORAN S.L., RIZZO M., REGGIN K.B., BECKENBAUGH R.D. Early outcomes of pyrolytic carbon hemiarthroplasty for the treatment of trapezium-metacarpal arthritis. *J Hand Surg Am.* 2009; 34: 205-12.
131. MATHOULIN C., MOREEL P., COSTA R., WILSON S.M. Abductor pollicis longus ‘hammock’ ligamentoplasty for treatment of first carpometacarpal arthritis. *J Hand Surg Eur.* 2008; 33(3): 292–297.
132. MATULLO K.S., ILYAS A.M., THODER J. CMC Arthroplasty of the Thumb: A Review. *Hand.* 2007; 2: 232-239.
133. MENON J. Partial trapeziectomy and interpositional arthroplasty for trapeziometacarpal osteoarthritis of the thumb. *J Hand Surg* 1995; 20A: 700-706.
134. MENON J., Arthroscopic management of trapeziometacarpal arthritis of the thumb. *Arthroscopy,* 1996; 12: 581-587.
135. MERLE M., Lim A. *Elective Hand Surgery: Rheumatological and Degenerative Conditions, Nerve Compression Syndromes.* 1 st. ed. Hackensack, NJ, USA, World Scientific Publishing, 2011, 524 s. ISBN 978-981-4277-877.
136. MOLITOR P.J.A., EMERY R.J.H., MEGGITT B.F. First metacarpal osteotomy for carpometacarpal osteoarthritis. *J Hand Surg* 1991; 16-B: 424-427.
137. MOULTON M.J., PARENTIS M.A., KELLY M.J., et al. Influence of metacarpophalangeal joint position on basal joint loading in the thumb. *J Bone Joint Surg (Am)* 2001; 83: 709–716.
138. MOUTET, F., LEBRUN, C., MASSART, P., SARTORIUS, C.: The Roseland prosthesis. (in French) *Chir. Main.* 2001; 20: 79–84.
139. MUERMANS S., COENEN L. Interpositional arthroplasty with Gore-Tex, Marlex or tendon for osteoarthritis of the trapeziometacarpal joint. A retrospective comparative study. *J Hand Surg* 1998; 23B: 64–68.
140. MULLER G.M. Arthrodesis of the trapeziometacarpal joint for osteoarthritis. *J Bone Joint Surg* 1949; 31-B: 540–542.
141. MUREAU M., RADEMAKER R., VERHAAR J., HOVIUS S. Tendon interposition arthroplasty versus arthrodesis for treatment of trapeziometacarpal arthritis: a retrospective comparative follow-up study. *J Hand Surg* 2001; 26-A: 869-876.
142. MURUGAN S., DHRUMIKA P., KINJAL P., MADHURI G., PRANJALI P. Grip strength changes in relation to different body postures, elbow and forearm positions. *Int. J. Physiother. Res.* 2013; 11(1): 116–121.
143. NAIDU S.H., KULKARNI N., SAUNDERS M. Titanium basal joint arthroplasty: a finite element analysis and clinical study. *J Hand Surg Am* 2006; 31: 760–765.
144. NEUMANN, D. A. *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Physical Rehabilitation.* 1st ed. Hardcover 2003.
145. NG G.Y.F., FAN A.C.C. Does elbow position affect strength and reproducibility of power grip measurements? *Physiotherapy* 2001; 2: 68-72.
146. NICOLAY CH.W., WALKER A.L. Grip strength and endurance: Influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender. *Int. J. of Industrial Ergonomics* 2005; 35(7): 605-618.
147. NILSSON A., WIIG M., ALNEHILL H., BERGGREN M., BJÖRNUM S., GEIKER M., KOPYLOV P., SOLLERMAN CH. The Artelon CMC spacer compared with tendon interposition arthroplasty. *Acta Orthop* 2010; 81:237-244.
148. OSTENDORF B., DANN P., WEDWKIND F. et al. Miniarthroscopy of metacarpophalangeal joints in rheumatoid arthritis. Rating of diagnostic value in synovitis staging and efficiency of synovial biopsy. *J revmatol,* 1999; 26: 1901-1908
149. PAGALIDIS T., KUCZYNSKI K., LAMB D.W. Ligamentous stability of the base of the thumb. *Hand* 1981; 13: 29–36.

150. PARDINI A., LZARONI A., TZAVARES K. Compression arthrodesis of the carpometacarpal joint of the thumb. *Hand* 1982; 14: 291-294.
151. PARK M.J., LICHTMAN G., CHRISTIAN J.B., WEINTRAUB J., CHANG J., HENTZ V.R., LADD A.L., YAO J. Surgical treatment of thumb carpometacarpal joint arthritis: a single institution experience from 1995–2005. *Hand (NY)* 2008; 3: 304–310.
152. PARKER W.L., LINSCHIED R.L., AMADIO P.C. Long-term outcomes of first metacarpal extension osteotomy in the treatment of carpal-metacarpal osteoarthritis. *J Hand Surg Am* 2008; 33(10): 1737-1743.
153. PARVATIKAR V., MUKKANAVAR P. Comparative study of grip strength in different positions of shoulder and elbow with wrist in neutral and extension positions. *J Med Exc Science Physioth.* 2009; 5(2): 67-75.
154. PASSIATORE M., TACCARDO G., CILLI V., ROVERE G., LIUZZA F., PANNUTO L., DE VITIS R. Surgical treatment of carpometacarpal thumb arthritis with trapeziectomy and intra-tendon (FCR) suspension with one-loop APL: comparative cohort study. *BMC Musculoskeletal disord.* 2023; 24: 328.
155. PECH J., VEIGL D., HROMÁDKA R., DOBIÁŠ J., ZATRAPA T. Shape-Memory Osteosynthesis for Trapeziometacarpal Joint Arthrodesis. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2014; 81: 335-339.
156. PELLEGRINI V.D. Jr., BURTON R.I. Surgical management of basal joint arthritis of the thumb. Part I. Long-term results of silicone implant arthroplasty. *J Hand Surg Am* 1986; 11: 309–324.
157. PELLEGRINI V.D. Jr., OLCOTT C.W., HOLLENBERG G. Contact patterns in the trapezio-metacarpal joint: the role of the palmar beak ligament. *J Hand Surg Am* 1993; 18: 238-244.
158. PELLEGRINI V.D. Jr., PARENTIS M., JUDKINS A., OLMSTEAD J., OLCOTT C. Extension metacarpal osteotomy in the treatment of trapezio-metacarpal osteoarthritis: a biomechanical study. *J Hand Surg Am* 1996; 21: 16-23.
159. PELLEGRINI, V. D. Jr.: Osteoarthritis of the trapeziometacarpal joint: the pathology of articular cartilage degeneration. II. Articular wear patterns in the osteoarthritic joint. *J. Hand Surg.* 1991; 16-A: 975–982.
160. PILNÝ J, JINDRA M, KREJZOVÁ J, ŘIHOŠKOVÁ M, BAŽANTOVÁ K. Rhizarthrosis of carpometacarpal (CMC) joint of a thumb. *Cech Revmatol.* 2008; 3: 110-113.
161. PILNÝ, J., SLODNÍČKA, R. *Chirurgie ruky.* 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 395 s. ISBN 978-802-4732-954.
162. PODĚBRADSKÝ, J., PODĚBRADSKÁ, R.: *Fyzikální terapie.* 1. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2009. 218 s. ISBN: 978-80-247-2899-5
163. POULTER R.J., DAVIS T.R.C. Management of hyperextension of the metacarpophalangeal joint in association with trapeziometacarpal joint osteoarthritis. *J Hand Surg* 2011; 36E: 280–284.
164. RAVEN E.E., KERKHOFFS G.M., RUTTEN S., MARSMA A.J., MARTI R.K., ALBERS G.H. Long term results of surgical intervention for osteoarthritis of the trapeziometacarpal joint: comparison of resection arthroplasty, trapeziectomy with tendon interposition and trapezio-metacarpal arthrodesis. *Int Orthop* 2007; 31: 547–554.
165. RILEY N., VELLA-BALDACCHINO M., THURLEY N., HOPEWELL S., CARR A. J., DEAN B. J. F. Injection therapy for base of thumb osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 2019, 9(9): e027507.
166. RITCHIE J.F., BELCHER H.J. A comparison of trapeziectomy via anterior and posterior approaches. *J Hand Surg* 2008; 33B: 137–143.
167. RIZZO M., MORAN S., SHIN A. Long-term outcomes of trapeziometacarpal arthrodesis in the management of trapeziometacarpal arthritis. *J Hand Surg* 2009; 34-A: 20-26.
168. ROCCHI L., MEROLLI A., GIORDANI L., ALBENSI C., FOTI C. Trapeziometacarpal joint osteoarthritis: a prospective trial on two widespread conservative therapies. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2018; 7: 603–610.
169. ROSSI C., CELLOCCO P., BIZZARRI F., MARGARITONDO E., COSTANZO G. Trapeziometacarpal joint osteoarthritis: a retrospective study comparing arthrodesis to tendon interposition arthroplasty. *J Orthopaed Traumatol* 2005; 6: 145–149.
170. SALEM H., DAVIS T.R. Six years outcome excision of the trapezium for trapezio-metacarpal joint osteoarthritis : is the improved by ligement reconstruction and temporary Kirschner wire insertion? *J Hand Surg Eur* 2012; 37: 211-219.
171. SANDVALL B.K., E. CAMERON T.E., NETSCHER D.T., EPSTEIN M.J., STAINES K.G., PETERSEN N.J. Basal Joint Osteoarthritis of the Thumb: Ligament Reconstruction and Tendon Interposition Versus Hematoma Distraction Arthroplasty. *J Hand Surg* 2010; 35A:1968–1975.

172. SANCHEZ-FLO R., FILLAT-GOMA F., MARCANO-FERNANDEZ F.A., BERENGUER-SANCHEZ A., BALCELLS-NOLLA P., TORNER P. Partial Versus Total Trapeziectomy With Interposition Arthroplasty for Trapeziometacarpal Osteoarthritis Grade II to III Eaton-Littler: A Clinical Trial. *J Hand Surg Global online* 2020; 2: 133-137.
173. SCHEKER L.R., BOLAND M.R. Dynamic suspension-sling arthroplasty with intermetacarpal ligament reconstruction for the treatment of trapeziometacarpal osteoarthritis. *Eur J Plast Surg* 2004; 27: 185-193.
174. SCHRÖDER J., KERKHOFFS G.M., VOERMAN H.J., Marti R.K. Surgical treatment of basal joint disease of the thumb: comparison between resection-interposition arthroplasty and trapezio-metacarpal arthrodesis. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002; 122: 35-38.
175. SIGFUSSON R., LUNDBORG G. Abductor pollicis longus tendon arthroplasty for treatment of arthrosis in the first carpometacarpal joint. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surgery* 1991; 25: 73-77.
176. SINĚLNÍKOV R.D. Atlas anatomie člověka Sv.1. 1. vyd. Praha: SZdN, 1964, 472 s.
177. SIROTA KOVA M., FIGUS A., ELLIOT D. A new abductor pollicis longus suspension arthroplasty. *J Hand Surg* 2007; 32A: 12-22.
178. SMERAGLIA F., BASSO M.A., FAMIGLIETTI G., COZZOLINO A., BALATO G., BERNASCONI A. Pyrocardan® interpositional arthroplasty for trapeziometacarpal osteoarthritis: a minimum four year follow-up. *Int Orthop.* 2022; 46:1803-1810.
179. SMERAGLIA F., SOLDATI A., ORABONA G., IVONE A., GALATO G., PACELLI M. Trapeziometacarpal arthrodesis: is bone union necessary for a good outcome? *J Hand Surg* 2015; 40: 356-361.
180. SONDERGAARD L., KONRADSEN L., RECHNAGEL K. Long-term follow-up of the cemented Caffiniere prosthesis for trapezio-metacarpal arthroplasty. *J Hand Surg* 1991; 16B: 428 – 430.
181. SPAANS A.J., VAN MINNEN L.P., WEIJNS M.E., BRAAKENBURG A., VAN DER MOLEN A.B. Retrospective study of a series of 20 Ivory prostheses in the treatment of trapeziometacarpal osteoarthritis. *J Wrist Surg.* 2016; 5: 131-136.
182. STAHL S., KARSH-ZAFRIR I., RATZON N., ROSENBERG N. Comparison of intraarticular injection of depot corticosteroid and hyaluronic acid for treatment of degenerative trapeziometacarpal joints. *J. Clin. Rheumatol.* 2005; 11, 299-302.
183. STAHL S., SHAPIRA D. Trapeziometacarpal joint osteoarthritis and carpal tunnel syndrome (a new surgical approach for concomitant treatment). *J Hand Surg* 2003; 28B: 246 –250.
184. STARK H., MOORE J., ASHWORTH C., BOYES J. Fusion of the first carpometacarpal joint for degenerative arthritis. *J Bone Joint Surg* 1977; 59-A: 22-26.
185. SWIGART C.R., EATON R.G., GLICKEL S.Z., JOHNSON C. Splinting in the treatment of arthritis of the first carpometacarpal joint. *J Hand Surg.* 1999; 24A: 86-91.
186. TAGIL M., KOPYLOV P. Swanson versus APL arthroplasty in the treatment of osteoarthritis of the trapeziometacarpal joint: a prospective and randomized study in 26 patients. *J Hand Surg Br* 2002; 27: 452-456.
187. TENTI S., PASCARELLI N. A., GAINNOTTI S., GALEAZZI M., GIORDANO N., FIORAVANTI A. Can hybrid hyaluronic acid represent a valid approach to treat rizoarthrosis? A retrospective comparative study. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2017; 18(1), 444.
188. THOMPSON J.S. Suspensionplasty. *J Orthop Surg Techniques* 1989; 4: 1-13.
189. THORNGNER K.G., WERNER C.O. Normal grip strength. *Acta Orthop Scand* 1979; 50(3): 255-259.
190. TOMAINO M.M., PELLEGRINI V.D. Jr, BURTON R.I. Arthroplasty of the basal joint of the thumb. Long-term follow-up after ligament reconstruction with tendon interposition. *J Bone Joint Surg* 1995; 77A: 346 – 355.
191. TRELLU S., DADOUN S., BERENBAUM F., FAUTREL B., GOSSEC L. Intra-articular injections in thumb osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Jt. Bone Spine.* 2015; 82, 315-319.
192. TRTÍK L. Rhizartróza, současné možnosti léčení. *Ortopedie.* 2011; 1: 30-35.
193. TSAI T.M., LAURENTIN-PEREZ L.A., WONG M.S., TAMAI M. Ideas and innovations: radial approach to carpal tunnel release in conjunction with thumb carpometacarpal arthroplasty. *Hand Surg* 2005; 10:61- 66.
194. ULRICH-VINTHER M., PUGGAARD H., LANGE B. Prospective 1-year follow-up study comparing joint prosthesis with tendon interposition arthroplasty in treatment of trapeziometacarpal osteoarthritis. *J Hand Surg* 2008; 33A: 1369-1377.

195. VAN AAKEN J., HOLZER N., WEHRLI L. High failure rate treating CMC 1 osteoarthritis with P12 pyrocarbon prosthesis. *J Hand Surg Eur Vol* 2011; 36: S45–S56.
196. VAN CAPPELLE H.G., DEUTMAN R., VAN HORN J.R. Use of the Swanson silicone trapezium implant for treatment of primary osteoarthritis : long-term results. *J Bone Joint Surg Am.* 2001; 83: 999-1004.
197. VAN CAPPELLE H.G., ELZENGA P., VAN HORN J.R. Long-term results and loosening analysis of de la Caffiniere replacements of the trapeziometacarpal joint. *J Hand Surg Am.* 1999; 24: 476-482.
198. VERMEULEN G.M., BRINK S.M., SLUITER J., ELIAS S.G., HOVIUS S.E.R., MOOJEN T.M. Ligament reconstruction arthroplasty for primary thumb carpometacarpal osteoarthritis (Weilby technique): prospective cohort study. *J Hand Surg* 2009; 34A: 1393-1401.
199. VITALE M.A., HSU C.C., RIZZO M., MORAN S.L. Pyrolytic Carbon Arthroplasty versus Suspensionplasty for Trapezial-Metacarpal Arthritis. *J Wrist Surg* 2017; 6: 134-143.
200. VITALE M.A., TAYLOR F., ROSS M., MORAN S.L. Trapezium Prosthetic Arthroplasty (Silicone, Artelon, Metal, and Pyrocarbon). *Hand Clin* 2013; 29: 37–55.
201. VYSKOTOVÁ, J.; KREJČÍ, I.; MACHÁČKOVÁ, K. *Terapie ruky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2020, ISBN 978-80-244-5767-3.
202. WACHTL S.W., GUGGENHEIM P.R., SENNWALD G.R. Cemented and non-cemented replacements of the trapeziometacarpal joint. *J. Bone Jt Surg.* 1998; 80-B: 121–125.
203. WACHTL S.W., SENNWALD G.R. Non-cemented replacement of the trapeziometacarpal joint. *J Bone Surg Br.* 1996; 78: 787-792.
204. WAJON A., ADA L., EDMUNDS I. Surgery for thumb (trapeziometacarpal joint) osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev* 2005;4: CD004631.
205. WAJON A., CARR E., EDMUNDS I., ADA L. Surgery for thumb (trapeziometacarpal joint) osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev* 2009; 4: CD004631.
206. WALTER N., DUNCAN E., ROSKOSKY M., SMITH T.B., MPH, MSW, SHULER M.S. Suture button suspensionplasty in the treatment of carpometacarpal arthritis: a retrospective analysis of one surgeon's experience over 9 years. *J Hand Surg Global online* 2020; 2: 25-30.
207. WEILBY A. Tendon interposition arthroplasty of the first carpo-metacarpal joint. *J Hand Surg* 1988; 13B:V421–425.
208. WILSON J.N. Basal osteotomy of the first metacarpal in the treatment of arthritis of the carpometacarpal joint of the thumb. *Br J Surg* 1973; 60: 854-858.
209. WILSON J.N., BOSSLEY C.J. Osteotomy in the treatment of osteoarthritis of the first carpometacarpal joint. *J Bone Joint Surg [Br]* 1983; 65-B: 179-181.
210. XIAO G., LEI L., DEMPSEY P.G., LU B., LIANG Y. Isometric muscle strength and anthropometric characteristics of a Chinese sample. *Int. J. of Industrial Ergonomics* 2005; 35(7): 674-679.
211. YAO J. Suture-button suspensionplasty for the treatment of thumb carpometacarpal joint arthritis. *Hand Clin* 2012; 28(04): 579–585.
212. YAO J., CHEAH A.E. Mean 5-year follow-up for suture button suspensionplasty in the treatment of thumb carpometacarpal joint osteoarthritis. *J Hand Surg* 2017; 42(7): 569.e1-569.e11.
213. YUAN B.J., MORAN S.L., TAY S.C., BERGER R.A. Trapeziectomy and carpal collapse. *J Hand Surg Am* 2009; 34(2): 219–27.
214. ZANCOLLI E.A., ZIADENBERG C., ZANCOLLI E. Jr. Biomechanics of the trapeziometacarpal joint. *Clin Orthop Relat Res.* 1987; 220: 14–26.
215. ZÁVODSKÝ I., PAVLIČNÝ R., HOLINKA M. Short-Term Results of the Carpometacarpal Joint Arthroplasty Using the Ivory Prosthesis. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2018; 85: 130–136.
216. ZDRÁHAL M. Arthrodesis of Carpometacarpal Joint of the Thumb Using a Cannulated Screw. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2009; 76: 326-328.
217. ZSCHÖCK-HOLLE A., REIK M., WÖLFLE O., SAUERBIER M. Treatment of basal joint osteoarthritis by Swanson's trapezium implant arthroplasty. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2015; 47: 7-16.

