

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

Katedra fyzioterapie

**EFEKT ROZŠÍŘENÉ KINEZIOTERAPIE U PORUCH FUNKCE  
RUKY SE SKELETÁLNÍM PORANĚNÍM**

Disertační práce

Autor: Mgr. Věra Jančíková

Pracoviště: Fakulta tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci

Školitel: prof. MUDr. Jaroslav Opavský, CSc.

Olomouc 2017

**Jméno a příjmení autora:** Mgr. Věra Jančíková

**Název disertační práce:** Efekt rozšířené kinezioterapie u poruch funkce ruky se skeletálním poraněním

**Školitel:** prof. MUDr. Jaroslav Opavský, CSc.

**Pracoviště:** Katedra fyzioterapie

**Rok obhajoby disertační práce:** 2017

### **Abstrakt**

Cílem práce bylo zhodnotit funkční výsledky rehabilitace u operačně léčených zlomenin distálního radia v časném pooperačním období. Srovnávali jsme funkční výsledky u pacientů se standardní rehabilitací s výsledky skupiny pacientů, u nichž byl do pooperační rehabilitace zařazen navíc intenzivní trénink pletencového svalstva postižené horní končetiny během období imobilizace akra. Do studie bylo v letech 2013–2016 zařazeno 40 pacientů (32 žen a 8 mužů, v průměrném věku 60,5 let) se zlomeninou distálního radia ošetřenou metodou dlahové osteosyntézy z palmárního operačního přístupu. Skupina testovaných, označených I., zahrnovala pacienty, kteří absolvovali intenzivní trénink pletencového svalstva horní končetiny během fixace zápěstí. Po sejmutí fixace zápěstí pokračovali v rehabilitaci standardním způsobem. Druhou skupinu testovaných, označenou II., tvořili pacienti se zlomeninou distálního radia, u kterých byla kinezioterapie prováděna standardním způsobem, tedy tito poranění zahájili rehabilitaci až po sejmutí fixace předloktí. U všech testovaných jsme v časném pooperačním období (tj. 8 týdnů po sejmutí fixace zápěstí) sledovali tyto parametry: rozsah hybnosti kloubů zápěstí a prstů, sílu stisku na dynamometru, velikost otoku, bolestivost, Nine Hole Peg Test a DASH skóre. Hodnotili jsme změny elektromyografické aktivity vybraných svalů horní končetiny pomocí povrchové elektromyografie. Již v časném pooperačním období jsme pozorovali významné rozdíly v hybnosti a funkčním stavu poraněného akra. Testovaní I. skupiny vykazovali rychlejší úpravu funkce poraněné ruky. To mělo i pozitivní psychologický efekt. V dostupných studiích jsme nenalezli práci obdobného typu, se kterou bychom mohli získané výsledky komparovat.

**Klíčová slova:** fraktura distálního radia, ruka, rameno, funkční výsledek, rehabilitace.

Disertační práce byla řešena v rámci interní grantové soutěže IGA s číslem IGA\_FTK 2015\_002.

Souhlasím s půjčováním disertační práce v rámci knihovních služeb.

**Author's first name and surname:** Mgr. Věra Jančíková

**Title of the doctoral thesis:** The effect of extended kinesiotherapy in patients with hand dysfunction after skeletal injury

**Supervisor:** prof. MUDr. Jaroslav Opavský, CSc.

**Department:** Department of physiotherapy

**The year of presentation:** 2017

### **Abstract**

The aim of the thesis was to assess functional outcomes of rehabilitation in patients with surgically treated distal radius fractures in the early postoperative period. We compared functional outcomes of patients undergoing standard rehabilitation with the group of patients whose postoperative rehabilitation was extended with shoulder girdle muscles activation of the affected upper limb while the wrist was immobilized. Forty patients (32 females and 8 males, the mean age 60.5 years) with distal radius fractures treated by internal fixation using volar surgical approach were involved in the study between 2013-2016. The tested subjects were randomized and split into two groups according to the selected method of rehabilitation. The tested subjects with standard rehabilitation extended with shoulder girdle muscles activation were labelled as group I. It included patients with immobilized wrist performing shoulder girdle muscles exercises at the same time. Furthermore, standard kinesiotherapy continued after their fixation was removed. The other tested group, labelled as II involved the patients with distal radius fractures. Only standard rehabilitation was performed in this group as late as their forearm fixation was removed. The following indices and parameters were assessed in the early postoperative period (i.e. by 8 weeks after the fixation removal): wrist and fingers range of motion (ROM), hand grip strength (dynamometry), local swelling, pain, scores of a nine hole peg test (NHPT) and DASH score. We used surface electromyography to measure changes in electromyographic activity of selected muscles of the upper limb. The differences in the functional ability of the hand and the functional state of the injured wrist were detected as early as in an early postoperative period. The tested subjects in the group I showed a faster improvement in physical function of the injured hand. This was also accompanied by a positive psychological effect. We had not found a study of a similar type in the related literature that we could have compared our submitted results to.

**Key words:** distal radius fracture, hand, shoulder, functional treatment, rehabilitation.

I agree the thesis paper to be lent within the library services.

Prohlašuji, že jsem disertační práci zpracovala samostatně pod odborným vedením prof. MUDr. Jaroslava Opavského, CSc. a uvedla všechny použité literární a odborné zdroje.

V Olomouci dne 18.3.2017

.....

Děkuji zejména svému školiteli prof. MUDr. Jaroslavu Opavskému, CSc. za pomoc a podnětné a cenné rady při vedení práce.

Děkuji Mgr. Martině Jiráčkové a Mgr. Dagmar Tečové za pomoc při zpracování dat. Upřímný dík patří také Mgr. Janě Zapletalové, Ph.D. za pomoc při statistickém zpracování dat.

Poděkování patří i Doc. MUDr. Aloisi Krobotovi, Ph.D. za možnost uskutečnění měření v kineziologické laboratoři rehabilitačního oddělení FN v Olomouci.

**Věnování:**

Tuto svoji disertační práci bych ráda věnovala své rodině, manželovi Pavlovi, dceři Adéle a synovi Martinovi, za jejich pochopení, trpělivost a spolupráci.

## OBSAH

ÚVOD .....	10
1 SOUHRN POZNATKŮ .....	11
1.1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY .....	11
1.1.1 Anatomie zápěstí .....	11
1.1.2 Artikulující kosti .....	11
1.1.3 Radius .....	11
1.1.4 Popis jednotlivých kloubů zápěstí .....	12
1.2 FYLOGENETICKÝ VÝVOJ LIDSKÉ RUKY .....	14
1.3 VÝVOJ ÚCHOPOVÉ (CHÁPACÍ) FUNKCE RUKY ČLOVĚKA V ONTOGENEZE .....	16
1.3.1 Intrauterinní vývoj ruky .....	16
1.3.2 Postnatální vývoj ruky .....	16
1.4 KINEZIOLOGIE HORNÍ KONČETINY .....	18
1.5 KINEZIOLOGIE RUKY .....	21
1.5.1 Dorzální a palmární flexe zápěstí .....	22
1.5.2 Radiální a ulnární dukce .....	24
1.5.3 Supinace a pronace .....	24
1.5.4 Circumdukce .....	25
1.6 FUNKCE RUKY .....	25
1.7 SVALOVÉ SYNERGIE .....	28
1.8 KORTIKÁLNÍ PREZENTACE RUKY .....	29
2 FRAKTURY DISTÁLNÍHO RADIA .....	30
2.1 HISTORIE .....	30
2.2 EPIDEMIOLOGIE .....	32
2.3 MECHANISMY ÚRAZU .....	32
2.4 RIZIKOVÉ FAKTORY .....	34
2.5 KLASIFIKACE ZLOMENIN .....	34
2.6 DIAGNOSTIKA .....	36
2.7 KONZERVATIVNÍ TERAPIE .....	37
2.8 OPERAČNÍ LÉČBA .....	37
2.8.1 Operační postupy .....	38
2.8.2 Operační techniky .....	39

2.9	ČASOVÉ ASPEKTY REHABILITACE PO FRAKTURÁCH DISTÁLNÍHO RADIA.....	42
2.10	KOMPLIKACE LÉČBY ZLOMENIN DISTÁLNÍHO RADIA .....	44
2.11	NEJČASTĚJŠÍ PROJEVY POSTIŽENÍ MOTORIKY RUKY U FRAKTUR DISTÁLNÍHO RADIA.....	45
3	CÍLE A HYPOTÉZY .....	48
3.1	CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE.....	48
3.2	VÝZKUMNÉ OTÁZKY A HYPOTÉZY .....	49
3.2.1	Výzkumná otázka 1.....	49
3.2.2	Výzkumná otázka 2.....	49
4	METODIKA.....	50
4.1	CHARAKTERISTIKA A VÝBĚR VÝZKUMNÉHO SOUBORU.....	50
4.2	ŘEŠENÍ ETICKÝCH PROBLÉMŮ VÝZKUMU .....	51
4.3	POPIS MODELU INTERVENCE .....	51
4.4	HODNOCENÍ LATERALITY KONČETINY .....	57
4.5	POSTUP BĚHEM ELEKTROMYOGRAFICKÉHO MĚŘENÍ.....	57
4.6	VYŠETŘENÍ SVALOVÉ SÍLY DYNAMOMETREM.....	59
4.7	NINE HOLE PEG TEST (NHPT).....	59
4.8	HODNOCENÍ VELIKOSTI OTOKU.....	59
4.9	HODNOCENÍ GONIOMETRICKÉ .....	60
4.10	HODNOCENÍ ÚROVNĚ BOLESTI.....	60
4.11	DASH SKORE .....	60
4.12	MĚŘENÍ POVRCHOVÉ TEPLoty .....	61
4.13	ZPRACOVÁNÍ A VYHODNOCENÍ EMG SIGNÁLU.....	61
4.14	STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ ZÍSKANÝCH DAT .....	62
5	VÝSLEDKY.....	63
5.1	VÝSLEDKY K VÝZKUMNÉ OTÁZCE 1 .....	63
5.1.1	Vyjádření k hypotéze H <sub>01</sub> .....	63
5.1.2	Vyjádření k hypotéze H <sub>02</sub> .....	66
5.1.3	Vyjádření k hypotéze H <sub>03</sub> .....	69
5.1.4	Vyjádření k hypotéze H <sub>04</sub> .....	70
5.1.5	Vyjádření k hypotéze H <sub>05</sub> .....	72
5.1.6	Vyjádření k hypotéze H <sub>06</sub> .....	75



5.1.7	Vyjádření k hypotéze H <sub>07</sub> .....	76
5.1.8	Vyjádření k hypotéze H <sub>08</sub> .....	77
5.1.9	Vyjádření k hypotéze H <sub>09</sub> .....	79
5.2	VÝSLEDKY K VÝZKUMNÉ OTÁZCE 2 .....	81
5.2.1	Vyjádření k hypotéze H <sub>010</sub> .....	81
5.2.2	Vyjádření k hypotéze H <sub>011</sub> .....	82
6	DISKUZE .....	84
6.1	FUNKČNÍ VÝSLEDKY LÉČBY, AKTIVNÍ HYBNOST ZÁPĚSTÍ A PRSTŮ .....	85
6.2	DYNAMOMETRIE .....	86
6.3	NINE HOLE PEG TEST A VELIKOST OTOKU RUKY .....	88
6.4	KLIDOVÁ BOLESTIVOST A BOLESTIVOST PŘI POHYBU .....	90
6.5	HODNOTÍCÍ SKÓRE DASH .....	92
6.6	ELEKTROMYOGRAFICKÉ NÁLEZY .....	93
7	LIMITY PRÁCE .....	96
7.1	TYP OPERAČNÍHO VÝKONU .....	96
7.2	VÝSKYT PŘIDRUŽENÝCH KOMPLIKACÍ .....	96
7.3	MNOŽSTVÍ PACIENTŮ .....	96
7.4	ODLIŠNOST SLEDOVANÝCH SOUBORŮ Z HLEDISKA VĚKU .....	96
7.5	INDIVIDUÁLNÍ LIMITY JEDNOTLIVÝCH PROBANDŮ .....	97
7.6	TECHNICKÉ LIMITY PRÁCE .....	97
7.7	APLIKACE DO PRAXE .....	97
8	ZÁVĚRY .....	98
9	SOUHRN .....	100
10	SUMMARY .....	101
11	REFERENČNÍ SEZNAM .....	103
12	PUBLIKAČNÍ A PŘEDNÁŠKOVÁ ČINNOST .....	121
13	PŘÍLOHY .....	124

# ÚVOD

„Ruce jsou očima těch, co nevidí,  
slovy těch, co neslyší a prostředkem,  
kterým žijeme své životy.“

M. M. Syler

Cílem disertační práce je zhodnocení funkčních výsledků rehabilitace u operačně léčených zlomenin distálního radia v časném pooperačním období. Srovnávali jsme funkční výsledky pacientů u standardní rehabilitace se skupinou pacientů, u kterých byl do pooperační rehabilitace zařazen navíc intenzivní trénink pletencového svalstva postižené horní končetiny během období imobilizace akra. Pro zhodnocení funkčních výsledků terapie postiženého akra jsme sledovali několik typů hodnotících parametrů.

Zlomeniny distálního radia patří i v dnešní době k nejčastějším poraněním skeletu. Současné operační techniky umožňují kvalitní retenci kostních úlomků. Většina klinických studií se zabývá především srovnáním výsledných funkčních dovedností pacienta s radiologickými parametry poraněného distálního radia. To je logické s ohledem na určení jistých predikčních faktorů léčby. V odborné literatuře je nedostatek informací týkajících se kompletního funkčního zhodnocení výsledků léčby tohoto poranění ruky. Odbornou práci obdobného typu, se kterou bychom mohli získané výsledky komparovat, jsme nenalezli.

Disertační práce je členěna do třech částí. První, teoretická část práce, vychází z literárních poznatků a pojednává o anatomických a především kineziologických souvislostech týkajících se horní končetiny. Dále je pozornost věnována problematice poranění distálního radia a operační léčbě. Druhá, experimentální část, popisuje metodologický postup a výsledky výzkumu realizovaném za pomoci 40 testovaných pacientů s diagnózou zlomeniny distálního radia po operační intervenci. Závěrečná část práce je věnována komparaci dílčích výsledků experimentu s jinými odbornými studiemi.

# 1 SOUHRN POZNATKŮ

## 1.1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY

V úvodu této kapitoly se budeme zabývat anatomickými, kineziologickými a biomechanickými aspekty týkající se problematiky horní končetiny. Zaměříme se především na funkční zapojení svalů do tzv. svalových smyček, které mají bezprostřední vztah ke zpracovávané problematice. Dále je součástí sdělení ucelený přehled problematiky zlomenin distálního radia, jeho operační intervence a následná rehabilitace.

### 1.1.1 Anatomie zápěstí

Articulatio (dále jen art.) radiocarpalis tvoří anatomickou hranici mezi předloktím (zeugopodiem) a rukou (autopodiem) (Durand, Marin, Oberlin, & Ho Ba Tho, 2011). Patří do jedné funkční jednotky tvořené současně art. mediocarpalis a art. radioulnaris distalis. Distální radius je nedílnou součástí funkční jednotky zápěstí.

### 1.1.2 Artikulující kosti

Zápěstí je jedním z nejsložitějších kloubů v lidském těle. Obsahuje více než 20 kloubních spojení (Smith, Brou, & Henry, 2004). Skelet karpu tvoří osm krátkých kostí, které jsou uspořádány ve dvou řadách. Proximální řadu tvoří směrem od radia k ulně tyto kosti: os scaphoideum, os lunatum, os triquetrum a na ní os pisiforme. Os pisiforme je zároveň kostí sezamskou a je připojena palmárně k os triquetrum. Tyto kosti artikulují s radiem a nepřímo s ulnou. Distální řadu karpálních kostí tvoří: os trapezium, os trapezoideum, os capitatum a os hamatum. Os scaphoideum je považována za klinicky nejvýznamnější kost oblasti karpu, tzv. funkční střed karpu. Přes distální radius nese váhu paže (Čihák, 2001).

### 1.1.3 Radius

Kost vřetenní, radius, je uložena na zevní straně předloktí. Má tři hlavní části.

Jsou to:

- caput radii - hlavičky radia na proximálním konci kosti,
- corpus radii - tělo radia,
- distální konec radia (Čihák, 2001).

My se budeme zabývat distálním koncem (epifýzou) radia, který je neoddělitelnou součástí funkční jednotky zápěstí. V distální čtvrtině se radius začíná postupně rozšiřovat distálně v příčném směru. Nerovná zevní plocha distálně vybíhá v processus styloideus, na jehož vnitřní ploše leží incisura ulnaris pro kontakt s hlavicí ulny. Současně se celý distální konec radia sklání směrem palmárním. Facies articularis carpalis distálního radia slouží pro spojení s proximální řadou karpálních kostí. Díky tvaru kloubní plochy distálního radia má karpus přirozenou tendenci sklouznout na distálním radiu směrem ulnárním. Tomu brání intrakapsulární a interosseální karpální ligamenta (Fernandez & Jupiter, 2002). Volární plocha distálního radia je lehce konkávní. Těsně při hraně, která ji odděluje od distální kloubní plochy, je perforována řadou otvůrků pro cévy. Dorzální plocha je konvexní a značně nerovná. Ulnární plochu radia tvoří ostrá crista interossea, která se distálně rozestupuje ve dvě kostní hrany. Plocha mezi nimi vytváří na ulnární ploše epifýzy již zmíněný zářez, incisura ulnaris. Topografický tvar kloubních ploch distálního radia plní funkci základny pro karpus. Proto musí být tvar kloubní plochy hladký, rovný a umístěný v prostoru tak, aby to bylo ideální vzhledem k trojrozměrné regionální anatomii zápěstí (Smith et al, 2004).

### **1.1.3.1 Ulna**

Je druhou kostí předloktí. Skládá se ze tří typických úseků. Jsou to : proximální část ulny, z větší části uzavřená v loketním kloubu, corpus ulnae, tělo ulny a caput ulnae, hlavice ulny. Caput ulnae nasedá na distální štíhlý konec kosti. Její součástí je válcovitá kloubní plocha, circumferentia articularis, která je skloubená s incisura ulnaris radii. Caput ulnae artikuluje s discus articularis. Tímto je její účast na skloubení s karpálními kostmi nepřímá. Distálně na radiu i na ulně vybíhá bodcovitý výběžek, processus styloideus. Ten je ulnárně na hřbetní straně dolního konce předloktí velmi nápadný (Čihák, 2001).

### **1.1.4 Popis jednotlivých kloubů zápěstí**

#### **1.1.4.1 Articulatio radioulnaris distalis**

Tento kloub vzniká vzájemným skloubením distálních konců radia a ulny. Caput ulnae vykonává pohyb v incisura ulnaris radii. Kloubní pouzdro je volné a umožňuje pohyb distálního konce radia kolem hlavice ulny. Tento kloub se svým proximálním protějškem podílí na supinačně - pronačním pohybu předloktí. Během tohoto pohybu obíhá mobilní radius kolem fixované ulny. Ve skutečnosti je supinačně - pronační pohyb složitější, dochází nejen k rotaci, ale i translaci hlavičky ulny díky nestejnému zakřivení ulnární incisury radia a obvodové ploše hlavičky ulny (Bartoníček & Heřt, 2004).

V případě tzv. nulové varianty ulny je art. radioulnaris distalis kloubem kulovým. Ulna je v tomto případě stejně dlouhá jako radius. Pokud ulna přesahuje svou délkou radius, tzv. plus varianta ulny, mohou být kloubní plochy sférické. Je-li tomu naopak, jedná se o minus variantu. Kloubní pouzdro zesilují palmární a dorzální vazy.

#### **1.1.4.2 Articulatio radiocarpalis**

V art. radiocarpalis artikuluje radius s proximální řadou karpálních kostí. Jamku tvoří facies articularis carpalis na distálním radiu. Zde se nachází sousední plochy pro os scaphoideum a os lunatum. Na konkavitě kloubu se dále podílí discus articularis, který je uložen mezi hranicí ulny a příslušnou částí karpu. Díky jeho uložení se ulna nepodílí na skloubení s karpálními kostmi. Os scaphoideum, os lunatum a os triquetrum, spojené navzájem vazy, tvoří konvexitu kloubu. Někdy je tento kloub definován jako kloub ovoidní s poměrně volným kloubním pouzdem (Čihák, 2001). Samotná kloubní dutina radiokarpálního kloubu je značně členitá, s četnými vychlipkami, které zasahují i do štěrbin ostatních kloubů ruky (Dylevský, 2009). Pohyby v tomto kloubu se dějí současně s pohyby v art. mediocarpalis. Vytváří tak funkční jednotku, která umožňuje flexně extenční a dukční pohyby ruky (Čihák, 2001). Samotný karpus by byl vysoce nestabilní bez přidruženého ligamentózního aparátu (Smith et al., 2004). Kostní integrita, kloubní a ligamentózní struktury musí totiž udržovat pohyb a přenášet zátěž (Simic & Weiland, 2003).

#### **1.1.4.3 Articulatio mediocarpalis**

Tento kloub je situován mezi oběma řadami zápěstních kloubů (Hamill & Knutzen, 2003). Kloubní plochy utváří styčné plochy karpálních kostí. Díky anatomickému uspořádání první a druhé řady karpálních kostí má štěrbina mediokarpálního kloubu tvar příčně uloženého písmene S. I tato kloubní štěrbina je hodně členitá a tak často komunikuje se štěrbinou karpometakarpálního kloubu. Pouzdro a zesilující vazy jsou společné s radiokarpálním a distálním radioulnárním kloubem. Účast tohoto kloubu na kinetice zápěstí je nepřímá, protože tento kloub je prakticky nepohyblivý (Dylevský, 2009).

#### **1.1.4.4 Triangulární fibroartilagosní komplex**

V novějším anatomickém pojetí je discus articularis, meniskus, palmární a dorzální distální radioulnární ligamenta, pochvy musculus extensor carpi ulnaris (dále jen m. ECU) a ulnární kapsula součástí tzv. triangulárního fibroartilagosního komplexu (dále jen TFCC). Tento komplex tkání vychází z ulnární strany fossa lunata radii a inzeruje na fovea capitis ulnae a na bázi processus

styloideus ulnae. Distálně končí na os triquetrum, os hamatum a na bázi pátého metakarpu (Ischii & Palmer, 1998; Simic & Weiland, 2003).

#### **1.1.4.5 Ligamentózní aparát ruky**

Ligament v oblasti ruky je větší množství na dorzální i palmární straně a jsou uspořádány v určité celky. Hlavní z nich jdou od radia a od ulny šikmo přes funkční střed karpu (Čihák, 2001). Pro stabilitu karpu mají hlavní význam zesilující vazy, protože kloubní pouzdra všech tří kloubů zápěstí jsou dosti slabá. Uložení těchto vazů je velmi složité a klinicko-anatomické práce ukázaly, že se dosti odlišuje od dosud tradovaného popisu v učebnicích anatomie (Bartoníček & Heřt, 2004). Funkce zápěstí je tedy závislá na společné souhře distálního radia s karpálními a ulnárními spoji. Ztráta této společné integrity tak má vliv nejen na zápěstí, ale i na celou ruku (Simic & Weiland, 2003).

Anatomická struktura ruky je tedy velmi složitá. Díky tomu je umožněna vysoká obratnost pohybů ruky, kterou zařazujeme do oblasti jemné motoriky. Zde hraje důležitější roli pohybová koordinace než svalová síla, přestože síla stisku ruky může být značná (Véle, 2006).

## **1.2 FYLOGENETICKÝ VÝVOJ LIDSKÉ RUKY**

Vývoj celé horní končetiny hrál nesmírně důležitou a podstatnou roli ve vývoji člověka. Samotná vývojová historie celé horní končetiny je zcela odlišná od fylogeneze dolní končetiny. Nejedná se jen o odlišnosti morfologické, ale i funkční (Krobot, Míková, & Bastlová, 2004). Pro vývoj končetin suchozemských obratlovců mají význam pouze párové prsní ploutve, z nichž fylogeneticky nejdůležitější jsou ichthyopterygia žraloků a archipterygia lalokoploutvých ryb. Vznik pětiprsté končetiny (chiropterygium) z ichthyopterygia ryb souvisí s přechodem obratlovců k životu na souš (Sigmund, Hanák, & Pravda, 1994). Tento mezník je považován za jednu z nejdůležitějších událostí v evoluci obratlovců vůbec. Došlo tak k zásadním změnám v morfologii (působení gravitace aj.). Končetiny se postupně z původního stavu, kdy vyčnívaly laterálně od těla, dostaly „přimo pod tělo“. Jednalo se o evoluční inovaci, která tak zásadně zekonomizovala suchozemskou „antigravitační strategii“ lopatkového pletence všech budoucích synapsidů (Krobot et al., 2004). Další důležitou změnou byl vznik autopodia, dnešního akra, u časných tetrapodů. U prvních obratlovců chyběla diferenciací karpu a počet prstů byl vyšší. Postupně došlo k redukci počtu prstů. Právě distální část končetiny je morfologicky nejvíce variabilní. Je evolučně nejmladší a podléhá nejvíce změnám. Pro skutečné uchopení používají ruce pouze savci (Schieber & Santello, 2004). Postupně tak dochází k určitému „zlehčení“ distální části končetiny. Důvodem je hromadění

svaloviny končetinových svalů proximálně, díky němuž do distálních částí končetin zasahují pouze dlouhé šlachy. Díky vertikální orientaci stylopodia a zeugopodia dochází ke změně elementů autopodia. Prsty rotují směrem dopředu. Během třetihor pak docházelo ke zvětšování těla a postupně, u primátů, začala převažovat arboreální forma pohybu ve větvích stromů. Arboreální pohyb zahrnuje kombinace pohybových schopností pletence s dovedností akrálních částí přední (horní) končetiny k zachycení či úchopu akrem - drápem nebo „háčkem“ z prstů a současně k silovému pohybu pletence za účelem přitažení nebo zavěšení na větví – šplhání (brachiace) (Krobot et al., 2004). Současní primáti však mají více svalů pouze v oblasti tváře, hrtanu a předloktí (Diogo & Wood, 2011).

Horní končetiny se u předchůdců člověka, díky bipedální lokomoci, uvolnily pro vykonávání jemných činností. Pro tyto činnosti se v průběhu fylogenetického vývoje musely morfologicky přizpůsobit. Tato změna se dotkla všech úrovní pohybového systému, a to: kostí, kloubů, měkkých tkání a svalů, nervového a oběhového systému. Vývojově nejnižší postavení primáti, poloopice, ještě neměly ruku dostatečně obratnou. Jejich ruce sloužily právě arboreálnímu pohybu v korunách stromů a omezeně k manipulaci při sebeobživě (Bishop, 1964). U opic Starého a Nového světa se objevuje ruka chápavá s obratným ukazovákem a palcem schopným opozice. Pohyby horních končetin, rukou a prstů měly vysoce koordinované (Mason, Theverapperuma, Hendrix, & Ebner, 2004). Ruka opic se později souběžně vyvíjela s rukou lidoopí. Přitom ale specializace ruky lidoopí nevedla k ruce lidské. Např. pohyb prstů lidoopí ruky do flexe je limitován dotykem s dlaní, která se nedokáže prohloubit. Přitom pasivní pohyby ruky lidoopí jsou velmi podobné ruce dítěte (Napier, 1960). Vývojovým předchůdcem člověka byl později *Australopithecus Afarensis*, který žil v Tanzanii. Měl ruku lidoopí a jeho prsty měly velkou sílu ve flexi. Jeho palec byl velmi podobný palci dnešního člověka, byl delší a stabilní pro pinzetový úchop společně s ukazovákem. Velmi pohyblivý měl i ukazovák. Stejně tak byl schopen arboreálního způsobu lokomoce (M. W. Marzke & R. F. Marzke, 2000). *Homo habilis* (člověk zručný) byl již schopen si sám vyrábět pracovní nástroje. Právě tento fakt vyvolává debatu, do jaké míry právě tyto pracovní nástroje měly vliv na vývoj lidské ruky (M. W. Marzke & R. F. Marzke, 2000). Důležitým posunem v samotné zručnosti ruky našich předků byl *Homo erectus*, který preferoval jednu ruku před druhou. Odtud termín lateralita končetiny (Toth, 1985). Vyvrcholením vývoje byl *Homo sapiens sapiens*, člověk zručný a obratný (Vyskotová & Macháčková, 2013). Ve skutečnosti je lidská ruka typickou rukou primáta s opozicí palce a flexibilitou potřebnou k činnosti.

### **1.3 VÝVOJ ÚCHOPOVÉ (CHÁPACÍ) FUNKCE RUKY ČLOVĚKA V ONTOGENEZE**

Většina každodenních činností ruky souvisí s uchopením (Schieber & Santello, 2004). Úroveň úchopové (chápací) funkce ruky je důležitým ukazatelem pohybového i duševního vývoje daného jedince (Trojan, Druga, Pfeifer, & Votava, 1996). Psychomotorický vývoj jedince je závislý na biologických vstupech, neurofyziologickém zrání a interakci s edukačním a sociálním prostředím, ve kterém se daný jedinec nachází (Vaivre-Douret & Burnod, 2001). Vývoj jemné motoriky mezi prsty rukou a rukama navzájem probíhá během celé první dekády života dítěte (Schieber & Santello, 2004). Vojta a Peters (1995) považují za zásadní pro správný motorický vývoj posturální nastavení těla. Pro stabilní uchopení pomocí rukou je také nezbytné posturální nastavení rukou, které umožní vyvinout pomocí prstů adekvátní sílu pro uchopení předmětu (Winges, Weber, & Santello, 2003).

#### **1.3.1 Intrauterinní vývoj ruky**

Přibližně ve 4. týdnu nitroděložního života se objevují prochondrální blastémy jednotlivých kostí ruky. Nejdříve se objevují základy kostí předloktí a paprsků ruky a o něco později i základy karpálních kostí. Již koncem 2. měsíce nitroděložního života jsou zcela vytvořeny chrupavčité základy kostí ruky. Překvapivý je tvar, který je podobný tvaru definitivnímu. Proporce ruky se mění a teprve v 7. fetálním měsíci se blíží definitivnímu stavu (Bartoníček & Heřt, 2004).

#### **1.3.2 Postnatální vývoj ruky**

Pohyby novorozence jsou holokinetické. Především na horních končetinách stereotypní, nepravidelné a mávavé (Gordon & Forssberg, 1997). Novorozenec má výrazný reflexní úchop, který v prvních 1-2 měsících sílí a vymizí ve 2. trimestru. Vzniká na základě úchopového reflexu (Cíbochová, 2004). Díky reflexnímu úchopu dítě podrží předmět, který mu vložíme do ruky. Okolo 6. týdne po narození dochází k výrazným změnám v posturálním chování dítěte. Dochází k rozvoji optické orientace a uvolňuje se flekční držení horních končetin (Čápová, 2008). Ve druhém měsíci povoluje flekční držení prstů, palec je v addukci a dlaně se otvírají. Ve třetím měsíci dítě zaujímá symetrické postavení končetin. Dlaně jsou již otevřené. Začíná si hrát s rukama a také se začíná objevovat koordinace oko-ruka-ústa. Ruce umisťuje do středu zorného pole. V tomto měsíci začíná vývoj volního úchopu. Proto je důležité, aby dítě mělo otevřené dlaně (Cíbochová, 2004). Dítě se také dotýká svítících a hrajících předmětů (Oztop, Bradley, & Arbib, 2004). Okolo čtyř měsíců se objevuje vědomý úchop. Jedná se o formu palmárního úchopu, kdy dítě sevře všechny prsty



okolo daného předmětu (Forsberg, Eliasson, Kinoshita, Johansson, & Westling, 1991). Okolo čtyř až pěti měsíců se také zlepšuje odhad vzdálenosti a směru vzhledem k dosahovanému cíli. Nadále ale zůstává omezena orientace ruky (Gordon & Forsberg, 1997). Zhruba v pěti měsících dítě používá při úchopu obě ruce. Při manipulaci s předměty dítě neztrácí rovnováhu a výborně zajišťuje základnu těžiště. Horní končetinou je schopno sahat přes střední čáru a rozvíjí tak definitivní převahu dorzální flexe s radiální dukcí v zápěstí (Čápková, 2008). V šestém měsíci dítě uchopí předmět přes střední čáru a do úchopu se začíná zapojovat i palec (Cíbochová, 2004).

V tomto měsíci je možné u dítěte pozorovat určitou formu silového a precizního úchopu. Precizní úchop se postupně stává dominantní formou, která je modifikovaná pro menší předměty až během druhého roku života (Butterworth, Verweij, & Hopkins, 1997). V této době vymizí úchopový reflex a vytvoří se možnost opřít se o dlaně a rozvíjet opěrnou funkci končetin. V sedmém měsíci se dítě začíná dostávat na čtyři a odtud do šikmého sedu. Postupně dochází k diferenciaci ruky. Palec a ukazováček se pohybují nezávisle na sobě a tím je umožněn pinzetový úchop. V osmém měsíci používá horní končetiny především k lezení na čtyřech. Dítě je schopno uchopit předmět nad hlavou. V devátém měsíci je dítě schopno uchopit bříšky palce a ukazováku (Forsberg et al., 1991). Postupně se začíná postavovat z polohy na čtyřech pomocí rukou. Tím je uvolněn ramenní pletenec od lokomoce. Může tak být dokončen vývoj úchopu a manipulace horní končetiny. Po prvním roce dítě umí házet předměty okolo sebe a jí pomocí prstů. Mezi 9.–13. měsícem života je dosah rukou více předprogramovaný (Oztop, Bradley, & Arbib, 2004). V 18 měsících bere šálek do obou rukou a obrací současně několik stránek v knize. Od dvou let je pak schopno obracet stránky po jedné a svede obratnou špetku (navlékání velkých korálů). Od tří let si dítě samo zapne knoflíky, svléká a obléká si oděv a krmí se samo. Ve čtyřech letech dává při stolování přednost vidličce, šněruje tkanice bot, nakreslí čtverec. V pěti letech nakreslí trojúhelník, obléká se samo a zapne si i menší knoflík. V šesti letech dovede řezat pilkou, zatluče hřebík a v sedmi letech nakreslí kosočtverec a svede dvojitou kličku (Trojan et al., 1996). Bimanuální manipulace je plně funkční až tehdy, kdy ruce získají morfognostickou funkci. U většiny dětí se toto nestane před dovršením 11. roku života (van Grunsven, Njikiktjen, Vranken, & Vuylsteke-Wauters, 2003).

V ontogeneze se vyvíjí i lateralita končetin. Objevuje se před druhým rokem života. Zhruba v šesti letech se stabilizuje. Funkční lateralita se projevuje přednostním používáním jedné ruky. Ta pracuje obratněji, rychleji a přesněji (van Grunsven et al., 2003).

## 1.4 KINEZIOLOGIE HORNÍ KONČETINY

Horní končetina (*membrum superius*) slouží jako komunikační orgán. Umožňuje nám spojení s okolím i s vlastním tělem. S výjimkou útlého dětství horní končetina ztratila většinu svých lokomočních funkcí. Hlavním úkolem horní končetiny je manipulační pohyb. Přestože jsou horní končetiny mnohem méně vázány na osový systém těla než dolní končetiny, neobejdou se bez základní stability osového systému, který jim umožňuje cílenou manipulaci (Dylevský, 2009). Stejně tak úchopová funkce horní končetiny se rozvíjí jen se stabilní oporou. Při nesprávném posturálním nastavení, např. v případě svalových dysbalancí, může být v konečném důsledku ovlivněno i samotné akrum. Nesprávné posturální nastavení ovlivní i svalstvo okolí lopatky. Dojde ke zvětšení hrudní kyfózy, ztrátě mediokaudální pozice lopatky a změnám v biomechanice celého ramenního pletence. Při nedostatečné stabilizaci lopatky nemůže být kvalitní pohyb akra. Právě schopnost kontroly polohy a pohybu lopatky je nezbytná pro optimální funkci horní končetiny. Pozice lopatky ve vztahu k hrudnímu koši je zásadní pro zajištění stabilní opory pro pohyby prováděné horní končetinou (Mottram, 1997).

Krobot (2005) považuje funkční dynamickou stabilizaci lopatky za klíčový prvek fyzioterapie v léčbě postižení horní končetiny. Neméně důležitým aspektem terapie je cílené udržení thorakolumbální lordotizace páteře pro usnadnění mediokaudální pozice lopatky. Horní končetina má jako celek velký počet stupňů volnosti. Pro provedení úchopu je nutná dostatečná stabilita ruky i paže. Normální funkce pletence ramenního závisí na rovnováze mezi svalovými a kapsuloligamentózními strukturami (Hess, 2000). Statickou stabilitu rameni poskytuje labrum glenoidale s glenohumerálními vazy. Dynamickou stabilitu zajišťují svaly rotátorové manžety. Přidané stupně pohybu poskytuje rameni skapulotorakální kloub a tím zlepšuje jeho stabilitu. Právě kombinace těchto faktorů vytváří biomechanicky složitý systém, který se přizpůsobil reagovat na potřeby horní končetiny (Lugo, Kung, & Benjamin, 2008).

Pletenec horní končetiny je mimořádně pohyblivý. Jedná se o řetězec mimořádně různě pohyblivých článků (Dylevský, 2009). Rameno umísťuje horní končetinu v prostoru a ruka tak může vykonávat svoji úlohu. Pro fyziologický pohyb horní končetiny je nutná předcházející stabilizace lopatky, kterou zajišťují svalové smyčky. Svalovou smyčku tvoří skupina svalů, které se upínají na dvě vzdálená místa. Mezi nimi je umístěn kostní segment, který se na základě aktivity svalů stává buď pohyblivým, nebo fixním a může tak být oporou pro jiný pohybující se segment (Véle, 2006). Obě horní končetiny pak tvoří párový výkonný orgán a mohou pracovat

jako uzavřený funkční řetězec. Většina běžných denních pohybů probíhá diagonálním směrem a ve více pohybových segmentech současně. Během těchto pohybů se aktivuje vždy několik svalů současně a tvoří tak svalové skupiny se společnou funkcí. Ty jsou propojeny do větších funkčních celků díky vazivovým a kostním strukturám. Tato spojení svalů do jednoduchých svalových smyček nebo složitějších řetězců integruje jejich funkci (Véle, 2006).

Jednu z mnoha svalových smyček v oblasti horní končetiny Véle (2006) definuje takto:

- paže - ramenní pletenec - paže - předloktí
- scapula - m. deltoideus - humerus - m. brachialis - ulna
- scapula - m. biceps brachii - radius (flexe - supinace)
- scapula - m. triceps brachii - ulna (extenze)
- humerus - m. triceps brachii - ulna (extenze)
- humerus - m. brachioradialis - radius (flexe).

Rameno především umísťuje ruku do příslušné pozice k orientaci v prostoru. Interakce s okolím je tak především funkcí samotné ruky. Horní končetiny jsou zapojovány současně do mnoha různých úkonů, které vyžadují rozdílný timing zúčastněných svalů a nastavení příslušných kloubů. Jemná motorika ruky přímo souvisí s precizně koordinovanou synergií svalů celé horní končetiny, tzn. pletence a akra navzájem (Schusterová, Krobot, Bastlová, Mlíka, & Míková, 2004). Funkční propojení ramenního pletence s předloktím a rukou vyjadřuje Véle (2006) pomocí těchto svalových řetězců:

Paže-ramenní pletenec-paže-předloktí,

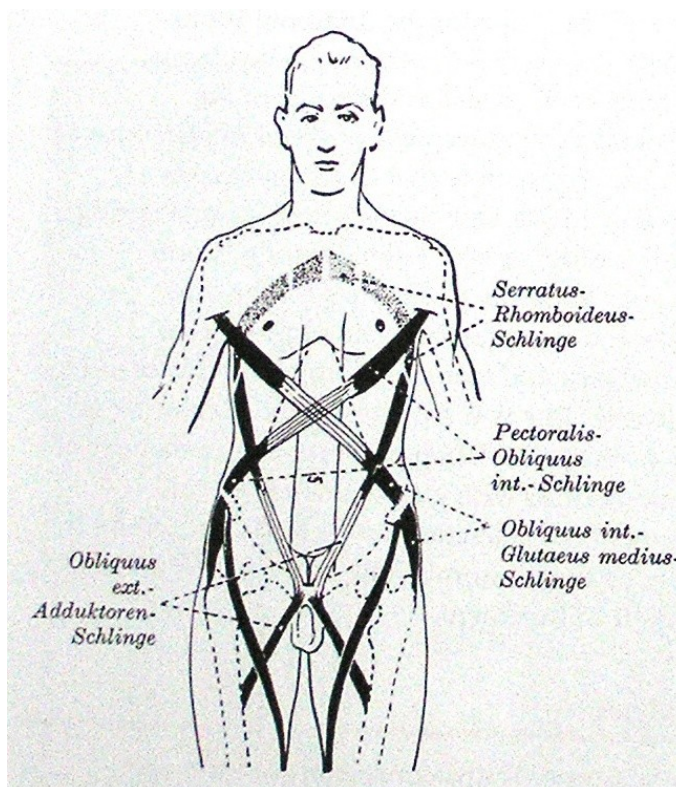
scapula - m. supraspinatus - humerus - m. biceps brachii - předloktí,

scapula - m. coracobrachialis - humerus - m. triceps brachii - předloktí.

Po poranění ruky, v době imobilizace, mají pacienti běžně tendenci končetinu nosit v „šetřící pozici“ s ramenem v addukci a vnitřní rotaci se současnou flexí lokte (Laseter, 2002). Právě tato nefyziologická pozice vede ke ztrátě tenze kapsuly ramenního kloubu a snížení napětí rotátorové manžety. Tento stav může následně vést až k inferiorní subluxaci ramene (Kapandji, 2007). Podobný význam pro motoriku ramenního pletence má kinematika žeber, resp. proměnlivá konfigurace hrudníku jako základna komplexu ramene (Krobot, 2005).

Samotné funkční propojení horních končetin s dolními vede před hrudník k trupu pomocí dlouhých zkřížených svalových řetězců a fascií. Tyto svalové smyčky udržují koordinovanou činnost naprosto přesné nastavení polohy hlavy, trupu, pánve a obou horních končetin (Schusterová et al., 2004). Řetězce svalů běží po přední a zadní straně těla a vzájemně se kříží. Vzadu se jedná o široký pruh, který začíná na ramenním pletenci od m. latissimus dorsi na jedné

straně a přechází do lumbodorzální fascie téže strany. Ta přes trnové výběžky obratlů přejde na druhou stranu skrze fascii gluteu na m. gluteus maximus a fascia lata až ke koleni. Na přední straně trupu běží od m. pectoralis major přes fascii přední plochy hrudníku a muscoli (dále jen mm.) obliqui externi abdominis do střední čáry a odtud jako mm. obliqui interni abdominis na ligamentum inguinale, odkud do fascia lata druhé strany (Véle, 1997). Díky tomuto faktu nemůžeme oddělovat funkce končetin od funkce osového orgánu. Podle Myerse (2001) jsou takto funkčně propojeny všechny části našeho těla v jeden funkční celek (obrázek 1).



**Obrázek 1. Zobrazení šikmých svalových řetězců (Myers, 2001, 17)**

Dosavadní klinické studie ukazují souvislost akrální a pletencové motoriky (Krutky & Perreault, 2007). Pohyby v proximálních kloubech, jako jsou ramena, mají za hlavní cíl pohybovat a orientovat distálnější klouby, jako je loket, zápěstí a drobné klouby ruky (Devanne, Cohen, Kouchtir-Devane, & Capaday, 2002). Tyto funkční souvislosti nám dovolují využití těchto vztahů v klinické praxi.

## 1.5 KINEZIOLOGIE RUKY

Svaly horní končetiny ve svém průběhu přemostují jeden či více kloubů. Úpony proximálně uložených svalů svým průběhem zpravidla překrývají začátky distálněji uložených svalů. Tato složitá organizace integruje pohyby každého regionu končetiny. Posturální motorika a manipulační pohyb probíhají společně (Lindsay, 1996). Z anatomického pohledu rozlišujeme zápěstí a ruku, ale tyto struktury tvoří jeden funkční celek. Segmentální uspořádání této části horní končetiny je velmi komplikované, neboť se zde nachází 27 kostních segmentů a velký počet svalů, které na ně působí (Véle, 2006). Pohybová funkce horní končetiny, především motorika ruky, má nekonečné množství variant. Lidská ruka a celá horní končetina je nesmírně plastickým funkčním systémem (Bastlová, Krobot, Zítková, & Míková, 2011). Je nutné si uvědomit, že většina pohybů ruky je odvozená z pohybů v ramenním kloubu. Téměř všechny každodenní aktivity vyžadují koordinaci více-kloubových pohybů horní končetiny. Ty vyrovnávají stabilitu a mobilitu při optimalizaci cíle vhodného pohybového vzoru (Roy, Moffet, McFadyen, & MacDermid, 2010). Rameno i ruka pracují jako jeden celek, ať už se jedná o dosah, či jednotlivé manipulační aktivity. Toto je unikátní, vzhledem k počtu jednotlivých zapojených komponent a také s ohledem na samotnou složitost prováděných aktivit (Carr & Shepherd, 2000). Čápková (2008) ve své publikaci zmiňuje využití tzv. koaktivace antagonistů. Jedná se o svalové souhry, kde se svaly s protichůdnou funkcí stávají synergisty konkrétního pohybu. Toto následně vede k ideálnímu vzorci pro zatížení kloubů.

Naše ruka je distálním článkem mechanického řetězce, který začíná na rameni. Díky široké mobilitě pletence ramenního, ale i lokte a zápěstí, je naše ruka schopna pohybu v rámci velké části prostoru (Vyskotová & Macháčková, 2013). Pletenec ramenní umísťuje ruku v prostoru pro přiblížení se k objektu a následné uchopení. Tyto proximální funkce také nazýváme pozičním pohybem a akrální motoriku manipulačním pohybem. Nastavení proximálních kloubů umožňuje ruce obratnost (Lindsay, 1996). Lidská ruka se během vývoje lidského druhu vyčlenila především k manipulaci. Je tak schopna velmi jemných precizních pohybů. Ruka tvoří region velmi stabilních, ale i mobilních segmentů (Hamill & Knutzen, 2003). Lidská ruka je jakýmsi „pracovním nástrojem“ a zápěstí je jeho funkční součástí. Zápěstí dovoluje ruce optimální pozici pro uchopení a tak se stává výkonným orgánem. Ruka je tedy primárně využívána pro manipulační aktivity vyžadující velmi jemné pohyby. Většina denních aktivit vyžaduje práci obou rukou a tak ve většině bimanuálních aktivit musí ruce pracovat shodně. To je nutné vzít v úvahu při vlastní rehabilitaci poraněné končetiny, protože je nutné trénovat pohyb jak jedné horní končetiny, tak aktivity

bimanuální (Carr & Shepherd, 2000). Pozorování jemné motoriky ruky pak může mimo jiné sloužit jako jistý ukazatel fyziologie vývoje daného jedince. V procesu rozvíjení pohybových dovedností v rámci akromotoriky v ontogenezi člověka hraje významnou roli motorické učení.

Ruka je schopna velkého množství variací mezi pozicí zápěstí a výkonností prstů. Síla dodaná kloubům palce a ruky je rozhodující pro komplexní pohybové možnosti. Soderberg (1997) uvádí, že rovnováha sil uvnitř ruky je přesně regulována a mnohé fenomény jsou ještě dosud neznámé. Pokud vznikne dysbalance díky úrazu či chorobě, pak je obnova pohybové funkce ruky závislá na vytváření adekvátní tenze ve správné časové sekvenci. Z funkčního hlediska můžeme ruku dělit na:

- část palcovou,
- část ostatních prstů.

V palcové části má největší význam art. carpometacarpalis pollicis, sedlovitý kloub, dovolující pohyb ve dvou rovinách, které jsou na sebe kolmé (opozice a retroopozice, abdukce a addukce). Bez možnosti opozice by ruka ztratila úchopovou funkci.

V části ostatních prstů je dlaň volárně konkávní. Pohyby probíhající v art. carpometacarpales umožňují podélný úchop a zároveň opozici palce a malíku. Dlaň ruky tvoří tři klenby. Ty poskytují ruce typický tvar. Dvě klenby jsou příčné (první běží v úrovni karpálních kostí, druhá v místě hlaviček metakarpů) a mají konkávní tvar. Třetí, běžící podélně, je kolmá na předchozí dvě (Hoppenfeld, 1976). Podélné klenby jsou nazývány karpometakarlo-falangeální klenby, přičemž se vějířovitě rozbíhají od zápěstí. Jsou vytvořeny pro každý prst a jsou palmárně konkávní (Sangole & Levin, 2008). Mezi nejdůležitější podélné klenby patří klenba pro třetí a druhý prst, tato je současně důležitá pro opozici palce (Kapandji, 2007). Základní pohyby v zápěstním kloubu jsou dorzální flexe (dále jen DF), palmární flexe (dále jen PF), radiální dukce (dále jen RD) a ulnární dukce (dále jen UD). Kombinací těchto pohybů vzniká circumdukce. Osy pohybů zápěstí přitom probíhají přes os capitatum, tzv. funkční střed zápěstí (Kapandji, 2007). Vždy se jedná o komplexní svalovou práci, izolovaná funkce svalová se zde nevyskytuje. Žádný ze svalů, mající vliv na motoriku zápěstí, se přitom neupíná ani na jednu ze dvou řad karpálních kostí.

### **1.5.1 Dorzální a palmární flexe zápěstí**

Proximální řada karpálních kostí představuje jakýsi vmezeřený segment. Její postavení je závislé na postavení distální řady. Současně je proximální řada ve srovnání s distální řadou karpálních kostí více mobilní.

Fyziologický rozsah pohybu PF:

- 85° (Kapandji, 2007),
- 80° (Véle, 2006),
- 70 - 90° (Hamill & Knutzen, 2003).

Všechny flexory i extenzory zápěstí se upínají na metakarpy. Jejich tah je na zápěstí přenášen tak, že nepohyblivé karpometakarpální klouby transferují pohyb na distální řadu karpálních kostí a proximální řada karpů se pasivně přizpůsobuje postavení distální řady (Dylevský, 2009). Při pohybu do PF rotuje os scaphoideum volárně a její pohyb je rychlejší než u os lunatum. Současně s ní se pohybuje proximální řada karpálních kostí. Při DF se os scaphoideum napřimuje a její pohyb doprovází distální řada karpálních kostí. Asi 40 % pohybu do PF je výsledkem pohybu os scaphoideum a os lunatum po radiu (Hamill & Knutzen, 2003). Zbýlých 60 % pohybu připadá mediokarpálnímu skloubení, odkud je PF iniciována. Pokud se zápěstí nachází v neutrální pozici, je rozsah pohybu PF i DF největší. Při současné pronovaci předloktí je rozsah obou pohybů menší než v této pozici. Při provádění PF zápěstí mají prsty sklon se extendovat. Během pohybu do DF zápěstí mají prsty naopak tendenci se flektovat (Kendall, 1993). DF zápěstí je iniciována v mediokarpálním kloubu. Celkově je zde vykonáno 30 % pohybu, zbylých 70 % v radiokarpálním kloubu.

Fyziologický rozsah pohybu DF:

- 70 - 80° (Hamill & Knutzen, 2003),
- 80° (Véle, 2006),
- 85° (Kapandji, 2007).

Při pohybu do PF dochází ke zvýšení tenze ligament na dorzální straně zápěstí, naopak při probíhající DF je vyvíjen tah na palmární ligamenta. Uvolněné jsou přitom laterální vazy. Pokud je PF prováděna se současnou flexí prstů, je rozsah tohoto pohybu významně menší. Pohyb může omezovat napětí v extenzorech. Hamill & Knutzen (2003) uvádí, že při provádění každodenních činností, které vyžadují ruce, je potřeba pouhých 10 - 15° PF a 35° DF.

Hlavní svaly účastníci se DF zápěstí: m. ECU, m. extenzor carpi radialis longus (dále jen m. ECRL), m. extenzor carpi radialis brevis (dále jen m. ECRB).

Hlavní svaly zajišťující PF zápěstí: m. flexor carpi ulnaris (dále jen m. FCU), m. flexor carpi radialis (dále jen m. FCR), m. palmaris longus.

### 1.5.2 Radiální a ulnární dukce

Při probíhající RD zápěstí se proximální řada karpálních kostí pohybuje směrem k ulně a distální řada směrem k radiu. Při UD je tomu naopak. Při RD se os scaphoideum sklání volárně, tzv. se „zkracuje“ a os lunatum komunikuje s radiem pouze polovinou své kloubní plochy. Při UD se os scaphoideum „rozvíjí“ a lunatum artikuluje s radiem v celé délce. Rozsah pohybu UD je větší v supinačním postavení předloktí. Při současné pronaci předloktí je naopak větší RD. Nachází-li se ruka v nulovém postavení v zápěstí nebo v mírné PF, pak jsou relaxována ligamenta a je umožněno dosažení maximálního pohybu do obou dukcí (Kapandji, 2007).

Fyziologické rozsahy pohybu pro dukce:

- RD: 15° (Kapandji, 2007), 15° (Véle, 2006), 15 - 20° (Hamill & Knutzen, 2003).
- UD: 45° (Kapandji, 2007), 45° (Véle, 2006), 30 - 40° (Hamill & Knutzen, 2003).

Hlavní svaly účastníci se RD: m. FCR, m. ECRL, m. ECRB.

Hlavní svaly účastníci se UD: m. FCU, m. ECU.

### 1.5.3 Supinace a pronace

Supinace (dále jen Sup) a pronace (dále jen Pro) jsou pohyby probíhající současně v proximálním a distálním radioulnárním kloubu. Horní končetina obvykle visí v pozici podél těla. Tzv. pravé Sup může být dosaženo pouze současným pohybem v obou radioulnárních kloubech. Obecně je pohyb s rotací nutný pro běžné denní činnosti, např. přijímání potravy. Funkční pozice předloktí se podle Kapandjiho (2007) nachází mezi neutrálním postavením předloktí a semipronací. Sup ve své podstatě „šetří“ pohyb loketním kloubu. Pokud je veden pohyb potravy do úst při pronaci předloktí, pak je nutné provést větší flexi lokte než při současné Su předloktí. V takovém případě se dobře uplatňuje m. biceps brachii (dále jen m. BB), který je současně flexorem lokte a supinátorem předloktí. Sup je vždy prováděna větší silou, je antigravitačním pohybem. Sup se současnou flexí lokte staví horní končetinu do optimální pozice pro vyšetření a manipulaci s objektem. Naopak Pro je více statická pohybová aktivita, která napomáhá optimálně nastavit pracovní polohu ruky (Dylevský, 2009).



Fyziologický rozsah pohybu:

- Sup - 90° (Kapandji, 2007; Véle, 2006),
- Pro - 85° (Kapandji, 2007; Véle, 2006).

Hlavní svaly provádějící Sup předloktí: m. BB, m. supinator.

Hlavní svaly účastníci se Pro předloktí: m. pronator teres, m. pronator quadratus (dále jen m. PQ).

#### 1.5.4 Circumdukce

Kombinací pohybů do DF, PF, RD a UD vzniká cirkumdukce. Tento pohyb se odehrává v radiokarpálním a mediokarpálním skloubení. Pohyby těchto kloubů jsou v úzkém vztahu a dovolují ruce opisovat tvar kužele (Kendall, 1993).

### 1.6 FUNKCE RUKY

Ruka je prostředkem, kterým je daný jedinec v interakci s ostatními lidmi a objekty zevního prostředí. Ruka a rameno fungují jako jeden celek. To dokládá i fakt, že nastavení ruky pro úchop začíná ve chvíli přiblížení končetiny k danému předmětu (Carr & Shepherd, 2000). Funkce ruky je komplexní a diferencovaná, má výraznou senzickou, propioceptivní, vizuospeciální a kognitivní komponentu. Diferencovaná a úkolově zaměřená manipulační funkce ruky je kortikalizovaná, její kontrola výrazně stranově diferencovaná a vyžaduje zapojení primárního motorického kortexu (Mayer & Hlušík, 2004). Bez optického a hmatového zvládnutí prostoru je vznik obratného pohybu nemožný. Úchopová funkce ruky je nesmírně složitá a zdokonaluje se s postupným zrání centrální nervové soustavy. Kvalita úchopu závisí na hybnosti všech kloubů v oblasti ruky, na svalové síle, na vzájemné koordinaci a na stavu povrchového a hlubokého cití. Manipulace ruky vždy vede ke spolupráci kořenových svalů s osovými, jež zajišťují polohu pro manipulaci (Véle, 1997). Ruka a paže musí fungovat jako jednotka, což je zřejmé z toho, že během dosahování na předmět dochází automaticky k otevření a širokému rozevření dlaně. Úchopová synergie užívá vizuální, somatosenzorické paměťové informace a je kontrolována smyslovým, vysoce uspořádaným systémem, případně pyramidovou dráhou (Wiesendanger & Serrien, 2001). Jednotlivé složky úchopu a timing jednotlivých svalů jsou plánované samostatně. Proximální klouby, zabezpečující transport horní končetiny k objektu, jsou kontrolovány samostatně. Stejně tak je nezávislá kontrola distálních kloubů, které odpovídají za orientaci ruky a uchopení. Vizuální informace o vlastnostech objektu je využívána k ovládnutí proximálních svalů pro správné prostorové umístění ruky (Michaelsen, Jacobs, Roby-Brami, & Levin, 2004).

Manuální obratnost má dvě hlavní složky, a to: přenosovou a manipulační komponentu. Přenosová (transportní) komponenta zahrnuje napřáhnutí (sáhnutí) končetiny směrem k cíli a transport ruky k uchopovanému předmětu. Ruka se předem tvaruje do vhodné konfigurace pro uchopení. Zvětšuje se úchopová apertura s maximem těsně před kontaktem s daným předmětem. Manipulační komponenta je obsažena ve vlastním úchopu a manipulaci s předmětem (Vyskotová & Macháčková, 2013). Tato fáze je pomalejší a podléhá zrakové kontrole. Před samotným stiskem, za kontroly zraku, dochází k terminálnímu nastavení pozice ruky a prstů. Manipulace je možná i bez kontroly zraku. Pokud je zrak vyřazen, může být nahrazen hmatem. V takovém případě je ale vykonávaný pohyb méně přesný a značně pomalejší (Carr & Shepherd, 2000). Funkce ruky tedy závisí nejen na složitosti této anatomické struktury, ale především na schopnosti vnímání prostoru (stereognozií), tj. poznávání předmětů hmatem během úchopu i bez kontroly zrakem. Informace získané rukou se získávají aferencí z kožních a proprioceptivních receptorů. Významnou úlohu zde má nervus (dále jen n.) medianus jako hlavní zdroj sensorických informací ruky (Véle, 2006). Pro správnou manipulaci je důležité ideální posturální nastavení, které zajistí stabilitu těla. Pokud dosahujeme na delší vzdálenost, je nutná i aktivita trupu, který pomáhá přesunu končetiny k předmětu a současně tento pohyb zvětšuje a udržuje jeho směr (Rossi, Mitnitski, & Feldman, 2002). Tito autoři ve své studii potvrdili, že většina lidí začne pohyb rukou a tělem současně při dosahování na předmět mimo pracovní plochu. Pokud je trup volný, jeho pohyb je zahrnut do napřážení k danému předmětu. Vliv pohybu trupu na pozici ruky a její pohybovou rychlost je neutralizován odpovídajícími změnami úhlů kloubů horní končetiny, takže trajektorie ruky se nemění. Tato funkční koordinace je kompenzační synergií paže - trup. Pokud je však trup v pohybu mechanicky blokován, ruka nemůže dosáhnout na požadovanou vzdálenost. Pro úspěšný úchop je nutná také aktivace svalů ramene, aby přemístily ruku do blízkosti uchopovaného předmětu a následně byla využita optimální síla na uchopení daného předmětu (Carr & Shepherd, 2000). Vlastní svaly ruky, v anglické literatuře popisované jako intrinsic či svaly vnitřní, jsou krátké svaly v oblasti ruky. Začínají i končí v ruce a jsou zapojené do udržování konfigurace tří oblouků ruky a především do jemné motoriky. Mezi intrinsic svaly ruky jsou řazeny 4 dorzální a 3 palmární interosseální svaly, m. adductor pollicis, svaly hypothenaru a lumbrikální svaly (Kozin, Porter, Clark, & Thoder, 1999; Carmeli, Patish, & Coleman, 2003). Jako extrinsic, neboli zevní svaly ruky, označuje anglická literatura dlouhé flexory a extenzory zápěstí a prstů. Jedná se o dlouhé svaly, jejichž bříška jsou relativně krátká a úponové šlachy dlouhé. Tyto svaly zajišťují především svalovou sílu, pokud je jemná motorika přenechána svalům intrinsickým (Li, Zatsiorsky, & Latash, 2000). Extrinsic svaly ruky, jako je flexorová a extenzorová skupina,

tvoří synergistickou dvojici, která má na zápěstí stabilizační vliv. Díky tomu např. při DF zápěstí dochází automaticky k flexi prstů a naopak (Kapandji, 2007). Předpokladem samotného úchopu je flexe jednotlivých prstů. Flexi prstů zahajují lumbrikální svaly, které flektují metakarpofalangeální klouby. Z dlouhých flexorů předloktí je důležitá aktivace m. flexor digitorum superficialis (dále jen m. FDS) a m. flexor digitorum profundus (dále jen m. FDP), které se aktivují po lumbrikálních svalech a flektují prsty. Ať už je úchop prováděn jakkoliv, vždy se jedná o flexi tříčlankových prstů doprovázenou opozicí palce. Právě schopnost opozice palce dává ruce jedinečnou úchopovou funkci. Dosaženou polohu ruky fixují interosseální svaly a lumbrikální svaly. Zabraňují tak hyperextenzi prstů při silné aktivaci m. extenzor digitorum comunis (dále jen m. EDC). Právě m. EDC má zásadní vliv pro extenzi a stabilizaci zápěstí během úchopu (Dylevský, 2009). Podle Dylevského (2009) je ale m. EDC pomocným svalem pro extenzi předloktí. Mezi hlavní extenzory dle něj patří m. ECRL a m. ECRB. Spolupráce m. FDS a m. FDP umožňuje zvýšení svalové síly během stisku. Pevný úchop se tedy děje pomocí extrinsických svalů. Intrinsické svaly se uplatňují při jemných pohybech ruky. Síla stisku je ve 40° DF zápěstí až 3x větší než ve 40° PF. Pokud je potřeba silnější či pevnější úchop, pak dochází k větší flexi prstů ve všech kloubech. Pokud se ale jedná o úchop precizní, pak je flexe proximálních interphalangeálních kloubů (dále jen PIP) a distálních interphalangeálních kloubů (dále jen DIP) prstů limitována a jsou zapojeny třeba jen dva prsty. Navíc pozice palce určuje, jaká síla stisku bude produkována. Pokud je palec v addukci v rovině ruky a prsty flektovány okolo uchopeného předmětu, pak je vyvinuta větší síla (např. hod oštěpem). Naopak během aktivity vyžadující precizní úchop je palec kolmo na ostatní prsty, tedy v opozici s limitovanou flexí ostatních prstů (např. psaní, štípnutí). V případě nutnosti vyvinutí větší síly v této pozici prstů a palce, je síla vyvinuta mechanismem opření bříška palce proti bříškům ostatních prstů (Hamill & Knutzen, 2003).

Při provádění úchopu se ruka otevírá na větší rozpětí než je samotná velikost objektu. Následně se ruka zavře podle velikosti kontaktní plochy (Carr & Shepherd, 2000). Velikost úchopové apertury po dobu dosahu, tedy maximální vzdálenost mezi bříškem palce a ukazováku, se také symetricky zvětšuje s narůstajícím objemem předmětu (Castiello, 2005). Úchop prováděný horní končetinou, resp. rukou, řadíme mezi tzv. úchopy primární.

Hadraba (1996) popisuje čtyři části úchopu, a to: prepozici, zachycení, manipulační charakteristiky a uvolnění. Z funkčního hlediska je možné ruku dělit na dva celky. První tři prsty jsou spíše manipulační. Naopak 4. a 5. prst zajišťují ruce stabilitu a pevnost úchopu. Pohyb silového charakteru probíhá spíše ve vertikální rovině. Naopak v horizontální rovině probíhá pohyb spíše obratnostního charakteru (Brúhnová, 2002). Bohatá adaptabilita úchopu je dána vícestupňovou

volností ramene a ruky. Při popisování funkce ruky se nesmí opomenout vliv laterality, tedy pravorukosti, levorukosti či nevyhraněné laterality. Lateralita horních končetin se objevuje před druhým rokem života a stabilizuje se v šesti letech. Lateralita se spíše manifestuje asymetrickou distribucí úkolů mezi oběma rukama (Vyskotová & Macháčková, 2013). Při bimanuálních aktivitách je tak vždy jedna ruka vedoucí a druhá podpurná. Toto uspořádání souvisí s organizací sdělovacího systému, protože tzv. řečová centra bývají lokalizována ve stejné hemisféře, která řídí činnost vedoucí ruky (Véle, 1997).

Úchop lze zjednodušeně kategorizovat na silový a precizní (jemný). Existuje mnoho způsobů, jak uchopit a manipulovat s objekty. Pro úchop malých či lehkých předmětů jsou často využívány jen dva prsty, které uchopí daný předmět jen svými polštářky. V případě úchopu těžkých předmětů je využit silový úchop, který současně zvyšuje kontaktní plochu ruky s předmětem (Latash, 2008).

Ruka, jakožto prostředek gestikulace, se často může podílet na předávání informací. Dodává konkrétní slovní informaci potřebný emoční důraz. S ostatními udržujeme kontakt prostřednictvím doteku, můžeme jím uklidňovat, povzbuzovat, zdravíme se podáním rukou. Z kontaktu při podání ruky můžeme usuzovat i na osobnost, se kterou se setkáváme. Kontaktem ruky přenášíme neverbální informace, které mohou mít mnohdy větší význam než informace verbální. Ruce jsou komunikačním prostředkem neslyšících a prostředkem ke čtení u nevidomých. U hluchoněmých jsou ruce využívány pro tvorbu prstové abecedy.

## 1.7 SVALOVÉ SYNERGIE

Svalové synergie jsou stavební bloky, které definují charakteristické vzory aktivace více svalů, které mohou být jedinečné pro každého člověka (Ting & McKay, 2007). Véle (2006) popisuje dva typy svalových synergií v oblasti zápěstí:

- Synergie extenzorů zápěstí a flexorů prstů  
Jedná se o svalovou synergii, kdy při probíhající DF zápěstí se prsty automaticky flektují. Účinnost flexorů prstů je jenom asi 25 % při PF zápěstí než při jeho současné DF.
- Synergie flexorů zápěstí s extenzory prstů  
Je to synergie, při níž při PF zápěstí dochází k extenzi bazálních článků prstů a flexe prstů je v tomto postavení velmi oslabena. Jedná se o jemné svalové souhry, které se podle Véleho (2006) dají snadno porušit vadným postavením segmentů, např. po fraktuře distálního radia.

Otázkou do jaké míry jsou svalové synergie vrozené či získané, se zabývá práce Tinga a McKaye (2007). Ti zjistili, že základní posturální reakce se u lidí objevují již mezi 4. a 5. měsícem věku. Tento fakt by tedy naznačoval, že by základní svalové synergie mohly být vrozené. Je možné, že svalové synergie pro posturální kontrolu jsou zakódované v buňkách na úrovni míchy nebo mozkového kmene, přičemž se podobají kortikomotorickým buňkám, které koordinují svaly ruky při dosahu. Ve svalových synergiích a jejich počtech jsou individuální rozdíly, což naznačuje, že jsou ovlivněny adaptivními procesy.

## **1.8 KORTIKÁLNÍ PREZENTACE RUKY**

Kortikální prezentace svalů ovládajících ruku představuje funkční rámec pro mimořádné množství možných pohybových strategií. Tato složitá organizace poskytuje flexibilitu při plánování a provedení vlastního pohybu (Melgari, Pasqualetti, Pauri, & Rossini, 2008). Kortikální prezentaci ruky v centrální nervové soustavě (dále jen CNS) odpovídá velká plocha motorického kortexu. Potenciály vyvolané transkraniální magnetickou stimulací ukazují vzájemné propojení svalů ovládajících ruku s proximálními svaly. Oblasti, které reprezentují proximální a distální končetinové svaly horní končetiny jsou podobné velikosti a značně se překrývají. Pohyb vykonaný proximálními svaly vyvolává aktivitu i v oblasti, která reprezentuje distální segmenty končetiny. Kortikální motorické okruhy, které prezentují svaly pletence jsou tak úzce spojeny s motorickou kontrolou distálních svalů (Devanne et al., 2006).

## 2 FRAKTURY DISTÁLNÍHO RADIA

Fraktury distálního radia zahrnují široké spektrum zlomenin, od jednoduchých až po komplexní, multifragmentální dislokované zlomeniny. Patří k nejčastějším poraněním skeletu v lidské populaci a současně se zlomeninami proximálního humeru a oblasti horního konce femuru k nejčastějším zlomeninám u žen staršího věku. Ačkoliv této věkové skupině pacientů ještě nebyla diagnostikována osteoporóza, jejich skelet velmi často dosahuje nižší kostní denzity (Laseter, 2006). U mladší věkové skupiny pacientů jsou zlomeniny distálního radia asociovány i se sportovními aktivitami. Tuto skupinu tvoří pacienti ve věku přibližně 20-40 let. Častěji se jedná o muže a zlomeniny vznikají mnohdy následkem působení vysokoenergetického násilí během dopravních nehod či při provozování sportovních aktivit. Patří zde hokej, fotbal, ragby, lyžování, cyklistika, parašutismus, horolezectví a létání na rogalu. Paradoxně se ukazuje, že k nárůstu počtu poranění během roku dochází spíše v letních měsících. To souvisí se zvýšenými sportovními a víkendovými aktivitami. Zvýšení frekvence těchto úrazů v podzimních a zimních měsících se podle Pacovského (2003) nepotvrdilo.

V této skupině nacházíme mnohem více komplexních zlomenin, často s přidruženým poraněním zápěstních kostí a vazů. Léčba těchto poranění je většinou operační a navíc zatížena vyšším výskytem komplikací.

### 2.1 HISTORIE

Z historického pohledu fraktury distálního radia poutaly pozornost mnohých chirurgů. Poprvé se o této problematice zmiňují chirurgové z Lyonu již v 18. století. Byli to Marc-Antonie Petit a Claude Pouteau (obrázek 2) (Patel, 1959). Daleko známější a významnější jsou práce z první poloviny 19. století. V tomto období působil v Dublinu slavný chirurg Abraham Colles (obrázek 3). Abraham Colles popsal v roce 1841 zlomeninu distálního předloktí s obrazem typické deformace. Bylo to v době, kdy přitom ještě nebyla používána anestezie (od 1846), ani aseptická chirurgie (od 1865), ani rentgenologické vyšetření (dále jen RTG) (od 1895) a elektřina (od 1879) (Simic & Weiland, 2003). Díky Abrahamu Collesovi jsou všechny zlomeniny distálního radia (a nutno říci, že nesprávně) obecně označovány jako „Colessovy zlomeniny“. Pouteau, Colles a později i Dupuytren ve své době považovali tato poranění za homogenní skupinu s relativně dobrou prognózou bez ohledu na použitou léčebnou metodu. V dnešní době jsou fraktury distálního radia

považovány za velmi komplexní poranění s různou prognózou, která závisí na mnoha faktorech. V nové klasifikaci zlomenin z roku 1990 je rozlišováno až 27 různých forem zlomenin distálního konce předloktí (Čižmář & Brychta, 2006).



**Obrázek 2. Portrét Claude Poteau (Hove, 2014, 12)**



**Obrázek 3. Abraham Colles (Hove, 2014, 12)**

## 2.2 EPIDEMIOLOGIE

Zlomeniny distálního radia jsou i v dnešní době nejčastějším poraněním skeletu v lidské populaci. Tvoří téměř 20 % všech zlomenin léčených na traumatologických ambulancích (Simic & Weiland, 2003) a až 75 % zlomenin předloktí (Pacovský, 2003). Z hlediska věkové distribuce zlomenin distálního radia je toto poranění čtenější u žen (zhruba v poměru 3-4:1), s výrazným nárůstem počtu poraněných po menopauze (Pacovský, 2003). Tento poměr roste se vzrůstajícím věkem, stejně jako nízkoenergetický mechanismus úrazu (Laseter, 2002). Především u žen s přibývajícím věkem dochází k rychlejší demineralizaci skeletu, přičemž právě u nich má tento proces prudší vývoj (Čížmář & Brychta, 2006). Tzv. postmenopauzální osteoporózou trpí asi jedna třetina žen. Fraktury distálního radia jsou častou komplikací i involuční (senilní) osteoporózy, charakterizovanou patologickým úbytkem kostní hmoty u starší populace.

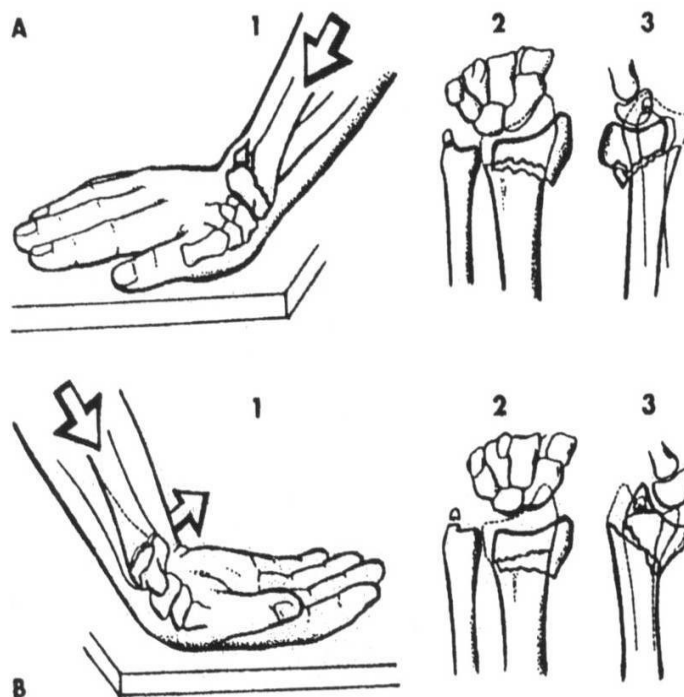
Fraktury distálního radia nejsou raritní ani v dětském věku. Četnost tohoto poranění je v dětství 25-30 % veškerých dětských zlomenin. V tomto věku je z hlediska distribuce poranění čtenější u chlapců a to až 60 % především ve věku 13-14 let a u děvčat ve věku 10-11 let. Tato incidence poranění souvisí především s odlišnými sportovními aktivitami chlapců a dívek (Sigurdardottir, 2014).

## 2.3 MECHANISMY ÚRAZU

Fraktura distálního radia nejčastěji vzniká prostým pádem na ruku v DF a pronaci (obrázek 4). Takto vzniká extenční typ zlomeniny, tzv. Collesova zlomenina, která představuje až 90 % všech zlomenin distálního radia (Fernandez & Jupiter, 2002). Radius se láme 2-3 cm proximálně od zápěstního kloubu a distální fragment se dislokuje dorzálně. Dorzální část kortiky distálního radia je totiž dosti tenká, proto při zlomení distálního radia dochází k dorzálnímu posunu fragmentů nebo přímo ke kominutivní fraktuře radia (Lindau & Hagert, 2014). Stejně tak v metafýze radia ubývá kortikální kosti a zvyšuje se množství spongiózy. Takto je vytvořena kostní zóna se sklonem k fraktuře (Simic & Weiland, 2003). Ostatních 10 % zlomenin jsou flekčního typu s dislokací distálního fragmentu volárně (tzv. Smith typ zlomeniny), protože vznikají pádem na volárně flektované zápěstí. Vzácné jsou zlomeniny s frontálně probíhající linií lomu a abrupcí předního nebo zadního fragmentu. Navíc platí, že o rozsahu zlomeniny rozhoduje také momentální poloha zápěstí ve smyslu RD či UD. Až v polovině případů může být současně odlomen i processus styloideus ulnae.



S rostoucím věkem incidence tohoto poranění nestoupá. Zlomeniny zápěstí se objevují průměrně o 15 let dříve než zlomeniny proximální části stehenní kosti (Rozenal, Makhni, Day, & Bouxsein, 2008). Ve stáří totiž postupně dochází k oslabení reflexních obranných pohybů, zvláště pak k chybění reflexního natažení paží během pádu (Rubenstein, 2006). Proto v pokročilém věku dochází ke zvyšující se frekvenci zlomenin proximální části stehenní kosti, zlomeninám obratlů či poranění hlavy (Klán & Topinková, 2003). Takto padající nepoužije během pádu reflexní natažení horní končetiny, nýbrž má spíše tendenci padat na bok nebo záda.



**Obrázek 4. Zlomenina distálního radia (Zeman, 2001, 459)**

*Vysvětlivky:* A - Collesova fraktura, B - Smithova fraktura, 1 - mechanismus vzniku, 2 - obraz v předozadní projekci, 3 - obraz v boční projekci.

Z biomechanického hlediska lze oblast distálního radia a ulny rozdělit podle tzv. Teorie tří pilířů. Ulnární pilíř tvoří distální radius, ulna, discus articularis a art. radioulnaris distalis. Prostředním pilířem je mediální část distálního radia s jamkou pro os lunatum a esovitým výběžkem s incisurou ulnaris. Radiální pilíř tvoří laterální část distálního radia s jamkou pro os scaphoideum a processus styloideus radii (Toufar, Křiváček, Kloub, & Kopačka, 2004). Pro stabilitu a správnou funkci radiokarpálního a distálního radioulnárního kloubu je nejdůležitější rekonstrukce intermediálního sloupce, který přenáší největší zátěž (Rikli & Regazzoni, 1996). Právě rekonstrukce této části distálního radia je z hlediska dobrého funkčního výsledku důležitá.

V současné době již dělíme fraktury distálního radia do 27 různých forem s rozdílnou prognózou poranění (Čižmář & Brychta, 2006). Stejným mechanismem úrazu, jakým vzniká Collesova fraktura u dospělé populace, vzniká u dětí lýza distální epifyzy radia směrem dorzálním (Crawford, Lee, & Izuka, 2012).

## 2.4 RIZIKOVÉ FAKTORY

Zvýšené riziko pádů a ztráta kostní integrity jsou příčinami vzniku fraktur u starších lidí (Pfeifer et al., 2004). Častou komplikací pádů jsou kromě zlomenin kostí i poranění měkkých tkání. Nejčastějším typem fraktury skeletu je v časném stáří právě zlomenina distálního radia. Později, díky zhoršení obranných reflexů, incidence fraktur distálního radia klesá (Krajčík, 2006; Klán & Topinková, 2003). Muži mají menší incidenci osteoporózy než ženy a i jejich tendence k pádům je menší.

Fraktury distálního radia jsou častější u žen, které jsou aktivnější a mají současně dobré neuromuskulární funkce. Opak platí o frakturách proximálního humeru, které postihují především pacientky s nižší úrovní fyzické zdatnosti a horším zdravotním stavem (Fernandez & Jupiter, 2002). Právě kombinace udržované míry fyzické aktivity s momentálním poklesem fyzického výkonu u pacientek by mohla vést ke zvýšenému riziku vzniku těchto zlomenin u žen (Cho, Gong, Song, Lee, & Baek, 2014).

## 2.5 KLASIFIKACE ZLOMENIN

Klasifikace zlomenin distálního radia díky historickému zájmu o tuto problematiku zahrnuje řadu obecně užívaných eponym. Je jen několik skeletálních poranění, u kterých jsou v klinické praxi tak často využívána eponymická označení. Mezi nejčastěji užívaná eponyma i dnes dle Flinkkilä (2014) řadíme:

- **Collesovu zlomeninu** - extraartikulární zlomeninu distálního radia s dislokací směrem dorzálním, s dorzálním sklonem kloubní plochy radia a rozšířením dorzální kortiky.
- **Smithovu zlomeninu** - zlomeninu distálního radia s dislokací směrem volárním, s volárním sklonem kloubní plochy radia.
- **Bartonovu zlomeninu** - nestabilní dislokovanou intraartikulární frakturu distálního radia s dislokací karpu a vylomeným fragmentem z kloubní plochy radia. Ten může být volární nebo dorzální.

- **Řidičskou (Chauffeurs) zlomeninu** - šikmou frakturu distálního radia, u které je processus styloideus oddělen od hlavní kosti.
- **Lunátní (Die-Punch, nebo mediální klínovou zlomeninu)** - intraartikulární zlomeninu radia s dislokací mediální částí kloubní plochy a impresí dorzální části fossa lunata radii (MacDermid, Richards, & Roth, 2001; Čižmář & Brychta, 2006; Flinkkilä, 2014).

Zařazení zlomenin distálního radia do přesně definovaných skupin lze provést i podle několika známých klasifikací. V dnešní době, především v Evropě, je nejvíce rozšířenou AO klasifikace. Její schematické dělení platí pro celý skelet člověka. V této klasifikaci jsou fraktury rozděleny do 3 hlavních typů. Typ A obsahuje extraartikulární typ zlomeniny, typ B částečně intraartikulární a typ C zasahuje celou kloubní plochu distálního radia. Hlavní skupiny se dále dělí do skupin a podskupin. Toto dělení je přehledné z hlediska terapeutického i prognostického.

Klasifikace poranění distálního radia podle AO:

**Typ A** = extraartikulární fraktury

- ulny,
- radia (jednoduché, multifragmentální) se skupinami A1-A3, přičemž Collesova a Smithova zlomenina patří do skupiny A2.

**Typ B** = fraktury radia parciálně intraartikulární

- v sagitální rovině,
- ve frontální rovině.

**Typ C** = úplné intraartikulární zlomeniny radia (intraartikulární jednoduché, multifragmentální).

U typu B i C se také dělí na 3 skupiny. AO klasifikace tedy dělí zlomeniny distálního radia na tři základní typy:

- zlomeniny extraartikulární,
- zlomeniny parciálně artikulární,
- zlomeniny kompletní intraartikulární (Oestern, 2014).

Další používanou klasifikací je Frykmanova klasifikace, která dělí zlomeniny distálního radia na:

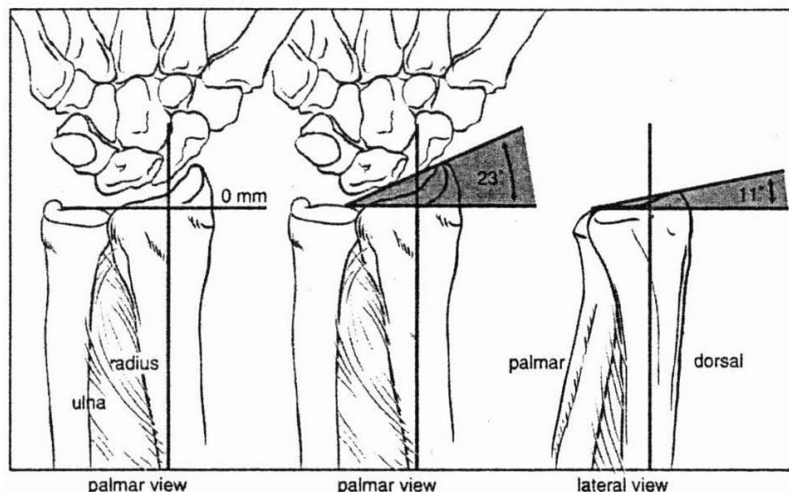
- typ A - extraartikulární,
- typ B - radiokarpální intraartikulární,
- typ C - radioulnární intraartikulární (Pokorný, 2002).

Frykman sestavil tuto klasifikaci v roce 1967. Tato klasifikace je založena na biomechanické a klinické studii zlomenin distálního radia. Studie rozlišuje lokalitu zlomeniny, tzn. intra či extraartikulární, přítomnost zlomeniny ulny či postižení kloubní plochy radia v distálním radioulnárním kloubu. Frykmanova klasifikace tak obrátila potřebnou pozornost na význam distální ulny a distálního radioulnárního kloubu při posuzování těchto zlomenin (Pilný, 2011).

## 2.6 DIAGNOSTIKA

Orientační diagnostika probíhá na základě klinického nálezu. Jejím základem je určení rozsahu a charakteru zlomeniny anamnézou. Zjišťujeme informace týkající se mechanismu úrazu, věku pacienta, lateralitu končetin, předchozí operační zákroky a míru fyzické aktivity poraněného. Následuje klinické vyšetření pohledem a palpací. Určitým varováním může být typická deformace v oblasti zápěstí a to při pohledu z boku, tzv. vidličkovitá deformace (McRae & Esser, 2002). Dále při pohledu zepředu bajonet (Oestern, 2014). Tuto dorzální bajonetovitou dislokaci lze pozorovat u extraartikulární fraktury radia in loco typico. Dále zhodnotíme hybnost a neurocirkulační poměry na periferii poraněné končetiny. Krepitace úlomků je známkou zlomeniny.

Ze zobrazovacích metod, využívaných v souvislosti s tímto poraněním, se provádí rentgenový (dále jen RTG) snímek a počítačová tomografie. Ve většině případů je postačující RTG snímek zápěstí v neutrálním postavení v anteroposteriorní a laterální projekci. Tyto RTG projekce nám umožní hodnotit extraartikulární fraktury, sklon kloubní plochy distálního radia a jeho délku (resp. stupeň zkrácení radia) a volbu léčebného postupu. Sklon kloubní plochy radia je fyziologicky volárně  $10^\circ$  a radiálně  $30^\circ$  (obrázek 5) (Barrie & Wolfe, 2002). Nezbytný je také vztah radia a ulny, co do délky a šířky spojení. Při použití šikmé projekce ( $45^\circ$  pronace-supinace) je lepší přehled nad os scaphoideum a lunatum.



**Obrázek 5. Fyziologický sklon distálního konce radia (Barrie & Wolfe, 2002, 12)**

## 2.7 KONZERVATIVNÍ TERAPIE

Cílem léčby zlomenin distálního radia je obnova anatomických poměrů metodou, která neohrožuje funkci poraněné ruky. Typ zlomeniny, velikost dislokace, stabilita zlomeniny, věk a úroveň fyzické aktivity poraněného nejlépe určuje metodu traumatologické intervence (Simic & Weiland, 2003).

Konzervativně léčené jsou extraartikulární zlomeniny distálního radia s minimální dislokací (Laseter, 2002). Konzervativní terapie spočívá v zavřené repozici fraktury a imobilizaci v sádrové nebo plastové fixaci. U všech zlomenin distálního radia je v dnešní době prvním krokem chirurgická příprava poraněné oblasti. Hematom v místě lomu je infiltrován anestetikem a následně je ruka zavěšena na prstové úchyty přes první tři prsty (tzv. čínské prsty) s protitahem přes horní část paže (3-5 kg). Po 5-10 minutách ošetřující lékař tlakem palce působí na distální fragment ve směru, který zmírní dislokaci (Čížmář & Brychta, 2006). Během tahu za končetinu je naložena sádrová dlahá a následuje RTG kontrola pro zjištění efektu a postavení fragmentů. Délka fixace poraněného zápěstí je 3-4 týdny. Tradice fixace metodou sádrové dlahy je tradována již od dob Abrahama Collese a Duypytrena (Hove, 2014).

## 2.8 OPERAČNÍ LÉČBA

Při volbě nejvhodnější metody ošetření fraktury distálního radia bývá, kromě podrobného posouzení RTG nálezu, důležitý i věk poraněného, preference končetiny, povolání, stupeň fyzické aktivity a především celková zdravotní kondice (Nesbitt, Failla, & Les, 2004). V zásadě lze

pacienty dělit na biologicky mladé (více aktivní) a biologicky starší (více pasivní). U první skupiny jsou voleny radikálnější postupy spíše než u skupiny druhé (Čižmář & Brychta, 2006). Cílem chirurgických technik je obnova anatomické délky distálního radia, volárního a radiálního sklonu a repozice kloubních ploch v radiokarpálním a distálním radioulnárním skloubení (Smith et al., 2004).

### **2.8.1 Operační postupy**

Cílem operační léčby zlomenin distálního radia je pečlivá rekonstrukce kloubního povrchu, stabilní vnitřní fixace a především včasná pooperační funkční terapie. U extraartikulárního typu zlomeniny je nutné zabránit nesprávnému zhojení zlomeniny s angulací a zkrácením. Chybné postavení kostí by následně mohlo být zdrojem omezení pohybu, změnou poměrů v zatěžování, zdrojem následné interkarpální nestability a zvýšeným rizikem vzniku osteoartrózy radiokarpálního kloubu (Simic & Weiland, 2003).

Základními principy operační léčby jsou: anatomická repozice, kvalitní rekonstrukce kloubních ploch, stabilní vnitřní fixace při zachování cévního zásobení, obnovení funkčnosti ruky a časná aktivní mobilizace. Operace probíhá v bezkrevnosti. Bezkrvnost nesmí přesáhnout 1,5 hodiny. Operační intervence je indikována u fraktur, které nelze zreponovat do uspokojivého postavení, a také u zjevně nestabilních zlomenin. LaFontaine, Hardy a Delince (1989) popisují jednotlivé faktory svědčící pro nestabilitu. Patří zde:

- dorzální angulace nad 20°,
- dorzální kominuce,
- radiokarpální intraartikulární zlomenina,
- společná zlomenina radia a ulny,
- věk nemocného nad 60 let.

Pokud jsou přítomny alespoň 3 z výše uvedených faktorů, je indikována operační intervence.

Mezi možnostmi operační terapie patří techniky vnitřní fixace (perkutánně či dlahou) nebo osteosyntézy zevním fixátorem (dále jen ZF). Minimálně dislokované intraartikulární a extraartikulární fraktury mohou být, stejně jako impaktované stabilní zlomeniny s minimálním zkrácením, ošetřeny zavřenou repozicí s použitím sádrové fixace (Fernandez, 2000).

#### **2.8.1.1 Dorzální přístupy**

Častá dislokace distálního radia směrem dorzálním vedla chirurgy k operačnímu přístupu z této strany (Smith et al., 2004). Dorzální přístupy jsou indikovány u extraartikulárních

i intraartikulárních fraktur s dislokací dorzálním směrem a u fraktur processus styloideus radii. Jedná se o operační přístupy na dorzoulnárním povrchu radia mezi tzv. extenzorovými kompartmenty. Pro přístupy z dorzální strany jsou využívány T nebo L dlažky nebo šrouby. Přitom tyto osteosyntézy se musí vyhnout šlachám extenzorů prstů. Pro maximální protekci měkkých tkání byly postupně vyvinuty osteosyntézy s jiným designem i jinou vlastností použitých materiálů (Orbay & Fernandez, 2002). I přesto jsou popisovány komplikace spojené s extenzorovým aparátem, ať ve smyslu dráždění šlach, nebo jejich ruptur (Simic & Weiland, 2003). Z těchto důvodů jsou v dnešní době spíše preferovány palmární operační přístupy. Palmárně uložená osteosyntéza je navíc překryta reinserovaným m. PQ a tudíž nedochází k iritaci ostatních měkkých tkání.

### **2.8.1.2 Palmární přístupy**

Palmární operační přístupy jsou indikované pro všechny fraktury distálního radia, které zasahují především volární okraj kosti, pro palmárně dislokované extraartikulární (Smithovy) zlomeniny a pro dorzálně dislokované extraartikulární fraktury. Dále také pro typ B3, palmární marginální fraktury. Palmární přístupy se používají i v případě dislokovaných radiokarpálních fraktur a natržení kloubního pouzdra zápěstního kloubu. Palmární operační přístupy jsou vhodnější z hlediska protekce měkkých tkání okolí zápěstního kloubu. Nedochází k dráždění šlach, protože je zde více prostoru mezi volární kortikou distálního radia a šlachami flexorů. Navíc m. PQ odděluje tyto struktury od vlastní osteosyntézy (Smith et al., 2004). V současné době, díky fixaci úhlově stabilními implantáty, mohou být řešeny i dorzálně dislokované fraktury z palmárního přístupu.

## **2.8.2 Operační techniky**

### **2.8.2.1 Transfixace Kirschnerovými dráty**

Transfixace Kirschnerovými dráty je relativně jednoduchou metodou fixace fragmentů. Je vhodná u extraartikulárních fraktur a u jednoduchých netříštivých fraktur. Tato metoda přináší dobré radiologické i funkční výsledky v prevenci redislokace nestabilních extraartikulárních zlomenin (Kim & Tae, 2014). Významné místo zaujímá tzv. Kapandjiho intrafokální osteosyntéza. Je populární technikou transfixace také extraartikulárních netříštivých fraktur distálního radia. Transfixace (neboli tzv. pinning) může být kombinována se ZF či sádrou fixací. V případě kombinace transfixace se ZF, je v první řadě aplikován ZF a potom Kirschnerovy dráty. Transfixace

je doporučována u nestabilních extraartikulárních fraktur distálního radia. S výhodou je využívána i u tříúlomkových impaktovaných fraktur (Fernandez, 2000).

### 2.8.2.2 Zevní fixace

K léčbě fraktur distálního radia pomocí ZF jsou indikovány otevřené a tříštvivé zlomeniny typu C3 dle AO klasifikace a zlomeniny v osteoporotickém terénu. Metoda ZF je v traumatologii široce používána převážně v posledních desetiletích díky výraznému technickému vývoji, který umožňuje konstrukci nových, výhodnějších fixačních zařízení. Při léčení následků poranění, které jsou spojeny s velkým poškozením měkkých tkání, je technika využití ZF na prvním místě. Tato technika minimálně narušuje přirozené biologické procesy osteogeneze a proces hojení (Simic & Weiland, 2003). Naložení ZF se provádí na operačním sále pod RTG kontrolou. Nejvíce jsou užívané malé typy fixátorů, protože méně omezují pacienta. U nás patří mezi nejpoužívanější a konstrukčně vyhovující fixátor „Zlín“. Většina ZF se běžně užívá jako jednostranné konstrukce. Z této konstrukce běží Schanzovy šrouby, neboli piny, do distálního radia přes zápěstí a poté pokračují do druhého nebo třetího metakarpu. Proximálně jsou šrouby zavedeny do distální diafýzy radia asi 8-12 cm proximálně od zápěstního kloubu ve 30° úhlu. Při zavádění proximálních šroubů je nutné použití chráničů k prevenci poranění n. radialis. Po zavedení pinů do kosti, je připevněn zevní rám fixátoru a provedena repozice zlomeniny, která se uskutečňuje na principu ligamentotaxe (Čižmář & Brychta, 2006). U mladých lidí, v případě neroztříštěných fraktur, může být ZF zaveden do distálního konce radia, aniž by pokračoval přes zápěstní kloub. ZF je používán i jako neutralizační zařízení u fraktur s provedenou vnitřní osteosyntézou. Slouží tak k odlehčení a ochraně proti posunu, který by mohlo způsobit funkční zatížení dané končetiny. Také působí jako ochrana proti ohybu, torzím a střížným silám, které vznikají u extraartikulárních fraktur z ohybu. Své využití nacházejí ZF i v případě ztrátových zlomenin a vysokoenergetických traumat s otevřenými frakturami (Laseter, 2002). U dynamických ZF dovoluje jejich konstrukce určitý stupeň mobility zápěstního kloubu za stálého udržování kloubní distrakce (Modi, Ho, Smith, Boer, & Turner, 2010). ZF svojí konstrukcí umožňují pohyb prstům i pronosupinanční pohyb předloktí. Mezi jejich nevýhody patří prodloužené hojení a časté lokální infekty. Metodou volby u tří- a víceúlomkových intraartikulárních fraktur distálního konce radia je kombinace ZF a transfixace Kirschnerovými dráty. Takto lze výhodně předejít zkrácení radia a metafyzární angulaci (Simic & Weiland, 2003). I moderní operační přístupy využívají ligamentotaxe na ZF doplněným perkutánně o Kirschnerovy dráty. ZF je nutný k neutralizaci tlakové síly přes zápěstí. V případě nutnosti je na místě spongioplastika jako prevence pozdního kolapsu. Intraartikulární schodek



distálního radia je důvodem posttraumatické artrózy (Grewal, Perey, Wilmink, & Stothers, 2005). Doba imobilizace zápěstí na ZF je zhruba 5-6 týdnů dle typu fraktury a kvality hojení. U pacientů léčených kombinací ZF a Kirschnerových drátů jsou dráty extrahovány po 6ti týdnech se zahájením intenzivní rehabilitace.

### **2.8.2.3 Dlahové osteosyntézy**

Dlahové osteosyntézy jsou v dnešní době velmi oblíbenou operační metodou při řešení primárně nestabilních fraktur distálního radia (Rozental & Blazar, 2006). Jsou vhodné i při řešení zlomeniny v terénu osteoporotické kosti. Ošetření fraktury distálního radia dlahovou osteosyntézou zahrnuje potřebu extenzivního chirurgického přístupu k většině fragmentů zlomeniny. Jedná se o otevřenou repozici a stabilní vnitřní fixaci. Tato metoda se označuje jako ORIF z anglického: Open Reduction and Internal Fixation (Wright, Horodyski, & Smith, 2005). K otevřené repozici se přistupuje v těchto případech:

- nestabilní typ fraktury,
- nereponovatelné komplexní intraartikulární zlomeniny,
- zlomeniny typu B2 a B3 dle AO klasifikace,
- zlomeniny spojené s karpálním poraněním nebo poškozením měkkých tkání (nervy, cévy, šlachy),
- zlomeniny distálního radia spojené s ipsilaterálními zlomeninami předloktí nebo lokte (Čižmář & Brychta, 2006).

Volba operačního přístupu závisí na typu samotné fraktury, především na místě a směru dislokace fragmentů kosti. Dorzální operační přístup se volí v případě dorzálně nebo dorzoradiálně dislokovaných zlomenin. Volární operační přístup je indikován u volárně dislokovaných fraktur (Rozental & Blazar, 2006). Volární přístup je vhodný i v případě dekomprese n. medianus nebo fasciotomie flexorového kompartmentu. Jen výjimečně se používá kombinovaný přístup. Trendem dnešní doby je preference volárního operačního přístupu (Čižmář & Brychta, 2006). Orbay (2005) uvádí, že volární přístup je vhodnější z několika důvodů. A to: pacienti spíše preferují volárně uloženou jizvu, operační technika je vhodnější z hlediska lepší přehlednosti a v neposlední řadě je přístup výhodnější i s ohledem na šlachy flexorů. Co se týče implantátů dlahových osteosyntéz, stále častěji převažuje použití úhlově stabilních implantátů. Fixaci radiálního a intermediálního sloupce distálního radia k dosažení dostatečné stability fragmentů využívají úhlově stabilní neboli tzv. zamykatelné dlahy (z anglického LCP–Locking Compression Plate). Tyto dlahy disponují

mnohem větší pevností díky zašroubování jednotlivých fixačních šroubů do samotné dlahy (Nana, Joshi, & Lichtman, 2005). U těžkých komminutivních zlomenin či zlomenin s impakcí kloubní plochy distálního radia je nutné pro zajištění lepší stability použití spongioplastiky. Odběrovým místem je hřeben kosti kyčelní (Simic & Weiland, 2003). I po implantaci dlahové osteosyntézy následuje imobilizace zápěstí. Ihned po operaci je pacient vybaven volární sádrovou dlahou se zápěstím v neutrální pozici. Poté asi na dva týdny se snímatelnou dlahou či zápěstní ortézou (Čižmář & Brychta, 2006). Přestože doba imobilizace je relativně krátká, následná intenzivní rehabilitace je nutná.

## 2.9 ČASOVÉ ASPEKTY REHABILITACE PO FRAKTURÁCH DISTÁLNÍHO RADIA

Rehabilitace po frakturách distálního radia má svou nezastupitelnou roli (Maciel, Taylor, & Mc Ilveen, 2005). Cílem rehabilitace po poranění v oblasti zápěstí je získání maximálního nebolestivého rozsahu pohybu (dále jen ROM) zápěstí, obratnosti a pohyblivosti prstů a ostatních kloubů poraněné končetiny. Léčba stabilních nekomplikovaných zlomenin si může vyžádat až 6 měsíců terapie. Léčba zlomenin ošetřených operační cestou může trvat až 1-2 roky po poranění (Laseter, 2002). V rámci svalových zřetězení mezi trupem a končetinami hraje v motorice akra nesmírně důležitou roli nastavení pletence ramenního. Schopnost diferenciací jemné motoriky ruky závisí na kvalitě dynamické stabilizace lopatky. Pohyb horní končetiny a tudíž i akra může být kvalitní a efektivní, jen pokud mu předchází funkční dynamická stabilizace lopatky (Čápková, 2008).

Při zahájení vlastní mobilizace zápěstí by měl být fyzioterapeut informován o RTG nálezů poraněné ruky (Laseter & Carter, 1996). I když to není vždy možné, je ideální, pokud je řízená rehabilitace zahájena již v době imobilizace končetiny. V tomto období je cílem dosažení plného ROM všech volných kloubů končetiny. Pohyb prstů včetně palce by měl být plný ještě před sejmutím fixace zápěstí (Smith et al., 2004). Prognosticky špatným indikátorem po sejmutí fixace je omezení hybnosti některých volných kloubů končetiny, zvláště pak prstů. Od samého počátku by měla být terapie cílená na snížení otoku, protože omezuje mikrocirkulaci a následně vede k fibróze měkkých tkání. Také platí že, pokud se otok zvyšuje, snižuje se ROM kloubů. Ideální jako antiedematózní pozice se ukazuje tzv. salutovací pozice operované končetiny. Při ní má pacient uloženou horní končetinu nad hlavou, tzn. že loket je umístěn nad úroveň srdce. Předloktí může mít položené na hlavě. Takto nosí končetinu, ať už sedí, stojí či chodí. Výhodné je polohování lokte nad úroveň srdce i během spaní (Laseter, 2002). Při salutovací pozici je nutná minimální flexe lokte, jinak může docházet k dráždění n. ulnaris (Laseter & Carter, 1996). Vhodná je i manuální

lymfodrenáž, která pomáhá odtoku lymfy z podkoží poraněných měkkých tkání končetiny. Pro kontrolu velikosti otoku jsou důležitá i aktivní cvičení prstů (Chung, Kotsis, & Kim, 2007). Střídavé kontrakce flexorů a extenzorů prstů napomáhají odtoku lymfy z periferních tkání a současně zabraňují vzniku pooperačních adhezí. Při použití těchto střídavých kontrakcí, by měl pacient vždy v maximálním rozsahu použít i výdrž na několik sekund (Laseter & Carter, 1996). U některých typů zlomenin je nutná fixace zápěstí ve flekční pozici zápěstí, např. na ZF či v sádrovém obvazu. Tato pozice znesnadňuje plné exkurze šlach flexorů a extenzorů. Proto jsou také vhodná cvičení pro šlachový skluz. Provádění pasivních pohybů by mělo být nebolestivé (Laseter, 2002). Pro zvýšení účinku terapie je nutné bandážování končetiny, především prstů a okolí zápěstí (Michlovitz, LaStayo, Alzner, & Watson, 2001) či využití samofixačního obvazu (Laseter, 2002). Do pooperační terapie spadá i kontrola stavu bolestivosti. Bolest je těžké posoudit a měřit, a proto ji musí věnovat velkou pozornost i terapeut a popřípadě včas zasáhnout. Stejně tak je nutné věnovat pozornost i změně citlivosti či známám poškození n. medianus (Laseter, 2002). Zcela nevhodná je tísňící sádra či jakákoliv jiná tísňící fixace, protože jsou nejčastější příčinou vzniku komplexního regionálního bolestivého syndromu typu I. (dále jen KRBS I.). Fixace končetiny musí umožňovat plný pohyb prstů a palce. Nesmí mít ani ostré hrany, které by mohly dráždit kůži (Laseter & Carter, 1996). Pacienti běžně udržují poraněnou horní končetinu v době fixace v „šetřící pozici“ s ramenem v addukci a vnitřní rotaci se současnou flexí lokte. I použití šátku je dovoleno jen během cestování v prostředcích hromadné dopravy, protože právě tato pozice zapříčiňuje ztuhnutí ramene a lokte. Pro udržení pohybu těchto kloubů je vhodná i výše zmíněná elevační pozice končetiny (Laseter, 2002).

Po sejmutí fixace zápěstí je vhodné začít především s výcvikem aktivní pohyblivosti zápěstí a to především DF zápěstí s flexí prstů. Z počátku není důležitá velikost DF zápěstí. Od samého počátku je nutné se vyhnout substituci DF zápěstí extenzory prstů. Jen tak se dá předcházet nežádoucím nesprávným stereotypům. Tyto synkinézy by také později bránily výcviku dostatečného úchopu. Takto je nutné naučit extenzory prstů pracovat samostatně (Laseter & Carter, 1996). Při cvičení PF zápěstí mohou být prsty relaxovány či extendovány. Cvičení UD a RD zápěstí se provádí v pronaci či v neutrální pozici předloktí (Laseter & Carter, 1996). Zvláštní důraz je kladen na PF zápěstí v prevenci tvorby srůstů na dorzální straně kloubního pouzdra (Smith et al., 2004). Je nutné provádět i mobilizace periferních kloubů prstů (Laseter, 2002). Také zahajujeme cvičení běžných denních aktivit (Smith et al., 2004). Postupně je vhodné cvičit jednotlivé typy úchopů. Pro zajištění aktivního přístupu pacienta k terapii by měl být každý pacient vybaven i tzv. domácím programem. Ten by měl obsahovat zcela konkrétní cvičení pro doma, jejich

frekvenci a počet opakování. Nutné jsou i instrukce k provádění lehkých domácích prací (Laseter, 2002). Z tepelných procedur pomáhá některým pacientům spíše aplikace tepla, jiným naopak chladu (Laseter & Carter, 1996).

Pokud má pacient výrazně omezenou hybnost zápěstí či prstů po 8 týdnech od zahájení terapie, je vhodné začít s progresivním statickým dlahováním. V období 6-8 týdnů od zahájení terapie by totiž měl pacient mít z větší části plný ROM zápěstí a prstů. V období po 8 týdnech se mohou postupně zařadit i posilovací cvičení akra, ne však dřív, dokud není dosažen maximální ROM zápěstí a prstů. Zhruba po 3 měsících se pacienti mohou postupně vrátit ke všem aktivitám s výjimkou kontaktních sportů a těžké práce (Smith et al., 2004). Těžká práce a kontaktní sporty jsou dovoleny až po 6 měsících. Stejně tak posilovnu s posilováním poraněné končetiny může pacient navštívit po 4-6 měsících.

## **2.10 KOMPLIKACE LÉČBY ZLOMENIN DISTÁLNÍHO RADIA**

- **Technické** (komplikace spojené s technickými problémy léčby, např. centralizace jisticích šroubů, aj.).

- **Redislokace**

Ke tvarovým změnám v oblasti zápěstního kloubu může vést druhotná redislokace. Všechny změny v anatomickém postavení i funkci se mohou projevit klinicky. Pacienti udávají bolestivost, omezení ROM zápěstí a prstů a pokles svalové síly končetiny. Ne každá deformita však musí být symptomatická (Pacovský & Svatoš, 2011). Z toho důvodu, při případném rozhodování o operačním zákroku ve smyslu korekční osteotomie distálního radia, hrají hlavní roli subjektivní pocity pacienta a jeho funkční nároky na poraněnou končetinu (Perugia et al., 2014).

- **Šlachová poranění**

Poranění šlach flexorů jsou málo častá. Jejich případnou příčinou bývají adheze vzniklé po volárním operačním přístupu. Postiženou šlachou bývá především m. flexor pollicis longus (dále jen m. FPL) (Adham & Poremski, 2009). Častější komplikací jsou léze šlach extenzorů. U dospělých může nerovnost distálního konce radia, která je způsobena dislokací nebo tvorbou svalku při konzervativním postupu léčby, způsobit degeneraci šlachy. Degeneraci šlachy i její rupturu může způsobit i pohyb šlachy nad osteosyntézou provedenou z dorzálního operačního přístupu. Takto jsou nejčastěji postiženy šlachy extenzorů prstů (Simic & Weiland, 2003).

- **Iritace n. medianus**

U volární dislokace kostních fragmentů hrozí vznik syndromu karpálního tunelu. Z klinického obrazu je patrná iritace n. medianus. K poranění tohoto nervu může dojít útlakem kostního fragmentu či jeho kompresí během repozice zlomeniny (Simic & Weiland, 2003), ale i nevhodnou pozicí zápěstí ve fixaci či kompresí otokem ruky. Časté jsou noční parestezie v příslušné inervační oblasti, hypestezie a později se mohou přidat i atrofie svalstva thenaru.

- **KRBS typu I.**

Fraktury distálního radia, opakované repozice, ale i tísnící fixace končetiny jsou nejčastější příčinou vzniku KRBS typu I. Jedná se o neurovaskulární reflexní poruchu, při níž dochází k nadměrné bolestivosti, která je úporná a difuzní. Bolestivost je doprovázena otokem a vazomotorickými symptomy (změna teploty až hyperémie v dané oblasti ruky, potivosti, změny růstu chlupů a nehtů a ostatní vegetativní projevy). Bolest nereaguje ani na analgetické podněty (Soe & Buch, 2014). Patofyziologie KRBS typu I. není dosud známa. Jeho incidence je v rozmezí 2-39 % (Soe & Buch, 2014). Významnou roli v syndromu hraje sympatický nervový systém. Jeho blokáda tak vede k rychlému snížení bolestivosti a zmírnění ostatních doprovodných potíží.

- **Přidružená poranění**

Fraktury distálního radia jsou často asociovány s poraněním měkkých tkání ruky. Jedná se především o poranění karpálních vazů nebo TFCC. Incidence těchto poranění se udává až u 32 % intraartikulárních fraktur. Přitom poranění karpálních vazů provází i extraartikulární fraktury. Z ligamentózních poškození se nejčastěji jedná o skafolunární lézi a méně často o lunotriquetrální poranění (MacDermid, Richards, & Roth, 2001).

## **2.11 NEJČASTĚJŠÍ PROJEVY POSTIŽENÍ MOTORIKY RUKY U FRAKTUR DISTÁLNÍHO RADIA**

Trendem současné medicíny nejen v léčbě zlomenin distálního radia je omezení skutečného počtu fyzioterapeutických procedur. Ačkoliv jsou pacienti většinou dobře informováni o předpokládané době fixace končetiny, velmi málo se mluví o skutečné celkové době léčby.

V časném pooperačním období je nutné zachovat plný rozsah pohybu prstů, lokte a ramene postižené horní končetiny. Dále je nutné věnovat pozornost kontrole edému a bolestivosti. Jedině takto se dá předejít problémům, které přecházejí do chronicity (Laseter & Carter, 1996). Právě imobilizace končetiny blokuje návrat venózní krve i lymfy přes axilu postižené končetiny. Tak dochází k nárůstu otoku poraněné končetiny. Díky tomu následně dochází k omezení rozsahu

pohybu příslušných kloubů ruky. Včasné rozpoznání těchto příznaků předchází vzniku KRBS I. (Smith et al., 2004).

Také chirurgická léčba po tomto poranění není zcela bez komplikací. Mohou vzniknout adheze, záněty či ruptury šlach (Jupiter, Ring, & Weitrel, 2002). Může docházet k iritaci šlach nad osteosyntézou. První známkou iritace je synovitida šlachy. Nejčastěji jsou postiženy šlachy m. extenzor pollicis longus (dále jen m. EPL) a šlachy extenzorů prstů v případě dorzálně uložené osteosyntézy. Riziko tohoto postižení snižuje nízkoprofilový druh osteosyntézy (Simic & Weiland, 2003). Více raritní jsou problémy se šlachami flexorů po palmárním operačním přístupu (Arora et al., 2005). Přesto Adham a Porembski (2009) problémy se šlachami flexorů po tomto operačním přístupu popisují. Nejčastěji se jednalo o šlachy m. FCR, m. FDP a m. FPL v souvislosti s parciální či totální rupturou. Autoři uvádějí, že minimalizovat riziko těchto komplikací může rekonstrukce m. PQ, který odděluje samotnou osteosyntézu od kontaktu se šlachami flexorů. Laseter (2002) považuje za mnohdy závažnější poranění měkkých tkání než samotnou frakturu. V těsné blízkosti distálního radia se nacházejí šlachy flexorů, extenzorů, nervové a cévní struktury. Edém a posttraumatický hematom ohrožuje i drobné interosseální svaly ruky. Dochází ke kapilární kompresi a žilní stáze. Odvodu venózní krve mnohdy brání i těsná fixace a z toho důvodu nemůže pacient efektivně pohybovat prsty. Po odeznění otoku může být následně kontraktura intrinsických svalů příčinou dysfunkce ruky. Laseter (2002) uvádí, že edém je nebezpečný i z hlediska fibrózy měkkých tkání, která následně snižuje jejich mobilitu.

Smith et al. (2004) ve své práci uvádí, že jednotlivé operační intervence s sebou přináší specifické motorické problémy. Aplikace zevního fixátoru na distální radius je podle nich spojen s tuhostí prstů, nefyziologickou pozicí kloubů a neuralgií n. radialis. Osteosyntézy z dorzálního operačního přístupu jsou spojeny s problémy s extenzorovým aparátem prstů a nedostatečnou retencí kostních úlomků. V tomto ohledu je nejpřínosnější použití osteosyntéz z palmárního operačního přístupu, které umožní časnou mobilizaci poraněného akra. Se zvyšující se mírou edému se zvyšují i příznaky komprese nervů a tudíž i bolest. Při fraktuře distálního radia často dochází i k poranění n. medianus. Pokud pacient vyžaduje operační řešení a má známky postižení tohoto nervu, pak je na místě jeho chirurgická dekomprese v karpálním tunelu (Simic & Weiland, 2003). Pokud se toto rychle řeší, nezpůsobuje dlouhodobé následky. Postižení n. medianus by mohlo mít následně význam ve vzniku KRBS typu I. Přímý vliv ale nebyl dosud prokázán (Simic & Weiland, 2003). KRBS typu I. je častý i po opakovaných repozicích distálního radia či po sejmutí fixace akra, která delší dobu pacienta tísnila (Zeman, 2001). Zlomenina distálního radia je nejčastější příčinou

vzniku tohoto syndromu na horní končetině. K iritaci n. ulnaris může dojít vlivem dráždění nervu protrahovanou flexí lokte při nesprávném polohování poraněné horní končetiny (Laseter, 2002).

Také při imobilizaci postižené horní končetiny v sádře či na ZF ve flekční pozici zápěstí může následně docházet k nedostatečné pohyblivosti šlach flexorů i extenzorů. Následná bolestivost a edém akra omezí šlachový skluz. Prognosticky špatným ukazatelem je i fakt, že potíže s otokem, bolestivostí a rozsahem hybnosti prstů nejsou zvládnuty během období imobilizace končetiny.

K biomechanickým změnám v oblasti zápěstního kloubu může vést druhotná redislokace distálního radia, při níž dochází k relativnímu zkrácení radia a prodloužení ulny (Zeman, 2001). Větší sklon k těmto redislokacím mají pacienti ošetření Kirschnerovými dráty. Následkem jsou pak vzniklé deformity a perzistující obtíže při pohybu v kloubu. Dochází ke ztuhnutí zápěstí a prstů. Pacienti udávají bolest, omezení hybnosti a pokles svalové síly akra. Negativní vliv na motoriku akra má i zhojení distálního radia v malpozici. Pokud je malpozice symptomatická, způsobuje bolesti v zápěstí, omezení rozsahu pohybu a karpální nestabilitu (Čižmář & Brychta, 2006). Následkem neléčené malpozice distálního radia je časný rozvoj posttraumatické radiokarpální nebo radioulnární artrózy (Nagy, 2005). Laseter (2002) uvádí, že se snížením radiálního úhlu distálního radia po repozici následně klesá síla stisku dané končetiny. Stejně tak nedostatečná obnova palmárního sklonu kloubní plochy radia je důsledkem sníženého rozsahu pohybu, funkčnosti zápěstí i viditelné deformity. Pacienti s dorzální angulací distálního radia mohou mít bolestivost a problémy s úchopem či silovými činnostmi končetiny. Funkční problémy mají i pacienti s pakloubem distálního radia, který je, na rozdíl od zhojení v malpozici, po tomto poranění poměrně vzácný. Pokud je symptomatický, pak je nutné jej řešit (Prommersberger, van Schoonhoven, & Laubach, 2000).

Zlomeniny distálního radia, především ty vzniklé vysokoenergetickým poraněním, jsou často spojeny s přidruženým poraněním karpálních kostí a vazů (Ira et al., 2011). Tito pacienti mají problémy s omezením pohybů zápěstí, snížením svalové síly akra a bolestivostí (Pilný, Kubeš, Hoza, Mechl, & Višňa, 2007). Často je např. poranění skafolunárního vazy zjištěno až při kontrolních klinických a rentgenových vyšetřeních. Mnohdy to bývá právě fyzioterapeut, který na obtíže (palpační bolestivost nad skafolunárním intervalem a snížení svalové síly) upozorní. V případě nižších stupňů poranění tohoto vazy může pomoci právě fyzioterapie, jmenovitě posilování dynamických stabilizátorů zápěstí. U vyšších stupňů se většinou nevyhneme chirurgické intervenci, jinak poté v poměrně krátké době hrozí časný rozvoj artrotických změn.

## 3 CÍLE A HYPOTÉZY

### 3.1 CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

#### **Cíl disertační práce:**

Cílem studie je zhodnocení funkčních výsledků rehabilitace u operačně léčených zlomenin distálního radia v časném pooperačním období. Srovnávali jsme funkční výsledky u pacientů se standardní rehabilitací s výsledky skupiny pacientů, u nichž byl do pooperační rehabilitace zařazen navíc intenzivní trénink pletencového svalstva postižené horní končetiny během období imobilizace akra. Pro posouzení funkčních výsledků terapie postiženého akra jsme sledovali několik vybraných ukazatelů.

#### **Dílčí cíle disertační práce:**

- 1.) Shrnutí poznatků týkajících se problematiky poranění distálního radia.
- 2.) Ověřit vliv rozšířeného cvičení pletencového svalstva na stav aktivní hybnosti zápěstí a prstů.
- 3.) Ověřit vliv rozšířeného cvičení pletencového svalstva na sílu stisku poraněné ruky.
- 4.) Porovnat velikost otoku akra u obou testovaných skupin.
- 5.) Zhodnotit vliv rozšířeného cvičení pletencového svalstva na stav bolestivosti poraněného akra.
- 6.) Ověřit vliv rozšířeného cvičení pletencového svalstva na zručnost poraněné končetiny.
- 7.) Porovnat výsledky hodnotícího skóre DASH (The Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) u obou testovaných skupin.
- 8.) Ověřit vliv rozšířeného cvičení pletencového svalstva na elektromyografický nález vybraných svalů končetiny.
- 9.) Navržení uceleného algoritmu pooperační kinezioterapie.

Ověřením jednotlivých hypotéz byly zhodnoceny funkční výsledky léčby poraněného akra a to především: zhodnocení rozsahu pohybů zápěstí a prstů, jemné motoriky ruky, intenzity a kvality úrovně bolestivosti v oblasti postiženého zápěstí. Dále byla měřena elektromyografická aktivita vybraných svalů předloktí během přesně definovaných pohybových aktivit. Také byla



hodnocena síla stisku ruky na dynamometru. Součástí hodnocení bylo i měření obvodů akra k posouzení velikosti otoku končetiny.

### **3.2 VÝZKUMNÉ OTÁZKY A HYPOTÉZY**

S ohledem na stanovené cíle práce jsme formulovali následující výzkumné otázky a hypotézy. Výzkumné otázky byly řešeny v jedenácti hypotézách.

#### **3.2.1 Výzkumná otázka 1**

**Existuje rozdíl ve funkčním stavu ruky u probandů rozšířené (I. skupina) a standardní (II. skupina testovaných) kinezioterapie v průběhu osmi týdnů po sejmutí fixace zápěstí?**

H<sub>01</sub>: Není rozdíl v hybnosti zápěstí mezi I. a II. skupinou testovaných probandů.

H<sub>02</sub>: Není rozdíl v hybnosti prstů mezi I. a II. skupinou testovaných probandů.

H<sub>03</sub>: Není rozdíl v síle stisku měřené dynamometricky mezi I. a II. skupinou testovaných probandů.

H<sub>04</sub>: Není rozdíl ve velikosti otoku přes zápěstí mezi I. a II. skupinou testovaných probandů.

H<sub>05</sub>: Není rozdíl ve velikosti otoku přes hlavičky metakarpů mezi I. a II. skupinou testovaných probandů.

H<sub>06</sub>: Není rozdíl ve výsledcích NHPT mezi I. a II. skupinou testovaných probandů.

H<sub>07</sub>: Není rozdíl v klidové bolestivosti mezi I. a II. skupinou testovaných probandů.

H<sub>08</sub>: Není rozdíl v bolestivosti při pohybu mezi I. a II. skupinou testovaných probandů.

H<sub>09</sub>: Není rozdíl ve výsledcích hodnotícího skóre DASH mezi I. a II. skupinou testovaných probandů.

#### **3.2.2 Výzkumná otázka 2**

**Vykazují testované svaly I. a II. skupiny probandů změny elektromyografické aktivity během izometrické aktivity na dynamometru?**

H<sub>010</sub>: Testované svaly probandů I. a II. skupiny nevykazují změny elektromyografické aktivity během elektromyografického měření po 3 týdnech od sejmutí fixace zápěstí.

H<sub>011</sub>: Testované svaly probandů I. a II. skupiny nevykazují změny elektromyografické aktivity během elektromyografického měření po 6 týdnech od sejmutí fixace zápěstí.

## 4 METODIKA

### 4.1 CHARAKTERISTIKA A VÝBĚR VÝZKUMNÉHO SOUBORU

#### **Místo aplikace studie:**

Traumatologické a rehabilitační oddělení Fakultní nemocnice Olomouc.

Do studie bylo v letech 2013-2016 zařazeno 40 pacientů (32 žen a 8 mužů) se zlomeninou distálního radia ošetřenou metodou dlahové osteosyntézy z palmárního operačního přístupu, kteří splňovali vstupní kritéria studie. Výskyt jednotlivých typů zlomenin distálního radia u testovaných souborů uvádíme v následující tabulce (Tabulka 1). Pacienti zařazení do studie po podepsání informovaného souhlasu, byli pomocí systematického samplingu (sudá-lichá) rozděleni do dvou skupin. Právě použití systematického samplingu zajistilo při dostatečné velikosti souboru dostatečnou homogenitu obou skupin. Počet hodnocených probandů v každé skupině byl 20.

**Skupina I. :** Skupina testovaných rozšířené kinezioterapie zahrnovala pacienty (n=20) v průměrném věku 59,85 ( $\pm 9,4$ ), rozsah 42-73 let, kteří absolvovali intenzivní trénink pletencového svalstva horní končetiny během fixace zápěstí (tj. 4 týdny). Po sejmutí fixace zápěstí poté pokračovali v rehabilitaci standardním způsobem. Tuto skupinu tvořilo 18 žen a 2 muži. Z tohoto množství bylo 18 praváků a 2 leváci, přitom 9 probandů mělo poraněnou preferovanou a 11 nepreferovanou horní končetinu.

**Skupina II. :** Druhou skupinu testovaných pacientů, označenou II. (n=20), v průměrném věku 61,3 let ( $\pm 9,6$ ), rozsah 40-74 let, tvořili pacienti se zlomeninou distálního radia, u kterých byla kinezioterapie prováděna standardním způsobem, tedy tito poranění zahájili rehabilitaci až po sejmutí fixace zápěstí, tj. po 4 týdnech od operace. Tuto skupinu tvořilo 14 žen a 6 mužů. Z tohoto množství bylo 19 praváků a 1 levák, přitom 7 probandů mělo poraněnou preferovanou a 13 nepreferovanou horní končetinu.

Do studie nebyli zařazeni pacienti, kteří :

- utrpěli významné poranění zápěstí nebo ramene v minulosti,
- pacienti se současným poraněním ramenního kloubu (luxace, zlomenina, poranění vyžadující fixaci ramenního kloubu) paže, lokte, předloktí či prstů,
- pacienti s osteoporózou těžšího stupně, vedoucí již k tvarovým deformitám,

- pacienti s postižením periferních nervů horní končetiny,
- nespolupracující pacienti a pacienti s prokázaným abusem omamných a halucinogeních látek.

Dále před samotným měřením probandi nesměli být zatíženi žádným infektem ani jiným zdravotním problémem, který by mohl ovlivnit výsledky daných měření.

**Tabulka 1. Výskyt jednotlivých typů zlomenin distálního radia v testovaných souborech**

Typ zlomeniny	Skupina I.	Skupina II.
extraartikulární typ zlomeniny (typ 23-A dle AO)	9	8
intraartikulární typ zlomeniny (typ 23-B nebo 23-C dle AO)	11	12
počet testovaných	20	20

*Vysvětlivky:* Homogenita ověřena Chí-kvadrát testem pro  $\alpha = 0,001$  ( $X^2=0,102$ ).

Testované skupiny splňují podmínku homogenity.

## 4.2 ŘEŠENÍ ETICKÝCH PROBLÉMŮ VÝZKUMU

Vědecký záměr práce a metodika výzkumu byly předloženy Etické komisi Fakultní nemocnice Olomouc. Dne 11. 7. 2013 jsme obdrželi kladné vyjádření (Příloha 5).

## 4.3 POPIS MODELU INTERVENCE

Samotný průběh rehabilitace dělíme do několika fází. Přitom jednotlivé fáze na sebe plynule navazují, viz následující tabulka (Tabulka 2). Fáze I. odpovídá rozšířenému postupu kinezioterapie. Pacient tak rehabilituje již po dobu fixace předloktí. Fází II. rozšířený postup kinezioterapie pokračuje a začíná standardní postup rehabilitace, tedy kinezioterapie zahájená až po sejmutí fixace předloktí. Všichni pacienti absolvovali rehabilitaci u téhož fyzioterapeuta. Pro „zaslepení testu“ byla jednotlivá kontrolní měření prováděna jiným fyzioterapeutem, který nebyl seznámen se skutečností, do které skupiny testovaný patřil.

## **Organizace výzkumu**

Studie probíhala na traumatologickém a rehabilitačním oddělení Fakultní nemocnice v Olomouci. Výzkum byl zahájen v září 2013 a ukončen v dubnu 2016. Všichni testovaní byli operačně ošetřeni. U I. skupiny byla kinezioterapie zahájena již v době hospitalizace, tj. po operačním ošetření zlomeniny. Jednalo se o intenzivní trénink pletencového svalstva, který probíhal i následně, ambulantní cestou 2x týdně s edukací pacientů ke cvičení pro doma. Ve skupině I. probíhal trénink pletencového svalstva postižené horní končetiny až do sejmutí přídatné pooperační fixace končetiny, tzn. i po dobu domácího léčení. Doba fixace končetiny odpovídala zhruba 4 týdnům pooperačního léčení. Po sejmutí fixace v rehabilitaci plynule pokračovali.

U pacientů standardní rehabilitace (II. skupina) byla kinezioterapie zahájena až po sejmutí fixace zápěstí, což odpovídá časovému odstupu zhruba 4 týdnů od operace. Léčba všech testovaných byla ukončena rehabilitačním lékařem po ustálení klinického stavu. Probandi obou testovaných skupin byli testováni v době po sejmutí fixace, dále potom s odstupem 3, 6 a 8 týdnů. K dispozici jsme měli veškeré lékařské zprávy s důležitými anamnestickými údaji.

### **I. fáze - REHABILITACE BĚHEM FIXACE ZÁPĚSTÍ:**

Řízená rehabilitace již v době imobilizace zápěstí má své opodstatnění. Během tohoto období by měly být dokonale zvládnuty potíže s otokem, bolestivostí a rozsahem hybnosti nefixovaných kloubů. V tomto období začínáme s aktivním cvičením pletence ramenního, lokte a prstů, úpravou celkové postury a obnovou dynamické stabilizace lopatky. Provádíme cílený drill svalů pletence ramenního (především všech porcí m. deltoideus, m. serratus anterior, m. triceps brachii, skupiny zevních rotátorů ramene) a mediokaudálních fixátorů lopatek. V aktivní pohyblivosti pletence využíváme hlavně diagonálních směrů pohybů obou horních končetin. Využíváme prvky z metody proprioceptivní neuromuskulární facilitace, včetně využití vzorců pro lopatky a trup. Preferujeme především elevační a zevně rotační pohyby v ramenním kloubu. Respektujeme přitom funkční synergie pletencových, respektive trupových svalů a svalů horní končetiny. Snažíme se tak o obnovu posturálních synergií svalů, které mají bezprostřední vztah k lopatce s cílem především její mediokaudální pozice na napřimeném hrudníku. S tímto souvisí i napřimení thorakolumbálního úseku páteře (ve smyslu lordotizace tohoto úseku), kvalitní práce s dechem pacienta a posturální aktivita břišní svaloviny. K vlastní mobilizaci lopatky využíváme i manuálních technik, cílených na jednotlivé svalové úpony a především pak „odlepení“ jejího dolního úhlu. Neméně důležitá je i intervence na přední straně hrudníku a to především ošetření clavipectoralní fascie, ošetření jednotlivých úponů pectorálních svalů na žebrech či využití metodiky paní Mojžíšové. Nutné jsou

také aktivity vhodné k udržení či zlepšení břišního svalového korzetu pro zlepšení celkové postury a funkčního propojení motoriky horního a dolního trupu (a tudíž všech končetin navzájem). Dále pacienti provádí protahovací cvičení m. pectoralis major et minor, m. latissimus dorsi a horních fixátorů lopatek. Pacienti během fixace zápěstí mají sklon udržovat poraněnou horní končetinu v tzv. „šetřící pozici“ s ramenem v addukci a vnitřní rotaci se současnou flexí lokte. Této pozici se striktně vyhýbáme, neboť vede k decentraci kloubní a ztrátě tenze svalů rotátorové manžety. Pro polohování poraněné končetiny během vertikalizace využíváme antiedematózní polohu operované končetiny, tzv. salutovací pozici. Přitom u kardiologických pacientů volíme menší míru elevace končetiny. Výhodné je polohování lokte nad úroveň srdce i během spaní pomocí polštářů či jiných polohovacích pomůcek. Používání šátku dovoluujeme jen během cestování v prostředcích hromadné dopravy, neboť právě tato pozice zapříčiňuje ztuhnutí ramene a lokte. Dále k minimalizaci pooperačního otoku využíváme manuální lymfodrenáž a vyvazování prstů samofixačním obvazem. K odtoku lymfy z podkoží poraněných měkkých tkání používáme střídavé kontrakce flexorů a extenzorů prstů, které zabraňují vzniku pooperačních adhezí. Na konci tohoto období by měla být dostatečná pohyblivost lopatky po hrudníku a schopnost její dynamické stabilizace, plná pohyblivost všech volných kloubů poraněné horní končetiny se současnou minimální velikostí otoku končetiny. Dbáme i na celkovou kondici poraněného, resp. dostatečnou míru vhodné pohybové aktivity.

## **II. fáze - REHABILITACE PO SEJMUTÍ FIXACE ZÁPĚSTÍ**

U skupiny probandů rozšířené kinezioterapie jsme plynule přecházeli ve cvičení II. fáze pooperační kinezioterapie. U skupiny probandů standardního režimu bylo nutné se mimo jiné věnovat prvkům terapie popsané v předcházející fázi.

Po sejmutí fixace zápěstí, zhruba po 4 týdnech od operace, začínáme především s výcvikem aktivní pohyblivosti kloubů v tzv. otevřených kinematických řetězcích (dále jen OKŘ). V zápěstí se jedná především o DF zápěstí s flexí prstů. Zpočátku není důležitá velikost DF zápěstí. Musíme se však vyhnout substituci DF zápěstí extenzory prstů. Jen tak se dá předcházet nežádoucím nesprávným stereotypům. Tyto svalové substitute by později bránily výcviku dostatečného úchopu. Je nutné naučit extenzory prstů pracovat samostatně. Využíváme i deformace molitanového míčku prsty. Při tomto má pacient zápěstí uložené v DF a současně využívá sílu flexorů prstů proti mírnému odporu. Během cvičení PF zápěstí mohou být prsty relaxovány či extendovány, kdy při výcviku využíváme synergie flexorů zápěstí s extenzory prstů. Cvičení UD a RD zápěstí provádíme v pronaci či v neutrální pozici předloktí, abychom se vyhnuli substituci rotací předloktí ramenem.

Je nezbytné také provádět mobilizace periferních kloubů prstů. Dále v tomto období zahajujeme cvičení běžných denních aktivit.

### **III.fáze**

Postupně v terapii přecházíme k režimům cvičení v zavřených kinematických řetězcích (dále jen ZKŘ). Nezbytné je funkční propojení pletencové a akrální motoriky. Věnujeme se zlepšení úchopové funkce ruky, nácviku funkční koordinace, ale i svalové relaxace. Postupně učíme pacienta vyvíjet tlak horními končetinami do podložky nebo stěny před sebou se současnou abdukcí a zevní rotací ramen. Jedná se o konkrétní funkční zapojení svalů v rámci balančních aktivit horních končetin. V této fázi využíváme tlaku horní končetiny na osobní váhu pro nácvik kontrolované zátěže končetiny. Pro zajištění aktivního přístupu pacienta k terapii je každý pacient vybaven tzv. domácím programem se zcela konkrétním cvičením pro doma, jeho frekvencí a počtem opakování. Navíc jsou pacienti instruováni k provádění lehkých domácích prací.

### **IV.fáze**

V posledním období terapie, nejdříve však po 8 týdnech od sejmutí fixace zápěstí, postupně zařazujeme posilovací cvičení akra. Podmínkou je dosažení maximálního pohybu zápěstí a prstů. V terapii využíváme i labilních ploch s balancováním na horních končetinách. V závěrečné fázi kinezioterapie věnujeme pozornost vytrvalostnímu a rychlostnímu tréninku ruky. Končetinu je možné postupně adaptovat na plnou zátěž.

**Tabulka 2. Algoritmus rehabilitace po frakturách distálního radia**

fáze	cíl	taktika	poznámky
I.	Snížení nocicepce, udržení kondice, snížení otoku.	Aktivní cvičení volných kloubů, intenzivní cvičení pletencového svalstva, elevace postižené končetiny několikrát denně, analgetická léčba a jiné metody minimalizace bolesti, izometrická aktivace, udržení kondice, manuální lymfodrenáž (fyzioterapeut), kožní stimulace (bříška prstů), funkční dynamická stabilizace lopatky.	Začátek rehabilitace - již v prvních dnech po traumatologickém ošetření. Končetina je fixována. Po instruktáži provádí cvičení i doma.
II.	Prevence druhotných myofasciálních změn, obnovení rozsahu pohybu, zlepšení trofiky tkání, prevence algodystrofického syndromu, obnova svalových synergií.	Metody uvolňování rozsahu pohybu v kloubech, relaxace m. triceps brachii, mobilizační techniky a myofasciální ošetření, cvičení v OKŘ, oboustranná cvičení, kontrolované pohyby, ošetření m. LD a mm. pectorales, cvičení s overballem, sebeobsluha, preference funkčního postavení ruky, ošetření začátků extensorů předloktí na zevním epikondyly a jejich facilitace, stabilizační cvičení kloubů končetiny, ledování (Priessnitzovy obklady), reflexní ovlivnění hybnosti.	Začíná po sejmutí fixace zápěstí. Klíčem je dosažení dorzální flexe a radiální dukce zápěstí !!! Až po dosažení určitého stupně tzv. funkčního postavení ruky je vhodná fáze 3.

**Pokračování tabulky**

fáze	cíl	taktika	poznámky
III.	Obratný pohyb, návlek relaxace, zlepšení úchopové funkce ruky, funkční koordinace.	Cvičení v ZKŘ, koordinační cvičení, úchop v polohách nadhmatových a podhmatových, kontrolovaný tlak do podložky, PNF.	Využití osobní váhy při kontrolovaném tlaku do podložky.
IV.	Zvýšení svalové síly, vytrvalosti, adaptace na zátěž, rychlostní pohyb (akcelerace, decelerace).	Silový a vytrvalostní trénink, využití balančních plošin (použití horní končetiny v komplexních pohybových programech).	Plná zátěž horní končetiny nejdříve za tři měsíce od vzniku úrazu.

*Vysvětlivky:* OKŘ – otevřený kinematický řetězec; ZKŘ – zavřený kinematický řetězec, m.,mm. – musculus, muscoli, PNF – proprioceptivní neuromuskulární facilitace.



Měření probandů probíhalo v kineziologické laboratoři lůžkového oddělení rehabilitace ve Fakultní nemocnici v Olomouci. Všichni vyšetřovaní byli podrobně seznámeni s průběhem a charakterem měření. Svůj souhlas s vědeckým použitím naměřených dat a základních osobních údajů potvrdili podepsáním informovaného souhlasu (Příloha 4). Prostředí v místnosti určené k měření bylo klidné s minimalizací rušivých vjemů a se stálou teplotou.

#### **4.4 HODNOCENÍ LATERALITY KONČETINY**

Funkční laterality horní končetiny jsme zjistili ústním dotázaním probanda. Výsledkem byly dvě možné hodnoty, pravák či levák (Vyskotová & Macháčková, 2013). Funkční laterality se projevuje přednostním používáním jedné ruky. Ta pracuje obratněji, rychleji a přesněji (van Grunsven, Njikiktjien, Vranken, & Vuylsteke-Wauters, 2003). Běžně užívané testy pro laterality končetiny využíváme za předpokladu, že jsou obě horní končetiny schopné daného testu. Tuto podmínku by nemohl žádný proband splnit, protože při začátku terapie je pohyblivost postižené končetiny minimální. Proto jsme na konci řízené rehabilitace funkční laterality horní končetiny ověřovali dvěma testy, a to: unimanuálními a bimanuálními testy. Jednalo se o dotazy na některá praktická provedení činností. Ptali jsme se např.: „Kterou rukou píšete, kterou rukou si čistíte zuby, kterou rukou zamykáte dveře, kterou rukou házíte?“ Z praktických činností proband předvedl navlečení nitě do jehly (v případě praváctví proband automaticky navlekl nit pravou rukou).

#### **4.5 POSTUP BĚHEM ELEKTROMYOGRAFICKÉHO MĚŘENÍ**

Vlastní příprava elektromyografického (dále jen EMG) vyšetření zahrnovala očištění kůže abrazivní pastou na určených místech vybraných svalů předloktí, omytí těchto míst vlhou utěrkou a následné osušení suchým ručníkem. Dostatečné odstranění odumřelých kožních buněk jsme prováděli z důvodu zlepšení přilnavosti elektrod na kůži. Zajistili jsme tak optimalizaci snímání elektrických signálů z měřených svalů. Okrsky kůže, kam jsme nalepili jednorázové povrchové elektrody, odpovídaly svalovým bříškům jednotlivých měřených svalů. Používali jsme AgCl elektrody značky Kendall typu H124SG o průměru 30 x 24 mm. Místo aplikace jsme vždy určili palpací zhruba uprostřed svalového bříška během izometrické aktivity vybraných svalů.

Elektrody jsme umísťovali vždy kolmo k průběhu svalových vláken jednotlivých svalů, přičemž vzdálenost středů elektrod neměla přesáhnout 2 cm. Tato místa aplikace elektrod jsme si následně na kůži označili perem pro následné měření, které proběhlo s odstupem 3 týdnů. Zemnicí elektrodu jsme umístili na olecranon ulnae jedné horní končetiny. Poté následovala aplikace jednotlivých svodů k elektrodám. K ověření správnosti umístění elektrod na jednotlivé svaly byly provedeny postupné izolované aktivace těchto svalů. Jejich aktivita byla kontrolována na monitoru počítače. Následně byly nalepeny zesilovače jednotlivých svodů hypoalergenní lepicí páskou ke kůži pro případnou eliminaci rušivých artefaktů, které vznikají při možném pohybu jednotlivých kabelů během záznamu. Posledním přípravným krokem byla kalibrace signálu během klidového sedu. Pořízení každého záznamu pohybu předcházelo naměření klidové aktivity vybraných svalů po dobu 30 sekund.

Pro záznamy povrchové elektrické svalové aktivity svalů, které mají vztah k motorice zápěstí, jsme použili osmi-kanálový polyelektromyografický přístroj Noraxon TeleMyo 2400T G2 s programem Myovideo spárovaného s počítačem prostřednictvím TeleMyo PC Interface zařízení. Pro zajištění videozáznamu byla použita kamera. Elektrický signál jsme detekovali bilaterálně z těchto vybraných svalů předloktí: m. extensor carpi radialis longus (dále jen m. ECRL), m. FCU a m. brachioradialis. Pro účely měření jsme navíc používali snímač lokálního tlaku FlexiForce®, který jsme umístili na ruční dynamometr v úrovni prostředníku a připevnili jej lepicí páskou proti případnému posunu během vlastního měření. Elektrická aktivita vybraných svalů byla snímána během jejich izometrické kontrakce na dynamometru. Pacient byl vyzván ke zmáčknutí dynamometru na 4 kg a setrvání v pozici na 5 sekund. Během této izometrické svalové aktivity s využitím dynamometru byla současně snímána EMG aktivita výše zmíněných svalů. Tento úkol prováděl celkem 3x, opět nejdříve se zdravou končetinou a poté s operovanou. Přitom během pořizování záznamu jedné končetiny, ležela nevyšetřovaná horní končetina na stole. První EMG měření jsme prováděli po 3 týdnech od sejmutí fixace zápěstí a stejný postup měření byl aplikován i po 3 týdnech od prvního měření, tj. 6 týdnů od sejmutí fixace zápěstí. Naměřená data z povrchové EMG jsme využili k hodnocení změn EMG aktivity vybraných svalů (frekvenční analýzou). Pro zpětnou vazbu byl pořizován i videozáznam.

#### **4.6 VYŠETŘENÍ SVALOVÉ SÍLY DYNAMOMETREM**

Pro měření síly stisku jsme využívali dynamometr typ Jamar, který je v praxi nejvíce využívaný (Krivošíková, 2011). Během vyšetření dynamometrem byla jako první měřena vždy zdravá a poté operovaná horní končetina. Pro samotné měření jsme využívali standardní vyšetřovací pozici horní končetiny, a to vzpřímený sed s testovanou horní končetinou v addukci a neutrální pozici z hlediska rotací, s loktem v 90° flexi a se středním postavením předloktí a zápěstí v 30° DF a 0-15° UD (Krivošíková, 2011). Následně byla zaznamenána hodnota síly stisku v kilogramech (dále jen kg). Dynamometrické měření jsme prováděli ihned po sejmutí fixace zápěstí a dále potom po 3, 6 a 8 týdnech (Příloha 6). Současně byla dynamometrie využívána pro povrchové EMG měření (viz kapitola 4.5).

#### **4.7 NINE HOLE PEG TEST (NHPT)**

Pro rychlé měření zručnosti prstů jsme používali devíti-kolíkový test (Nine hole peg test, dále jen NHPT), který je vhodným testem jemné motoriky ruky (Mathiowetz, Weber, & Kashman, 1985) (Příloha 8). Podle Macháčkové, Vyskotové, Opavského a Sochorové (2007) je devíti-kolíkový test jednou z možností testování manuální zručnosti ruky a prstů. Pro hodnocení testu je využíván změřený čas, za který pacient vyjme postupně devět kolíků ze zásobníku a poté ihned zpět umístí do příslušných jamek. První byla dle instrukcí měřena preferovaná končetina. Čas jsme měřili pomocí stopky. Test je dostatečně spolehlivý, poskytuje tak údaje o obratnosti ruky a rychlosti provedení daného úkolu (Carr & Shepherd, 2000). Hodnotili jsme vždy obě horní končetiny (po 3, 6 a 8 týdnech od sejmutí fixace zápěstí) a naměřené údaje jsme zaznamenávali do dotazníku (Příloha 6).

Z důvodu přehlednosti a srovnatelnosti byl vždy výsledný čas, měřený v sekundách, přepočítán na procenta úspěšnosti normy, kterou s ohledem na věk uvádí Mathiowetz, Weber a Kashman (1985).

#### **4.8 HODNOCENÍ VELIKOSTI OTOKU**

Pro hodnocení velikosti otoku jsme využívali krejčovský metr, přičemž jsme zjišťovali obvody poraněné končetiny přes hlavičky metakarpů a přes zápěstí ihned po sejmutí fixace a dále poté s odstupem 3,6 a 8 týdnů. Měřili jsme obvody obou horních končetin a rozdíl zaznamenávali do dotazníku pro odběr dat (Příloha 6) v centimetrech

## 4.9 HODNOCENÍ GONIOMETRICKÉ

Existuje několik metod měření rozsahu pohybu kloubů ROM (Krivošíková, 2011). Zvolili jsme goniometrii, která je nejrozšířenější planimetrickou metodou. Vyšetřovali jsme hybnost zápěstí a prstů pomocí goniometru ihned po sejmutí fixace zápěstí a dále potom s odstupem 3,6 a 8 týdnů. Výsledné hodnoty jsme zapisovali ve stupních. Pro měření hybnosti zápěstí jsme využívali dvouramenný goniometr, pro hybnost prstů kloubový. Ke statistickému zpracování jsme použili hodnoty aktivního rozsahu pohybu vyjádřené v procentech hybnosti kloubů zdravé končetiny.

Měření jsme prováděli v přesně definovaných polohách s fixací proximálního segmentu tak, aby byl umožněn pohyb v kloubu pouze segmentem distálním. Při měření proband seděl s předloktím v pronaci. V oblasti zápěstí jsme přiložili dvouramenný goniometr pevným ramenem paralelně s osou předloktí dorzálně nebo laterálně, podle měřeného pohybu. Pro měření dukcí byl střed goniometru byl umístěn do osy pohybu v kloubu a pohyblivé rameno paralelně s osou třetího metakarpu (Janda & Pavlů, 1993). Při měření jsme používali vždy stejný goniometr, přičemž rozsahy hybnosti byly měřeny vždy ve stejnou dobu (před začátkem procedur). Naměřené hodnoty jsme srovnávali s nálezem na zdravé končetině. Následně byla vypočtena odchylka aktivní hybnosti postižené končetiny vzhledem ke končetině nepostižené pro každý z testů DF, PF, RD, UD, Pro a Sup a ROM prstů a zaznamenána do dotazníku (Příloha 6).

## 4.10 HODNOCENÍ ÚROVNĚ BOLESTI

V dnešní době je pro hodnocení stupně bolestivosti standardně využívána tzv. vizuální analogová škála. Pro naše měření jsme využili krátkou formu dotazníku bolesti McGillovy univerzity (SF-PQ) (Příloha 7), kterou nabízí Opavský (2011). Výstupem byly numerické hodnoty, poskytující informace o její intenzitě (0 - žádná, 3 - silná bolest), ale i kvalitě (15 charakteristik typu, tzv. deskriptorů bolesti), přičemž jsme se dotazovali na bolest klidovou a bolest při aktivním pohybu zápěstí. Hodnoty jsme zaznamenali do dotazníku ve 3., 6. a 8. týdnu od sejmutí fixace zápěstí. Uvědomujeme si, že jde o velmi subjektivní záležitost, přesto daného probanda velmi limituje a modifikuje jeho pohybové chování.

## 4.11 DASH SKORE

The Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (dále jen DASH) je vhodnou vyšetřovací metodou, která zjišťuje tělesné funkce a symptomy u pacientů s postižením muskuloskeletálního

systemu horní končetiny. Překlad dotazníku do českého jazyka vyžadoval složitý proces jazykově-kulturní adaptace ve spolupráci s institutem v Torontě. Autorem původního dotazníku je Institute for Work & Health (Institut pro práci a zdraví, Toronto v Kanadě). Výsledky reliability a validity byly naposled publikovány v publikaci: Kennedy, Beaton, Solway, McConnell, & Bombadier: The DASH and QuickDASH Outcome Measure User's Manual, 3rd. ed., Toronto, Canada: Institute for Work & Health, 2011. Tento dotazník se dotazuje na potíže a schopnosti jedince vykonávat určité činnosti. Dokážeme tak vhodně sledovat změny symptomů a funkce v čase. Dotazník (Příloha 9) je složen z 30 otázek, na které jednotliví probandi odpovídali ve 3., 6. a 8. týdnu po sejmutí fixace. Plná verze dotazníku obsahuje navíc dva volitelné moduly po 4 otázkách, které slouží k měření symptomů a funkce u sportovců, umělců a lidí s vysokým pracovním výkonem. Tyto hodnoty jsme nepoužívali. Vzorec pro výpočet, kde n je rovno počtu zodpovězených otázek je:

$$(\text{součet } n \text{ odpovědí} / n - 1) \times 25$$

Nejvyšší možné hodnoty, které lze dosáhnout v DASH je 100 bodů. Čím jsou hodnoty vyšší, tím je funkční postižení horní končetiny větší.

#### **4.12 MĚŘENÍ POVRCHOVÉ TEPLOTY**

Hodnotili jsme i povrchovou teplotu poraněného zápěstí. Pro naše měření jsme použili bezkontaktní teploměr firmy Microlife NC 120. Snímali jsme povrchovou teplotu v úrovni zápěstí bilaterálně. Naměřené hodnoty jsme zapisovali do dotazníku ihned po sejmutí fixace a dále potom ve 3., 6. a 8. týdnu od sejmutí fixace zápěstí. (Příloha 6).

#### **4.13 ZPRACOVÁNÍ A VYHODNOCENÍ EMG SIGNÁLU**

Surový EMG signál jsme následně zpracovali v programu Myo Research XP Master Edition 1.07. Pro hodnocení změn elektromyografické aktivity vybraných svalů frekvenční analýzou, jsme využili surový EMG záznam, který jsme zpracovali pomocí Frequency Fatigue report. Výstupem jsou graficky a číselně zobrazená data, určená pro hodnocení svalové únavy. Při zpracování surového signálu byl hodnocen 5 sekundový úsek izometrické kontrakce na dynamometru na hodnotě 4 kg. Byla vždy provedena celkem 3 po sobě jdoucí měření. Získaný signál byl nejprve rektifikován a frekvenčně filtrován s použitím parametru Root Mean Square o hodnotě 100 ms. Velikost okna zpracování byla 0,1 s. Výstupem byly průměrné hodnoty mediánů frekvence (dále jen MDF), amplitudy a parametr MDF slope (tzv. parametr svalové únavy). Tato data jsme exportovali do programu Microsoft Excel 2007.

Parametr MDF slope vyjadřuje sklon lineární regresní křivky frekvence vzhledem k horizontále. Kladnou hodnotu nabývá v případě, že má frekvence rostoucí tendenci a zápornou v případě klesající tendence.

Ke statistickému zpracování jsme následně využili průměrné hodnoty MDF a parametr MDF slope, který lze využít k hodnocení svalové únavy (Hawkes, Alizadehkhayat, Kemp, Fisher, Roebuck, & Frostick, 2015). Kritériem pro evidenci svalové únavy byl parametr MDF slope záporné hodnoty.

#### **4.14 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ ZÍSKANÝCH DAT**

K analýze dat byl použit statistický software IBM SPSS Statistics verze 22. Pro vytvoření grafů byl použit software Statistica verze 12. Skupina I. a skupina II. byly porovnány v hodnotách kvantitativních parametrů pomocí Mann-Whitney U testu. K porovnání skupin v charakteru klidové bolestivosti byl použit Fisherův přesný test. Normalita dat byla ověřena pomocí Shapiro-Wilkova testu. Pro ověření hypotézy  $H_{010}$  a  $H_{011}$  byl použit Studentův t-test. Všechny testy byly provedeny na hladině významnosti  $p < 0,05$ . Pro ověření homogenity testovaných skupin probandů byl použit Chí-kvadrát test. Pro vytvoření tabulek byl použit program MS Word.

## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 VÝSLEDKY K VÝZKUMNÉ OTÁZCE 1

**Výzkumná otázka 1 zněla: Existuje rozdíl ve funkčním stavu ruky u probandů rozšířené (I. skupina) a standardní (II. skupina testovaných) kinezioterapie v průběhu osmi týdnů po sejmutí fixace zápěstí?**

Výzkumná otázka byla řešena v devíti hypotézách ( $H_01$  až  $H_09$ ). Cílem jednotlivých hypotéz bylo zhodnotit funkční stav zápěstí poraněné horní končetiny. Statistická významnost  $p$  byla stanovena na hodnotu  $p < 0,05$ .

#### 5.1.1 Vyjádření k hypotéze $H_01$

##### **Hypotéza $H_01$**

*Není rozdíl v hybnosti zápěstí mezi I. a II. skupinou testovaných probandů.*

Cílem první hypotézy ( $H_01$ ) bylo zjistit, zda existuje statisticky významný rozdíl v aktivní hybnosti zápěstí operované horní končetiny v předem definovaných časových obdobích. Bylo sledováno celkem šest vybraných pohybů zápěstí (DF, PF, RD, UD, Su a Pro – viz kapitola 1.5 a 1.5.3) a to po sejmutí fixace zápěstí a poté po 3, 6, a 8 týdnech.

U všech probandů I. a II. skupiny byla vypočtena úhlová odchylka aktivní hybnosti postižené končetiny vzhledem ke zdravé, nepostižené končetině a vyjádřena v procentech (pro každý z testů DF, PF, RD, UD, Sup a Pro). Pro porovnání obou testovaných skupin probandů v hybnosti postižené končetiny byl použit neparametrický Mann-Whitney U test. Výsledky uvádíme v následujících tabulkách (Tabulka 3 a 4).

**Tabulka 3. Popisné charakteristiky aktivní hybnosti zápěstí do DF, PF a UD vyjádřené v procentech hybnosti zdravé končetiny a popisné charakteristiky změny hybnosti vzhledem k funkčnímu stavu po fixaci**

	Skupina I.			Skupina II.			U
	průměr	SD	medián	průměr	SD	medián	
Hybnost DF po fix.	28,3	10,9	22,2	15,3	11,5	11,1	<b>0,001*</b>
Hybnost DF po 3t	62,5	12,3	66,7	52,8	10,6	50,0	<b>0,008*</b>
Hybnost DF po 6t	87,8	11,3	88,9	71,7	14,4	72,2	<b>0,001*</b>
Hybnost DF po 8t	96,7	6,3	100,0	89,4	8,4	88,9	<b>0,004*</b>
Změna hybnosti DF po 3t	34,2	12,9	33,3	37,5	9,0	36,1	0,420
Změna hybnosti DF po 6t	59,4	14,2	55,6	56,4	13,3	55,6	0,517
Změna hybnosti DF po 8t	68,3	10,8	66,7	74,2	10,6	77,8	0,110
Hybnost PF po fix.	16,9	11,9	22,2	6,7	9,1	0,0	<b>0,006*</b>
Hybnost PF po 3t	55,3	11,2	50,0	46,7	15,7	50,0	<b>0,049*</b>
Hybnost PF po 6t	81,9	14,7	83,3	64,4	15,2	61,1	<b>0,001*</b>
Hybnost PF po 8t	94,4	6,7	100,0	81,7	10,4	77,8	<b>0,000*</b>
Změna hybnosti PF po 3t	38,3	13,5	38,9	40,0	16,2	36,1	0,584
Změna hybnosti PF po 6t	65,0	20,2	66,7	57,8	12,7	55,6	0,208
Změna hybnosti PF po 8t	77,5	12,3	77,8	75,0	10,1	77,8	0,612
Hybnost UD po fix.	18,9	10,9	22,2	17,3	12,7	22,2	0,498
Hybnost UD po 3t	42,8	18,1	44,4	38,0	15,0	44,4	0,389
Hybnost UD po 6t	80,6	18,7	88,9	57,5	22,2	52,8	<b>0,002*</b>
Hybnost UD po 8t	95,0	8,4	100,0	80,6	17,2	88,9	<b>0,001*</b>
Změna hybnosti UD po 3t	23,9	13,6	22,2	20,7	17,8	22,2	0,583
Změna hybnosti UD po 6t	61,7	17,8	66,7	40,2	24,8	41,0	<b>0,006*</b>
Změna hybnosti UD po 8t	76,1	11,0	77,8	63,3	19,4	66,7	<b>0,020*</b>

*Vysvětlivky:* průměr – průměrná hodnota daného pohybu vyjádřená v procentech hybnosti zdravé končetiny, SD – směrodatná odchylka, po fix. – po sejmutí fixace, t – týdny, DF – dorzální flexe, PF – palmární flexe, UD – ulnární dukce, U – Mann-Whitney test,

\*  $p < .05$ .



**Tabulka 4. Popisné charakteristiky aktivní hybnosti zápěstí do RD, Sup a Pro vyjádřené v procentech hybnosti zdravé končetiny a popisné charakteristiky změny hybnosti vzhledem k funkčnímu stavu po fixaci**

	Skupina I.			Skupina II.			U
	průměr	SD	medián	průměr	SD	medián	
Hybnost RD po fix.	13,3	19,9	0,0	8,3	14,8	0,0	0,446
Hybnost RD po 3t	60,0	23,2	66,7	55,0	22,4	66,7	0,485
Hybnost RD po 6t	90,0	15,7	100,0	68,3	20,2	66,7	<b>0,001*</b>
Hybnost RD po 8t	96,7	10,3	100,0	86,7	16,8	100,0	<b>0,031*</b>
Změna hybnosti RD po 3t	46,7	25,1	33,3	46,7	19,9	33,3	0,976
Změna hybnosti RD po 6t	76,7	19,0	66,7	60,0	20,5	66,7	<b>0,014*</b>
Změna hybnosti RD po 8t	83,3	20,2	100,0	78,3	16,3	66,7	0,300
Hybnost Sup po fix.	60,0	13,8	66,7	45,8	24,2	58,3	<b>0,081*</b>
Hybnost Sup po 3t	91,7	11,9	100,0	76,7	23,5	88,9	<b>0,036*</b>
Hybnost Sup po 6t	98,9	3,4	100,0	90,0	13,9	100,0	<b>0,019*</b>
Hybnost Sup po 8t	99,4	2,5	100,0	95,0	8,4	100,0	<b>0,035*</b>
Změna hybnosti Sup po 3t	31,7	14,7	33,3	30,8	8,5	33,3	0,888
Změna hybnosti Sup po 6t	38,9	14,1	33,3	44,2	17,1	33,3	0,387
Změna hybnosti Sup po 8t	39,4	13,6	33,3	49,2	20,8	38,9	0,187
Hybnost Pro po fix.	63,6	13,4	66,7	52,2	17,6	66,7	0,057
Hybnost Pro po 3t	93,3	11,1	100,0	87,2	15,3	88,9	0,093
Hybnost Pro po 6t	98,3	5,4	100,0	94,4	9,2	100,0	0,069
Hybnost Pro po 8t	100,0	0,0	100,0	96,7	7,3	100,0	<b>0,038*</b>
Změna hybnosti Pro po 3t	29,7	13,8	33,3	35,0	13,4	33,3	0,196
Změna hybnosti Pro po 6t	34,7	13,5	33,3	42,2	16,1	33,3	0,084
Změna hybnosti Pro po 8t	36,4	13,4	33,3	44,4	17,6	33,3	0,142

*Vysvětlivky:* průměr – průměrná hodnota daného pohybu vyjádřená v procentech hybnosti zdravé končetiny, SD – směrodatná odchylka, po fix. – po sejmutí fixace, t – týdny, RD – radiální dukce, Sup – supinace, Pro – pronace, U – Mann-Whitney test,

\*  $p < .05$ .

### ***Shrnutí výsledků:***

- Testem Mann-Whitney bylo prokázáno, že hybnost zápěstí u pohybu **DF**, **PF** a **Sup** byla u skupiny I. signifikantně větší než u skupiny II. již po fixaci a dále potom po 3, 6 a 8 týdnech měření. Obě skupiny se však nelišily signifikantně ve velikosti změny hybnosti vzhledem ke stavu po fixaci.
- Hybnost zápěstí u pohybu **UD** a **RD** byla po 6 a 8 týdnech signifikantně větší u skupiny I. Po fixaci a po 3 týdnech měření nebyl mezi skupinami prokázán signifikantní rozdíl. U pohybu UD došlo po 6 a 8 týdnech u skupiny I. k signifikantně větší změně hybnosti vzhledem ke stavu po fixaci. U pohybu RD došlo po 6 týdnech u skupiny I. k signifikantně větší změně hybnosti vzhledem ke stavu po fixaci.
- Hybnost zápěstí u pohybu **Pro** byla po 8 týdnech měření signifikantně větší u skupiny I. Po fixaci a po 3 a 6 týdnech nebyl zjištěn mezi skupinami signifikantní rozdíl. Signifikantní rozdíl mezi skupinami nebyl prokázán ani ve změně hybnosti vzhledem ke stavu po fixaci.

Hypotézu  $H_01$  zamítáme pro pohyb zápěstí ve směru DF, PF a Sup ve všech testovaných týdnech. Dále hypotézu  $H_01$  zamítáme pro pohyb zápěstí ve směru UD a RD v 6. a 8. testovaném týdnu a Pro v 8. týdnu měření.

Hypotézu  $H_01$  nelze zamítnout pro pohyb zápěstí ve směru UD a RD v testovaném týdnu ihned po sejmutí fixace zápěstí a ve 3. testovaném týdnu. Hypotézu  $H_01$  dále nelze zamítnout pro pohyb zápěstí ve směru Pro ihned po sejmutí fixace zápěstí a ve 3. a 6. testovaném týdnu měření.

### **5.1.2 Vyjádření k hypotéze $H_02$**

#### **Hypotéza $H_02$**

***Není rozdíl v hybnosti prstů mezi I. a II. skupinou testovaných probandů.***

Cílem hypotézy  $H_02$  bylo zjistit, zda existuje statisticky významný rozdíl v aktivní hybnosti prstů operované horní končetiny v předem definovaných časových obdobích. Byly sledovány celkem tři vybrané pohyby kloubů prstů (flexe MP kloubů, flexe PIP kloubů a flexe DIP kloubů) a to po sejmutí fixace zápěstí a poté po 3, 6, a 8 týdnech.

U všech probandů I. a II. skupiny byla vypočtena úhlová odchylka aktivní hybnosti prstů postižené končetiny vzhledem k identickým kloubům zdravé, nepostižené končetině a vyjádřena v procentech (flexe MP kloubů, flexe PIP kloubů a flexe DIP kloubů). Pro porovnání obou

testovaných skupin probandů v hybnosti kloubů prstů postižené končetiny byl použit neparametrický Mann-Whitney U test. Výsledky uvádíme v tabulce (Tabulka 5).

**Tabulka 5. Popisné charakteristiky aktivní hybnosti prstů vyjádřené v procentech hybnosti zdravé končetiny a popisné charakteristiky změny hybnosti vzhledem k funkčnímu stavu po fixaci**

	Skupina I.			Skupina II.			U
	průměr	SD	medián	průměr	SD	medián	
Hybnost MP po fix.	98,3	4,1	100,0	83,6	17,9	88,9	<b>0,001*</b>
Hybnost MP po 3t	100,0	0,0	100,0	97,8	4,6	100,0	<b>0,037*</b>
Hybnost MP po 6t	100,0	0,0	100,0	99,4	2,5	100,0	0,317
Hybnost MP po 8t	100,0	0,0	100,0	100,0	0,0	100,0	1,000
Změna hybnosti MP po 3t	1,7	4,1	0,0	14,2	16,8	11,1	<b>0,002*</b>
Změna hybnosti MP po 6t	1,7	4,1	0,0	15,8	16,9	11,1	<b>0,001*</b>
Změna hybnosti MP po 8t	1,7	4,1	0,0	16,4	17,9	11,1	<b>0,001*</b>
Hybnost PIP po fix.	94,2	9,4	100,0	73,1	12,6	75,0	<b>&lt;0,0001*</b>
Hybnost PIP po 3t	99,2	3,7	100,0	88,8	10,9	91,7	<b>0,0003*</b>
Hybnost PIP po 6t	100,0	0,0	100,0	92,9	9,1	100,0	<b>0,002*</b>
Hybnost PIP po 8t	100,0	0,0	100,0	97,1	5,6	100,0	<b>0,019*</b>
Změna hybnosti PIP po 3t	5,0	9,1	0,0	15,6	9,2	16,7	<b>0,001*</b>
Změna hybnosti PIP po 6t	5,8	9,4	0,0	19,8	10,7	16,7	<b>0,0002*</b>
Změna hybnosti PIP po 8t	5,8	9,4	0,0	24,0	12,7	25,0	<b>&lt;0,0001*</b>
Hybnost DIP po fix.	98,3	4,1	100,0	74,7	26,6	77,8	<b>0,002*</b>
Hybnost DIP po 3t	100,0	0,0	100,0	88,9	18,3	100,0	<b>0,009*</b>
Hybnost DIP po 6t	100,0	0,0	100,0	96,7	8,9	100,0	0,076
Hybnost DIP po 8t	100,0	0,0	100,0	100,0	0,0	100,0	1,000
Změna hybnosti DIP po 3t	1,7	4,1	0,0	14,2	17,1	8,3	<b>0,006*</b>
Změna hybnosti DIP po 6t	1,7	4,1	0,0	21,9	24,1	11,1	<b>0,006*</b>
Změna hybnosti DIP po 8t	1,7	4,1	0,0	25,3	26,6	22,2	<b>0,002*</b>

*Vysvětlivky:* průměr – průměrná hodnota daného pohybu vyjádřená v procentech hybnosti zdravé končetiny, SD – směrodatná odchylka, po fix. – po sejmutí fixace, t – týdny, MP – metakarpofalangeální kloub, PIP – proximální interfalangeální kloub, DIP – distální interfalangeální kloub, U – Mann-Whitney test,

\*  $p < .05$ .

***Shrnutí výsledků:***

- Platnost hypotézy byla ověřena pomocí Mann-Whitney U testu. Testem bylo prokázáno, že ve skupině II. došlo k signifikantně větším změnám v hybnosti prstů po 3, 6 i 8 týdnech rehabilitace a to pro flexi MP, PIP i flexi DIP. Tento výsledek byl ovlivněn skutečností, že již po sejmutí fixace zápěstí byla u skupiny I. prokázána signifikantně větší hybnost prstů a tudíž odchylky od 100% hybnosti byly daleko menší než u skupiny II.

Hypotézu  $H_02$  zamítáme pro pohyb prstů ve směru flexe MP a DIP kloubů po sejmutí fixace zápěstí a po 3 týdnech měření. Současně hypotézu  $H_02$  zamítáme pro pohyb prstů ve směru flexe PIP ve všech testovaných týdnech. Hypotézu  $H_02$  nelze zamítnout pro pohyb prstů ve směru flexe MP a DIP kloubů po 6 a 8 týdnech testování.

### 5.1.3 Vyjádření k hypotéze H<sub>03</sub>

#### Hypotéza H<sub>03</sub>

*Není rozdíl v síle stisku měřené dynamometricky mezi I. a II. skupinou testovaných probandů.*

Cílem hypotézy H<sub>03</sub> bylo zjistit, zda existuje statisticky významný rozdíl v síle stisku operované ruky hodnocené pomocí dynamometrie v předem definovaných časových obdobích. Dynamometrické měření bylo provedeno ihned po sejmutí fixace zápěstí a dále po 3, 6 a 8 týdnech. U všech probandů I. a II. skupiny testovaných byla síla stisku končetiny vyjádřena v procentech síly stisku zdravé, neporaněné končetiny. Pro porovnání parametrů dynamometrie u obou testovaných skupin probandů byl použit neparametrický Mann-Whitney U test (Tabulka 6).

**Tabulka 6. Popisné charakteristiky síly stisku měřené dynamometricky a výsledky porovnání testované skupiny probandů I. a II.**

	Skupina I.			Skupina II.			U
	Průměr	SD	medián	průměr	SD	medián	
Dynamometrie po fix.	22,8	13,1	20,0	14,5	13,9	10,0	<b>0,021*</b>
Dynamometrie po 3t	49,5	12,6	50,5	42,8	13,8	42,5	0,078
Dynamometrie po 6t	59,0	10,6	58,5	50,0	16,8	50,0	0,072
Dynamometrie po 8t	66,6	10,0	67,0	56,6	17,1	58,5	0,053
Změna dynamometrie po 3t	26,8	14,1	23,5	28,3	9,1	29,0	0,542
Změna dynamometrie po 6t	36,2	13,0	35,5	35,5	14,2	36,0	0,797
Změna dynamometrie po 8t	43,8	13,3	48,0	42,2	14,8	44,0	0,560

*Vysvětlivky:* průměr – průměrná hodnota síly stisku vyjádřená v procentech síly stisku zdravé končetiny, SD – směrodatná odchylka, po fix. – po sejmutí fixace, t – týdny, U – Mann-Whitney test,

\*  $p < .05$ .

#### **Shrnutí výsledků:**

- Ve skupině I. byla prokázána větší síla stisku operované ruky po sejmutí fixace zápěstí než ve skupině II. Medián síly stisku ve skupině I. byl 20, ve skupině II. byl medián 10, hladina signifikance Mann-Whitneyho testu  $p = 0,021$ .
- Skupina I. a skupina II se signifikantně nelišily v síle stisku po 3, 6 a 8 týdnech měření. Signifikantní rozdíl nebyl prokázán ani ve změně síly stisku po 3, 6 nebo 8 týdnech vzhledem ke stavu po sejmutí fixace.

Hypotézu H<sub>03</sub> zamítáme pro měření síly stisku operované ruky pomocí dynamometrie v období ihned po sejmutí fixace zápěstí na hladině statistické významnosti 0,021. Hypotézu H<sub>03</sub> nelze zamítnout pro 3., 6. a 8. testovaný týden měření.

#### 5.1.4 Vyjádření k hypotéze H<sub>04</sub>

##### Hypotéza H<sub>04</sub>

*Není rozdíl ve velikosti otoku přes zápěstí mezi I. a II. skupinou testovaných probandů.*

Hypotéza H<sub>04</sub> ověřovala, zda existuje statisticky významný rozdíl ve velikosti otoku přes zápěstí mezi probandy I. a II. skupiny. Velikost otoku přes zápěstí byla evidována ihned po sejmutí fixace zápěstí a dále potom po 3, 6 a 8 týdnech měření. Otok, měřený v centimetrech přes zápěstí, byl srovnáván s identickým obvodem, naměřeným na zdravé horní končetině. Pro ověření platnosti hypotézy byl použit neparametrický Mann-Whitney U test. Výsledky uvádíme v tabulce (Tabulka 7).

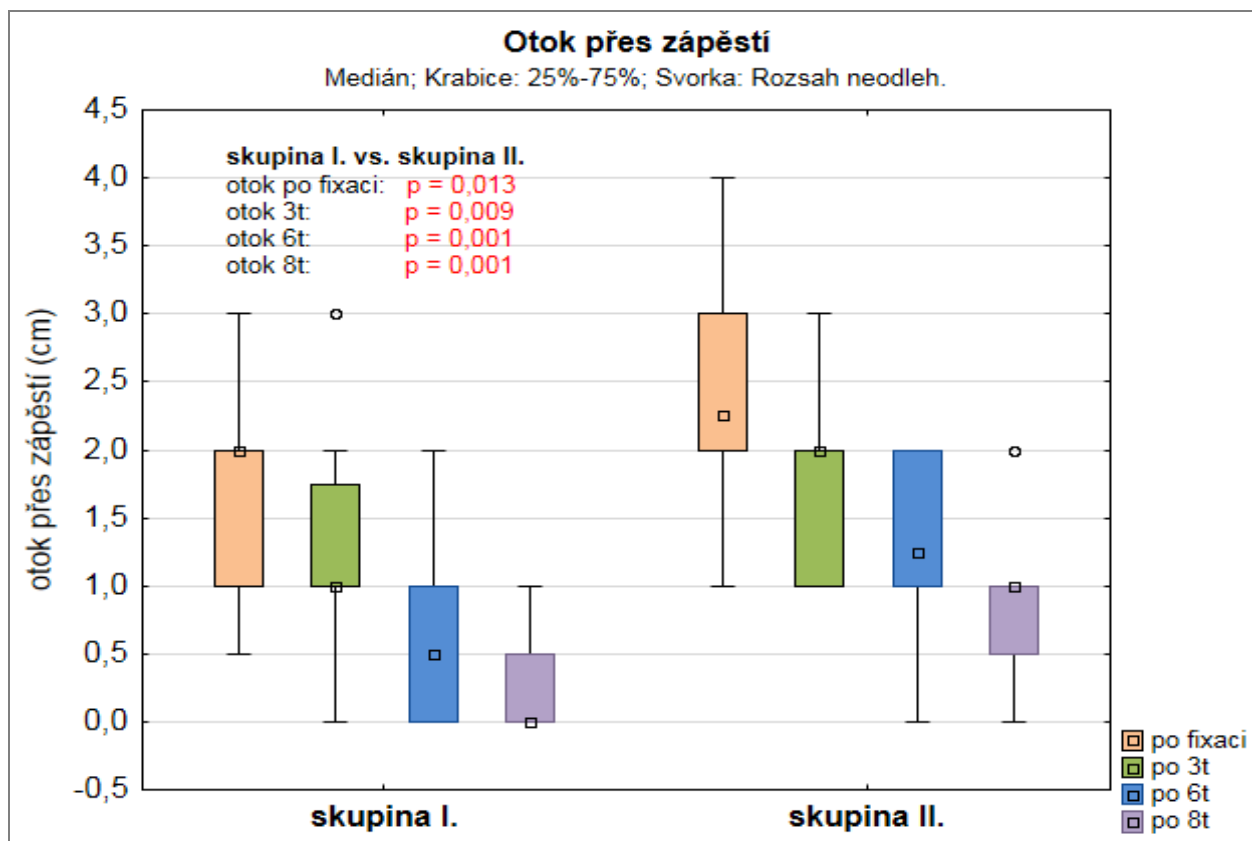
**Tabulka 7. Popisné charakteristiky velikosti otoku zápěstí v centimetrech a popisné charakteristiky změny otoku vzhledem k jeho velikosti po sejmutí fixace**

	Skupina I.			Skupina II.			U
	průměr	SD	medián	průměr	SD	medián	
Otok přes záp. po fix.	1,7	0,7	2,0	2,4	0,8	2,3	<b>0,013*</b>
Otok přes záp. po 3t	1,2	0,7	1,0	1,8	0,7	2,0	<b>0,009*</b>
Otok přes záp. po 6t	0,6	0,5	0,5	1,3	0,7	1,3	<b>0,001*</b>
Otok přes záp. po 8t	0,3	0,4	0,0	0,8	0,5	1,0	<b>0,001*</b>
Změna otoku přes záp. po 3t	-0,5	0,5	-0,5	-0,5	0,5	-0,5	0,597
Změna otoku přes záp. po 6t	-1,1	0,7	-1,0	-1,0	0,5	-1,0	0,698
Změna otoku přes záp. po 8t	-1,4	0,7	-1,3	-1,6	0,5	-1,5	0,545

*Vysvětlivky:* průměr – průměrná hodnota otoku v centimetrech, SD – směrodatná odchylka, po fix. – po sejmutí fixace, t – týdny, záp. – zápěstí, U – Mann-Whitney test,

\*  $p < .05$ .

Ke grafickému znázornění distribuce velikosti otoku přes zápěstí v I. a II. skupině testovaných přikládáme kvartilový box graf (Obrázek 6).



**Obrázek 6. Kvartilový box graf - Distribuce velikosti otoku přes zápěstí ve skupině I. a II.**

*Vysvětlivky:* t – týdny, p – hladina statistické významnosti.

Distribuce hodnot otoku přes zápěstí je zobrazena pomocí kvartilů, pozice mediánu hodnot skóre (tj. 2. kvartilu) je znázorněna bodem uprostřed boxu, dolní kvartil odpovídá spodní části krabice a horní kvartil odpovídá horní části krabice. Svorky znázorňují neodlehlou minimální a maximální hodnotu. Odlehle hodnoty jsou v grafu znázorněny symbolem kroužek.

#### ***Shrnutí výsledků:***

- Velikost otoku přes zápěstí byla signifikantně větší u skupiny II. v týdnu měření ihned po sejmutí fixace zápěstí a dále 3., 6. i 8. týden měření. Skupiny I. a II. se však nelišily změnou velikosti otoku po 3, 6 a 8 týdnech vzhledem ke stavu po sejmutí fixace.

Hypotézu  $H_04$  zamítáme pro všechny týdny měření velikosti otoku přes zápěstí na hladině statistické významnosti 0,013, 0,009, 0,001 a 0,001.

### 5.1.5 Vyjádření k hypotéze H<sub>05</sub>

#### Hypotéza H<sub>05</sub>

*Není rozdíl ve velikosti otoku přes hlavičky metakarpů mezi I. a II. skupinou testovaných probandů.*

Hypotéza H<sub>05</sub> ověřovala, zda existuje statisticky významný rozdíl ve velikosti otoku přes hlavičky metakarpů mezi probandy I. a II. skupiny. Velikost otoku přes hlavičky metakarpů byla evidována ihned po sejmutí fixace zápěstí a dále potom po 3, 6 a 8 týdnech měření. Otok, měřený v centimetrech přes hlavičky metakarpů, byl srovnáván s identickým obvodem, naměřeným na zdravé horní končetině. Pro ověření platnosti hypotézy byl použit neparametrický Mann-Whitney U test. Výsledky uvádíme v tabulce (Tabulka 8).

**Tabulka 8. Popisné charakteristiky velikosti otoku přes hlavičky metakarpů v centimetrech a popisné charakteristiky změny otoku vzhledem k jeho velikosti po sejmutí fixace**

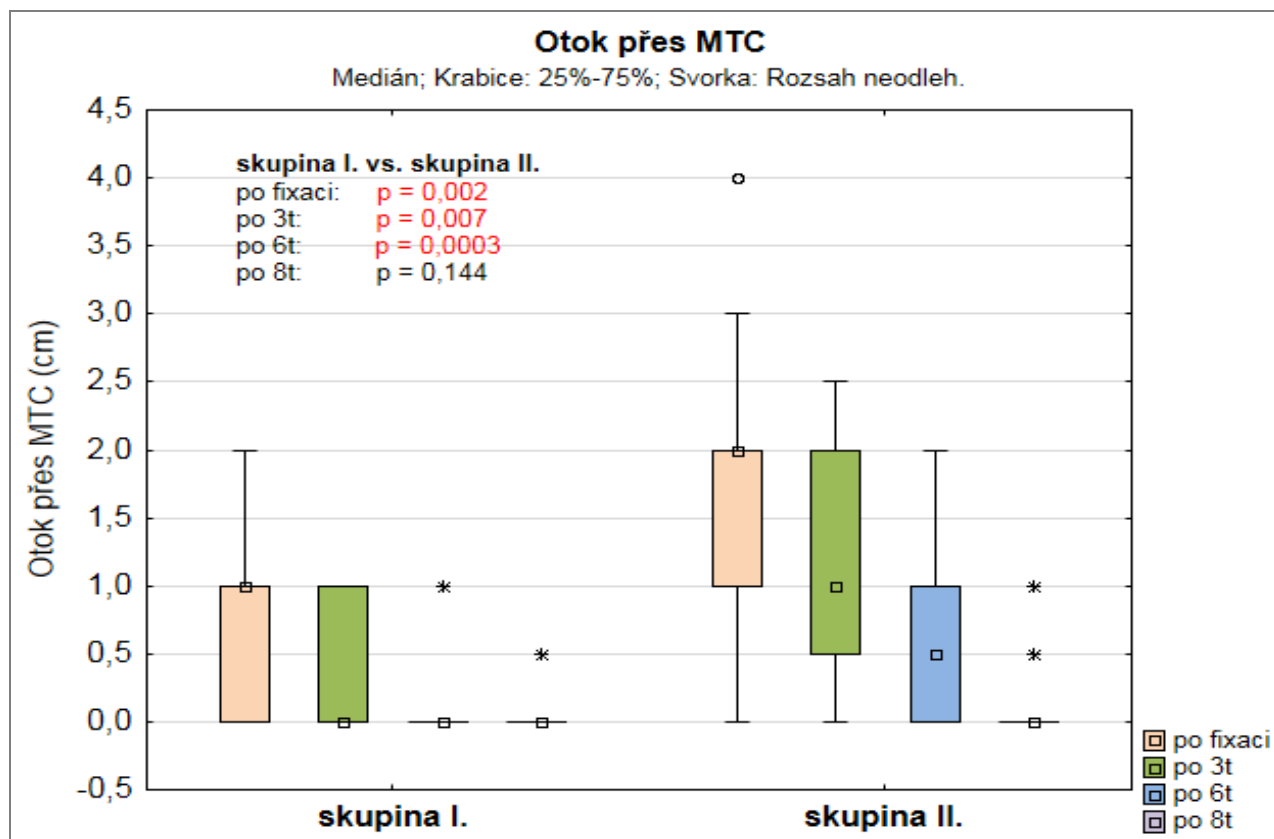
	Skupina I.			Skupina II.			U
	průměr	SD	medián	průměr	SD	medián	
Otok přes MTC po fix.	0,8	0,7	1,0	1,7	1,0	2,0	<b>0,002*</b>
Otok přes MTC po 3t	0,4	0,5	0,0	1,1	0,8	1,0	<b>0,007*</b>
Otok přes MTC po 6t	0,1	0,2	0,0	0,7	0,7	0,5	<b>0,0003*</b>
Otok přes MTC po 8t	0,0	0,1	0,0	0,2	0,3	0,0	0,144
Změna otoku přes MTC po 3t	-0,4	0,5	0,0	-0,6	0,6	-0,5	0,203
Změna otoku přes MTC po 6t	-0,8	0,7	-1,0	-1,0	0,8	-1,0	0,281
Změna otoku přes MTC po 8t	-0,8	0,7	-1,0	-1,6	0,8	-1,5	<b>0,003*</b>

*Vysvětlivky:* průměr – průměrná hodnota otoku v centimetrech, SD – směrodatná odchylka, po fix. – po sejmutí fixace, t – týdny, záp. – zápěstí, U – Mann-Whitney test,

\*  $p < .05$ .



Ke grafickému znázornění distribuce velikosti otoku přes hlavičky metakarpů v I. a II. skupině testovaných přikládáme kvartilový box graf (Obrázek 7).



**Obrázek 7. Kvartilový box graf - Distribuce velikosti otoku přes hlavičky metakarpů ve skupině I. a II.**

*Vysvětlivky:* t – týdny, p – hladina statistické významnosti, MTC – hlavičky metakarpů.

Distribuce hodnot otoku přes hlavičky metakarpů je zobrazena pomocí kvartilů, pozice mediánu hodnot skóre (tj. 2. kvartilu) je znázorněna bodem uprostřed boxu, dolní kvartil odpovídá spodní části krabice a horní kvartil odpovídá horní části krabice. Svorky znázorňují neodlehlou minimální a maximální hodnotu. Odlehlejší hodnoty jsou v grafu znázorněny symbolem hvězdička a extrémní hodnoty jsou znázorněny symbolem kroužek.

### ***Shrnutí výsledků:***

- Velikost otoku přes hlavičky metakarpů byla signifikantně větší u skupiny II. a to po sejmutí fixace zápěstí, 3. a 6. týden měření. Signifikantní rozdíl byl prokázán pro změnu otoku po 8 týdnech měření vzhledem k jeho velikosti po sejmutí fixace zápěstí, přičemž u skupiny II. byla redukce otoku signifikantně větší než u skupiny I. Skupiny se signifikantně nelišily změnou velikosti otoku po 3 týdnech a po 6 týdnech měření.

Hypotézu  $H_05$  zamítáme pro měření velikosti otoku přes hlavičky metakarpů ihned po sejmutí fixace zápěstí a ve 3. a 6. týdnu měření na hladině statistické významnosti 0,002, 0,007 a 0,0003. Hypotézu  $H_03$  nelze zamítnout pro 8. testovaný týden měření.

### 5.1.6 Vyjádření k hypotéze H<sub>06</sub>

#### Hypotéza H<sub>06</sub>

*Není rozdíl ve výsledcích NHPT mezi I. a II. skupinou testovaných probandů.*

Pro zjištění zručnosti prstů obou rukou probandů I. a II. skupiny byl použit test devíti kolíků a otvorů, v původním znění Nine hole peg test (NHPT). Výstupy jednotlivých měření byly hodnoty, které byly následně přepočteny podle stanovených norem. Výsledná data (v sekundách) byla vyjádřena pomocí znaménka + v případě, že vyšetřovaný proband provedl test pomaleji, než udává norma. V případě, že testovaný provedl test rychleji, než udává norma, výsledná hodnota byla vyjádřena pomocí znaménka -. Cílem hypotézy H<sub>06</sub> bylo zjistit, zda existuje statisticky významný rozdíl ve zručnosti obou rukou probandů testovaných skupin po 3, 6 a 8 týdnech od sejmutí fixace zápěstí (Tabulka 9). Pro porovnání obou testovaných skupin probandů byl použit neparametrický Mann-Whitney U test.

**Tabulka 9. Popisné charakteristiky NHPT u obou porovnávaných skupin a výsledné hodnoty signifikance Mann-Whitney U testu**

	Skupina I.			Skupina II.			U
	Průměr	SD	medián	průměr	SD	medián	
NHPT po 3t - LHK - Norma	1,4	2,9	1,9	5,0	5,2	3,8	<b>0,022*</b>
NHPT po 6t - LHK - Norma	-0,3	2,3	-0,3	4,1	4,3	3,2	<b>0,0003*</b>
NHPT po 8t - LHK - Norma	-0,9	2,0	-0,6	3,0	3,9	2,0	<b>0,0004*</b>
NHPT po 3t - PHK - Norma	1,5	3,6	1,2	3,9	3,4	3,8	<b>0,035*</b>
NHPT po 6t - PHK - Norma	0,6	3,2	0,9	4,3	2,9	4,6	<b>0,001*</b>
NHPT po 8t - PHK - Norma	0,4	2,8	0,6	3,1	2,7	3,0	<b>0,002*</b>

*Vysvětlivky:* průměr – průměrná hodnota provedení testu v sekundách po odečtení od normy, SD – směrodatná odchylka, LHK – levá horní končetina, PHK – pravá horní končetina, t – týdny, NHPT – Nine hole peg test, U – Mann-Whitney test,

\*  $p < .05$ .

#### **Shrnutí výsledků:**

- Mezi skupinou I. a II. byl zjištěn signifikantní rozdíl ve výsledcích NHPT po 3, 6 i 8 týdnech měření. Mediány odchylek od normy byly u LHK i PHK signifikantně větší u skupiny II.

Hypotézu H<sub>06</sub> zamítáme pro všechny týdny měření zručnosti ruky pomocí NHPT pro obě horní končetiny.

### 5.1.7 Vyjádření k hypotéze H<sub>07</sub>

#### Hypotéza H<sub>07</sub>

*Není rozdíl v klidové bolestivosti mezi I. a II. skupinou testovaných probandů.*

U každého z probandů byla zaznamenána tzv. klidová bolest. Měření bylo provedeno na ordinální škále v rozmezí 0 (žádná bolest), 1 (mírná bolest), 2 (středně silná bolest) až 3 (silná bolest). Měření bylo provedeno ihned po sejmutí fixace zápěstí a dále po 3, 6 a 8 týdnech měření. Cílem hypotézy H<sub>07</sub> bylo zjistit, zda existuje statisticky významný rozdíl ve stavu klidové bolestivosti mezi I. a II. skupinou probandů. Pro porovnání obou testovaných skupin probandů byl použit neparametrický Mann-Whitney U test. Výsledky uvádíme v tabulce (Tabulka 10).

**Tabulka 10. Popisné charakteristiky a výsledky měření klidové bolesti a popisné charakteristiky změny klidové bolesti vzhledem ke stavu po sejmutí fixace**

	Skupina I.			Skupina II.			U
	průměr	SD	medián	průměr	SD	medián	
Klidová bolest po fix.	0,3	0,4	0,0	0,8	0,9	0,5	<b>0,049*</b>
Klidová bolest po 3t	0,1	0,3	0,0	0,6	0,8	0,0	<b>0,022*</b>
Klidová bolest po 6t	0,1	0,2	0,0	0,4	0,6	0,0	<b>0,019*</b>
Klidová bolest po 8t	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,317
Změna klidová bolest po 3t	-0,2	0,4	0,0	-0,2	0,4	0,0	1,000
Změna klidová bolest po 6t	-0,2	0,4	0,0	-0,4	0,5	0,0	0,294
Změna klidová bolest po 8t	-0,3	0,4	0,0	-0,7	0,8	-0,5	0,058

*Vysvětlivky:* průměr – průměrná hodnota velikosti klidové bolestivosti, SD – směrodatná odchylka, po.fix. – po sejmutí fixace, t – týdny, U – Mann-Whitney test,

\*  $p < .05$ .

#### **Shrnutí výsledků:**

- Klidová bolestivost po fixaci, po 3 a 6 týdnech měření byla signifikantně větší u skupiny II. než u skupiny I. Po 8 týdnech měření nebyl zjištěn signifikantní rozdíl mezi skupinou I. a II. skupinou. Skupiny se nelišily signifikantně ani ve změně klidové bolestivosti po 3, 6 a 8 týdnech měření vzhledem ke stavu bolestivosti po sejmutí fixace zápěstí.

Hypotézu H<sub>07</sub> zamítáme pro měření velikosti klidové bolestivosti ihned po sejmutí fixace zápěstí a ve 3. a 6. týdnu měření na hladině statistické významnosti 0,049, 0,022 a 0,019. Hypotézu H<sub>07</sub> nelze zamítnout pro 8. testovaný týden měření.

### 5.1.8 Vyjádření k hypotéze H<sub>08</sub>

#### Hypotéza H<sub>08</sub>

*Není rozdíl v bolestivosti při pohybu mezi I. a II. skupinou testovaných probandů.*

Cílem hypotézy H<sub>08</sub> bylo zjistit, zda existuje signifikantní rozdíl ve stavu pohybové bolesti mezi I. a II. skupinou probandů. U každého probanda byl zaznamenán stupeň bolesti během provádění aktivního pohybu poraněného zápěstí. Měření bylo provedeno na ordinální škále v rozmezí 0 (žádná bolest), 1 (mírná bolest), 2 (středně silná bolest) až 3 (silná bolest). Měření bylo provedeno ihned po sejmutí fixace zápěstí a dále po 3, 6 a 8 týdnech měření. Platnost hypotézy byla ověřena pomocí neparametrického Mann-Whitney U testu. Výsledky uvádíme v tabulce (Tabulka 11).

**Tabulka 11. Popisné charakteristiky a výsledky měření pohybové bolesti a popisné charakteristiky změny pohybové bolesti vzhledem ke stavu po sejmutí fixace**

	Skupina I.			Skupina II.			U
	průměr	SD	medián	průměr	SD	medián	
Pohybová bolest po fix.	0,9	0,6	1,0	1,3	0,7	1,0	<b>0,041*</b>
Pohybová bolest po 3t	0,6	0,6	1,0	1,1	0,7	1,0	<b>0,026*</b>
Pohybová bolest po 6t	0,2	0,4	0,0	0,7	0,7	1,0	<b>0,016*</b>
Pohybová bolest po 8t	0,2	0,4	0,0	0,3	0,5	0,0	0,262
Změna pohybová bolest po 3t	-0,3	0,5	0,0	-0,2	0,4	0,0	0,471
Změna pohybová bolest po 6t	-0,7	0,5	-1,0	-0,6	0,5	-1,0	0,513
Změna pohybová bolest po 8t	-0,8	0,4	-1,0	-1,0	0,6	-1,0	0,141

*Vysvětlivky:* průměr – průměrná hodnota velikosti pohybové bolestivosti, SD – směrodatná odchylka, po fix. – po sejmutí fixace, t – týdny, U – Mann-Whitney test, \* p < .05.

Dále bylo provedeno srovnání obou testovaných skupin probandů z hlediska charakteru pohybové bolesti. Výsledky charakteru bolesti byly zaznamenány pomocí tzv. deskriptoru pohybové bolesti, který měl 15 různých forem (např. tepavá, vystřelující, bodavá, křečovitá forma bolesti). Všichni probandi I. i II. skupiny přitom udávali charakter pohybové bolesti jako bodavý nebo vystřelující, viz příložená tabulka (Tabulka 12). K porovnání skupin v charakteru pohybové bolesti byl použit Fisherův přesný test.

**Tabulka 12. Porovnání skupin v charakteru pohybové bolestivosti**

	Skupina I.			Skupina II.			F
	0	bodavá	vystřelující	0	bodavá	vystřelující	
Deskriptor pohyb.bolesti po fix.	20,0%	65,0%	15,0%	10,0%	72,0%	20,0%	0,796
Deskriptor pohyb.bolesti po 3t	45,0%	40,0%	15,0%	20,0%	65,0%	15,0%	0,228
Deskriptor pohyb.bolesti po 6t	80,0%	10,0%	10,0%	45,0%	40,0%	15,0%	0,058
Deskriptor pohyb.bolesti po 8t	85,0%	5,0%	10,0%	70,0%	20,0%	10,0%	0,410

*Vysvětlivky:* po fix. – po sejmutí fixace, t – týdny, pohyb. bolest – pohybová bolest, F - Fisherův přesný test,

\*  $p < .05$ .

#### ***Shrnutí výsledků:***

- Pohybová bolestivost byla po fixaci, 3 a 6 týdnech měření signifikantně větší u II. skupiny. Po 8 týdnech měření již nebyl zjištěn signifikantní rozdíl mezi skupinou I. a skupinou II. Skupiny se signifikantně nelišily ani ve změně pohybové bolestivosti po 3, 6 a 8 týdnech měření vzhledem ke stavu bolestivosti po sejmutí fixace zápěstí.
- V porovnání skupin v charakteru pohybové bolestivosti, pomocí tzv. deskriptoru bolesti, se skupiny statisticky významně nelišily v žádném z testovaných týdnů.

Hypotézu  $H_{08}$  zamítáme pro měření velikosti pohybové bolestivosti ihned po sejmutí fixace zápěstí a ve 3. a 6. týdnu měření na hladině statistické významnosti 0,041, 0,026 a 0,016. Hypotézu  $H_{08}$  nelze zamítnout pro 8. testovaný týden měření.

### 5.1.9 Vyjádření k hypotéze H<sub>09</sub>

#### Hypotéza H<sub>09</sub>

*Není rozdíl ve výsledcích hodnotícího skóre DASH mezi I. a II. skupinou testovaných probandů.*

U každého testovaného I. a II. skupiny byl hodnocen funkční stav ruky dotazníkem DASH, který se dotazuje na potíže a schopnosti jedince vykonávat určité činnosti. Výstupy jednotlivých měření byly numerické hodnoty v rozsahu 0-100 bodů. Čím byly naměřené hodnoty vyšší, tím bylo funkční postižení horní končetiny větší.

Cílem hypotézy H<sub>09</sub> bylo zjistit, zda existuje signifikantní rozdíl ve funkčním stavu ruky hodnoceném pomocí dotazníku DASH. K ověření platnosti hypotézy byl použit neparametrický Mann-Whitney U test. Výsledky uvádíme v tabulce (Tabulka 13).

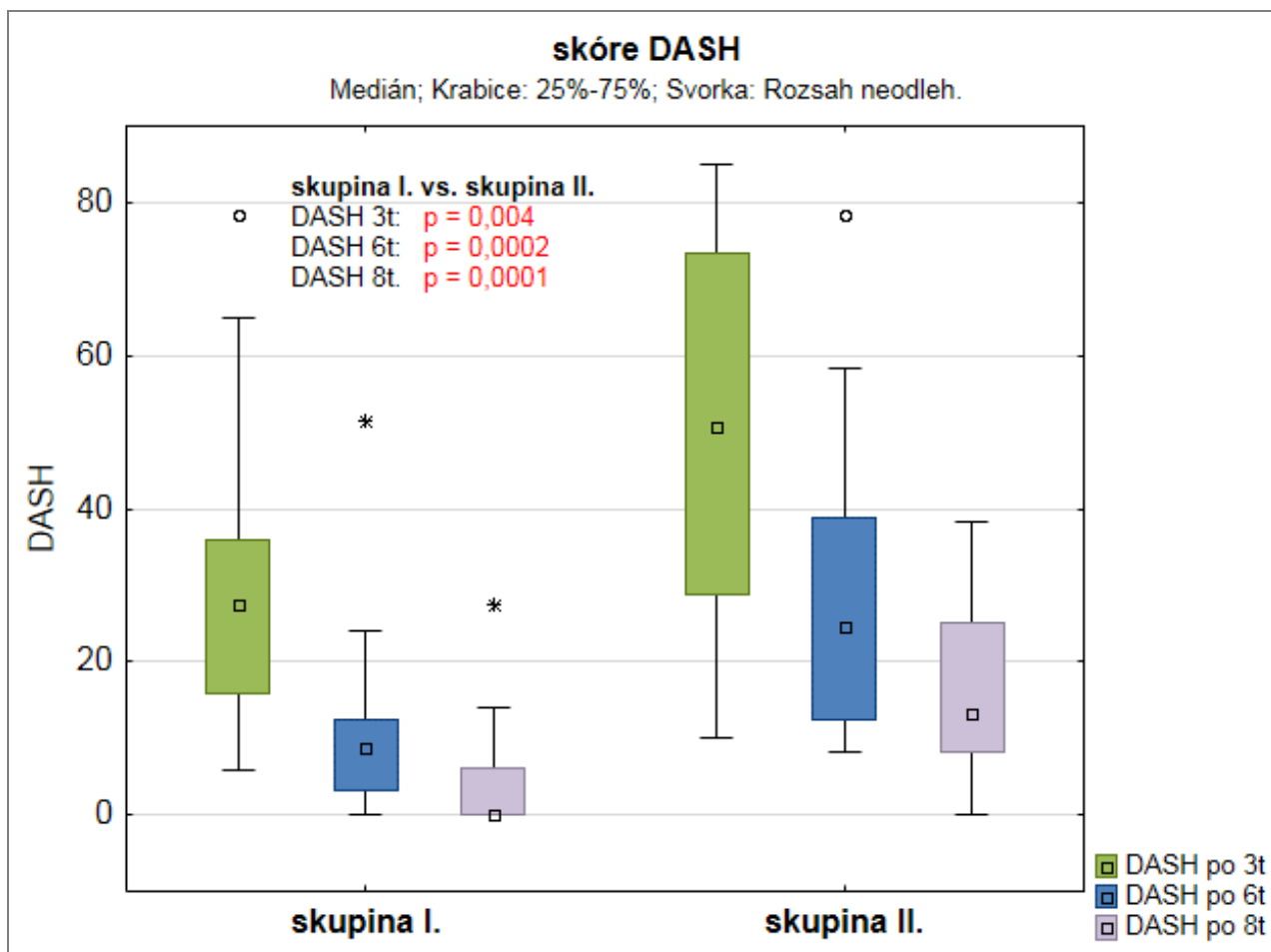
**Tabulka 13. Popisné charakteristiky skóre DASH u obou porovnávaných skupin a výsledné hodnoty signifikance Mann-Whitney U testu**

skóre	Skupina I.			Skupina II.			U
	průměr	SD	medián	průměr	SD	medián	
DASH po 3t	28,4	17,9	27,5	49,6	24,6	50,8	<b>0,004*</b>
DASH po 6t	10,6	11,5	8,7	28,6	19,1	24,6	<b>0,0002*</b>
DASH po 8t	3,9	7,0	0,0	16,0	11,2	13,3	<b>0,0001*</b>

*Vysvětlivky:* průměr – průměrná hodnota DASH skóre vyjádřená v bodech, SD – směrodatná odchylka, t – týdny, U – Mann-Whitney test,

\*  $p < .05$ .

Ke grafickému znázornění distribuce hodnot skóre DASH v I. a II. skupině testovaných přikládáme kvartilový box graf (Obrázek 8).



**Obrázek 8. Kvartilový box graf - Distribuce skóre DASH ve skupině I. a II.**

*Vysvětlivky:* : t – týdny, p – hladina statistické významnosti.

Distribuce hodnot skóre DASH je zobrazena pomocí kvartilů, pozice mediánu hodnot skóre (tj. 2. kvartilu) je znázorněna bodem uprostřed boxu, dolní kvartil odpovídá spodní části krabice a horní kvartil odpovídá horní části krabice. Svorky znázorňují neodlehlou minimální a maximální hodnotu. Odlehlé hodnoty jsou v grafu znázorněny symbolem kroužek a extrémní hodnoty jsou znázorněny symbolem hvězdička.

***Shrnutí výsledků:***

- Test Mann-Whitney prokázal signifikantně vyšší hodnoty skóre DASH ve skupině II. po 3 týdnech, 6 týdnech i po 8 týdnech rehabilitace. Mezi probandy I. a II. skupiny existuje statisticky významný rozdíl ve funkčním stavu ruky ve všech testovaných týdnech ve prospěch I. skupiny testovaných.

Hypotéza  $H_09$  se zamítá pro všechny testované týdny měření na hladině statistické významnosti 0,004 pro 3. týden měření, 0,0002 pro 6. týden měření a 0,0001 pro 8. týden měření.



## 5.2 VÝSLEDKY K VÝZKUMNÉ OTÁZCE 2

**Výzkumná otázka 2 zněla: Vykazují testované svaly I. a II. skupiny probandů změny elektromyografické aktivity během izometrické aktivity na dynamometru?**

Výzkumná otázka byla řešena ve dvou hypotézách ( $H_{010}$  a  $H_{011}$ ). Cílem hypotéz bylo zjistit, zda snímané svaly (m. ECRL, m. FCU a m. brachioradialis) nevykazují známky únavy během izometrické aktivity na dynamometru (tzn., že průměrná hodnota MDF slope = 0). Po ověření normality dat (Shapiro Wilkův W test) byla, pro každé měření zvlášť, hypotéza ověřena pomocí Studentova t-testu. Výsledky uvádíme v následujících tabulkách (Tabulka 14 a 15).

### 5.2.1 Vyjádření k hypotéze $H_{010}$

#### Hypotéza $H_{010}$

*Testované svaly probandů I. a II. skupiny nevykazují změny elektromyografické aktivity během elektromyografického měření po 3 týdnech od sejmutí fixace zápěstí.*

**Tabulka 14. Hodnoty mediánů frekvence (MDF) a indexu únavy svalů MDF slope (%/min.) pro testované svaly I. a II. skupiny probandů**

Svaly	Skupina I.		
	průměr MDF (Hz)	MDF slope (%/min.)	t
m. ECRL	70±2,02	-0,012±0,05	0,802633
m. FCU	61±3,97	0,123±0,04	<b>0,010178*</b>
m. brachiorad.	67±2,53	0,033±0,05	0,475074
Skupina II.			
m. ECRL	74±3,21	-0,014±0,04	0,752637
m. FCU	59±3,81	0,093±0,04	<b>0,023807*</b>
m. brachiorad.	72±3,47	-0,08±0,04	0,077863

*Vysvětlivky:* MDF – průměrná hodnota mediánů frekvence vyjádřená v jednotce Hertz a jeho směrodatná odchylka, MDF slope (%/min.) – index únavy a směrodatná odchylka, m. ECRL – m. extensor carpi radialis longus, m.FCU - m. flexor carpi ulnaris , m. brachiorad. - m. brachioradialis, t – Studentův t-test, \*  $p < .05$ .

### **Shrnutí výsledků:**

- Měření prokázalo, že parametr MDF slope, tzv index únavy, nedosáhl signifikantních hodnot pro m. ECRL a m. brachioradialis v obou testovaných skupinách.
- Parametr MDF slope v případě hodnocení m. FCU obou skupin probandů dosáhl hladinu signifikance. U těchto svalů byla jeho hodnota kladná a tudíž tyto svaly nevykazují známky únavy.

Hypotézu H<sub>010</sub> nelze zamítnout pro měřené svaly obou skupin probandů.

### **5.2.2 Vyjádření k hypotéze H<sub>011</sub>**

#### **Hypotéza H<sub>011</sub>**

*Testované svaly probandů I. a II. skupiny nevykazují změny elektromyografické aktivity během elektromyografického měření po 6 týdnech od sejmutí fixace zápěstí.*

**Tabulka 15. Hodnoty mediánů frekvence (MDF) a indexu únavy svalů MDF slope (%/min.) pro testované svaly I. a II. skupiny probandů**

Svaly	Skupina I.		
	průměr MDF (Hz)	MDF slope (%/min.)	t
m. ECRL	72±3,27	0,002±0,05	0,970571
m. FCU	71±4,35	0,037±0,08	0,651547
m. brachiorad.	70±5,26	-0,042±0,05	0,365879
Skupina II.			
m. ECRL	69±3,26	-0,089±0,04	<b>0,049854*</b>
m. FCU	62±2,82	0,046±0,04	0,265804
m. brachiorad.	72±3,44	-0,097± 0,03	<b>0,007587*</b>

*Vysvětlivky:* MDF – průměrná hodnota mediánů frekvence vyjádřená v jednotce Hertz a jeho směrodatná odchylka, MDF slope (%/min.) – index únavy a směrodatná odchylka, p – hladina statistické významnosti, m. ECRL – m. extensor carpi radialis longus, m. FCU – m. flexor carpi ulnaris, m. brachiorad. – m. brachioradialis, t – Studentův t-test,

\* p < .05.

***Shrnutí výsledků:***

- Měření prokázalo, že parametr MDF slope, tzv index únavy, dosáhl signifikantních hodnot pro m. ECRL a m. brachioradialis II. testované skupiny probandů. U těchto svalů dosáhl zápornou hodnotu a tudíž tyto svaly vykazují známky únavy.

Hypotéza  $H_{011}$  se zamítá pro vyšetřované svaly m. ECRL a m. brachioradialis u II. testované skupiny probandů na hladině statistické významnosti 0,0498 pro m. ECRL a 0,0075 pro m.brachioradialis. Hypotézu  $H_{011}$  nelze zamítnout pro všechny vyšetřované svaly I. skupiny probandů a m. FCU II. skupiny .

## 6 DISKUZE

Fraktury distálního radia tvoří široké spektrum poranění. Patří k nejčastějším poraněním v lidské populaci (Hanus, Trč, & Handl, 2009). Pravděpodobně pro jejich četnost byly dlouhou dobu podceňovány a často léčeny jako banální poranění. V posledních letech se pohled na tuto problematiku poranění změnil. Trendem současné medicíny v léčbě takovýchto poranění ve vyspělých státech Evropy a Severní Ameriky je operační řešení. Naopak chirurgové z Asie a Jižní Ameriky preferují konzervativní postupy léčby. Tento rozdíl v léčebném postupu je podmíněn ekonomickou náročností operační léčby a nároky poraněných na funkčnost končetiny i ve vyšším věku ve vyspělých zemích (Gajdoš, 2010). Jistou výhodnou operační techniky u této věkové kategorie poraněných je stabilizace již tak osteoporotického terénu zlomeniny (Orbay & Fernandez, 2002).

Rehabilitace má v léčbě zlomenin distálního radia nezastupitelnou roli (Maciel, Taylor, & McIlveen, 2005). Cílem je získání maximálního a přitom nebolestivého pohybu zápěstí, obratnosti a pohyblivosti prstů i ostatních kloubů poraněné končetiny. Celá horní končetina plní nenahraditelnou roli při sebeobsluze, manipulaci či např. dorozumívání. Funkcí ramenního pletence je především umístění končetiny pro využití akra k sebeobsluze. Na ovládání horní končetiny se podílí především mozková kůra, bazální ganglia, talamus a mozeček. Existují přesvědčivé, ale nepřímé důkazy, že mozková kůra ovládá segmenty horní končetiny jako celek, nikoliv samostatně. Devane, Cohen, Kouchtir-Devane a Capaday (2002) popisují, že jednotlivé okrsky mozkové kůry podílející se na řízení distálních a proximálních svalů horní končetiny se překrývají.

V terapii ruky nestačí pouze reedukace hybnosti v základních ortogonálních směrech, ale je třeba docílit všestrannosti a obratnosti pohybů prstů i zápěstí při řešení různých pracovních úkonů spolu se souhyby v loketním a ramenním kloubu. Také je nutné vycvičit bimanuální aktivity. Všestranné pohyby je vhodné zlepšovat s využitím ergoterapeutických aktivit (Véle, 2006). Nezbytnou součástí vhodného rehabilitačního programu je dynamická stabilizace lopatky (Mottram, 1997).

## 6.1 FUNKČNÍ VÝSLEDKY LÉČBY, AKTIVNÍ HYBNOST ZÁPĚSTÍ A PRSTŮ

Za rizikový faktor z hlediska možnosti selhání léčby zlomenin distálního radia je pokládán věk poraněného. Jakousi pomyslnou hranicí je věk nad 60 let. Věková skupina všech poraněných nad 60 let má až 4x vyšší riziko redislokace zlomeniny radia během prvních 4 týdnů léčby než skupina mladších (Nesbit, Failla, & Les, 2004). Stejně tak skupina této věkové kategorie je, v kombinaci s definovaným RTG nálezem, skupinou nejvíce rizikovou z hlediska možnosti selhání léčby (Slutsky, 2005). Podle Slutského (2005) existuje bezpočet faktorů, které mohou ovlivnit výsledný funkční efekt léčby. Mezi ně patří role věku, pohybových dovedností jedince, bolesti či preference končetiny. Synn, E. C. Makhni, M. C. Mackhni a Rozental (2009) ve skupině pacientů nad 55 let roli demografických parametrů (věk, pohlaví, doba sledování) neprokázali. Dostupné klinické studie tak hodnotí funkční výsledky léčby především podle typu zvolené strategie léčení (konzervativní léčba či operační intervence). U biologicky starších pacientů uvádí Young a Rayan (2000) jako možnost konzervativní metodu léčby. Jedná se především o populaci starších nemocných s nízkými funkčními nároky na poraněnou horní končetinu. Autor v retrospektivní studii 25 nemocných starších 60 let hodnotí spíše dosažené funkční výsledky ruky v souvislosti s RTG nálezem zhojeného distálního radia. V této skupině probandů RTG parametry nekorelovaly s funkčními výsledky. Přestože u zhruba poloviny testovaných jedinců přetrvávala viditelná klinická deformita distálního radia a RTG prokázaný intraartikulární schodek, 22 nemocných se vrátilo na předúrazovou funkční úroveň. Wright, Horodyski a Smith (2005) ve své studii hodnotí funkční výsledky pacientů ošetřených dlahovou osteosyntézou z volárního operačního přístupu s výsledky pacientů léčených pomocí ZF zápěstí. U první skupiny testovaných bylo dosaženo signifikantně lepších hodnot rozsahu pohybu zápěstí do DF a PF měřených pasivně, přičemž hodnoty pronosupinačních pohybů byly u obou skupin identické. Výsledky hybnosti, síly stisku a funkčního testu ruky hodnoceného pomocí Jebsen-Taylor testu srovnává s radiologickými parametry studie Chunga, Squitieriho a Kima (2008). Studie komparuje výsledky mladší a starší skupiny pacientů léčených pomocí dlahové osteosyntézy z volárního operačního přístupu. Funkční výsledky u starší skupiny testovaných jsou srovnatelné se skupinou mladších probandů a hodnotí tuto strategii léčení jako vhodnou i u starších pacientů. I ze studie Richarda et al. (2011) vyplývá, že pacienti s dlahovou osteosyntézou mají menší množství komplikací a lepší ROM do DF, PF a pronosupinací zápěstí v porovnání se skupinou léčenou ZF. Tato skupina současně vykazuje lepší RTG výsledky, menší bolestivost a větší sílu stisku než skupina léčená ZF. Podobných výsledků

dosáhla i studie autorů Kumbaraciho, Kucuka, Karapinara, Kurta a Coskunyho (2014) srovnávající taktéž skupinu pacientů léčených dlahovou osteosyntézou se skupinou léčenou pomocí ZF. Pacienti s dlahovou osteosyntézou dosáhli lepších výsledků ROM zápěstí, síly stisku a RTG parametrů.

Dalo by se konstatovat, že většina dostupných klinických studií se především zabývá srovnáním výsledných funkčních dovedností pacienta s radiologickými parametry poraněného distálního radia. Toto je logické s ohledem na určení jistých predikčních faktorů léčby. V naší práci sledujeme více parametrů pro dostatečné klinické posouzení funkčního stavu poraněné končetiny. Naše dva testované soubory jsou si věkově velmi podobné. Skupinu I. tvořili pacienti s průměrným věkem 59,8 let a druhý soubor testování s 61,3letým věkovým průměrem. Také byla splněna podmínka homogenity z hlediska výskytu jednotlivých typů zlomenin distálního radia v obou testovaných skupinách (Tabulka 1). Rozdíly v aktivní hybnosti u testovaných skupin byly v časném pooperačním období znatelné. Již po sejmutí fixace zápěstí dosahovala I. skupina statisticky významně vyšších hodnot hybnosti ve srovnání s protilehlou končetinou ve směru: DF, PF a Sup zápěstí a dále pro pohyby prstů ve směru flexe MP kloubů, flexe PIP kloubů a flexe DIP kloubů. I po 8 týdnech měření vykazovala I. skupina významně vyšší hodnoty hybnosti zápěstí a to ve všech hodnocených směrech. Plný pohyb prstů v době fixace zápěstí se podařilo udržet jen u I. skupiny. I tento aspekt je, dle našeho názoru, benefitem v následné reedukaci hybnosti zápěstí.

## 6.2 DYNAMOMETRIE

Pro srovnání obou souborů z hlediska silových aktivit ruky jsme cíleně volili dynamometrii. Informace o aktuální síle stisku ruky je vhodným indikátorem kvality života (Hawkes et al., 2015) a objektivním indexem pro zhodnocení funkční integrity horní končetiny (Alizadehkhayat, Fisher, Kemp, Vishwanathan, & Frostick, 2011). Svalová síla flexorů prstů během stisku aktivuje extenzorovou svalovou skupinu ke stabilizaci zápěstí. Vzájemná synergie těchto svalových skupin při úchopu je důvodem, proč během této prováděné aktivity mohou vykazovat známky únavy obě jmenované svalové skupiny (Alizadehkhayat, Fisher, Kemp, Vishwanathan, & Frostick, 2009).

Síla úchopu je determinována mnoha faktory. Patří zde především spolupráce výše zmíněných svalových skupin, svalová síla končetiny, preference končetiny, denní doba, věk, stav výživy, únava, bolest, spolupráce pacienta, omezení pohybu, čítí a další (Incel, Ceceli, Durukan, Erdem, & Yorgancioglu, 2002). Na svalovou sílu akra má také vliv aktivita pletencového svalstva testované horní končetiny (Alizadehkhayat et al., 2011). Hodnocení síly stisku ruky je také spolehlivým

indikátorem určujícím efektivitu léčebné strategie či rozdíly v různých léčebných postupech. Ruční dynamometr typu Jamar je přitom pokládán za nejvhodnější (Incel et al., 2002). Při následném zpracovávání dat jsme si uvědomovali i aspekt rozdílu síly stisku preferované a nepreferované horní končetiny (P. Mafi, R. Mafi, R., Hindocha, Griffin, & Khan, 2012) či dříve užívané tzv. pravidlo 10 % ve prospěch preferované končetiny. Vzhledem k odebírání dat v časném pooperačním období, byl tento fakt zanedbatelný. Žádný z testovaných se totiž v tomto období nedostal na hodnotu 90 % či více síly stisku zdravé končetiny. Incel et al. (2002) ve studii zmiňuje, že pravidlo 10 % síly stisku ve prospěch preferované horní končetiny se traduje od roku 1954. Studie těchto autorů došla k závěru, že pravá končetina je u pravorukých jedinců významně silnější, ale u levorukých toto pravidlo neplatí. U leváků tedy nezaznamenali významné rozdíly mezi silou stisku levé a pravé končetiny. Tyto výsledky vysvětlují faktem, že žijeme ve světě, který je orientován především na přednostní užívání pravé horní končetiny. Tomu odpovídá i příslušný design běžně užívaných pomůcek.

Pro testování síly stisku na dynamometru jsme v naší studii využili standardizované pozice testované horní končetiny v addukci ramene při těle a flexi lokte. Pozicí testované končetiny ve smyslu extenze či flexe lokte se přitom zabývá velké množství studií. Rozdíl v síle stisku při flexi a extenzi lokte hodnotila studie autorů Kumar, Parmar, Ahmed, Kar a Harper (2008). Tito autoři přitom nezaznamenali žádný statisticky významný rozdíl v těchto testovacích pozicích. Wright et al. (2005) zjišťuje větší sílu stisku hodnocenou dynamometricky u skupiny testovaných léčených pomocí ZF zápěstí. Tato skupina dosahovala signifikantně lepších hodnot síly stisku než skupina testovaných léčených dlahovou osteosyntézou z volárního operačního přístupu.

V naší experimentální části práce jsme dynamometrii volili ke zhodnocení aktuální síly stisku poraněné končetiny ihned po sejmutí fixace zápěstí a dále poté s odstupem 3, 6 a 8 týdnů. Během všech provedených měření byli testovaní pacienti vždy předem informováni o vyvinutí nebolestivého tlaku na dynamometru. Navíc jsme dynamometrii využili ke zhodnocení změn v elektromyografické aktivitě vybraných svalů poraněné horní končetiny ve 3. a 6. testovaném týdnu. Pomocí EMG záznamu byla zaznamenána elektrická aktivita vybraných svalů předloktí během jejich 5 sekundové izometrické kontrakce na dynamometru na síle stisku 4 kg. Přestože byla průměrná síla stisku zjištěná prostou dynamometrií v I. skupině vyšší ve všech testovaných týdnech, statistické významnosti dosahovaly výsledky jen v prvním testovaném týdnu (I. skupina – po sejmutí fixace zápěstí 22,8 %, po 3 týdnech 49,5 %, po 6 týdnech 59,0 %, po 8 týdnech 66,6 % síly zdravé končetiny. II. skupina – po sejmutí fixace zápěstí 14,5 %, po 3 týdnech 42,8 %, po 6 týdnech

50,0 %, po 8 týdnech 56,6 % síly zdravé končetiny). Tyto výsledky ukazují na významný rozdíl v objektivizaci funkční integrity poraněné horní končetiny v obou testovaných souborech.

### **6.3 NINE HOLE PEG TEST A VELIKOST OTOKU RUKY**

Pro kompletní posouzení funkčního stavu ruky je nutné zhodnotit i obratnost ruky neboli tzv. manuální zručnost. Obratnost ruky je individuální schopnost koordinace prstů a manipulace s objekty. Parametry hodnocení jsou přesnost a rychlost provedení. Tato schopnost má podstatný dopad na výkonnost jedince v provádění každodenních aktivit. Patří zde činnosti spojené s péčí o vlastní osobu, úkony spojené s výkonem povolání či volnočasové aktivity. Obratnost ruky může být v průběhu života výrazně zhoršena nemocí, ale především i úrazem (Wang, Magasi, Bohannon, Ruben, & McCreath, 2011).

Mezi validní testy hodnotící manuální schopnosti ruky patří např. Functional Dexterity Test, Grooved Pegboard Test či námi používaný NHPT (Ven-Stevens et al., 2015). NHPT je jedním z nejčastějších testů hodnotících obratnost ruky. Patří mezi kolíčkové („nýtkové“) testy, které jsou zaměřeny na měření jednoho typu manuální schopnosti, tzv. precizního úchopu (Vyskotová & Macháčková, 2013). Tento test byl původně zaveden již v roce 1971 jako součást studie hodnotící zručnost a sílu ruky. Tato studie poskytla přibližné rozměry pro testovací desku, kolíky a obecné postupy měření (Mathiowetz et al., 1985). Následně studie autorů, v čele s Mathiowetzem v roce 1985, poskytla podrobné instrukce pro stanovení technických podmínek testu, přehledné normy pro dospělé a posoudila validitu a reliabilitu tohoto testu. V roce 2003 studie autorů Grice et al. ověřila vysokou validitu a reliabilitu testu a potvrdila užívané normy pro jednotlivé věkové kategorie, které Mathiowetz et al. v roce 1985 uvedl. Z těchto studií vyplývá, že obratnost ruky se s věkem snižuje, přičemž platí, že ženy mají obratnost ruky na lepší úrovni než muži. Z tohoto důvodu jsou normy uváděny jak pro muže, tak pro ženy. Minimální rozdíly ve výsledcích tyto studie shledaly s ohledem na preferenci končetiny. NHPT považují za rychlý, screeningový nástroj k testování zručnosti prstů pro rychlé zhodnocení účinku terapie. Hodnocení manuální zručnosti poskytuje navíc jedinečný způsob vyhodnocení neuromotorické funkce celé ruky. Samotný výsledek neovlivňuje jen výkonnost intrinsických svalů ruky, ale i pozornost při samotném provádění testu (Yancosek & Howell, 2009).

V naší studii jsme tedy výsledky tohoto testu, které byly měřeny v sekundách, přepočítali podle výše uvedených norem, které Mathiowetz et al. uvádí (1985) a platí dodnes. Pokud testovaný provedl test za dobu delší než je stanovena norma, do výsledku jsme uvedli rozdíl mezi hodnotami



spolu se znaménkem +. Pokud naopak provedl test za dobu kratší, než uvádí norma, výsledný čas byl uveden se znaménkem -. S výsledky naší studie jsme následně chtěli komparovat výstupy jiných vědeckých experimentů, publikovaných v odborné literatuře. Přestože je NHPT vhodným testem pro hodnocení funkčních pokroků léčby, nepodařilo se nám najít studii hodnotící manuální zručnost po poranění v oblasti ruky či přímo fraktury distálního radia. Odborné studie uvádí pouze výsledky NHPT v hodnocení u neurologických diagnóz či v souvislosti s traumatickým poraněním plexus brachialis u novorozenců.

Důležitou součástí fyzikálního vyšetření ruky je, dle našeho názoru, i posouzení velikosti otoku ruky. Domníváme se, že v případě našeho experimentu mělo na zručnost prstů během testování NHPT vliv více faktorů. A to např. větší mobilita zápěstí a prstů u I. skupiny spolu s menší velikostí otoku. Překvapivý byl fakt, že I. skupina probandů současně vykazovala lepší výsledky NHPT ve všech testovaných týdnech měření i na zdravé horní končetině.

Otok vzniká hromaděním tkáňové tekutiny v mezibuněčných prostorech. Trauma měkkých tkání během vzniku zlomeniny může mít daleko horší následky než samotná fraktura. Měkké tkáně, jako jsou šlachy extenzorů, flexorů, nervové a cévní struktury, jsou totiž uloženy velmi blízko distálnímu radiu. Díky zhoršenému kapilárnímu návratu z oblasti celé ruky, jsou otokem ohroženy i drobné interosseální svaly. Jejich následná kontraktura může zcela zásadně limitovat funkci ruky i přes to, že otok začne následně ustupovat (Laseter, 2002). K příčinám vzniku otoku patří i poranění či operační zákrok. Otok omezuje pohyblivost měkkých tkání, pohyb v segmentu, reflexně inhibuje svaly, mění propriocepci a tím i samotné vnímání segmentu (pocit tlaku, napětí, odcizení). Otok významně omezuje mikrocirkulaci v tkáních, následně dochází k poruše prokrvení příslušného segmentu (Kolář, 2009) a případnému vzniku fibrózy měkkých tkání. Otok má na funkční využití ruky negativní dopad. Právě kontrola velikosti otoku je nezbytná pro restituci funkcí ruky. Pro zlepšení venózního návratu a redukci velikosti otoku je důležitá elevace poraněné končetiny nad úroveň srdce. Je nezbytné pacienta upozornit i na nevhodné elevační pozice končetiny. Patří zde elevace končetiny do 90° v rameni se současnou vnitřní rotací. Pokud v této pozici navíc dochází k proloupané flexi loketního kloubu, může docházet k dráždění n. ulnaris (Laseter, 2002). Další důležitou součástí eliminace otoku je manuální lymfodrenáž končetiny a aktivní svalová pumpa, která taktéž zlepšuje venózní návrat a odtok lymfy (Michlovitz, 2004).

Domníváme se, že cvičením rozsahu pohybu v ramenním kloubu, spojeném s elevací končetiny u I. skupiny testovaných, jsme zásadně přispěli ke snížení velikosti otoku právě této skupiny. Ke snížení otoku jsme kromě antiedematózní polohy operované končetiny během vertikalizace (tzv. salutovací pozice), využívali i samofixační obvaz, intenzivní aktivní cvičení prstů

a prvky manuální lymfodrenáže. Po sejmutí fixace jsme následně u této skupiny testovaných mohli pozorovat plný pohyb prstů. I tento aspekt je, dle našeho názoru, benefitem v následné reedukaci hybnosti zápěstí.

#### **6.4 KLIDOVÁ BOLESTIVOST A BOLESTIVOST PŘI POHYBU**

Přestože je bolest značně subjektivním a individuálním ukazatelem a velmi těžko ji lze zobecnit, přesto vzniklo několik hodnotících škál, díky kterým můžeme tento nepříjemný prožitek kvantifikovat a tudíž hodnotit. V dnešní době běžně užívanou škálou pro hodnocení bolesti je vizuální analogová škála, která podává informaci o intenzitě bolesti. Jedná se o jednoduché vyšetření pomocí úsečky v horizontální či vertikální poloze. Levý krajní bod úsečky představuje stav bez bolesti a pravý krajní bod naopak nejvyšší představitelnou bolest. Číselná hodnota pacientem zvoleného bodu na úsečce se určuje hodnotami 0-10, přičemž hodnota 0 znamená žádnou bolest a hodnota 10 nejvyšší stupeň bolestivosti. Náhradou za vizuální analogovou škálu může být numerická škála, kde na levém okraji úsečky je naznačen stav bez bolesti, čili 0 a na pravém okraji číselná hodnota pro nejvyšší stav bolesti, tedy 10 nebo 100. U malých dětí, které nedovedou přesně popsat bolest, je užívána škála obličejů bolesti (Opavský, 2011). Dotazník globální kvality bolesti McGillovy univerzity poskytuje informace o intenzitě bolesti, ale i o jejích kvalitách. Jeho součástí je i vizuální analogová škála, verbální posouzení současně prožívané bolesti a mapa bolesti (Opavský, 2011). Tento dotazník je často využíván v zahraničí. Používá se mimo jiné i k hodnocení chronické nenádorové bolesti.

Na výsledky léčby je nutné se dívat z více pohledů. Je nutné hodnotit objektivní i subjektivní výsledky léčby. Z tohoto důvodu považujeme za významné kritérium hodnocení léčby také bolest. Ačkoliv ji nelze chápat jako samostatný problém ovlivňující pacienta, nepochybně modifikuje jeho pohybové chování. Často objektivní parametry, jako je např. dobrý výsledný RTG nález, nekoreluje s výborným nálezem funkčním. Subjektivní potíže pacienta by měly být hodnoceny zároveň s faktory objektivními. A měly by tak tvořit jasné hodnotící kritérium výsledků léčby. Patří zde také problematika míry tolerance bolestivosti a rozdílné funkční požadavky pacienta na poraněnou končetinu. Především starší populace poraněných může totiž ve větší míře tolerovat vyšší stupně reziduální deformity poraněného distálního radia, např. díky sedavému životnímu stylu (Wang & Jupiter, 2002). Ve studii autorů Arora et al. (2009) srovnávali subjektivní a objektivní funkční výsledky s radiologickými nálezy dvou skupin pacientů s frakturou distálního radia. První skupinu tvořili testovaní léčení sádrou fixací a druhou skupinu pacienti léčení pomocí dlahové

osteosyntézy z volárního operačního přístupu. Mezi subjektivní ukazatele patřilo i hodnocení bolestivosti pomocí vizuální analogové škály. Přestože se jednalo o věkovou skupinu testovaných starších 70 let, byla pozorována významně nižší bolestivost u skupiny pacientů léčených konzervativně. Navíc nebyly shledány rozdíly mezi funkčními výsledky.

Každý jedinec vnímá bolest v odlišných situacích různě, a to v závislosti na aktuálním zdravotním a psychickém stavu. Bolest je významným ukazatelem, který nám poskytuje informaci o omezení v běžném životě. Zjišťovali jsme proto, jak velkou intenzitu bolesti naši testovaní mají a jakou přitom jejich bolest má v daném období kvalitu. První dotazování se na informace týkající se bolestivosti jsme prováděli po sejmutí fixace zápěstí a dále poté s odstupem 3, 6 a 8 týdnů. Nejednalo se tedy o tzv. akutní bolest, která má obrannou funkci, nýbrž o bolest vnímanou probandem zhruba 4 týdny po akutním poranění distálního radia. Úroveň této bolesti jsme měřili nepřímou. Pro hodnocení klidové bolesti a bolesti pociťované při běžném pohybu, jsme využili krátkou formu dotazníku bolesti McGillovy univerzity (Opavský, 2011). Výstupem byly numerické hodnoty a deskriptor bolesti. Námi využitý dotazník tedy poskytl informace o intenzitě bolesti (0 - žádná, 3 - silná bolest), ale i o její kvalitě (15 charakteristik typu, tzv. deskriptorů, bolesti). Ve sledovaných souborech testovaných probandů jsme zaznamenali statisticky významné rozdíly v intenzitě klidové bolestivosti a bolestivosti při pohybu po sejmutí fixace zápěstí a ve 3. a 6. týdnu měření. Ve všech těchto týdnech byla pozorována signifikantně větší bolestivost u II. skupiny probandů. Reziduální klidová bolestivost zápěstí se po 8 týdnech pozorování u I. skupiny nevyskytovala u žádného z testovaných. Naopak pohybová bolest u třech pacientů o intenzitě 1 (1x bodavá, 2x vystřelující). Reziduální bolestivost u II. skupiny po 8 týdnech pozorování se v klidu vyskytovala u jednoho testovaného o intenzitě 1 a při pohybu u šesti pacientů o intenzitě 1 (4x bodavá, 2x vystřelující).

Dalším problematickým bodem úspěšného hodnocení pacienta s bolestí, je získání jeho důvěry i ochoty spolupracovat na procesu hodnocení. Pro úspěšnost vzájemné spolupráce pacienta s terapeutem je proto důležitý samotný přístup vyšetřující osoby.

## 6.5 HODNOTÍCÍ SKÓRE DASH

Výsledky dotazníku DASH slouží jako vyšetřovací metoda tělesných funkcí a symptomů u pacientů s postižením muskuloskeletálního systému horní končetiny. Na výsledky léčby je nutné se dívat z obou stran. Je totiž nutné hodnotit objektivní i subjektivní výsledky léčby. Zde přináší nové poznatky Wilcke, Abbaszadegan a Adolphson (2007). Autoři hodnotí korelaci RTG nálezu, fyzikálních parametrů (ROM, síla stisku) s výsledným DASH skóre. Ve skupině 78 nemocných (22-95 let) zjišťují korelaci mezi objektivní metodou hodnocení výsledků (RTG nález, fyzikální parametry) se subjektivními výsledky léčby, jako je výsledná hodnota DASH skóre. V této studii hodnoty DASH skóre ukázaly slabou korelaci s věkem. Horší hodnoty DASH získali pacienti nad 50 let věku. V případě našich testovaných skupin jsme zaznamenali významně lepší hodnoty DASH skóre u I. skupiny ve všech testovaných týdnech. Lze konstatovat, že I. skupina testovaných se již v časně fázi rehabilitace mohla zapojit rychleji do provádění každodenních aktivit. Pozorovali jsme i pozitivní vliv na jejich psychiku.

Funkční výsledky hodnocené pomocí dotazníku DASH v korelaci s RTG nálezem u pacientů středního věku hodnotí práce Weila, Mosheiffa, Firmana, Liebergalla a Khouryho (2014). Dokládají operační výsledky v případě odložené osteosyntézy z volárního operačního přístupu po více jak 21 dnech. Tyto výsledky srovnávají se skupinou probandů, kteří byli operováni časně. Jejich výsledky jsou srovnatelné pro obě skupiny. Výsledky léčby u biologicky mladých pacientů hodnotí práce Knirka a Jupitera (1986). Za zásadní pokládají kvalitní operační rekonstrukci kloubního povrchu distálního radia. Tento fakt je, dle autorů, zásadní pro zlepšení funkčních výsledků léčby. Ve věkové skupině mladších pacientů je totiž obnova anatomických poměrů zápěstí zásadní také z hlediska následné minimalizace možnosti vzniku posttraumatické artrózy distálního radia (Goldfarb & Rudzki, 2006). Skupinu starších nemocných léčených operačně hodnotí Orbay a Fernandez (2004). Ti poukazují na výhody operativní intervence u nestabilního typu fraktury distálního radia i u vyšší věkové skupiny probandů (nad 75 let věku). Autoři výhody techniky vidí v operační stabilizaci již tak osteoporotického terénu zlomeniny. I přes vyšší věk 26 testovaných, poukazují na nízký počet vedlejších komplikací léčby. Z tohoto počtu zraněných dosáhlo předchozí úrovně funkční aktivity ruky až 20 zúčastněných. Soubor testovaných nemocných s širokým věkovým rozpětím hodnotí Rozental a Blazar (2006). Jejich skupina 41 testovaných s průměrným věkem 53 let (rozpětí 17-80 let) dosáhla dobrých až výborných funkčních výsledků i přes častý

výskyt pooperačních komplikací. Rozental a Blazar (2006) ve studii ale nehodnotí funkční výsledky mladších v porovnání se staršími zúčastněnými.

## 6.6 ELEKTROMYOGRAFICKÉ NÁLEZY

Povrchová EMG je vhodnou neinvazivní metodou, kterou lze hodnotit i svalovou únavu. Svalová únava je definována jako snížená schopnost svalu či svalů generovat potřebné napětí k udržení svalové síly (Gandevia, 2001). Ke svalové únavě také může vést opakovaná svalová kontrakce (Emery & Côté, 2002). Přitom ve vzniku svalové únavy je jedním z rozhodujících faktorů individuální svalová síla jedince (Hunter, Critchlow, Shin, & Enoka, 2004). Svalová únava je charakterizována zvýšenou amplitudou elektromyografického signálu a posunem k nižším frekvenčním spektrům (Krobot & Kolářová, 2011). Přitom tyto změny nastávají ve svalech ještě před dosáhnutím tzv. failure point (pokles produkované síly v určitém čase). Tzn. ve chvíli, kdy ještě není svalová únava klinicky manifestována (De Luca, 1997). Právě změny v MDF lze pokládat za nepřímou známku svalové únavy (Hawkes et al., 2015). Krobot a Kolářová (2011) definují svalovou únavu jako pocit slabosti, svalové bolesti nebo pokles výkonnosti svalu. Svalová únava se také může projevit poklesem schopnosti jedince zachovat danou úroveň výkonu. Stupeň únavy odpovídá sníženým zásobám glykogenu, zvýšení hladiny kyseliny mléčné, hromaděním zplodin metabolismu, snížením pH v tkáních a změnou prokrvení. Svalová únava je signálem pro přerušování práce a ochranou před poškozením svalů (Kittnar, 2011).

V našem experimentu jsme využili dynamometrii pro současnou izometrickou kontrakci vybraných svalů, které jsme snímali pomocí povrchové EMG. S ohledem na typ poranění ruky, jsme při pořizování záznamu EMG aktivity, byli limitováni velikostí síly izometrické svalové kontrakce na dynamometru na 4 kg. Takovou sílu stisku byli schopni vyvinout všichni testovaní po 3 týdnech od sejmání fixace s respektováním bolesti. V jiných typech zahraničních studií se běžně k měření využívá submaximální síla stisku (Ali et al., 2015), pokud není limitace ze strany zátěže končetiny (Hawkes et al., 2015). Jednotlivé pacienty I. a II. skupiny jsme testovali ve 3. a 6. týdnu po sejmání fixace zápěstí. V těchto týdnech byli všichni testovaní schopni dodržet požadovaný dynamometricky vyvíjený tlak a 5 sekund jej udržet. Tento druh testování byli pacienti schopni opakovat celkem 3x během jednoho EMG testování. Ke statistickému zhodnocení dat jsme poté využili druhé měření. Důvodem bylo získání přehlednosti v množství získaných dat, ale i skutečnost, že během prvního měření se testovaní jedinci nedostatečně soustředili a během třetího mohli být naopak unaveni.

Hodnotili jsme elektrickou aktivitu svalů m. ECRL, m. FCU a m. brachioradialis. Při prvním EMG měření byl index únavy, tzv. fatigue index (MDF slope %/min.), negativní pro sval m. ECRL I. a II. skupiny probandů a pro m. brachioradialis II. testované skupiny. Během druhého EMG měření byl MDF slope negativní pro m. brachioradialis I. i II. skupiny probandů a pro m. ECRL II. skupiny probandů.

Pro snímání elektrické aktivity svalů pomocí povrchové EMG jsme cíleně volili zástupce svalů z flexorové i extenzorové skupiny. Aktivita výše jmenovaných svalů je dobře snímatelná elektromyograficky a navíc mají tyto svaly bezprostřední vztah k motorice zápěstí. Dále jsme pro naše měření cíleně volili snímání aktivity m. brachioradialis, který je významným stabilizátorem lokte během flekčních aktivit (Boland, Spigelman, & Uhl, 2008). V průběhu měření byl na jednotlivé testované probandy kladen požadavek udržet stanovenou sílu stisku na dynamometru při současné 90° flexi lokte.

Ruka slouží jako uchopovací orgán, který je určený především k držení předmětů. Během držení předmětu dochází ke koaktivaci partnerských dvojic agonistů a antagonistů, tedy flexorů a extenzorů zápěstí a prstů. Flekční a extenční pohyby zápěstí jsou spolu takto svázány (Véle, 2006). Fakt, že flexorová a extenzorová skupina svalů pracuje na principu ko-kontrakce potvrzuje i studie autorů Suzuki, Yamazaki a Matsunami (1994). Tato studie zkoumá vztahy několika svalů předloktí během silového stisku ruky. Závěry studie potvrzují, že i při silovém stisku ruky pracují flexory a extenzory jako synergisté a současně stabilizují pozici zápěstí. Pokud by došlo k poklesu síly na kontrakce jedné skupiny, např. extenzorů, došlo by k pohybu v zápěstí ve flekčním směru a následné destabilizaci zápěstí. Pokud jsou síly vyvážené, extenzory zápěstí stabilizují zápěstí a regulují flekční sevření. Držení předmětů je velmi často využívanou činností ruky (Hägg & Mirelad, 1997). I přes určité metodické odlišnosti studie autorů Hägg & Mirelad (1997) dochází k závěru, že svalová únava se významněji projevuje na extenzorové svalové skupině. A to i přes to, že hlavním iniciátorem stisku je flexorová svalová skupina a extenzorová svalová skupina je nutná ke stabilizaci zápěstí. Tyto závěry odpovídají i našim výsledkům experimentu, protože jsme nezaznamenali svalovou únavu manifestovanou na flexorové svalové skupině.

Mezi flexory a extenzory prstů tedy existuje synergistický vztah. Po sejmutí fixace zápěstí často dochází k substituci extenze zápěstí pomocí extenzorů prstů. Tento fakt má v konečném důsledku vliv na sílu úchopu. Tento nesprávný stereotyp může být podmíněn i imobilizací zápěstí ve flekční pozici. V následné reedukaci hybnosti ruky musí být kladen důraz na izolovanou

kontrakci extenzorů zápěstí bez současné aktivace extenzorů prstů. Jedině takto může být docíleno zlepšení funkce prstů, síly úchopu a v konečném důsledku funkce celé ruky (Laseter, 2002).

## **7 LIMITY PRÁCE**

### **7.1 TYP OPERAČNÍHO VÝKONU**

Pro výběr vzorku probandů jsme využili tzv. zlatý standard v operační léčbě těchto pacientů a to chirurgické ošetření pomocí úhlově stabilních implantátů. V této souvislosti je i v dnešní době diskutovanou otázkou volba operačního přístupu (dorzální vs. palmární operační přístup). Na oddělení traumatologie Fakultní nemocnice Olomouc je při aplikaci dlahové osteosyntézy distálního radia využíván volární operační přístup. Dorzální operační přístup se vzhledem k nebezpečí poranění šlach extenzorů prstů zde nevyužívá.

### **7.2 VÝSKYT PŘIDRUŽENÝCH KOMPLIKACÍ**

Velmi častou komplikací v léčbě těchto pacientů je KRBS typu I. Tento syndrom byl diagnostikován u jednoho testovaného, tento jedinec byl automaticky ze studie vyřazen.

### **7.3 MNOŽSTVÍ PACIENTŮ**

Limitem by mohl být nedostatek pacientů pro daný výzkum. Našeho experimentu se zúčastnilo 40 testovaných, tedy v každé skupině 20 probandů. Tento počet by k objektivizaci funkčních výsledků mohl být dostatečný.

### **7.4 ODLÍŠNOST SLEDOVANÝCH SOUBORŮ Z HLEDISKA VĚKU**

Dalším významným limitem vědecké práce by mohla být věková nehomogenita testovaných souborů. Z hlediska epidemiologie tohoto poranění vyplývá, že se jedná spíše o poranění žen staršího věku. Tento fakt se potvrdil i v naší práci. Oba testované soubory si byly věkově velmi podobné. Skupinu I. tvořili pacienti s průměrným věkem 59,8 let a druhý soubor testování s 61,3letým věkovým průměrem.



## **7.5 INDIVIDUÁLNÍ LIMITY JEDNOTLIVÝCH PROBANDŮ**

V našem dotazníku jsme zjišťovali i lateralitu dotázaného, tedy, zda je pravák či levák. Sledované parametry byly hodnoceny s ohledem na hybnost na zdravé končetině, která byla považována za normu, co se hybnosti týče. Dále si uvědomujeme, že individuální potřeby či sociální anamnéza jednotlivých probandů je různá (zaměstnání, hobby, individuální schopnosti ruky apod.).

## **7.6 TECHNICKÉ LIMITY PRÁCE**

Je nutné brát v úvahu veškeré zevní a vnitřní faktory prostředí, které mohou mít vliv při snímání EMG signálu. Během jednotlivých měření jsme se vždy snažili vliv těchto faktorů minimalizovat. Patří zde např. artefakty vzniklé přítomností jiných elektrických zařízení. EMG vyšetření jsme prováděli vždy ve stejnou denní dobu. Jelikož jsme snímání EMG signálu z jednotlivých svalů předloktí prováděli ve 3. a 6. týdnu po sejmutí fixace, mohli jsme se dopustit jisté nepřesnosti při nalepení elektrod na testované svaly. Tuto chybu jsme minimalizovali označením snímaného místa fixou. I samotná aplikace elektrod mohla být zatížena chybou. Vyšetřující může chybovat při palpačním vyšetření jednotlivých svalových bříšek. Z toho důvodu jsme při palpaci kontrolovali elektrický signál z jednotlivých svalů na monitoru. Dále jsme limitovali artefakty v záznamu pomocí fixačních pásek na testovaných svalech předloktí.

## **7.7 APLIKACE DO PRAXE**

Jistým limitem vědecké práce by mohl být aspekt, zda bude reálné zavést tento nestandardní postup kinezioterapie do běžné praxe. Domníváme se, že díky tomuto postupu lze v konečném důsledku zkrátit celkovou dobu léčení tohoto poranění. Tudíž by tento postup mohl být z ekonomického i sociálního pohledu přínosem.

## 8 ZÁVĚRY

1. Disertační práce shrnuje poznatky týkající se problematiky poranění distálního radia se zaměřením na operační postupy při tomto poranění. Významná část práce, s ohledem na tento typ poranění, je věnována kineziologii horní končetiny, včetně ruky a následné pooperační rehabilitaci.

2. Zcela novým prvkem pooperační kinezioterapie byl intenzivní trénink pletencového svalstva postižené horní končetiny během období imobilizace akra. Cílem experimentální části práce tak bylo srovnání funkčních výsledků pacientů se standardním postupem kinezioterapie se skupinou pacientů, u kterých probíhal v době fixace zápěstí intenzivní trénink pletencového svalstva. Pro kompletní zhodnocení funkčních výsledků terapie bylo sledováno několik typů hodnotících parametrů.

3. Hodnocení funkčních výsledků poraněného akra horní končetiny bylo provedeno vícekrát, v přesně definovaných obdobích. Díky tomu bylo možné srovnat aktuální funkční nálezy dvou testovaných skupin probandů a současně posoudit i jeho dynamiku.

4. Nezbytnou součástí práce bylo vytvoření uceleného algoritmu pooperační kinezioterapie. V konkrétní léčebné praxi se osvědčilo samotný průběh vedené kinezioterapie rozdělit na více fází. Z tohoto důvodu je předložený algoritmus pooperační rehabilitace rozdělen do několika fází, které na sebe logicky navazují.

5. Po kompletním zhodnocení funkčního stavu akra u dvou skupin pacientů s operačně řešenou frakturou distálního radia jsme dospěli k následujícím závěrům:

Po sejmutí fixace zápěstí a po 3, 6 a 8 týdnech měření dosahovala I. skupina probandů statisticky významně vyšších hodnot hybnosti zápěstí než II. skupina ve směru : DF, PF a Su. Současně u I. skupiny testovaných byla při měření UD a RD zápěstí hybnost signifikantně větší po 6 a 8 týdnech měření a ve směru Pro po 8 týdnech měření.

Navíc jsme pozorovali i významně vyšší hybnost kloubů prstů u I. skupiny ve směru: flexe PIP ve všech testovaných týdnech a flexe MP a DIP kloubů ihned po sejmutí fixace zápěstí a po 3 týdnech měření.

Při hodnocení síly stisku poraněné horní končetiny pomocí dynamometrie vykazovala I. skupina probandů významně vyšší hodnoty po sejmutí fixace zápěstí.

Byl evidován významný rozdíl ve velikosti otoku přes zápěstí poraněné ruky ve všech testovaných týdnech. Velikost otoku tak byla u II. skupiny testovaných větší. Stejně tomu bylo i v případě zaznamenaného otoku přes hlavičky metakarpů s výjimkou 8. týdne měření.

I. skupina probandů současně vykazovala větší zručnost prstů obou rukou (tzn. operované i zdravé horní končetiny) ve všech týdnech měření. Stejně tak tato skupina dosahovala, ve všech hodnocených týdnech, významně lepší hodnoty DASH skóre.

Pozorovali jsme vyšší klidovou i pohybovou bolest po sejmutí fixace zápěstí a po 3 a 6 týdnech měření u II. skupiny probandů.

Při hodnocení změn elektromyografické aktivity vybraných svalů horní končetiny pomocí povrchové EMG vykazovaly známky únavy tyto testované svaly: m. ECRL a m. brachioradialis II. skupiny probandů během druhého měření.

## 9 SOUHRN

Dosavadní klinické studie potvrzují funkční souvislosti mezi akrální a pletencovou motorikou horní končetiny. Jedním z cílů disertační práce bylo zhodnotit, zda aktivace proximálních svalů horní končetiny v časném pooperačním období rehabilitace, příznivě ovlivní funkční stav akra a výsledek kinezioterapie u pacientů s operačně léčenou frakturou distálního radia. Srovnávali jsme funkční výsledky a klinické nálezy pacientů, kteří absolvovali standardní rehabilitaci, se skupinou pacientů, u kterých byl do pooperační rehabilitace navíc zařazen intenzivní trénink pletencového svalstva postižené horní končetiny již během období imobilizace akra (skupina probandů s rozšířenou formou kinezioterapie).

Celkem bylo ve studii hodnoceno 40 pacientů po operačním ošetření fraktury distálního radia. Do skupiny standardní kinezioterapie bylo zařazeno 20 pacientů a do skupiny s rozšířenou formou terapie rovněž 20 probandů. Všichni testovaní absolvovali kineziologická měření v časném pooperačním období, tj. v období 8 týdnů po sejmutí fixace zápěstí. Z hlediska funkčního stavu akra poraněné horní končetiny byly testovány: aktivní rozsahy pohybu zápěstí a prstů, síla stisku dynamometricky, velikost otoku operovaného akra, zručnost ruky, klidová bolest a bolest při pohybech ruky. Hodnocení funkce ruky bylo doplněno elektromyografickým vyšetřením vybraných svalů ovlivňujících motoriku ruky během izometrické kontrakce na dynamometru. Funkčnost končetiny byla dále posuzována pomocí dotazníku DASH.

Výsledky studie svědčí pro rychlejší úpravu klinického a funkčního stavu ruky i pro výraznější ústup bolesti při časném zapojení proximálního svalstva v rehabilitaci postižené horní končetiny. Bylo zjištěno, že tréninkem pletencového svalstva horní končetiny již v období imobilizace akra po fraktuře distálního radia, bylo možno dosáhnout objektivního i subjektivního zlepšení stavu ve srovnání se skupinou se standardní rehabilitační terapií.

U skupiny probandů s terapií rozšířenou o časnou aktivaci pletencového svalstva došlo k prokazatelně většímu zlepšení v rozsahu hybnosti, zručnosti a síly na akru postižené horní končetiny a k rychlejšímu a většímu ústupu otoku. V subjektivním hodnocení bylo u této skupiny probandů zaznamenáno významnější snížení klidové bolesti, bolesti při pohybech ruky a bylo dosaženo lepších výsledků DASH skóre.

Získané výsledky rehabilitace rozšířené o časnou aktivaci pletencového svalstva horní končetiny svědčí pro její příznivý vliv na úpravu funkce ruky po zlomenině distálního radia.

## 10 SUMMARY

The current clinical studies confirm a functional relation between the activity of hand muscles and shoulder muscle activity. One of the goals of this doctoral thesis was to find out whether or not the activation of the shoulder girdle muscles in the early postoperative period can favourably affect the hand restitution function and rehabilitation in patients with surgically treated distal radius fractures. We compared functional outcomes and clinical findings of patients who went through standard rehabilitation to the tested subjects with standard rehabilitation extended with intensive shoulder girdle muscles training while the wrist was immobilized (rehabilitation extended with shoulder girdle muscles activation).

A total of forty patients with surgically treated distal radius were examined in the study. The cohort was divided into two groups, 20 patients with standard kinesiotherapy, and the other 20 patients with rehabilitation extended with shoulder girdle muscle activation. All tested subjects went through kinesiological examination in the early postoperative period, i.e., within eight weeks after the fixation removal. With a view to a functional state of the injured hand of the affected upper limb the following indices and parameters were assessed: active wrist and fingers range of motion, hand grip strength (dynamometry), local swelling, finger dexterity, rest pain, and hand movement pain. A hand restitution assessment was supplemented by electromyography of selected muscles affecting the hand motor functioning using a dynamometer while an isometric contraction was carried out. The hand restitution function was further on assessed with a DASH score.

The results of this study showed faster improvement in the clinical and functional state of the hand as well as marked pain relief while using an early activation of the shoulder girdle muscles in rehabilitation of the affected upper limb. It was found that rehabilitation of the affected upper limb as early as in the period when the wrist was immobilized following a distal radius fracture brought an improvement in the patients' subjective and objective condition compared to standard kinesiotherapy.

The tested subjects with standard rehabilitation extended with shoulder girdle muscles activation had demonstrably greater improvements in the wrist and fingers range of motion, finger dexterity, hand grip strength (dynamometry) in the affected limb, and a reduced local swelling. A more significant reduction in rest pain, hand movement pain and a better DASH score were recorded in the subjective evaluation in this group of patients.

The obtained results of rehabilitation extended with the early shoulder girdle muscles activation support a favourable influence on the hand restitution function after a distal radius fracture.

## 11 REFERENČNÍ SEZNAM

- Adham, M. N., & Porembski, M. (2009). Flexor tendon problems after volar plate fixation of distal radius fractures. *Hand* 4(4), 406-409. doi: 10.1007/s11552-009-9180-0
- Ali, A., Sundaraj, K., Ahmad, R. B., Ahamed, N. U., Islam, A., & Sundaraj, S. (2015). Muscle fatigue in the three heads of the triceps brachii during a controlled forceful hand grip task with full elbow extension using surface electromyography. *Journal of Human Kinetics*, 46, 69-76. doi: 10.1515/hukin-2015-0035
- Alizadehkhayat, O., Fisher, A. C., Kemp, G. J., Vishwanathan, K., & Frostick, S. P. (2009). Assessment of functional recovery in tennis elbow. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 19(4), 631-638. doi: 10.1016/j.jelekin.2008.01.008
- Alizadehkhayat, O., Fisher, A. C., Kemp, G. J., Vishwanathan, K., & Frostick, S. P. (2011). Shoulder muscle activation and fatigue during a controlled forceful hand grip task. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21(3), 478-482. doi: 10.1016/j.jelekin.2011.03.002
- Arora, R., Lutz, M., Fritz, D., Zimmermann, R., Oberladstatter, J., & Gabl, M. (2005). Palmar locking plate for treatment of unstable dorsal dislocated distal radius fractures. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 125(6), 399-404. doi: 10.1007/s00402-005-0820-8
- Arora, R., Gabl, M., Gschwentner, M., Deml, C., Krappinger, D., & Lutz, M. (2009). A comparative study of clinical and radiologic outcomes of unstable colles type distal radius fractures in patients older than 70 years: nonoperative treatment versus volar locking plating. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 23(4), 237-242. doi: 10.1097/BOT.0b013e31819b24e9
- Barrie, K.A., & Wolfe, S.W. (2002). Internal fixation for intraarticular distal radius fractures. *Techniques Hand and Upper Extremity Surgery*, 6(1), 10-20. Retrieved from [http://journals.lww.com/techhandsurg/Fulltext/2002/03000/Internal\\_Fixation\\_for\\_Intraarticular\\_Distal\\_Radius.4.aspx?trendmd-shared=0#](http://journals.lww.com/techhandsurg/Fulltext/2002/03000/Internal_Fixation_for_Intraarticular_Distal_Radius.4.aspx?trendmd-shared=0#)

- Bartoníček, J., & Heřt, J. (2004). *Základy klinické anatomie pohybového aparátu*. (1st. ed.). Praha: Maxdorf.
- Bastlová, P., Krobot, A., Zítková, L. & Míková, M. (2011). Svalové synergie horní končetiny: Polyemg studie pro klinickou praxi. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství*, 18(1), 3-8. Retrieved from <http://www.prolekare.cz/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi-clanek/svalove-synergie-horni-koncetiny-polyemg-studie-pro-klinickou-praxi-34606>
- Bishop, A. (1964). Use of the hand in lower primates. In J. Buettner-Janusch, *Evolutionary and genetic biology of primates*. (1st. ed., pp. 133-135). New York, USA: Academic Press Inc.
- Boland, M. R., Spigelman, T. & Uhl, T. L. (2008). The function of brachioradialis. *The Journal of the Hand Surgery*, 33(10), 1853-1859. doi: 10.1016/j.jhsa.2008.07.019
- Brúhnová, L. (2002). Testování úchopu jako základ pro nácvik úchopových forem. *Rehabilitácia*, 35(2), 102-104. Retrieved from <http://www.medvik.cz/bmc/link.do?id=bmc03004814>
- Butterworth, G., Verweij, E., & Hopkins, B. (1997). The development of prehension in infants: Halverson revisited. *British Journal of Developmental Psychology*, 15, 223-226. doi: 10.1111/j.2044-835X.1997.tb00736.x
- Carmeli, E., Patish, H., & Coleman, R. (2003). The aging hand. *Journal of Gerontology: medical sciences*, 58A(2), 146-152. Retrieved from <http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/lookup/pmid?view=long&pmid=12586852>
- Carr, J., & Shepherd, R. (2000). *Neurological rehabilitation: Optimizing Motor Performance*. (3rd ed., pp. 52-53, 126-127). Oxford, Great Britain: Butterworth-Heinemann.
- Castiello, U. (2005). The neuroscience of grasping. *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 726-736. doi: 10.1038/nrn1744
- Cíbochová, R. (2004). Psychomotorický vývoj dítěte v prvním roce života. *Pediatric pro praxi*, 6, 291-297. Retrieved from <http://www.solen.cz/pdfs/ped/2004/06/07.pdf>



- Crawford, S. N., Lee, L. S. K., & Izuka, B. H. (2012). Closed treatment of overriding distal radial fractures without reduction in children. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 94(3), 246-252. doi: 10.2106/JBJS.K.00163
- Čápková, J. (2008). *Terapeutický koncept „Bazální programy a podprogramy“*. (1st ed., p. 23). Ostrava: Repronis.
- Čihák, R. (2001). *Anatomie I*. (1st. ed., pp. 226-248 ). Praha: Grada Publishing.
- Čižmář, I., & Brychta, P. (2006). Zlomeniny distálního radia. In J. Pilný, & I. Čižmář, *Chirurgie zápěstí* (1st. ed., pp. 108-110, 120). Praha: Galén.
- De Luca, C. J. (1997). The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, 13, 135-163. Retrieved from <http://delsys.com/decomp/078.pdf>
- Devanne, H., Cohen, L. G., Kouchtir-Devanne, N., & Capaday, C. (2002). Integrated motor cortical control of task-related muscles during pointing in humans. *Journal of Neurophysiology*, 87(6), 3006-3017. Retrieved from <http://jn.physiology.org/content/87/6/3006.full.pdf+html>
- Devanne, H., Cassim, F., Eithier, Ch., Brizzi, L., Thevenon, A., & Capaday, C. (2006). The comparable size and overlapping nature of upper limb distal and proximal muscle representations in the human motor cortex. *European Journal of Neuroscience*, 23(9), 2467-2476. doi: 10.1111/j.1460-9568.2006.04760x
- Diogo, R., & Wood, B. (2011). Soft tissue anatomy of the primates: phylogenetic analyses based on the muscles of the head, neck, pectoral region and upper limb, with notes on the evolution of these muscles. *The Journal of Anatomy*, 219(3), 273-359. doi: 10.1111/j.1469-7580.2011.01403.x
- Durand, S., Marin, F., Oberlin, C., & Ho Ba Tho, M. Ch. (2011). Morphogenesis of the human palma arch using three-dimensional geometric modeling. *Clinical Anatomy*, 24(7), 874-879. doi: 10.1002/ca.21178

- Dylevský, I. (2009). *Speciální kineziologie*. (1st ed., pp. 99-129). Praha: Grada.
- Emery, K., & Côté, J. (2012). Repetitive arm motion-induced fatigue affects shoulder but not endpoint position sense. *Experimental Brain Research*, 216(4), 553-64. doi: 10.1007/s00221-011-2959-6
- Fernandez, D. L. (2000). Fractures of the distal radius. In T. P. Rüedi, & W. M. Murphy, *AO principles of fracture management* (2nd ed.). Stuttgart, Germany: AO Publishing.
- Fernandez, D. L., & Jupiter, J. B. (2002). *Fractures of the distal radius. A practical approach to management*. (2nd ed., pp. 26, 55-58). New York, USA: Springer.
- Flinkkilä, T. (2014). Classification distal radius fractures. . In L. M. Hove, T. Lindau, & P. Holmer, *Distal radius fractures: current concepts*. (1st. ed., p. 83). Heidelberg, Germany: Springer.
- Forssberg, H., Eliasson, A. C., Kinoshita, H., Johansson, R. S., & Westling, G. (1991). Development of human precision grip I: Basic coordination of force. *Experimental Brain Research*, 85, 451-457. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1893993>
- Gajdoš, R. (2010). AO Trauma Masters Course Davos 2009 - Upper Extremity. *Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Čechoslovaca*, 77, 161-162. Retrieved from <http://www.achot.cz/detail.php?stat=363>
- Gandevia, S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 81(4), 1725-1789. <http://physrev.physiology.org/content/81/4/1725.long>
- Goldfarb, C. A., & Rudzki, J. R. (2006). Fifteen-year outcome of displaced intra-articular fractures of the distal radius. *The Journal of the Hand Surgery*, 31A(4), 633-639. doi: 10.1016/j.hsa.2006.01.008
- Gordon, A. M., & Forssberg, H. (1997). *Neurophysiology and neuropsychology of motor development*. (1st ed., pp. 215-216). London, England: Mac Keith Press.

- Grewal, R., Perey, B., Wilmink, M. & Stothers, K. (2005). A randomized prospective study on the treatment of intra-articular distal radius fractures: open reduction and internal fixation with dorsal plating versus mini open reduction, percutaneous fixation, and external fixation. *The Journal of Hand Surgery*, 30(4), 764-772. doi:10.1016/j.jhsa.2005.04.019
- Grice, K. O., Vogel, K. A., Le, V., Mitchell, A., Muniz, S., & Vollmer, M. A. (2003). Adult Norms for a Commercially Available Nine Hole Peg Test for Finger Dexterity. *The American Journal of Occupational Therapy*, 57(5), 570-573. doi:10.5014/ajot.57.5.570
- Hadraba, I. (1996). Vztah mezi dynamickými ortézami ruky a úchopem. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství*, 3(4), 165-166.
- Hägg, G. M., & Mirelad, E. (1997). Forearm extensor and flexor muscle exertion during simulated gripping work - an electromyographic study. *Clinical Biomechanics*, 12(1), 39-43. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0268-0033\(96\)00049-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0268-0033(96)00049-6)
- Hamill, J., & Knutzen, K. M. (2003). *Biomechanical Basis of Human Movement*. (2nd. ed., pp. 154-155, 157-159). Baltimore, USA: Williams & Wilkins.
- Hanus, M., Trč, T., & Handl, M. (2009). Využití funkční léčby v terapii zlomenin distálního radia. *Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Čechoslovaca*, 7, 116-120. Retrieved from <http://www.achot.cz/detail.php?stat=257>
- Hawkes, D. H., Alizadehkhayyat, O., Kemp., G. J., Fisher, A. C., Roebuck, M. M., & Frostick, S. P. (2015). Electromyographic assessment of muscle fatigue in massive rotator cuff tear. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 25(1), 93-99. doi: 10.1016/j.jelekin.2014.09.010
- Hess, S. A. (2000). Functional stability of the glenohumeral joint. *Manual Therapy*, 5(2), 63-71. doi: <http://dx.doi.org/10.1054/math.2000.0241>
- Hoppenfeld, S. (1976). *Physical examination of the spine and extremities*. (1st. ed., pp. 62-63). Norwalk, USA: Appleton & Lange.

- Hove, L. M. (2014). A historical review of the distal radius fracture. In L. M. Hove, T. Lindau, & P. Holmer, *Distal radius fractures: current concepts*. (1st. ed., pp.12-14). Heidelberg, Germany: Springer.
- Hunter, S. K., Critchlow, A., Shin, I. S., & Enoka, R.M. (2004). Fatigability of the elbow flexor muscles for a sustained submaximal contraction is similar in men and women matched for strength. *Journal of Applied Physiology*, 96(1), 195-202. doi:10.1152/jappphysiol.00893.2003
- Cho, J. Y., Gong, H. S., Song, Ch., H., Lee, Y. H., & Baek, G. H. (2014). Evaluation of physical performance level as a fall risk factor in women with a distal radial fracture. *The Journal of Bone and Joint Surgery Am.*, 96(5), 362-365. doi: 10.2106/JBJS.L.01359
- Chung, K., C., Kotsis, S. V., & Kim, H. M. (2007). Predictors of functional outcomes after surgical treatment of distal radius fractures. *The Journal of Hand Surgery*, 32(1), 76-83. doi: 10.1016/j.jhsa.2006.10.010
- Chung, K. C., Squitieri, L., & Kim, H. M. (2008). Comparative outcomes study using the volar locking plating system for distal radius fractures in both young adults and adults older than 60 years. *The Journal of Hand Surgery*, 33(6), 809-819. doi: 10.1016/j.jhsa.2008.02.016
- Incel, N. A., Ceceli, E., Durukan, P. B., Erdem, H. R., & Yorgancioglu, Z. R. (2002). Grip strength: effect of hand dominance. *Singapore Medical Journal* 43(5), 234-237. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12188074>
- Ira, D., Čižmář, I., Krtička, M., Dráč, P., Bortlíček, Z., & Mašek, M. (2011). Časná sutura versus ligamentoplastika léze skafolunárního vazů-srovnání klinických výsledků. *Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Čechoslovaca*, 78, 149-155. Retrieved from <http://www.achot.cz/detail.php?stat=434>
- Ischii, S., & Palmer, A .K. (1998). An anatomic study of the ligamentous structure of the triangular fibrocartilage complex. *The Journal of the Hand Surgery*, 23A(6), 977-985. doi: 10.1016/S0363-5023(98)80003-8

- Janda, V., & Pavlů, D. (1993). *Goniometrie*. (1st ed., pp. 39-67). Brno: IDVPZ.
- Jupiter, J. B., Ring, D., & Weitzel, P. P. (2002). Surgical treatment of redisplaced fractures of the distal radius in patients older than 60 years. *The Journal of Hand Surgery*, 27(4), 714-723. doi: <http://dx.doi.org/10.1053/jhsu.2002.34007>
- Kapandji, I. A. (2007). *The physiology of the joints. Volume 1, Upper limb*. (6th ed., pp. 120, 146-204). New York, USA: Churchill Livingstone.
- Kendall, F. P. (1993). *Muscles testing and function*. (4th ed.). Baltimore, USA: Williams & Wilkins.
- Kennedy, C. A., Beaton, D. E., Solway, S., McConnell, S. & Bombadier, C. (2011). *The DASH and QuickDASH Outcome Measure User's Manual*. (3rd. ed.). Toronto, Canada: Institute for Work & Health.
- Kim, J. Y., & Tae, S. K. (2014). Percutaneous distal radius – ulna pinning of distal radius fractures to prevent settling. *The Journal of Bone and Joint Surgery Am.*, 39(10), 1921-1925. doi: 10.1016/j.jhsa.2014.07.008.
- Kittnar, O. (2011). *Lékařská fyziologie*. (1st. ed., p. 111). Praha: Grada Publishing.
- Klán, J., & Topinková, E. (2003). Pády a jejich rizikové faktory ve stáří. *Česká Geriatrická Revue*, 2, 38-43. Retrieved from [http://www.prolekare.cz/pdf?ida=gr\\_03\\_02\\_08.pdf](http://www.prolekare.cz/pdf?ida=gr_03_02_08.pdf)
- Knirk, J. L., & Jupiter, J. B. (1986). Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *The Journal of Bone and Joint Surgery Am.*, 68(5), 647-659. Retrieved from <http://jbjs.org/content/68/5/647.long>
- Kolář, P. (2009). Klasifikace podle symptomatologie. In Kolář et al., *Rehabilitace v klinické praxi* (1st. ed., p. 413). Praha: Galén.

- Kozin, S. H., Porter, S., Clark, P., & Thoder, J. J. (1999). The contribution of the intrinsic muscles to grip and pinch strength. *The Journal of Hand Surgery*, 24(1), 64-72. doi: 10.1053/jhsu.1999.jhsu24a0064
- Krajčík, Š. (2006). Pády a ich príčiny v starobe. *Via Practica*, 3(7/8), 344-346. Retrieved from <http://www.solen.sk/pdf/Krajcik.pdf>
- Krivošíková, M. (2011). *Úvod do ergoterapie*. (1.st. ed., p. 203). Praha: Grada.
- Krobot, A., Míková, M., & Bastlová, P. (2004). Poznámky k vývojovým aspektům rehabilitace poruch ramene. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství*, 11(2), 88-94. Retrieved from <http://www.prolekare.cz/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi-clanek/poznamky-k-vyvojovym-aspektumrehabilitace-poruch-ramene-29536>
- Krobot, A. (2005). Rehabilitace ramenního pletence u hemiparetických nemocných. *Neurologie pro Praxi*, 6(6), 284-289. Retrieved from <http://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2005/06/03.pdf>
- Krobot, A., & Kolářová, B. (2011). *Povrchová elektromyografie v klinické rehabilitaci*. (1. st. ed., p. 31). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Krutky, M. A., & Perreault, E. J. (2007). Motor cortical measures of use-dependent plasticity are graded from distal to proximal in the human upper limb. *Journal of Neurophysiology*, 98(6), 3230-3241. doi: 10.1152/jn.00750.2007
- Kumar, S. A. J., Parmar, V., Ahmed, S., Kar, S., & Harper, W. M. (2008). A study of grip endurance and strength in different elbow positions. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*, 9(4), 209-211. doi: 10.1007/s10195-008-0020-8
- Kumbaraci, M., Kucuk, L., Karapinar, L., Kurt, C., & Coskuno, E. (2014). Retrospective comparison of external fixation versus volar locking plate in the treatment of unstable intra-articular distal radius fractures. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, 24(2), 173-178. doi: 10.1007/s00590-012-1155-0

- LaFontaine, M., Hardy, D., & Delince, P. (1989) Stability assessment of distal radius fractures. *Injury*, 20(4), 208-210. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2592094>
- Laseter, G. F. (2002). Therapist's management of distal radius fractures. In J. M. Hunter, L. P. T. Mackin, & A. D. Callahan, *Rehabilitation of the hand and upper extremity*. (5th ed., pp. 1136-1155). St. Louis, USA: Mosby.
- Laseter, G. F. (2006). External and internal fixation of unstable distal radius fractures. In S. L. Burke, J. P. Higgins, M. A. McClinton, R. J. Souders, & L. Valdata, *Hand and upper extremity rehabilitation*. (3th. ed., p. 489). Philadelphia, USA: Churchill Livingstone.
- Laseter, G. F., & Carter, P. (1996). Management of distal radius fractures. *Journal of Hand Therapy*, 9(2), 114-128. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8784675>
- Latash, M. L. (2008). *Synergy*. (1.st. ed., pp. 204-205). New York, USA: Oxford University Press.
- Li, Z. M., Zatsiorsky, V. M., & Latash, M. L. (2000). Contribution of the extrinsic and intrinsic hand muscles to the moments in finger joints. *Clinical Biomechanics*, 15(3), 203-211. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0268-0033\(99\)00058-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0268-0033(99)00058-3)
- Lindau, T., & Hagert, C. G. (2014). Anatomy of the wrist. In L M. Hove, T. Lindau, & P. Holmer, *Distal radius fractures: current concepts*. (1st. ed., p. 22). Heidelberg, Germany: Springer.
- Lindsay, D. T. (1996). *Functional human anatomy*. (1st. ed., p. 310). St. Louis, USA: Mosby.
- Lugo, R., Kung, P., & Benjamin, C. M. (2008). Shoulder biomechanics. *European Journal of Radiology*, 68(1), 16-24. doi: 10.1016/j.ejrad.2008.02.051
- MacDermid, J. C., Richards, R. S., & Roth, J. H. (2001). Distal radius fracture: A prospective outcome study of 275 patients. *Journal of the Hand Therapy*, 14(2), 154-169. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11382255>

- Maciel, J. S., Taylor, N. F., & McIlveen, C. (2005). A randomized clinical trial of activity-focussed physiotherapy on patients with distal radius fractures. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 125(8), 515-520. doi: 10.1007/s00402-005-0037-x
- Mafi, P., Mafi, R., Hindocha, S., Griffin, M., & Khan, W. (2012). A systematic review of dynamometry and its role in hand trauma assessment. *The Open Orthopaedics Journal*, 6(1), 95-102. doi: 10.2174/1874325001206010095
- Macháčková, K., Vyskotová, J., Opavský, J., & Sochorová, H. (2007). Diagnostika poruch senzomotorických funkcí ruky pacientů po ischemické cévní mozkové příhodě: Případová studie. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství*, 14(3), 114-121. Retrieved from <http://www.prolekare.cz/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi-clanek/diagnostika-poruch-senzomotoricky-funkci-ruky-pacientu-po-ischemicke-cevni-mozkove-prihode-pripadove-studie-1847>
- Marzke, M. W., & Marzke, R. F. (2000). Evolution of the human hand: approaches to acquiring analysis and interpreting the anatomical evidence. *The Journal of Anatomy*, 197(1), 121-140. doi: 10.1046/j.1469-7580.2000.19710121.x
- Mason, C. R., Theverapperuma, L. S., Hendrix, C. M., & Ebner, T. J. (2004). Monkey hand postural synergies during reach-to-grasp in the absence of vision of the hand and object. *Journal of Neurophysiology*, 91(6), 2826-2837. doi: 10.1152/jn.00653.2003
- Mathiowetz, V., Weber, K., Kashman, N., & Volland, G. (1985). Adult norms for the Nine Hole Peg Test of finger dexterity. *The Occupational Therapy Journal of Research*, 5(1), 24-37. doi:10.5014/ajot.57.5.570
- Mayer, M., & Hluštík, P. (2004). Ruka u hemiparetického pacienta. Neurofyziologie, patofyziologie, rehabilitace. *Rehabilitácia*, 41(1), 9-13. Retrieved from <http://www.medvik.cz/link/bmc04012165>
- McRae, R., & Esser, M. (2002). *Practical fracture treatment*. (4th ed., p. 63). Edinburgh, Scotland: Churchill Livingstone.



- Melgari, J. M., Pasqualetti, P., Pauri, F., & Rossini, P. M. (2008). Muscles in „Concert": Study of primary motor cortex upper limb functional topography. *Plos One* 3(8), 1-11. doi: 10.1371/journal.pone.0003069
- Michaelsen, S. M., Jacobs, S., Robi-Brami, A., & Levin, M. F. (2004). Compensation for distal impairments of grasping in adults with hemiparesis. *Experimental Brain Research*, 157, 162-173. doi: 10.1007/s00221-004-1829-x
- Michlovitz, S. L., LaStayo, P. C., Alzner, S., & Watson, E. (2001). Distal radius fractures: Therapy practice patterns. *Journal of Hand Therapy*, 14(4), 249-257. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11762724>
- Michlovitz, S. L. (2004). Principles of hand therapy. In R. A. Berger & A. C. Weiss, *Hand surgery*. (1st. ed., p. 111). Philadelphia, USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Modi, Ch. S., Ho, K., Smith, Ch. D., Boer, R., & Turner, S. M. (2010). Dynamic and static external fixation for distal radius fractures – A systematic review. *Injury*, 41(10), 1006-1011. doi: 10.1016/j.injury.2010.02.030
- Mottram, S. L. (1997). Dynamic stability of the scapula. *Manual Therapy*, 2(3), 123-131. doi: 10.1054/math.1997.0292
- Myers, T. W. (2001). *Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists*. (1st. ed., p. 126). Edinburgh, Scotland: Churchill Livingstone.
- Nagy, L. (2005). Salvage of post-traumatic arthritis following distal radius fracture. *Hand Clinics*, 21(3), 489-498. doi: 10.1016/j.hcl.2005.03.005
- Nana, A. D., Joshi, A., & Lichtman, D. M. (2005). Planting of the distal radius. *Journal of the American Academy of Orthopaedic surgeons*, 13(3), 159-171. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15938605>

- Napier, J. R. (1960). Studies of the hands of living primates. *Journal of Zoology*, 134(4), 647-657. doi: 10.1111/j.1469-7998.1960.tb05606.x
- Nellans, K. W., Kowalski, E., & Chung, K. C. (2012). The epidemiology of distal radius fractures. *Hand Clinics*, 28(2), 113-125. doi: 10.1016/j.hcl.2012.02.001
- Nesbitt, K. S., Failla, J. M., & Les, C. (2004). Assessment of instability factors in adult distal radius fractures. *The Journal of the Hand Surgery*, 29(6), 1128-1138. doi: 10.1016/j.jhsa.2004.06.008
- Oestern, H. J. (2014). Distal radius fractures. In H. J. Oestern, O. Trentz, & S. Uranues, *Bone and joint injuries*, (1st. ed., p. 121-122). Heidelberg, Germany: Springer.
- Opavský, J. (2011). *Bolest v ambulanci praxi*. (1st. ed., pp. 77-81). Praha: Maxdorf.
- Orbay, J. L., & Fernandez, D. L. (2002). Volar fixation for dorzally displaced fractures of the distal radius: a preliminary report. *The Journal of the Hand Surgery Am.*, 27(2), 205-215. doi.org/10.1053/jhsu.2002.32081
- Orbay, J. L., & Fernandez, D. L. (2004). Volar fixed-angle plate fixation for unstable distal radius fractures in the elderly patient. *The Journal of the Hand Surgery*, 29A(1), 96-102. doi.org/10.1016/j.jhsa.2003.09.015
- Orbay, J. L. (2005). Volar Plate Fixation of Distal Radius Fractures. *Hand Clinics*, 21, 347-354. doi: 10.1055/s-0033-1350086
- Oztop, E., Bradley, N. S., & Arbib, M. A. (2004). Infant grasp leasing: a computational model. *Experimental Brain Research*, 158(4), 480-503. doi: 10.1007/s00221-004-1914-1
- Pacovský, V. (2003). Zlomeniny distálního radia. 1. část: Statistické zhodnocení souboru. *Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Čechoslovaca*, 70(2), 108-111. Retrieved from <http://www.medvik.cz/link/bmc03014173>

- Pacovský, V., & Svatoš, F. (2011). Korekční osteotomie distálního radia. *Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Čechoslovaca*, 78, 41-45. Retrieved from [http://www.achot.cz/dwnld/achot\\_2011\\_1\\_41\\_45.pdf](http://www.achot.cz/dwnld/achot_2011_1_41_45.pdf)
- Patel, M. (1959). Two Lyonesse surgeons of the 18th century: Claude Pouteau and Marc-Antonie Petit. *Le Progres Medical*, 87, 337-341. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14430831>
- Perugia, D., Guzzini, M., Civitenga, C., Guidi, M., Diminedó, C., Fontana, D., & Ferretti, A. (2014). Is it really necessary to restore radial anatomic parameters after distal radius fractures? *Injury*, 45(6), 21-26. doi: 10.1016/j.injury.2014.10.018
- Pfeifer, M., Sinaki, M., Gusens, P., Boonen, S., Preisinger, E., & Minne, H.W. (2004). Musculoskeletal rehabilitation in osteoporosis. A review. *Journal of Bone and Mineral Research*, 19(8), 1208-1214. doi: 10.1359/JBMR.040507
- Pilný, J. (2011). Zlomeniny distálního radia. In J. Pilný, R. Slodička et al., *Chirurgie ruky* (1st. ed., p. 159). Praha: Grada Publishing.
- Pilný, J., Kubeš, J., Hoza, P., Mechl, M., & Višňa, P. (2007). Skafolunární nestability zápěstí po zlomeninách distálního radia. *Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Čechoslovaca*, 77, 55-58. Retrieved from [http://www.achot.cz/dwnld/0701\\_55.pdf](http://www.achot.cz/dwnld/0701_55.pdf)
- Pokorný, V. (2002). Poranění horní končetiny. In V. Pokorný, *Traumatologie* (1st ed., p. 163). Praha: Triton.
- Prommersberger, K. J., van Schoonhoven, J., & Laubach, S. (2000). Pseudoarthroses after distal radius fractures. What is the role of the distal radioulnar joint? *Handchirurgie. Plastische Chirurgie*, 32(6), 379-389. doi: 10.1055/s-2000-10910
- Richard, M. J., Wartinbee, D. A., Riboh, J., Miller, M., Leversedge, F. J., & Ruch, D. S. (2011). Analysis of the complications of palmar plating versus external fixation for fractures of the distal radius. *The Journal of Hand Surgery*, 36(10), 1614-1620. doi: 10.1016/j.jhssa.2011.06.030

- Rikli, D. A., & Regazzoni, P. (1996). Fractures of the distal end of the radius treated by internal fixation and early function. *The Journal of the Hand Surgery*, 78(4), 588-592. Retrieved from <http://www.bjj.boneandjoint.org.uk/content/jbjsbr/78-B/4/588.full.pdf>
- Rossi, E., Mitnitski, A., & Feldman, A. G. (2002). Sequential control signals determine arm and trunk contributions to hand transport during reaching in humans. *The Journal of Physiology*, 538(2), 659-671. doi: 10.1113/jphysiol.2001.012809
- Roy, J. S., Moffet, H., McFadyen, B. J., & MacDermid, J. C. (2010). The kinematics of upper extremity reaching: a reliability study on people with and without shoulder. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy and Technology*, 2(8), 1-12. doi: 10.1186/1758-2555-2-8
- Rozental, T. D. & Blazar, P. E. (2006). Functional outcome and complications after volar plating for dorsally displaced, unstable fractures of the distal radius. *The Journal of the Hand Surgery*, 31A(3), 359-365. doi: 10.1016/j.jhsa.2005.10.010
- Rozental, T. D., Makhni, E. C., Day, C. S., & Bouxsein, M. L. (2008). Improving evaluation and treatment for osteoporosis following distal radial fractures. A prospective randomized intervention. *The Journal of Bone & Joint Surgery Am.*, 90(5), 953-961. doi: 10.2106/JBJS.G.01121
- Rubenstein, L. Z. (2006). Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age and Ageing*, 35(2), 36-41. doi: 10.1093/ageing/af1084
- Sangole, A. P., & Levin, M. F. (2008). Arches of the hand in reach to grasp. *Journal of Biomechanics*, 41(4), 829-837. doi: 10.1016/j.jbiomech.2007.11.006
- Smith, D. W., Brou, K. E., & Henry, M. H. (2004). Early active rehabilitation for operatively stabilized distal radius fractures. *Journal of the Hand Therapy*, 17(1), 43-49. doi: 10.1197/j.jht.2003.10.006

- Schieber, M. H., & Santello, M. (2004). Hand function: peripheral and central constraints on performance. *Journal of Applied Physiology*, 96, 2293-2300. doi: 10.1152/jappphysiol.01063.2003
- Schusterová, B., Krobot, A., Bastlová, P., Mlíka, R., & Míková, M. (2004). Podstata a cíle léčebné rehabilitace ramenního pletence u hemiparetika. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství*, 11(1), 52-58. Retrieved from <http://www.prolekare.cz/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi-clanek/podstata-a-cile-lecebne-rehabilitaceramenniho-pletence-u-hemiparetika-29545>
- Sigmund, L., Hanák, V., & Pravda, O. (1994). *Zoologie strunatců*. (1st ed., p. 59). Praha: UK.
- Sigurdardottir, K. (2014). Epidemiology. In L. M. Hove, T. Lindau, & P. Holmer, *Distal radius fractures: current concepts*.(1st. ed., p. 37). Heidelberg, Germany: Springer.
- Simic, P. M., & Weiland, A. J. (2003). Fractures of the distal aspect of the radius: changes in treatment over the past two decades. *The Journal of Bone & Joint Surgery Am.*, 85A(3), 552-564. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12690848>
- Slutsky, D. J. (2005). Predicting the outcome of distal radius fractures. *Hand Clinics*, 21(3), 289-294. doi: 10.1016/j.hcl.2005.03.001
- Smith, D. W., Brou, K. E., & Henry, M. H. (2004). Early active rehabilitation for operatively stabilized distal radius fractures. *Journal of the Hand Therapy*, 17(1), 43-49. doi: 10.1197/j.jht.2003.10.006
- Soderberg, G. L. (1997). *Kinesiology. Application to pathological motion*. (2nd ed.). Baltimore, USA: Williams & Wilkins.
- Soe, N. H., & Buch, L. (2014). Complex regional pain syndrome. In L. M. Hove, T. Lindau, & P. Holmer, *Distal radius fractures: current concepts*.(1st. ed., pp. 285-286) Heidelberg, Germany: Springer.

- Suzuki, M., Yamazaki, Y., & Matsunami, K. (1994). Relationship between force and electromyographic activity during rapid isometric contraction in power grip. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 93(3), 218-224. Retrieved from <http://e.guigon.free.fr/rsc/article/SuzukiMEtA194.pdf>
- Synn, A. J., Makhni, E. C., Makhni, M. C., Rozentel, T. D., & Day, Ch. S. (2009). Distal radius fractures in older patients: is anatomic reduction necessary? *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 467(6), 1612-1620. doi: 10.1007/s11999-008-0660-2
- Ting, L. H., & McKay, J. L. (2007). Neuromechanics of muscle synergies for posture and movement. *Current Opinion in Neurobiology*, 17, 622-628. doi: 10.1016/j.conb.2008.01.002
- Toth, N. (1985). Archeological evidence for preferential right-handedness in the lower and middle pleistocene, and its possible implications. *Journal of Human Evolution*, 14(6), 607-614. doi: 10.1016/S0047-2484(85)80087-7
- Toufar, P., Křiváček, A., Kloub, M., & Kopačka, P. (2004). Zlomeniny distálního radia - operační terapie. *Úrazová Chirurgie*, 12(4), 11-19. Retrieved from <http://www.medvik.cz/link/bmc05004217>
- Trojan, S., Druga, R., Pfeiffer, J., & Votava, J. (1996). *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. (1st. ed., pp. 148-155). Praha: Grada Publishing.
- Vaivre-Douret, L., & Burnod, Y. (2001). Development of a global motor rating scale for young children (0-4 years) including eye-hand grip coordination. *Child: Care, Health and Development*, 27(6), 515-534. doi: 10.1046/j.1365-2214.2001.00221.x
- van Grunsven, W., Njiokiktjien, C., Vranken, M., & Vuylsteke-Wauters. (2003). Ontogenetic trends in gnostic hand function in 3 - to 12-yr-old children. *Perceptual and Motor Skills*, 96, 1043-1061. doi: 10.2466/pms.2003.96.3c.1043
- Ven-Stevens, L. A. W., Graff, M. J. L., Sellers, R. W., Schreuders, T. A. R., Linde, H., Spauwen, P. H., & Geurts, A. C. H. (2015). Instruments for assessment of impairments and activity limitations

- in patients with hand conditions. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 47(10), 948-956. doi: 10.2340/16501977-2015
- Véle, F. (1997). *Kineziologie pro klinickou praxi*. (1st. ed., pp. 188, 247-254). Praha: Grada Publishing.
- Véle, F. (2006). *Kineziologie: Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. (2ed., pp. 278-291, 313-319). Praha: Triton.
- Vojta, V., & Peters, A. (1995). *Vojtův princip. Svalové souhry v reflexní lokomoci a motorické ontogeneze*. (1st. ed., pp. 15-17). Praha: Grada Publishing.
- Vyskotová, J., & Macháčková, K. (2013). *Jemná motorika. Vývoj, motorická kontrola, hodnocení a testování*. (1st ed., pp. 32, 41, 49). Praha: Grada.
- Wang, J., & Jupiter, J. B. (2002). Introduction to distal radius fractures. In J. M. Hunter, L. P. T. Mackin, & A. D. Callahan, *Rehabilitation of the hand and upper extremity*. (5th ed., p. 1119). St. Louis, MO: Mosby.
- Wang, Y. C., Magasi, S. R., Bohannon, R. W., Ruben, D. B., & McCreath, H. E. (2011). Assessing dexterity function: a comparison of two alternatives for the NIH Toolbox. *Journal of Hand Therapy*, 24(4), 313-321. doi: 10.1016/j.jht.2011.05.001
- Weil, Y. A., Mosheiff, R., Firman, S., Liebergall, M., & Khoury, A. (2014). Outcome of delayed primary internal fixation of distal radius fractures: a comparative study. *Injury*, 45(6), 960-964. doi: 10.1016/j.injury.2014.02.011
- Wiesendanger, M. & Serrien, D. J. (2001). Neurological problems affecting hand dexterity. *Brain Research Reviews*, 36, 161-168. doi.org/10.1016/S0165-0173(01)00091-1

- Wilcke, M. K. T., Abbaszadegan, H., & Adolphson, P. Y. (2007). Patient-perceived outcome after displaced distal radius fractures. A comparison between radiological parameters, objective physical variables, and the DASH score. *Journal of the Hand Therapy, 20*(4), 290-299. doi: 10.1197/j.jht.2007.06.001
- Winges, S. A., Weber, D. J., & Santello, M. (2003). The role of vision on hand preshaping during reach to grasp. *Experimental Brain Research, 152*(4), 489-498. doi: 10.1007/s00221-003-1571-9
- Wright, T. W., Horodyski, M. B., & Smith, D. W. (2005). Functional outcome of unstable distal radius fractures: ORIF with a volar fixed-angle tine plate versus external fixation. *The Journal of the Hand Surgery, 30*(2), 289-299. doi: 10.1016/j.jhsa.2004.11.014
- Yancosek, K. E., & Howell, D. (2009). A narrative review of dexterity assessments. *Journal of Hand Therapy, 22*(3), 258-270. doi: 10.1016/j.jht.2008.11.004
- Young, B. T., & Rayan, G. M. (2000). Outcome following nonoperative treatment of displaced distal radius fractures in low-demand patients older than 60 years. *The Journal of the Hand Surgery, 25A*(1), 19-28. doi: 10.1053/jhsu.2000.jhsu025a0019
- Zeman, M. (2001). Traumatologie. In M. Zeman et al., *Speciální chirurgie*. (2nd ed., p. 459). Praha: Galén.



## 12 PUBLIKAČNÍ A PŘEDNÁŠKOVÁ ČINNOST

### Publikace vztahující se problematice

Jančíková, V., Dráč, P. (2013). Využití funkčních vztahů rameno - ruka v cílené kinezioterapii ruky. *Sborník abstraktů z XII. Kongresu České společnosti chirurgie ruky s mezinárodní účastí a I. kongresu České společnosti rehabilitace ruky*, Sepetná, Beskydy, s. 52, ISBN 978-80-260-4793-3.

Jančíková, V. (2014). How should we treat elbow fractures in children? *The Book of the Abstracts of the 7th International Conference Movement and Health 2014*, Olomouc, pp. 84-85, ISSN 1212-1185.

Jančíková, V. (2014). Možnosti posilování dynamických stabilizátorů zápěstí. *Odborná příloha časopisu Bedeker zdravia - Chirurgia ruky 2014*, Tále, Slovensko, s. 18, ISSN 1337-2734.

Jančíková, V. (2015). Využití svalových synergií horní končetiny v reedukaci akrální motoriky. *Sborník Abstrakt z XXII. sjezdu Společnosti rehabilitační a fyzikální medicíny*, Luhačovice, s. 17, ISSN 978-80-87450-13-0.

Jančíková, V. (2015). Terapie ruky indirektivními metodami. *Sborník abstrakt z 27. Celostátní odborné konference České asociace ergoterapeutů*, Ostrava, s. 12, ISBN 978-80-905252-3-8.

Jančíková, V. (2015). Zásady kinezioterapie po frakturách proximálního humeru. *Sborník abstrakt z XIII. Kongresu České společnosti chirurgie ruky s mezinárodní účastí a II. kongresu České společnosti rehabilitace ruky*, Harrachov, s. 20.

Jančíková, V., Dráč, P., Opavský, J. (2015). Klinické projevy postižení motoriky u zlomenin distálního radia. *Medicína pro praxi*, 12(5), s. 308-310, ISSN 1214-8687.

Jančíková, V., Opavský, J., Krobot, A. (2016). Využití funkčních vztahů rameno - ruka v cílené kinezioterapii po poranění distálního radia. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 23(1), s. 36-41, ISSN 1211-2658.

Jančíková, V., Opavský, J., Dráč, P., Krobot, A., Čižmář, I. Vliv aktivace pletencového svalstva na funkční výsledek rehabilitace po frakturách distálního radia ošetřených operačně. *Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Czechoslovaca* 84(2) - bude publikováno v 2017.

### **Přednášky vztahující se k problematice**

Jančíková, V., Dráč, P. Využití funkčních vztahů rameno-ruka v cílené kinezioterapii ruky. XII. Kongres České společnosti chirurgie ruky s mezinárodní účastí a I. kongres České společnosti rehabilitace ruky, Horský hotel Sepetná, Beskydy, 14. - 16.11.2013.

Jančíková, V. Možnosti posilování dynamických stabilizátorů zápěstí. X. Slovenský kongres chirurgie ruky s mezinárodní účastí, Tále, Slovensko, 2. - 3.10.2014.

Jančíková, V. Využití svalových synergií horní končetiny v reedukaci akrální motoriky. XXII. Sjezd společnosti rehabilitační a fyzikální medicíny, Luhačovice, 22. - 23.5.2015.

Jančíková, V. Terapie ruky indirektivními metodami. 27. celonárodní odborná konference České asociace ergoterapeutů, Ostrava, 11. - 12.6.2015.

Jančíková, V. Zásady kinezioterapie po frakturách proximálního humeru. XIII. Kongres České společnosti chirurgie ruky s mezinárodní účastí a II. kongres České společnosti rehabilitace ruky, hotel Sklář Harrachov, 13. - 14.11.2015.

### **Ostatní publikace a přednášky**

Bastlová, P., Tomsová, J., Jančíková, V., Szmeková, L., Jurutková, Z. Mozek a svaly nerozluční kamarádi. Přednáškové odpoledne určené pro posluchače dětské univerzity na UP v Olomouci, 27.11.2013.

Bastlová, P., Javůrková, N., Jančíková, V., Tomsová, J. (2014). Funkční testy a povrchová elektromyografie - možnosti hodnocení horní končetiny u hemiparetiků. *Sborník abstrakt z XXI. Sjezdu společnosti rehabilitační a fyzikální medicíny*, Luhačovice, ISBN 978-80-87450-10-9.

Jančíková, V. Možnosti kinezioterapie u dynamických nestabilit bederní páteře. Moravské dny ortopedie a úrazové chirurgie, Olomouc, 27. - 28.3.2014.

Jančíková, V., Srovnalová, I. Terapeutické úskalí bilaterální traumatické ruptury m. quadriceps femoris. Konference „Neurorehabilitace chůzí“ s mezinárodní účastí, Olomouc, 1.10. - 2.10.2015.

Jančíková, V., Srovnalová, I. (2015). Terapeutické úskalí bilaterální traumatické ruptury m. quadriceps femoris. *Sborník abstrakt z konference „Neurorehabilitace chůzí“ s mezinárodní účastí*, Olomouc, s. 16, ISBN 978-80-244-4829-9.

Tomsová, J., Jančíková, V., Můčková, A. Jak jsem přišel na svět. Přednáškové odpoledne určené pro posluchače dětské univerzity na FZV UP v Olomouci, 18.11.2015.

Jančíková, V. (2015). Význam pohybové aktivity seniorů v prevenci pádů. *Studia sportiva*, 9(2), s. 94-99, ISSN 1802-7679.

Nerušilová, P., Kalabusová, J., Jančíková, V. Možnosti automobilizačních cvičení pro zdravotníky. VII. Luklův kardiologický den, Olomouc, 3. - 4.10.2016.

Jančíková, V. „Když berle nestačí“ - včasná pooperační péče o polytraumatizovaného pacienta z pohledu fyzioterapeuta. Přednáškový večer spolku lékařů, LF UP Olomouc, 12.10.2016.

## **13 PŘÍLOHY**

Příloha 1 Použité zkratky

Příloha 2 Seznam obrázků, seznam grafů

Příloha 3 Seznam tabulek

Příloha 4 Informovaný souhlas

Příloha 5 Vyjádření etické komise

Příloha 6 Dotazník pro odběr dat

Příloha 7 Krátká forma dotazníku bolesti McGillovy univerzity

Příloha 8 Nine Hole Peg Test

Příloha 9 Dotazník DASH

## **Příloha 1 Použité zkratky**

ADL	activities of daily living
art.	articulatio
CNS	centrální nervová soustava
DASH	The Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (škála hodnotící postižení paže, ramene a ruky)
DIP	distální interphalangeální kloub
DF	dorzální flexe
EMG	elektromyografie
KRBS	komplexní regionální bolestivý syndrom
kg	kilogram
m., mm.	musculus, muscoli
m. brachiorad.	brachioradialis
m. ECRL	extensor carpi radialis longus
m. ECU	extenzor carpi ulnaris
m. EDC	extenzor digitorum comunnis
m. EPL	extenzor pollicis longus
m. FDP	flexor digitorum profundus
m. FDS	flexor digitorum superficialis
m. FCR	flexor carpi ulnaris
m. FDC	flexor digitorum comunnis
m. FCU	flexor carpi ulnaris
m. LD	latissimus dorsi
m. PQ	pronator quadratus
MDF	medián frekvence
MP	metakarpofalangeální kloub
n.	nervus
NHPT	Nine Hole Peg Test
např.	například
OKŘ	otevřený kinematický řetězec
PF	palmární flexe
PIP	proximální interphalangeální kloub
Pro	pronace

RD	radiální dukce
TFCC	Triangulární fibroartilagosní komplex
ROM	range of motion (rozsah pohybu)
RTG	rentgen
Sup	supinace
TH/L úsek	thorakolumbální úsek
UD	ulnární dukce
ZKŘ	zavřený kinematický řetězec
ZF	zevní fixátor

## **Příloha 2 Seznam obrázků, seznam grafů**

<b>Obrázek 1.</b> Zobrazení šikmých svalových řetězců (Myers, 2001, 17).....	20
<b>Obrázek 2.</b> Portrét Claude Poteau (Hove, 2014, 12).....	31
<b>Obrázek 3.</b> Abraham Colles (Hove, 2014, 12).....	31
<b>Obrázek 4.</b> Zlomenina distálního radia (Zeman, 2001, 459) .....	33
<b>Obrázek 5.</b> Fyziologický sklon distálního konce radia (Barrie & Wolfe, 2002, 12) .....	37
<b>Obrázek 6.</b> Kvartilový box graf - Distribuce velikosti otoku přes zápěstí ve skupině I. a II.....	71
<b>Obrázek 7.</b> Kvartilový box graf - Distribuce velikosti otoku přes hlavičky metakarpů ve skupině I. a II. ....	73
<b>Obrázek 8.</b> Kvartilový box graf - Distribuce skóre DASH ve skupině I. a II.....	80

### **Příloha 3 Seznam tabulek**

<b>Tabulka 1.</b> Výskyt jednotlivých typů zlomenin distálního radia v testovaných souborech.....	51
<b>Tabulka 2.</b> Algoritmus rehabilitace po frakturách distálního radia .....	55
<b>Tabulka 3.</b> Popisné charakteristiky aktivní hybnosti zápěstí do DF, PF a UD vyjádřené v procentech hybnosti zdravé končetiny a popisné charakteristiky změny hybnosti vzhledem k funkčnímu stavu po fixaci .....	64
<b>Tabulka 4.</b> Popisné charakteristiky aktivní hybnosti zápěstí do RD, Sup a Pro vyjádřené v procentech hybnosti zdravé končetiny a popisné charakteristiky změny hybnosti vzhledem k funkčnímu stavu po fixaci .....	65
<b>Tabulka 5.</b> Popisné charakteristiky aktivní hybnosti prstů vyjádřené v procentech hybnosti zdravé končetiny a popisné charakteristiky změny hybnosti vzhledem k funkčnímu stavu po fixaci .....	67
<b>Tabulka 6.</b> Popisné charakteristiky síly stisku měřené dynamometricky a výsledky porovnání testované skupiny probandů I. a II. ....	69
<b>Tabulka 7.</b> Popisné charakteristiky velikosti otoku zápěstí v centimetrech a popisné charakteristiky změny otoku vzhledem k jeho velikosti po sejmutí fixace .....	70
<b>Tabulka 8.</b> Popisné charakteristiky velikosti otoku přes hlavičky metakarpů v centimetrech a popisné charakteristiky změny otoku vzhledem k jeho velikosti po sejmutí fixace .....	72
<b>Tabulka 9.</b> Popisné charakteristiky NHPT u obou porovnávaných skupin a výsledné hodnoty signifikance Mann-Whitney U testu .....	75
<b>Tabulka 10.</b> Popisné charakteristiky a výsledky měření klidové bolesti a popisné charakteristiky změny klidové bolesti vzhledem ke stavu po sejmutí fixace .....	76
<b>Tabulka 11.</b> Popisné charakteristiky a výsledky měření pohybové bolesti a popisné charakteristiky změny pohybové bolesti vzhledem ke stavu po sejmutí fixace .....	77
<b>Tabulka 12.</b> Porovnání skupin v charakteru pohybové bolestivosti .....	78
<b>Tabulka 13.</b> Popisné charakteristiky skóre DASH u obou porovnávaných skupin a výsledné hodnoty signifikance Mann-Whitney U testu .....	79
<b>Tabulka 14.</b> Hodnoty mediánů frekvence (MDF) a indexu únavy svalů MDF slope (%/min.) pro testované svaly I. a II. skupiny probandů .....	81
<b>Tabulka 15.</b> Hodnoty mediánů frekvence (MDF) a indexu únavy svalů MDF slope (%/min.) pro testované svaly I. a II. skupiny probandů .....	82



#### **Příloha 4 Informovaný souhlas**

Souhlasím s prováděním diagnostického vyšetření pro disertační práci „Efekt rozšířené kinezioterapie u poruch funkce ruky se skeletálním poraněním“ vypracovanou Mgr. Věrou Jančíkovou na Traumatologickém oddělení FN Olomouc. Výzkumný projekt se zabývá hodnocením funkčních výsledků léčby u pacientů po fraktuře distálního radia řešených operačním způsobem.

Prohlášení:

Prohlašuji, že souhlasím s účastí na uvedeném projektu, s vyšetřením hybnosti a měřením pomocí elektromyografického přístroje v Kineziologické laboratoři FN v Olomouci.

Prohlašuji, že jsem byl(a) jsem srozumitelně seznámen(a) s průběhem vyšetření. Souhlasím s jejich provedením a nahlédnutím do mé zdravotní dokumentace. Prohlašuji, že moje účast na tomto projektu je dobrovolná a mám možnost od spolupráce kdykoliv bez udání důvodů odstoupit.

Veškeré takto získané informace v souvislosti s Vaším písemným souhlasem budou zpracovány v souladu se zákonem o ochraně osobních údajů a dat.

V Olomouci, dne: .....

Jméno  
vyšetřujícího: .....

Jméno  
klienta: .....

Podpis  
Vyšetřujícího: .....

Podpis  
klienta: .....

## Příloha 5 Vyjádření etické komise



FAKULTNÍ NEMOCNICE  
OLOMOUC

Personální úsek

Vážená paní  
Mgr. Věra Jančíková  
Oddělení rehabilitace FNOL

VÁŠ DOPIS ZE DNE

NAŠE ZNAČKA  
OVLZ/2013

VYŘIZUJE/LINKA  
Mgr. Věra Sukopová


DATUM  
11. července 2013

### Umožnění studie

Vážená paní magistro,

Sděluji Vám, že souhlasím s umožněním studie v rámci Vaší disertační práce na téma „Optimalizace kinezioterapie u poruch funkce ruky po skeletálních poraněních.“  
Studie bude realizována na Traumatologickém oddělení FNOL.

S pozdravem

  
Mgr. Věra Sukopová  
Personální úsek  
Fakultní nemocnice Olomouc

FAKULTNÍ NEMOCNICE OLOMOUC  
I.P.Pavlova 6, 775 20 Olomouc, tel. 588 44 2326  
personální úsek  
(15)

### Na vědomí:

- primář TRAUM
- primář REHAB

I. P. Pavlova 6  
775 20 Olomouc  
tel: +420 588 442 326

fax: +420 585 413 841  
e-mail:  
vera.sukopova@fnol.cz  
www.fnol.cz

profesionalita a lidský přístup

Bank. spojení: Česká spořitelna, a. s.  
Číslo účtu: 2934392/0800

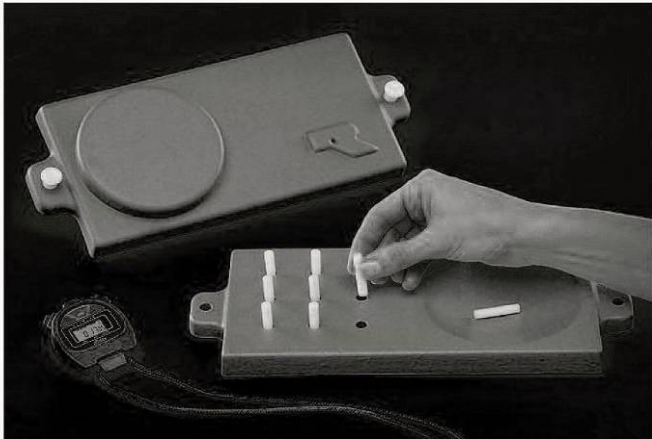

IČ: 00098892  
DIČ: CZ00098892



**Příloha 7 Krátká forma dotazníku bolesti McGillovy univerzity**

Deskriptor bolesti	žádná - 0	mírná - 1	středně silná - 2	silná - 3
1. tepavá (bušivá)				
2. vystřelující				
3. bodavá				
4. ostrá				
5. křečovitá				
6. hlodavá (jako zakousnutí)				
7. pálivá - palčivá				
8. tupá přetrvávající (bolavé, rozbolavělé)				
9. tíživá (těžká)				
10. citlivé (bolestivé na dotyk)				
11. jako by mělo prasknout (jako by mělo puknout)				
12. unavující - vyčerpávající				
13. protivná (odporná)				
14. hrozná (strašná)				
15. mučivá - krutá				

## Příloha 8 Nine hole peg test

<b>Mobilis Rolyan Workshop</b> <b>9 Hole Peg Test</b>	
Assessment	9 Hole Peg Test
Assessment Tool	Indications; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Test fine motor co-ordination</li> <li>• Test hand/eye co-ordination</li> <li>• Test ability to follow simple directions</li> </ul>
Summary	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The objective of evaluating manual &amp; finger dexterity is to provide data about the speed, accuracy &amp; quality of hand &amp; finger use.</li> <li>• Brief, standardised, quantitative test</li> <li>• Small and portable</li> <li>• Easy administration, quick, minimum 5 minute administration</li> <li>• Can be cleaned</li> </ul>
Reliability & Validity	<ul style="list-style-type: none"> <li>• High inter-rater reliability &amp; good test-retest reliability</li> <li>• Evidence for concurrent &amp; convergent validity</li> <li>• Sensitivity to detect minor impairments of hand function</li> </ul>
Contra-indication / Limitations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• If unusual discomfort occurs, discontinue</li> <li>• No motor function</li> </ul>
Advantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Norms available</li> <li>• Written &amp; Verbal standardised instructions</li> <li>• Can be administered by a wide variety of trained examiners</li> </ul>
Disadvantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Only a small area test, should not be used in isolation to assess function</li> <li>• Performance on the 9-Hole Peg Test may be sensitive to practice effects</li> <li>• Patients often display poorer performance when first tested due to lack of familiarity with the task</li> </ul>
	
	

## Administration

- Test dominant hand first
- Position board horizontally with rounded container next to tested hand
- Read following directions to the patient:
  - This will be a practice test. Pick up the pegs one at a time using the hand to be tested only. Place them in the holes until all nine holes are filled. Then remove all of them one at a time. The pegs can be placed in the holes in any order. This is a practice test. Are you ready?
  - Begin
  - If person does not understand instructions demo can be performed
  - After patient completes practice test, read the following:
    - This will be the actual test. Pick up the pegs one at a time using the hand to be tested only. Place them in the holes until all nine holes are filled. Then remove all of them one at a time. The pegs can be placed in the holes in any order.
  - Are you ready?
  - Begin
  - Start stop watch as soon as person touches first peg & stop as last peg hits container
  - Reposition unit on opposite side & repeat test

### Male Norms

Age	Hand	Mean	SD	SE	Low	High
20-24	R	16.1	1.9	.35	13	22
	L	16.8	2.2	.41	13	23
25-29	R	16.7	1.6	.31	14	21
	L	17.7	1.6	.31	15	21
30-34	R	17.7	2.5	.48	14	24
	L	18.7	2.2	.48	14	24
35-39	R	17.9	2.4	.48	15	26
	L	19.4	3.5	.70	14	28
40-44	R	17.7	2.2	.43	14	22
	L	18.9	2.0	.39	16	24
45-49	R	18.8	2.3	.43	15	24
	L	20.4	2.9	.55	15	27
50-54	R	19.2	1.8	.36	15	22
	L	20.7	2.3	.46	16	25
55-59	R	19.2	2.6	.56	14	25
	L	21.0	3.2	.70	17	27
60-64	R	20.3	2.6	.54	15	25
	L	21.0	2.5	.51	18	27
65-69	R	20.7	2.9	.55	15	29
	L	22.9	3.5	.67	18	30
70-74	R	22.0	3.3	.65	17	30
	L	23.8	3.9	.77	16	33
75+	R	22.9	4.0	.80	17	35
	L	26.4	4.8	.96	19	37
All Male Subjects	R	19.0	3.2	.18	13	35
	L	20.6	3.9	.22	13	37

### Female Norms

Age	Hand	Mean	SD	SE	Low	High
20-24	R	15.8	2.1	.41	12	22
	L	17.2	2.4	.47	14	26
25-29	R	15.8	2.2	.43	13	23
	L	17.2	2.1	.40	15	25
30-34	R	16.3	1.9	.36	13	20
	L	17.8	2.0	.40	15	22
35-39	R	16.4	1.6	.32	14	20
	L	17.3	2.0	.40	15	21
40-44	R	16.8	2.1	.37	14	23
	L	18.6	2.8	.51	15	24
45-49	R	17.3	2.0	.39	13	23
	L	18.4	1.9	.38	16	24
50-54	R	18.0	2.5	.50	14	24
	L	20.1	3.0	.60	16	26
55-59	R	17.8	2.6	.52	14	26
	L	19.4	2.3	.47	16	24
60-64	R	18.4	2.0	.39	15	22
	L	20.6	2.2	.44	17	25
65-69	R	19.5	2.3	.44	16	25
	L	21.4	2.7	.51	17	26
70-74	R	20.2	2.7	.51	15	26
	L	22.0	2.7	.51	18	27
75+	R	21.5	2.9	.58	17	31
	L	24.6	4.3	.85	18	35
All Female Subjects	R	17.9	2.8	.16	12	31
	L	19.6	3.4	.19	14	35

#### References:

- Jerosch-Herold C. (2005) An Evidence Based Approach to Choosing Outcome Measures: A checklist for the critical appraisal of Validity, Reliability and Responsiveness Studies. *British Journal of Occupational Therapy* Aug 2005 68(8): 347-353
- McPhee S. (1987) Functional Hand Evaluations: a review. *American Journal of Occupational Therapy*. 43(3):158-163.
- Mathiowetz V; Weber K;Kashman N;Volland G (1985) Adult norms for the nine-hole peg test of finger dexterity. *Occupational Therapy Journal of Research* 5:1:25-37
- Mathiowetz V; Volland G; Kashman N; Weber K. IN: Wade DT (1992). *Measurement in neurological rehabilitation*. New York: Oxford University Press. Pg.171-171
- Simpson C. (2005) 2nd Ed. *Hand Assessment: A clinical guide for therapists*. Cronwell Press Ltd.

## POSTIŽENÍ PAŽE, RAMENE A RUKY

# DASH

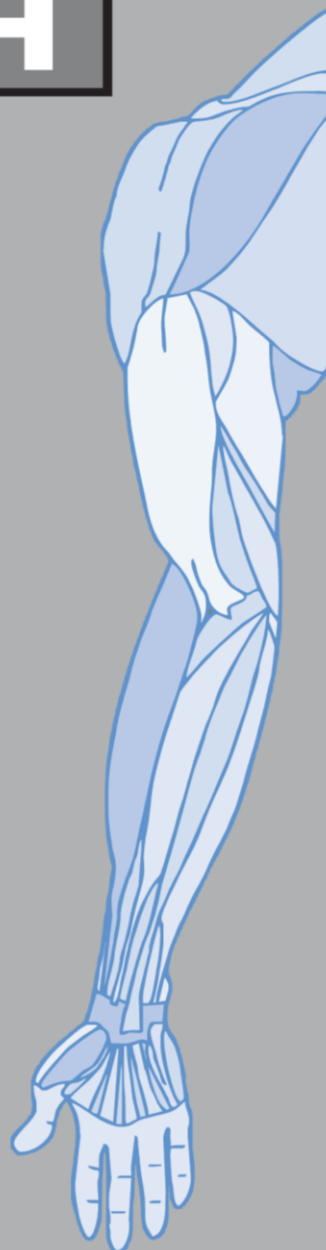
### INSTRUKCE

Tento dotazník se ptá na Vaše potíže a schopnost vykonávat určité činnosti.

Odpovězte prosím na *každou otázku* a vycházejte přitom ze svého stavu v minulém týdnu. Zakroužkujte vhodné číslo.

Pokud jste v minulém týdnu tuto činnost neprováděl/a, zkuste co nejlépe odhadnout, jaká odpověď je nejpřesnější.

Nezáleží na tom, kterou ruku k činnosti používáte a na způsobu, jak ji děláte; odpovězte prosím podle toho, jak jste schopen/schopna činnost provádět.



© Institute for Work & Health 2006. All rights reserved.

Czech translation developed by Oxford Outcomes Ltd, Oxford, UK under contract by GlaxoSmithKline, UK

## POSTIŽENÍ PAŽE, RAMENE A RUKY

Zhodnoťte prosím svou schopnost vykonávat v minulém týdnu dále uvedené činnosti a zakroužkujte číslo pod příslušnou odpovědí.

	ŽÁDNÉ POTÍŽE	MÍRNÉ POTÍŽE	STŘEDNÍ POTÍŽE	ZÁVAŽNÉ POTÍŽE	NEMOHU VYKONÁVAT
1. otevřít těsně zašroubovaný nebo nový uzávěr na sklenici	1	2	3	4	5
2. psát	1	2	3	4	5
3. otočit klíčem	1	2	3	4	5
4. připravit jídlo	1	2	3	4	5
5. zatlačit a otevřít těžké dveře	1	2	3	4	5
6. odložit něco na polici nad hlavou	1	2	3	4	5
7. provádět namáhavé domácí práce (např. umýt podlahu, kachličky)	1	2	3	4	5
8. pracovat na zahradě nebo kolem domu	1	2	3	4	5
9. ustlat postel	1	2	3	4	5
10. nést nákupní tašku nebo aktovku	1	2	3	4	5
11. nést něco těžkého (nad 5 kg)	1	2	3	4	5
12. vyměnit žárovku umístěnou nad hlavou	1	2	3	4	5
13. umýt si vlasy nebo vysušit vlasy fénem	1	2	3	4	5
14. umýt si záda	1	2	3	4	5
15. navléknout si svetr přes hlavu	1	2	3	4	5
16. krájet si jídlo nožem	1	2	3	4	5
17. rekreační činnosti, které nejsou namáhavé (hraní karet, pletení atd.)	1	2	3	4	5
18. rekreační aktivity, při kterých namáháte nebo zatěžujete paži, rameno nebo ruku (např. golf, používání kladívka, tenis atd.)	1	2	3	4	5
19. rekreační aktivity, při kterých volně pohybujete rukou (např. házení lehkých předmětů jako je frisbee, badminton, míč atd.)	1	2	3	4	5
20. dopravit se někam (dostat se z místa na místo)	1	2	3	4	5
21. sexuální aktivity	1	2	3	4	5



## POSTIŽENÍ PAŽE, RAMENE A RUKY

	VŮBEC NE	TROCHU	STŘEDNĚ	HODNĚ	MIMOŘÁDNĚ
22. Nakolik Vám během minulého týdne vadily problémy s paží, ramenem nebo rukou při běžných sociálních aktivitách s rodinou, přáteli, sousedy nebo zájmovými skupinami? <i>(zakroužkujte číslo)</i>	1	2	3	4	5

	VŮBEC NEVADILY	TROCHU VADILY	STŘEDNĚ VADILY	VELMI VADILY	VŮBEC TO NEMOHU DĚLAT
23. Vadily Vám během minulého týdne problémy s paží, ramenem nebo rukou při práci nebo jiných pravidelných každodenních činnostech? <i>(zakroužkujte číslo)</i>	1	2	3	4	5

Ohodnoťte prosím, jak silné byly v minulém týdnu dále uvedené příznaky *(zakroužkujte číslo)*

	ŽÁDNÉ	MÍRNÉ	STŘEDNÍ	ZÁVAŽNÉ	MIMOŘÁDNĚ SILNÉ
24. bolesti paže, ramena nebo ruky	1	2	3	4	5
25. bolesti paže, ramena nebo ruky při provádění nějaké konkrétní činnosti	1	2	3	4	5
26. brnění (mravenčení) v paží, rameni nebo ruce	1	2	3	4	5
27. slabost v paží, rameni nebo ruce	1	2	3	4	5
28. ztuhlost v paží, rameni nebo ruce	1	2	3	4	5

	ŽÁDNÉ POTÍŽE	MÍRNÉ POTÍŽE	STŘEDNÍ POTÍŽE	ZÁVAŽNÉ POTÍŽE	TAK VELKÉ POTÍŽE, ŽE NEMOHU SPÁT
29. Jak velké potíže jste měl/a během minulého týdne se spánkem kvůli bolesti paže, ramena nebo ruky? <i>(zakroužkujte číslo)</i>	1	2	3	4	5

	SILNĚ NESOUHLASÍM	NESOUHLASÍM	ANI SOUHLASÍM ANI NESOUHLASÍM	SOUHLASÍM	SILNĚ SOUHLASÍM
30. Kvůli problémům s paží, ramenem nebo rukou se cítím méně zdatný/á, méně užitečný/á nebo mám menší sebedůvěru. <i>(zakroužkujte číslo)</i>	1	2	3	4	5

**DASH SKÓR POSTIŽENÍ/ PŘÍZNAKŮ** =  $\frac{(\text{součet } n \text{ odpovědí})}{n} - 1$  x 25, kde n je rovno počtu zodpovězených otázek.

DASH skór by se **neměl** počítat v případě více než 3 chybějících odpovědí.

## POSTIŽENÍ PAŽE, RAMENE A RUKY

### MODUL O PRÁCI (VOLITELNÝ)

Následující otázky zjišťují dopad Vašich potíží s paží, ramenem nebo rukou na schopnost pracovat (včetně práce v domácnosti, je-li to Vaše hlavní zaměstnání).

Uvedte prosím, jaká je Vaše práce: \_\_\_\_\_

nepracuji (můžete tuto část vynechat)

Zakroužkujte prosím číslo, které nejlépe popisuje Vaši tělesnou schopnost v minulém týdnu. Měl/a jste nějaké potíže při:

	ŽÁDNÉ POTÍŽE	MÍRNÉ POTÍŽE	STŘEDNÍ POTÍŽE	ZÁVAŽNÉ POTÍŽE	NEMOHU VYKONÁVAT
1. používání běžných pracovních postupů při práci?	1	2	3	4	5
2. vykonávání běžné práce kvůli bolestem paže, ramene nebo ruky?	1	2	3	4	5
3. provádění práce tak dobře, jak byste si přál/a?	1	2	3	4	5
4. trávení obvyklého množství času při práci?	1	2	3	4	5

### MODUL O SPORTU/PROVOZOVÁNÍ HUDBY (VOLITELNÝ)

Následující otázky zjišťují dopad Vašich potíží s paží, ramenem nebo rukou na hraní *na hudební nástroj nebo na sportování, popř. obojí*.

Pokud provozujete více sportů nebo hrajete na více hudebních nástrojů (případně sportujete i hrajete na nějaký nástroj), odpověďte podle té činnosti, která je pro Vás nejdůležitější.

Uvedte prosím, jaký sport nebo hudební nástroj je pro Vás nejdůležitější: \_\_\_\_\_

nesportuji ani nehraji na žádný hudební nástroj (můžete tuto část vynechat).

Zakroužkujte prosím číslo, které nejlépe popisuje Vaši tělesnou schopnost v minulém týdnu. Měl/a jste nějaké potíže při:

	ŽÁDNÉ POTÍŽE	MÍRNÉ POTÍŽE	STŘEDNÍ POTÍŽE	ZÁVAŽNÉ POTÍŽE	NEMOHU VYKONÁVAT
1. používání běžných postupů při sportování nebo hře na hudební nástroj?	1	2	3	4	5
2. hře na hudební nástroj nebo sportování kvůli bolestem paže, ramena nebo ruky?	1	2	3	4	5
3. hraní na hudební nástroj nebo sportování tak dobře, jak byste si přál/a?	1	2	3	4	5
4. trávení obvyklého množství času cvičením nebo hraním na hudební nástroj, případně sportováním?	1	2	3	4	5

**SKÓROVÁNÍ VOLITELNÝCH MODULŮ:** Sečtěte příslušné hodnoty všech odpovědí; vydělte je čtyřmi (počet položek); odečtete 1 a vynásobte dvaceti pěti.  
Skór volitelného modulu by se nemělo počítat v případě jakékoli chybějící hodnoty.