

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI**

**Lékařská fakulta**

---

# **DISERTAČNÍ PRÁCE**

**Téma: OPTIMALIZACE METODY OŠETŘENÍ ZLOMENIN DISTÁLNÍ ULNY PŘI SOUČASNÉM PORANĚNÍ DISTÁLNÍHO RADIA**

**The management of surgical treatment of distal ulna fractures associated with distal radius fractures**

**Doktorand: MUDr. Petra Meluzinová**

Klinika úrazové chirurgie Fakulty zdravotnických studií Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem a Krajské Zdravotní, a. s. – Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem, o. z.

**Školitel: doc. MUDr. Pavel Dráč, Ph.D.**

Traumatologická klinika FN a LF UP v Olomouci

**Program: CHIRURGIE**

**Rok: 2019**

## **Prohlášení autora**

Prohlašuji, že disertační práci jsem vypracovala samostatně podle metodických pokynů školitele a na základě použité literatury a výsledků svého samostatného výzkumu. Současně prohlašuji, že práce nebyla použita pro získání stejného nebo jiného vědeckého titulu.

Disertační práce je duševním vlastnictvím autora a vztahují se na ni autorská práva. Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé disertační práce v databázi meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly kvalifikačních prací.

## **Poděkování**

Chtěla bych vyjádřit hluboké poděkování svému školiteli, panu doc. MUDr. Pavlu Dráčovi, Ph.D. za jeho velkou pomoc a odborné vedení nejen během celého postgraduálního studia, ale i během mé odborné klinické praxe, výukové činnosti a výzkumné práce v oboru traumatologie a chirurgie ruky.

Za spolupráci a pomoc rovněž děkuji svým kolegům z Kliniky úrazové chirurgie Fakulty zdravotnických studií Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem a Krajské Zdravotní, a. s. – Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem, o. z., kteří se podíleli na mém výzkumu, zvláště pak panu přednostovi MUDr. Karlu Edelmannovi, Ph.D.. Dále děkuji společností De Puy Synthes a Krajské Zdravotní, a.s. za poskytnutí grantové podpory, díky které se mohl můj výzkum uskutečnit v takovém rozsahu.

V neposlední řadě bych chtěla velmi poděkovat své milované rodině, mému muži a mým rodičům, za jejich nekonečnou podporu a lásku.

MUDr. Petra Meluzinová

V Ústí nad Labem, červen 2019

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b>	<b>5</b>
1.1	Cíle disertační práce	6
1.2	Teoretické hypotézy výzkumu	7
<b>2</b>	<b>TEORETICKÁ ČÁST</b>	<b>8</b>
2.1	<b>Anatomie distálního radioulnárního kloubu</b>	<b>8</b>
2.1.1	Anatomie kostních struktur	8
2.1.2	Anatomie struktur měkkých tkání distálního radioulnárního kloubu	12
2.2	<b>Biomechanika distálního radioulnárního kloubu</b>	<b>14</b>
2.3	<b>Klasifikace zlomenin distálního předloktí</b>	<b>18</b>
2.3.1	Klasifikace zlomenin distálního radia	18
2.3.2	Klasifikace zlomenin distální ulny	21
2.4	<b>Epidemiologie a patofyziologie zlomenin distálního předloktí</b>	<b>23</b>
2.4.1	Porucha stability distálního radioulnárního kloubu	26
2.4.2	Porucha kongruence kloubních ploch distálního radioulnárního kloubu	30
2.5	<b>Diagnostika zlomenin distálního předloktí a poranění DRUJ</b>	<b>32</b>
2.5.4	Anamnéza	32
2.5.4	Klinické vyšetření	32
2.5.3	Zobrazovací metody	34
2.5.4	Artroskopie zápěstí	39
2.6	<b>Terapie zlomenin distálního předloktí</b>	<b>39</b>
2.6.1	Terapie zlomenin distálního radia	40
2.6.2	Terapie zlomenin distální ulny	47
2.7	<b>Komplikace zlomenin distálního předloktí</b>	<b>52</b>

<b>3</b>	<b>VÝZKUMNÁ ČÁST</b>	58
3.1	<b>Metodika výzkumu</b>	58
3.1.1	Zařazení subjektů do studie (enrollment)	59
3.1.2	Alokace subjektů do kohortových skupin (allocation)	60
3.1.3	Provedení určené léčby zlomeniny distálního předloktí (intervention)	62
3.1.4	Pooperační sledování (follow-up)	64
3.1.5	Analýza dat (analysis)	67
3.2	<b>Etické otázky výzkumu</b>	67
3.3	<b>Základní charakteristika souboru subjektů</b>	67
3.3.1	Demografické ukazatele	68
3.3.2	Typy zlomenin distálního předloktí v kohortových skupinách	70
3.3.3	Sledované ukazatele chirurgické léčby	74
3.3.4	Komplikace	76
3.4	<b>Výsledky výzkumu</b>	77
3.4.1	Rentgenologické výsledky RCT studie	77
3.4.2	Klinické a funkční výsledky RCT studie	82
3.4.3	Statistická analýza výsledků RCT studie	88
3.5	<b>Diskuze</b>	94
4	<b>ZÁVĚR</b>	104
5	<b>SOUHRN</b>	106
6	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK</b>	110
7	<b>SEZNAM POUŽITÝCH LITERÁRNÍCH ZDROJŮ</b>	112
8	<b>PŘEHLED ODBORNÉ ČINNOSTI AUTORA</b>	128
9	<b>PŘÍLOHA</b>	135

# ÚVOD

Zlomeniny distální ulny bývají nejčastěji asociovány se zlomeninami distálního radia a charakter vyvolávajícího násilí určuje typ a závažnost poranění distálního předloktí (16, 30, 46, 112, 118). Zlomeniny distální ulny při současné zlomenině distálního radia jsou v klinické praxi často přehlíženy a neléčeny, avšak určité typy těchto zlomenin mohou způsobit významné omezení funkce zápěstí a distálního radioulnárního kloubu (DRUJ), pokud nejsou adekvátně léčeny (16, 30, 47, 118, 122, 129, 131, 169). Potenciálními důsledky těchto zlomenin jsou omezení rozsahu hybnosti předloktí vlivem inkongruence DRUJ a změnou axiálního postavení distální ulny, poúrazová instabilita DRUJ vlivem léze distálních radioulnárních ligament triangulárního fibroartilaginózního komplexu (TFCC), omezení svalové síly a funkce ruky, syndrom ulnokarpální impakce a s tím související chronická bolestivost zápěstí, časná poúrazová osteoartróza a nutnost následných operačních výkonů (14, 16, 30, 33, 46, 60, 118, 178, 190, 200). Neadekvátně léčené zlomeniny distální ulny mohou tedy být z výše uvedených důvodů příčinou špatného funkčního výsledku po zlomenině distálního předloktí i přes precizně provedenou osteosyntézu zlomeniny distálního radia.

Existuje velké množství vědeckých prací zabývajících se řešením zlomenin distálního radia, avšak podobných prací věnovaných zlomeninám distální ulny je velmi málo. Dostupné odborné práce převážně shrnují výsledky retrospektivního sledování funkčních výsledků konzervativní léčby zlomenin distální ulny při současné zlomenině distálního radia. Avšak vědecké práce, které hodnotí funkční a rentgenové výsledky operační léčby zlomenin distálního předloktí, jsou sporadické. Doporučené postupy týkající se ošetření zlomenin distální ulny jsou jasné u zlomenin zasahující hlavicí ulny a subkapitální zlomeniny, avšak jsou kontroverzní v případě zlomenin zasahující bodcový výběžek ulny (processus styloideus ulnae). Někteří autoři uvádějí, že zlomeniny v oblasti distálních dvou třetin processus styloideus ulnae nemají vliv na vznik chronické instability DRUJ bez ohledu na míru dislokace a stadia hojení zlomeniny a není třeba je tedy léčit operativně (2, 56, 68, 101, 112, 118, 184, 212). Jiní autoři uvádějí, že zlomeniny processus styloideus ulnae provázející zlomeniny distálního radia mohou vést k ovlivnění funkce zápěstí a vzniku chronické instability DRUJ vlivem poranění radioulnárních ligament. Mezi autory odborných prací a specialisty zabývajících se chirurgií ruky na mezinárodní úrovni, se kterými jsem měla možnost se setkat na odborných konferencích, není rovněž jednotný názor na časový postup ošetření těchto zlomenin a poraněných radioulnárních ligament. Někteří autoři preferují primární ošetření, ostatní se kloní k chirurgickému řešení ve druhé době u symptomatických pacientů s chronickou instabilitou DRUJ. Ošetření ve druhé době je však spojeno s řadou úskalí – jednak chirurgické řešení této instability není jednoduché a nemá dobré dlouhodobé funkční výsledky a za druhé v literatuře prakticky neexistuje dlouhodobé hodnocení výsledků léčby u asymptomatických pacientů. Chronická instabilita vede dříve či později k rozvoji

časné posttraumatické osteoartrózy DRUJ a asymptomatický pacient se stává symptomatický. Pokud je již osteoartróza DRUJ vyjádřena, rekonstrukční chirurgické výkony mající za cíl obnovení normálních anatomických poměrů a funkce kloubu již nejsou možné a zbývají pro její řešení pouze zachovné výkony, jejichž funkční výsledky jsou ještě více neuspokojivé.

Tyto kontroverze a často suboptimální funkční a rentgenové výsledky pacientů po zlomeninách distálního předloktí ve vlastní klinické praxi vedly autora a jeho školitele k myšlence provést rozsáhlý klinický výzkum a pokusit se najít odpověď jednak na kontroverzní otázky a především na otázku základní pro klinickou praxi, jak vlastně tyto zlomeniny léčit, aby pacienti dosahovali co nejlepších dlouhodobých funkčních výsledků. Stanovili jsme proto následující cíle a postulovali teoretické hypotézy vědeckého výzkumu.

### 1.1 CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

- 1) Srovnání časných rentgenových a funkčních výsledků konzervativní a operační léčby zlomenin distální ulny při nestabilních zlomeninách distálního radia řešených osteosyntézou metodou otevřené repozice a vnitřní fixace (ORIF) dle principů AO.
- 2) Zhodnocení vlivu konzervativní a operační léčby zlomenin bodcového výběžku ulny při nestabilních zlomeninách distálního radia řešených osteosyntézou metodou ORIF na incidenci posttraumatické instability distálního radioulnárního kloubu.
- 3) Zhodnocení vlivu konzervativní a operační léčby zlomenin hlavice ulny a subkapitálních zlomenin ulny při nestabilních zlomeninách distálního radia řešených osteosyntézou metodou ORIF na funkci distálního radioulnárního kloubu.
- 4) Stanovení signifikantních rentgenologických prediktivních faktorů instability distálního radioulnárního kloubu u pacientů s nestabilní zlomeninou distálního radia a přidruženou zlomeninou distální ulny.
- 5) Stanovení incidence jednotlivých typů zlomenin distální ulny asociovaných se zlomeninou distálního radia.
- 6) Stanovení incidence posttraumatické instability DRUJ u pacientů s nestabilní zlomeninou distálního radia a přidruženou zlomeninou distální ulny.
- 7) Ověření doporučených metodických pokynů pro léčbu zlomenin distální ulny přidružených k nestabilním zlomeninám distálního radia pro optimalizaci funkčních výsledků léčby.

## 1.2 TEORETICKÉ HYPOTÉZY VÝZKUMU

- H0 Zlomeniny distálních dvou třetin processus styloideus ulnae při nestabilní zlomenině distálního radia nejsou spojeny s instabilitou distálního radioulnárního kloubu a nevyžadují operační léčbu.
- H1 Zlomeniny distálních dvou třetin processus styloideus ulnae při nestabilní zlomenině distálního radia mohou být spojeny s instabilitou distálního radioulnárního kloubu a v tom případě poranění DRUJ vyžaduje operační léčbu.
- H2 Zlomeniny base a proximální třetiny processus styloideus ulnae při nestabilní zlomenině distálního radia jsou spojeny s instabilitou distálního radioulnárního kloubu.
- H3 Operační léčba zlomeniny base a proximální třetiny processus styloideus ulnae při nestabilní zlomenině distálního radia vede k lepším časným funkčním výsledkům než konzervativní léčba.
- H4 Dislokované zlomeniny hlavice ulny, subkapitálních zlomenin a zlomenin distální diafýzy ulny vedou k poruše biomechaniky distálního radioulnárního kloubu.
- H5 Operační léčba zlomenin hlavice ulny při nestabilní zlomenině distálního radia vede k lepším časným funkčním výsledkům než konzervativní léčba.
- H6 Operační léčba subkapitálních zlomenin a zlomenin distální diafýzy ulny při nestabilní zlomenině distálního radia vede k lepším časným funkčním výsledkům než konzervativní léčba.

# TEORETICKÁ ČÁST

Tato část je zaměřena na anatomii, biomechaniku, patofyziologii a na diagnostiku a léčbu poranění distálního předloktí s důrazem na distální radioulnární kloub, který je meritem disertační práce. I když zápěstí tvoří jeden funkční celek, složitost poranění ostatních struktur, jako karpálních kostí a karpálních vazů, přesahuje rámec této disertační práce a je o nich pojednáno pouze okrajově v kontextu uvedené problematiky.

## 2.1 ANATOMIE DISTÁLNÍHO RADIOULNÁRNÍHO KLOUBU

Porozumění anatomii distálního předloktí a DRUJ je klíčové pro pochopení jejich normální a patologické biomechaniky, provedení správného klinického vyšetření a stanovení léčebného postupu při jejich poranění.

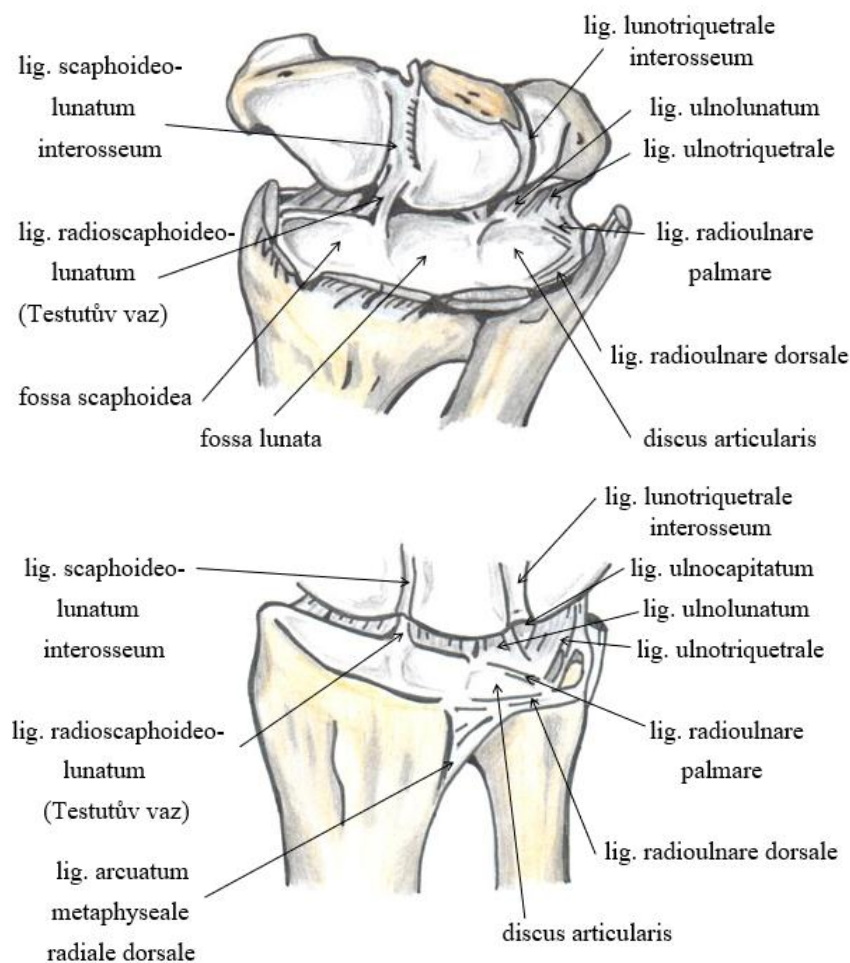
### 2.1.1 Anatomie kostních struktur

Distální epifyza radia má nepravidelný tvar a její laterální okraj vyběhá v bodcový výběžek (processus styloideus radii). Distální kloubní plocha radia (facies articularis carpalis) artikuluje s proximální řadou karpálních kostí. Tato kloubní plocha je zřetelně rozdělena v triangulární artikulační facetu pro os scaphoideum (fossa scaphoidea) a kvadrangulární artikulační facetu pro os lunatum (fossa lunata). Fossa scaphoidea má menší poloměr zakřivení než fossa lunata a obě plochy jsou odděleny distálně vyběhávajícím fibroartilaginózním valem nazývaným interfacetární prominence (15). Ulnární okraj chrupavky lunární facetu se mísí s fibroartilaginózními vlákny triangulárního fibroartilaginózního komplexu (TFCC). Tyto kloubní struktury vytváří lehce konkávní proximální část radiokarpálního kloubu, distální část kloubu tvoří kontinuálně konvexní proximální kloubní facetu proximální řady karpálních kostí a jejich interosseální ligamenta (obr. 1). Anatomický sklon distální kloubní plochy v rovině sagitální je průměrně  $11^\circ$  (0-28) volárně a je nazýván palmární inklinace (palmar tilt, ulnar inclination) (146). V rovině koronární je její sklon průměrně  $23,8^\circ$  (13-30) ulárně a je nazýván radiální inklinace (radial inclination), přičemž fossa lunata má průměrný sklon  $15^\circ$  a fossa scaphoidea  $30^\circ$  (175). Radiální výška (radial length) je definována jako velikost nejdálšího vrcholu radia od spojnice procházející distálním okrajem distálního radia a hlavicí ulny v rovině koronární a její velikost je průměrně 12 mm (8-18). Ulnární okraj distálního radia artikuluje s hlavicí



ulny a vytváří tak kostní strukturu distálního radioulnárního kloubu. Artikulační kloubní plocha radia pro ulnu (incisura ulnaris radii) je nazývána v anglosaské literatuře „sigmoid notch“. Tato konkávní semicylindrická faceta má průměrný oblouk zakřivení 60° (33-81) s průměrným poloměrem 19 mm (17-22) podle Tolata a kolektivu (194) a má tři zřetelné okraje – dorzální, palmární a distální. Dorzální a palmární okraj facety jsou místem úponu ligament a kapsuly DRUJ, distální okraj je pokryt chrupavkou a kontinuálně přechází v discus articularis TFCC. Dorzální okraj je více ostře zakřiven než palmární a u některých jedinců je palmární okraj zesílen v osteokartilaginózní výběžek (194).

Distální konec ulny je rozšířen v hlavici ulny (caput ulnae), která nese po obvodu kloubní plochu pro artikulaci s radiem (circumferentia articularis ulnae) a dorsoulnárně vybíhá v bodcovitý výběžek (processus styloideus ulnae). Distální ulna dále artikuluje prostřednictvím discus articularis s os lunatum a při ulnární dukci s os triquetrum. Distální část hlavice ulny orientovaná proti karpu je popisně nazývána jako dóm ulny, laterální část orientovaná proti radiu pak jako sedlo. Sedlo hlavice ulny artikuluje se sigmoid notch a jeho artikulační chrupavčitá část je konvexní s obloukem zakřivení 100° (61-121) a průměrným poloměrem 10 mm (8-12) podle Tolata a kolektivu (194).



Obrázek 1: Anatomie zápěstí. Obrázek volně překreslen autorem podle: Pechlaner S, Hussl H, Kerschbaumer F. Operationsatlas Handchirurgie. Thieme Verlag, Germany, 1998.

Angulace mezi sedlem a dómem hlavice ulny je průměrně  $110^\circ$  (106). Vrchol dómu ulny je lehce konvexní a je v kontaktu se spodní stranou discus articularis. Centrálně je nerovná prohlubeň (fovea ulnae), kam se upíná vrchol TFCC a tato prohlubeň pokračuje dorzálně a dále proximálně do podélné rýhy v hlavici ulny, která tvoří spodinu osteofibrózního kanálu šlachy musculus extensor carpi ulnaris (ECU). Bodcový výběžek ulny má průměrnou výšku 6.6 mm (0-13 mm) a poskytuje úpon okolním měkkým tkáním (198).

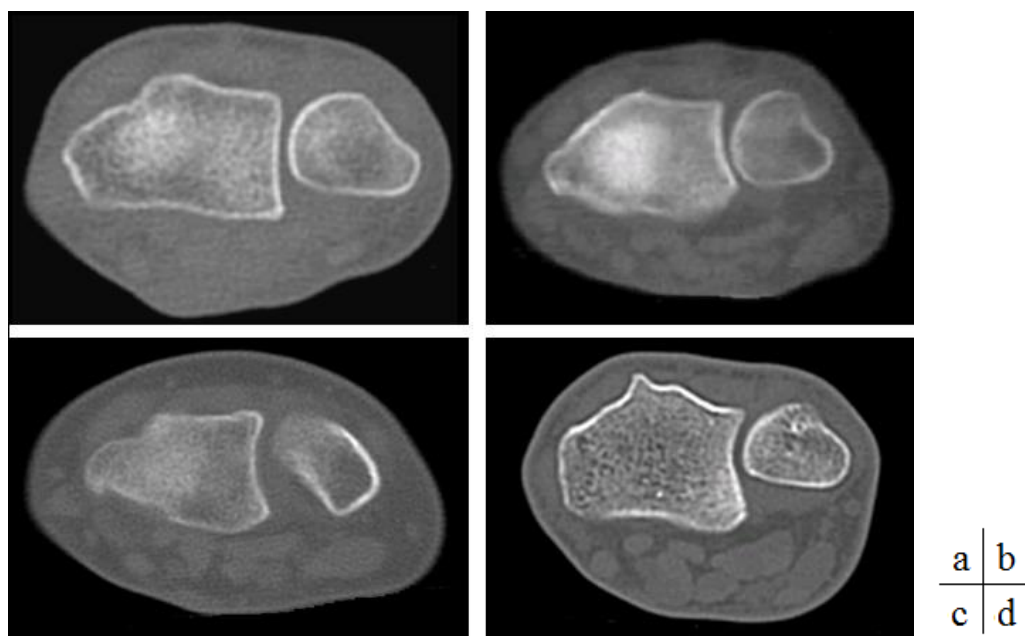
Existuje velká variabilita tvarů a zakřivení kostních struktur DRUJ. Tolat (193) a Förstner (48) na základě rentgenologické studie popsali tři hlavní anatomické konfigurace DRUJ podle inklinace sigmoid notch ve vztahu k dlouhé ose ulny (obr. 2) – Tolat typ I je paralelní neboli cylindrický typ, kdy sigmoid notch je paralelní k dlouhé ose ulny a svírá s ní úhel  $\pm 10^\circ$ ; Tolat typ II je šikmý neboli konický typ, kdy sigmoid notch je šikmý proximálním směrem a svírá s dlouhou osou ulny úhel  $> 10^\circ$ ; Tolat typ III je reverzní šikmý neboli hemisférický typ, kdy sigmoid notch je reverzní předchozímu typu a svírá s dlouhou osou ulny úhel  $< -10^\circ$ . Incidence jednotlivých konfigurací DRUJ v populaci dle Tolata a kolektivu (193) je paralelní typ 38 %, šikmý typ 50 % a reverzní šikmý typ 12 %. Orientace sigmoid notch a anatomická konfigurace DRUJ souvisí s délkou ulny (48), respektive s ulnární variancí, která je definována jako vztah paralelních kolmic konců kloubní plochy distálního konce radia a ulny k dlouhé ose radia měřené v neutrální pozici předloktí v koronární rovině. Průměrná ulnární variance v populaci je -0,9 mm (od -4,2 mm do + 2,3 mm) podle radiologické studie Schuinda a kolektivu (175). Neutrální varianta ulny se vyskytuje u Tolat typ I a II, mínus varianta ulny u Tolat typ II a plus varianta ulny u Tolat typ III (32). Incidence ulnární variance v úrovni zápěstí v populaci je dle Hultena (74) neutrální varianta 61 %, mínus varianta 23 % a plus varianta 16 %. Incidence ulnární variance je stejná u mužů i u žen a nemění se s přibývajícím věkem.



Obrázek 2: Typy DRUJ podle inklinace sigmoid notch v koronární rovině ve vztahu k dlouhé ose ulny, ilustrační RTG snímky. a – Tolat typ I (paralelní neboli cylindrický typ), b – Tolat typ II (šikmý neboli konický typ), c – Tolat typ III (reverzní šikmý neboli hemisférický typ).

Tvar sigmoid notch v rovině transverzální není uniformní a predikuje vliv na stabilitu DRUJ. Tolat a kolektiv v další studii (194) klasifikovali sigmoid notch podle jeho tvaru v rovině transverzální do čtyř typů – „flat face notch“, „ski slope notch“, „C-type notch“ a „S-type notch“ (obr. 3). Anatomická konfigurace DRUJ je tedy silně variabilní a u každého jedince svým způsobem unikátní.

Konfigurace kostních struktur umožňuje velký rozsah hybnosti DRUJ, ale neposkytuje kloubu dostatečnou stabilitu. Kostní struktury distálního radioulnárního kloubu nejsou samy o sobě kongruentní bez ohledu na ulnární varianci. Sigmoid notch a sedlo ulny mají totiž rozdílný poloměr, oblouk zakřivení kloubních ploch je odlišný v centrální a periferní části, inklinace kloubních povrchů si neodpovídají a existují rozdílné tvary sigmoid notch v rovině transverzální (194). Distální radius a ulna zajišťují pouze 20 % stability DRUJ a jejich nejvýznamnější stabilizační částí je osteokartilaginózní volární okraj sigmoid notch, který zajišťuje stabilní podporu ulně a brání její volární dislokaci (194). Z toho důvodu je „flat face“ typ sigmoid notch nejvíce náchylný k poranění stabilizátorů DRUJ, ale na druhé straně nejlépe toleruje malpoziční postavení radia nebo ulny vzniklé v důsledku zhojení zlomeniny v dislokaci. Obecně lze říci, že čím složitější je tvar sigmoid notch, a čím větší je kontaktní plocha sigmoid notch a hlavice ulny, respektive čím menší je poloměr zakřivení sigmoid notch, tím méně DRUJ toleruje inkongruenci kloubních ploch a naopak. Všechny individuální anatomické konfigurace kostních struktur ve všech třech rovinách a komplexní kinematika DRUJ musí být respektovány při rekonstrukci zlomenin distálního předloktí, aby došlo k obnovení normálního anatomického postavení poraněného kloubu.

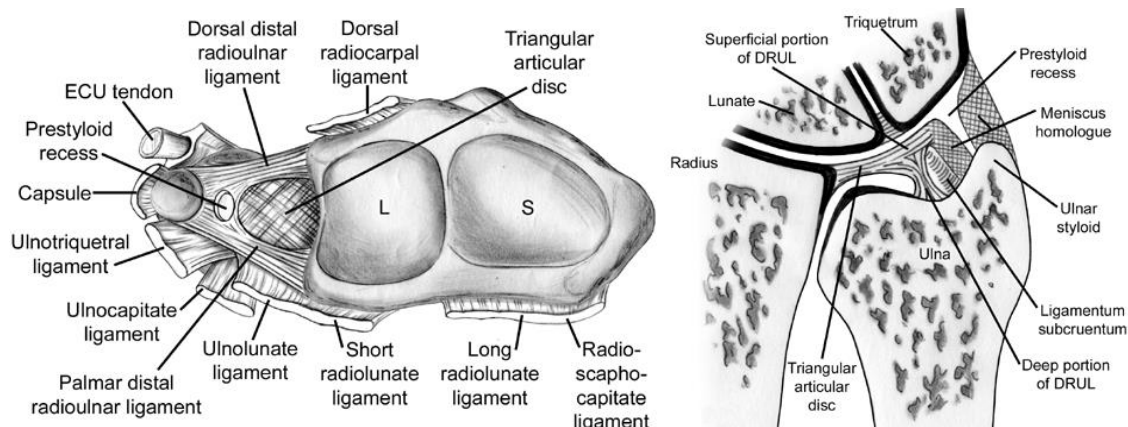


Obrázek 3: Typy sigmoid notch podle jeho tvaru v rovině transverzální, ilustrační CT snímky zápěstí. a – „flat face notch“, b – „ski slope notch“, c – „C-type notch“, d – „S-type notch“.

## 2.1.2 Anatomie struktur měkkých tkání distálního radioulnárního kloubu

Měkké tkáně, které obklopují distální radius a ulnu, zajišťují stabilitu distálního radioulnárního kloubu (obr. 4). Hlavní stabilizační strukturou DRUJ je vazivový aparát, který je integrován v tzv. triangulární fibroartilaginózní komplex (TFCC) (150). Dalšími významnými stabilizátory DRUJ jsou šlacha m. extensor carpi ulnaris (ECU) a její osteofibrózní kanál, předloketní interosseální membrána a m. pronator quadratus (93, 150, 174).

TFCC tvoří triangulární disk (TFC) a ulnokarpální ligamenta (ligamentum ulnотriquetrale, ligamentum ulnolunatum, ligamentum ulnocapitatum). Triangulární disk je fibroartilaginózní struktura trojúhelníkového tvaru, která je tvořena ze dvou komponent – z centrálního artikulárního disku (discus articularis) a okrajově lokalizovaných radioulnárních ligament (ligamentum radioulnare dorsale et palmare). Discus articularis vychází z distálního okraje sigmoid notch a upíná se spolu s radioulnárními ligamenty do fovea ulnae dómu hlavice ulny. Na průřezu je disk bikonkávního tvaru a je tenčí v centru a silnější na okrajích. Cévní zásobení artikulárního disku je zajištěno z a. ulnaris a a. interossea antebrachii posterior přes radioulnární vazy, periferní část disku je proto lépe prokrvena a směrem k centru se prokrvení zhoršuje a je zde predilekční místo vzniku degenerativních změn. Avaskulární centrální část artikulárního disku je tvořena řídko organizovanými kolagenními vlákny a periferně je obklopena částečně vaskularizovanými semicirkulárně orientovanými hustými kolagenními vlákny (78). Při přenosu axiálních sil dochází k významnému zatížení disku, který však v zátěži minimálně limituje rozsah hybnosti DRUJ (4). Ligamentum radioulnare dorsale et palmare vycházejí z odpovídajících okrajů sigmoid notch, jejich kolagenní vlákna jsou longitudinální a ulnárně se navzájem mísí mezi sebou a s vlákny pochvy ECU a společně se upínají do dómu ulny a na basi bodcového výběžku ulny.



Obrázek 4: Anatomie měkkých tkání distálního radioulnárního kloubu. S – os scaphoideum, L – os lunatum. Oba obrázky převzaty ze zdroje Berger RA, Weiss APC. Hand Surgery. Philadelphia: Lippincot Williams and Wilkins, 2004.

Největší část vláken se upíná do fovea ulnae a vytváří tak hlubokou porci ligament, zbytek vláken pokračuje dál k basi processus styloideus ulnae a vytváří tak superficiální porci ligament (92, 130). Mezi oběma porcemi je vmezeřená tenká adipózní struktura nazvaná ligamentum subcreuntum. Tkáň mezi ulnárním okrajem superficiální porce radioulnárních ligament a kloubním pouzdem je označována jako meniscus homologue. Na okrajích se TFC upíná ke kloubnímu pouzdru a z okraje ligamentum radioulnare palmare odstupují ligamentum ulnotriquetrale a ligamentum ulnolunatum a upínají se na palmární stranu příslušných kostí. Ligamentum ulnocapitatum odstupuje přímo z oblasti fovea ulnae. TFCC není jen hlavním stabilizátorem DRUJ, ale plní i několik dalších speciálních funkcí, které shrnul ve své práci Bowers (17) – zajišťuje spojitý povrch distální strany předloketních kostí pro hladký pohyb proximální karpální řady (flexe / extense / translace), svou flexibilitou umožňuje stabilní rotační pohyby DRUJ kolem osy ulny, odděluje ulnární část karpu od sigmoid notch radia, tlumí axiální tlakové síly přenášené na hlavici ulny a palmárně stabilizuje ulnární část karpu. Anatomickou strukturou kolagenních vláken je discus articularis pevný kompresně a radioulnární ligamenta jsou pevná tahově.

Šlacha ECU je lokalizována na dorzální straně ulny v VI. extenzorovém kompartmentu, který je tvořen superficiální a hlubokou porcí předloketní fascie (fascia antebrachii). Hluboká porce předloketní fascie překrývá dorzální část hlavice ulny a těsně naléhá k artikulárnímu disku a kloubnímu pouzdru a upíná se dorzálně na processus styloideus ulnae, tvoří tak spodinu osteofibrózního kanálu. Superficiální porce fascie vytváří fibrosní pochvu nad šlachou, která pak pokračuje dále distálně a upíná se spolu se šlachou na dorsum base pátého metakarpu (188). Pochvu překrývá extenzorové retinaculum, které ji zesiluje. Šlacha ECU a její pochva jsou významným dynamickým stabilizátorem DRUJ a ulnární části karpu, protože stabilizují kostní struktury a brání jejich dorzální dislokaci při pronaci předloktí (185).

Důležitým statickým stabilizátorem DRUJ je předloketní interosseální membrána (membrana interossea antebrachii) a zvláště její distální část ligamentum arcuatum metaphyseale radiale dorsale nazývané též v anglosaské literatuře „distální interosseální ligamentum“ (DIOL), což je vazivový pruh jdoucí z ulnární hrany metafýzy radia k hlavici ulny (157). Membrána brání separaci obou předloketních kostí při jejím pohybu. Její nesilnější částí je centrální pruh, který je lokalizován v její střední třetině a rozepíná se od radia proximálně distálním směrem v úhlu 21° do širokého úponu na ulnu. Centrální pruh je dvakrát až třikrát silnější než zbytek membrány a má významnou roli v přenosu axiálních sil a stabilizaci obou kostí předloktí (182).

Dynamickým stabilizátorem DRUJ je musculus pronator quadratus, který začíná z palmárního hřebenu distální ulny, napíná se šikmo transverzálně a upíná se na palmární okraj metafýzy distálního radia. Udržuje hlavici ulny centrálně v sigmoid notch a brání její palmární dislokaci aktivně během pronace a pasivně během supinace působením viskoelastických sil (82).

Kloubní pouzdro DRUJ je silnější volárně a dorzálně, proximálně je volné a vybíhá před distální část membrana interossea antebrachii v recessus sacciformis. Kloubní štěrbina kloubu má tvar obráceného písmena L a distálně strop kloubu tvoří discus articularis.

## 2.2 BIOMECHANIKA DISTÁLNÍHO RADIOULNÁRNÍHO KLOUBU

Distální radioulnární kloubu není samostatný funkční kloub. Předloktí funguje jako jeden funkční celek (63), jehož součástí jsou proximální radioulnární kloub, anatomická délka obou předloketních kostí, interosseální membrána a distální radioulnární kloub. Pouze funkční integrita celého systému zajišťuje jeho stabilitu, fyziologickou hybnost předloktí a přenos axiálních sil přes zápěstí, předloktí a loket.

Distální radioulnární kloub je kolový kloub, který svou anatomickou konfigurací spolu s proximálním radioulnárním kloubem umožňuje rotační pohyby předloktí – pronaci a supinaci. Předloktí rotuje v podélné ose a centrem rotace je střed hlavice radia proximálně a base processus styloideus ulnae distálně, jejich spojnice je definována jako osa rotace předloktí. Ulna je v úrovni zápěstí fixním bodem, kolem kterého rotuje radius a v oblasti DRUJ je sedlo ulny středem otáčení pro sigmoid notch radia. Při rotaci dochází k horizontální a axiální translaci radia. Rozdílné poloměry a oblouky zakřivení sigmoid notch a sedla ulny nedovolují široký kontakt těchto dvou kloubních povrchů. V neutrální pozici je kontaktní plocha mezi sigmoid notch a sedlem ulny odhadována pouze na 60 % a tato kontaktní plocha se snižuje během rotací na méně než 10 % v krajních polohách (41). Rozsah oblouku rotace radia kolem ulny je určen diferenciálním obloukem zakřivení cirkumference distální ulny a tvarem sigmoid notch radia v transverzální rovině a představuje asi 140-150° (4, 17, 149, 200). Pro umožnění zvýšení rozsahu rotace na 180-190° v oblasti DRUJ je rotační pohyb kombinován s dorzopalmárním translačním pohybem (103). Při pronaci dochází k translaci ulny z neutrální polohy dorzálním směrem průměrně o 2,8 mm a při supinaci směrem palmárním průměrně o 5,4 mm (153) – při krajní supinaci se hlavice ulny opírá o palmární okraj sigmoid notch, při krajní pronaci o dorzální okraj (41, 90, 103). Při rotaci předloktí dochází současně ke klouzavému pohybu radia vůči ulně v proximodistálním směru (axiální translace) – během pronace se radius pohybuje v proximálně-palmárním směru a během supinace v distálně-dorzálním směru vlivem spiralizace interosseální membrány (41, 64). Velikost axiální translace měřená z krajní supinace do krajní pronace představuje asi 1 mm (42, 149, 176). Proximální migrace radia v pronaci vede k paradoxnímu zvýšení pozitivitivy ulnární variance, ke které dochází rovněž při úchopu nebo tlačení ruky proti fixovanému předmětu (42, 176).

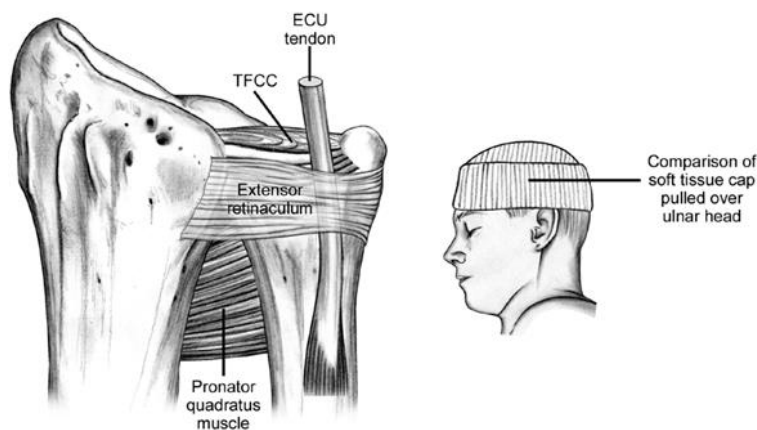
Normální rozsah rotačních pohybů předloktí je 180-190° a při společné interkarpální rotaci dosahuje rozsah rotace ruky až 260° (138). Rozsah hybnosti předloktí nezbytný pro zvládnutí většiny aktivit běžného života je průměrně 100° – supinace 50° a pronace také 50° (138).

Při zatížení působí na DRUJ ve stejný moment tlakové a tenzní síly (222). Tlakové zatížení se přenáší přes hlavici ulny v axiálním a transverzálním směru. Zatížení zápěstí v axiálním směru je částečně přenášeno na předloktí přes ulnární stranu zápěstí na hlavici ulny a je tlumeno vmezeřeným TFC. Palmer and Werner (149) demonstrovali, že 81,6 % axiálních sil při zatížení zápěstí je přenášeno přes radius a 18,4 % přes hlavici ulny. Bylo prokázáno, že poměr přenosu axiálních sil je vysoce závislý na ulnární varianci. Výše uvedený poměr odpovídá nulové variantě ulny. Při zvýšení délky ulny v úrovni zápěstí dochází ke zvýšení přenosu axiálních sil přes ulnární stranu zápěstí a naopak – v případě plus varianty ulny délky +2.5 mm je 41,9 % osového zatížení neneseno hlavici ulny, při odstranění TFC klesne zatížení ulnární strany zápěstí na 3 % a při odstranění hlavice ulny se přenos axiálních sil kompletně přesouvá na radius. Při rekonstrukci zlomenin distálního radia a ulny je proto nutné vždy obnovit anatomické poměry DRUJ aby mimo jiné nedošlo vlivem změny délky kostí ke změně přenosu axiálních sil a přetížení radiokarpálního nebo ulnokarpálního kloubu a DRUJ. Pokud není obnovena anatomická výška distálního radia, zvýšený tah a tlak vyvíjený na TFCC vede postupně k roztržení vmezeřeného TFC, disrupci lunotriquetrálního ligamenta a vzniku tlakových cyst a erozí na hlavici ulny, os lunatum a os triquetrum. Toto osově přetížení ulnokarpálního kloubu je označováno jako syndrom ulnární impakce (49). Poměr přenosu axiálních sil působících na distální radius a ulnu není stejný pro všechny etáže předloktí, ale proximálním směrem se mění. Halls a Travill (65) prokázali opačný vztah poměru přenosu axiálního zatížení v úrovni loketního kloubu, kde je 60 % zatížení přenášeno přes ulnu a 40 % přes radius. Posun přenosu hlavních axiálních sil z radia distálně na ulnu proximálně je částečně umožněn přes centrální pruh interosseální membrány, ale musí se zde rovněž uplatňovat i přímý přenos tlakových sil přes DRUJ (53, 157, 207). Biomechanické výzkumy Ishiiho a kolektivu (79) prokázaly existenci přenosu transverzálních tlakových sil mezi hlavici ulny a sigmoid notch radia a že zvýšení axiálního zatížení zápěstního kloubu způsobuje zvýšení kontaktní plochy DRUJ. K izolovanému axiálnímu nebo transverzálnímu zatížení zápěstí však dochází zřídka, protože při většině aktivit a zdvihu břemen působí na zápěstí kombinace obou zatížení.

Při pohybu předloktí je stabilita DRUJ zajištěna hlavně svými statickými a dynamickými stabilizátory. Hlavní stabilizátory DRUJ jsou TFCC, šlacha ECU a její osteofibrózní kanál, předloketní interosseální membrána a m. pronator quadratus (93, 150, 174). Při pronaci dochází k translaci ulny dorzálním směrem a napnutí hluboké porce dorzálního radioulnárního ligamenta (DRUL) a superficiální porce palmárního radioulnárního ligamenta (PRUL), interosseální membrána je spiralizována, m. pronator quadratus aktivně podpírá distální předloktí palmárně a šlacha ECU dorzálně. Při supinaci je situace opačná, dochází k translaci ulny palmárním směrem a napnutí hluboké porce PRUL a superficiální porce DRUL, m. pronator quadratus pasivně stabilizuje distální předloktí palmárně a šlacha ECU ulny

palmárně (92, 130, 174). Biomechanické studie prokázaly, že žádná z výše uvedených struktur měkkých tkání není sama o sobě odpovědná za stabilitu DRUJ, respektive že poranění jedné struktury nevede nevyhnutelně k instabilitě kloubu. King a kolektiv (103) ve své studii na kadaverech prokázali, že izolované přetěžení radioulnárních ligament nezpůsobí poruchu stability DRUJ. Všechny měkké tkáně v okolí hlavice ulny jsou totiž funkčně uspořádány tak, že je lze připodobnit k čepici natažené přes hlavu (199) (obr. 5). Stabilita je zajištěna tehdy, pokud je tato „čepice“ kompletní a je upnutá na radius a karpus. Mimo to hlavice ulny sama má významnou roli ve stabilitě kloubu, protože zajišťuje kostěnou podporu, aby byla „čepice“ měkkých tkání napjatá. Bez hlavice ulny je „čepice“ prázdná a stabilita kloubu je silně porušena. Kihara a kolektiv (99) demonstrovali v kadaverické studii, že instabilita DRUJ nevzniká, pokud jsou přetnuty dva ze čtyř následujících stabilizátorů DRUJ – DRUL, PRUL, distální část interosseální membrány včetně m. pronator quadratus a zbytek interosseální membrány. Pokud jsou poraněny tři stabilizátory, vzniká instabilita DRUJ v zátěži. Těžká instabilita a radioulnární dislokace vzniká pouze tehdy, pokud jsou porušeny všechny čtyři výše uvedené stabilizátory.

Funkce a mechanická pevnost radioulnárních ligament během rotačních pohybů předloktí a jejich vliv na stabilitu DRUJ byly rozsáhle studovány. Ligamenta jsou hlavními stabilizátory DRUJ a brání separaci radia a ulny při zátěži a při axiální translaci (174). Bylo prokázáno, že radioulnární vazy vykazují určitý stupeň laxity s výjimkou jejich krajních poloh, kdy jsou plně napjaté a náchylné k poranění. V neutrální poloze mají ligamenta klidový tonus. V krajní pronaci dochází k plnému napětí hluboké složky DRUL a superficiální složky PRUL, zatímco ostatní složky radiokarpálních ligament jsou plně relaxovány (174). Ulna vykazuje v této poloze určitý stupeň instability při palmární translaci radia, při násilné dorzální translaci radia dochází k poranění hluboké porce DRUL (174).



Obrázek 5: Analogie anatomického uspořádání měkkých tkání obklopujících DRUJ s čepicí nataženou přes hlavu. Obrázek převzat ze zdroje: Berger RA, Weiss APC. Hand Surgery. Philadelphia: Lippincot Williams and Wilkins, 2004.

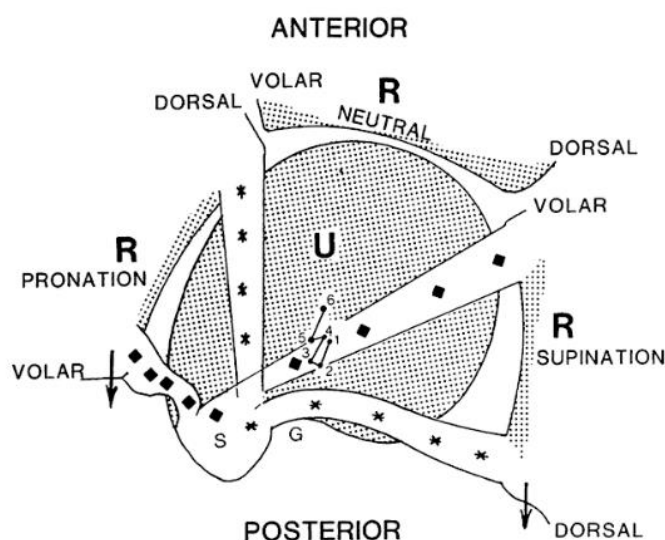


V supinaci je situace opačná. (obr. 6). Intaktní radioulnární ligamenta navíc brání separaci ulny a radia – v případě exstirpace hlavice radia dochází k proximální migraci radia a při dislokaci nad 5 mm fungují intaktní radioulnární ligamenta jako významný stabilizátor bránící další migraci (174).

Interosseální membrána zajišťuje, aby radius a ulna tvořili jednu funkční jednotku, zvláště pak tehdy, pokud je zlomena hlavice radia nebo poraněn proximální radioulnární kloub. Kompletní radioulnární disociace v úrovni DRUJ vzniká pouze tehdy, pokud je současně s poraněním TFCC poraněna i interosseální membrána a m. pronator quadratus (2, 99, 103).

Ulnokarpální vazy nejsou statickými stabilizátory DRUJ, brání hyperextenzi zápěstí a stabilizují karpus v radiální dukci. Předpokládá se však, že se mohou podílet na dynamické stabilizaci DRUJ při jeho pohybu. Ulnokarpální a distální radioulnární kloub jsou totiž velmi úzce anatomicky spojeny a poranění stabilizátorů DRUJ vede k ovlivnění stability ulnokarpálního kloubu a naopak – prolongace ligament v oblasti úponu do fovea ulnae způsobí prominenci hlavice ulny v důsledku dorzální subluxace ulny a současně supinaci karpu.

Vzhledem k výše uvedeným faktům je zřejmé, že v oblasti distálního předloktí má jeho ulnární část nezaměnitelný význam. Z biomechanického hlediska přenosu tlakových sil a funkční stability zápěstí je nezbytné řešit zlomeniny distálního předloktí komplexně. Rikli a Regazzoni (164) postulovali teorii tří pilířů distálního předloktí, podle které mají všechny pilíře z biomechanického hlediska stejný význam a tato teorie se stala uznávanou teorií AO.



Obrázek 6: Schématické znázornění změny délky a napětí radioulnárních ligament během pronace a supinace. DRUL je označeno pomocí hvězdiček a PRUL pomocí čtverečků, šipka označuje směr translace radia v krajní poloze vedoucí k instabilitě ulny, R – radius, U – Ulna. Obrázek převzat ze zdroje: Schuind F, An KN, Berglund L et al. The distal radioulnar ligaments: a biomechanical study. J Hand Surg Am. 1991; 16: 1106-1114.

Radiální pilíř představuje radiální styloideální výběžek s fossa scaphoidea, intermediální pilíř střední část radia s fossa lunata a sigmoid notch a ulnární pilíř představuje distální ulna. Tuto teorii později rozšířil Brink a Rikli (19), kteří intermediální pilíř ještě rozdělili na palmární a dorzální. Obě teorie pilířů demonstrují důležitost ulnárního pilíře, který má nezaměnitelný význam – přenos osového zatížení, zajištění stability a umožnění mobility předloktí. Jeho poranění tedy nelze přehlížet a vedle provedení rekonstrukce zlomeniny distálního radia je obnovení anatomického postavení a funkce ulnárního pilíře klíčem k dobrému funkčnímu stavu zápěstí po zlomenině distálního předloktí (33, 56, 69, 80, 118, 122, 131, 179, 183, 190).

## 2.3 KLASIFIKACE ZLOMENIN DISTÁLNÍHO PŘEDLOKTÍ

### 2.3.1 Klasifikace zlomenin distálního radia

Pro zlomeniny distálního radia existuje velké množství klasifikací podle různých kritérií. Již více než 200 let se autoři snaží klasifikovat zlomeniny v oblasti distálního radia a poměrně velké množství nejrůznějších klasifikací svědčí o složitosti této problematiky. Některé klasifikace ani nepronikly do podvědomí chirurgů, některé byly opuštěny a zapomenuty, jako například klasifikace dle Pilchera (1917), Destota (1923), Taylora a Parsonse (1938) a další. Z historických klasifikací podle mechanismu úrazu se do dnešní doby používají k označení zlomenin distálního radia eponyma Collesova zlomenina, Smithova zlomenina, Bartonova zlomenina a šoféřská zlomenina.

Jako Collesova zlomenina je označována extraartikulární fraktura distální metafýzy radia s typickou dislokací periferního fragmentu dorzálně a radiálně a možným přidruženým poraněním ulnárního pilíře, nejčastěji odlomením processus styloideus ulnae. První popis této nejznámější a nejčastější zlomeniny distálního radia přináší Marc-Antonie Petit v roce 1723 a po něm Claude Pouteau v roce 1783 (151). Nejpodrobněji ji popsal irský chirurg a anatom Abraham Colles v roce 1814, což bylo 81 let před objevením RTG paprsků – popisuje ji jako zlomeninu radia palec a půl proximálně od kloubní plochy radia s dislokací periferního fragmentu dorzálně a s klinicky příznačnou deformitou tvaru stříbrné vidličky či bajonetu (28). Ve své práci vůbec však vůbec nezmiňuje přidružené poranění ulnárního pilíře.

Smithova zlomenina je historický název pro frakturu distální epimetáfýzy radia s dislokací periferního fragmentu palmárně s tendencí k přímé nestabilitě. Zlomenina byla poprvé popsána irským chirurgem Robertem Williamem Smithem v roce 1847 (143). Thomas v roce 1957 modifikoval původní klasifikaci a rozdělil tyto zlomeniny do tří typů – extraartikulární transverzální fraktura (typ 1), extraartikulární šikmá fraktura bez poranění vazů karpu (typ 2) a intraartikulární luxační fraktura

spojená s poraněním dorzálních kapsulárních karpálních vazů (typ 3). Poslední typ odpovídá původnímu popisu reverzní Bartonovy zlomeniny a bývá označován také jako zlomenina Goyrand-Smith.

Jako Bartonova zlomenina se označuje intraartikulární fraktura distální epifýzy radia s frontálně probíhající linií lomu, kdy zadní nebo přední hrana distálního radia je dislokována spolu s karpem proximálním směrem. V závislosti na velikosti této dislokace je zlomenina asociována s poraněním ulnárního pilíře (poranění radiálního úponu TFC, poranění ulnárního úponu TFC s nebo bez zlomeniny processus styloideus ulnae) a poraněním kapsulárních karpálních vazů. Frakturu popsal poprvé John Rhea Barton v roce 1838 následovně: „Subluxace karpu následkem zlomeniny probíhající kloubní plochou radia, fragment může být, a obvykle je, docela malý a je odlomen ze zadní strany.“ (13). Barton se ve svém článku okrajově zmiňuje i o možnosti odlomení volární hrany radia, a tento typ zlomeniny začal být označován jako reverzní Bartonova zlomenina.

Poslední historicky užívané eponymium k popisu zlomenin distálního radia je šoféřská zlomenina (Chauffer fracture), která bývá též označována jako Hutchinsonova nebo Destotova zlomenina. Jedná se o intraartikulární frakturu processus styloideus radii v sagitální rovině, která bývá často spojena s poraněním skafolunárního interosseálního vazů. Svůj název zlomenina získala podle dříve nejčastějšího mechanismu úrazu, kterým byl prudký úder do dlaně startovací klikou při ručním startování automobilu.

Odborné klasifikace zlomenin distálního radia, které se používají v dnešní době, se dělí podle různých kritérií hodnocení – klasifikace dle RTG obrazu (AO klasifikace, Lidström 1959, Frykman 1967, Sarmiento 1975), klasifikace dle mechanismu úrazu (Castaing 1964, Fernandez 1983), klasifikace dle postižení kloubní plochy (Mayo, Melone 1986), klasifikace dle stupně kominuce (Gartland a Werley 1951, Jenkins 1989), klasifikace dle počtu fragmentů (McMurtry a Jupiter 1991) a klasifikace dle reponibility a stability zlomenin (Cooney 1980).

Ze všech uvedených klasifikací se v klinické praxi nejvíce používá klasifikace společnosti AO / ASIF (96). Tato klasifikace systematicky třídí všechny zlomeniny číselným kódem a dělí zlomeniny distálního radia na extraartikulární (2R3-A), částečně intraartikulární (2R3-B) a kompletní intraartikulární zlomeniny (2R3-C) (obr. 7). Podle této klasifikace jsou primárně nestabilní zlomeniny typu A3, B1, B2, B3, C1, C2 a C3. Díky novelizaci v roce 2018 se dočkaly AO klasifikace i zlomeniny distální ulny (viz níže).

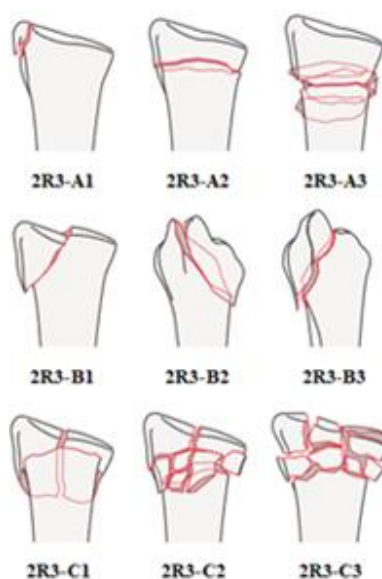
Frykmanova klasifikace (50) zohledňuje při zlomeninách distálního předloktí nejen distální radius, ale současně i distální ulnu (obr. 8). Je lepší než AO klasifikace pro stanovení závažnosti poranění distálního předloktí, ale na rozdíl od AO klasifikace neposkytuje specifická léčebná doporučení. Tato

klasifikace však jako první ve všech ukazuje na důležitost všimnout si při zlomeninách distálního předloktí také poranění DRUJ.

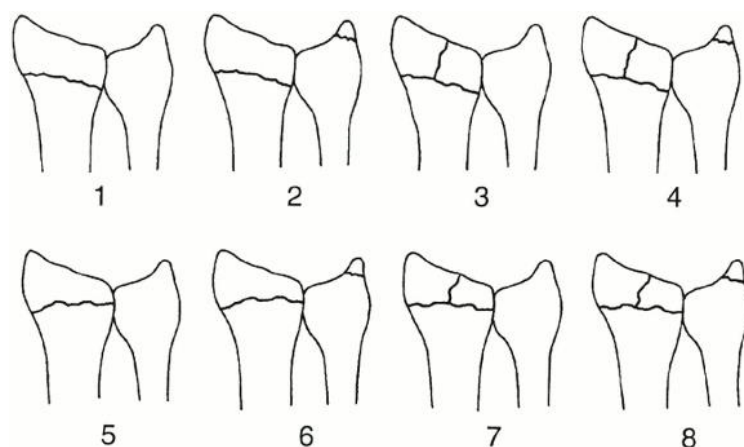
Fernandezova klasifikace zlomenin předloktí (86) taktéž zohledňuje poranění distálního radia a ulny, ale navíc i možné poranění vazů zápěstí. Rozděluje totiž fraktury ne podle průběhu lomných linií, ale podle mechanismu jejich vzniku do celkem pěti typů – ohybové zlomeniny metafýzy, střižné nitrokloubní zlomeniny, kompresní nitrokloubní zlomeniny, avulzní zlomeniny (radiokarpální luxační fraktury) a komplexní zlomeniny vzniklé kombinací předchozích typů.

Pro klasifikaci subtypů intraartikulárních zlomenin distálního radia je velmi užitečná klasifikace dle Meloneho (127), která rozděluje distální radius na čtyři základní oblasti – diafýza, processus styloideus radii a dorzální a palmární mediální oblast fossa lunata. Kombinace poranění jednotlivých oblastí distálního radia rezultuje ve čtyři typy intraartikulárních zlomenin – zlomeniny processus styloideus radii (typ 1), zlomeniny fossa lunata typu die-punch (vysvětlení významu viz dále) (typ 2), intraartikulární zlomeniny zasahující do diafýzy (typ 3) a rotačně dislokované zlomeniny dorzálního nebo palmárního okraje kosti (typ 4).

Druhou užitečnou klasifikací pro stanovení subtypů intraartikulárních zlomenin je Mayo klasifikace (133), ve které jsou fossa scaphoidea, fossa lunata a sigmoid notch považovány za samostatné klouby. Podle ní se rozlišují čtyři základní typy intraartikulárních zlomenin distálního radia – nedislokované nebo minimálně zlomeniny jakéhokoliv typu (typ 1), dislokované zlomeniny postihující radioskafoideální kloub (typ 2), dislokované zlomeniny postihující radiolunární kloub (typ 3) a zlomeniny postihující všechny tři klouby zároveň (typ 4).



Obrázek 7: AO / ASIF klasifikace zlomenin distálního radia. Obrázek převzat ze zdroje: [https://www2.aofoundation.org/AOFileServerSurgery/MyPortalFiles?FilePath=/Surgery/en/\\_docs/AO OTA%20Classification%20Compendium%202018.pdf](https://www2.aofoundation.org/AOFileServerSurgery/MyPortalFiles?FilePath=/Surgery/en/_docs/AO%20OTA%20Classification%20Compendium%202018.pdf).



Obrázek 8: Frykmanova klasifikace zlomenin distálního radia. Obrázek převzat ze zdroje: <https://www.orthobullets.com/trauma/1027/distal-radius-fractures>. 1 – extraartikulární fx. radia nepostihující sigmoid notch, 2 – extraartikulární fx. radia nepostihující sigmoid notch s fx. ulny, 3 – intraartikulární fx. radia nepostihující sigmoid notch, 4 – intraartikulární fx. radia nepostihující sigmoid notch s fx. ulny, 5 – extraartikulární fx. radia postihující sigmoid notch, 6 – extraartikulární fx. radia postihující sigmoid notch s fx. ulny, 7 – intraartikulární fx. radia postihující sigmoid notch, 8 – intraartikulární fx. radia postihující sigmoid notch s fx. ulny.

### 2.3.2 Klasifikace zlomenin distální ulny

Zlomeniny distální ulny byly dlouhou dobu neprávem přehlíženy, proto počet jejich klasifikací je ve srovnání s distálním radiem velmi nízký.

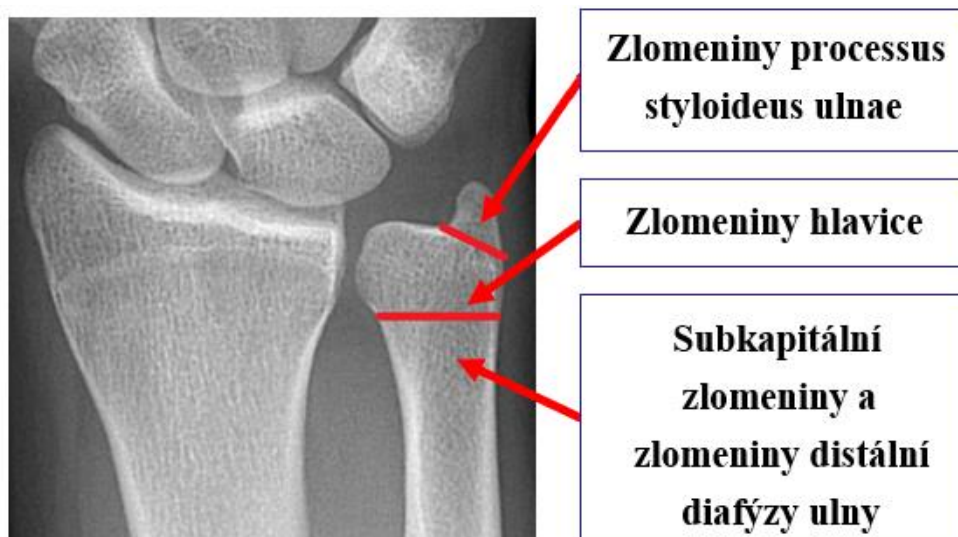
Oblast distální ulny je podle AO klasifikace definována čtvercem o straně rovné nejširšímu místu distálního konce radia a ulny. Pokud se celá lomná linie nebo její větší část nachází v tomto čtverci, jedná se o zlomeninu distální ulny. Ovšem zlomeniny distální diafýzy ulny, která je definována jako oblast ulny 5 cm proximálně od její hlavice, jsou taktéž ve většině případů spojeny se zlomeninami distálního radia, pokud nevznikají v důsledku přímého násilí. Tyto zlomeniny lze považovat také za zlomeniny distální ulny a je nutné je zohledňovat při léčbě zlomenin distálního radia.

V běžné klinické praxi je používána nejjednodušší schématická klasifikace podle Fernandez a Jupitera (45), která má praktické aspekty pro léčbu zlomenin. V závislosti na průběhu lomných linií autoři rozdělili zlomeniny na následující tři skupiny podle jejich lokalizace – zlomeniny processus styloideus ulnae, zlomeniny hlavice ulny a zlomeniny krčku a distální diafýzy ulny (obr. 9). V těchto skupinách existují podskupiny v závislosti na jejich biomechanické závažnosti (jednoduché nebo tříštivé, dislokované nebo nedislokované, stabilní nebo nestabilní). Zlomeniny bodcového výběžku ulny dále dělíme na zlomeniny v oblasti distální a střední třetiny bodce (tip fractures), zlomeniny v oblasti proximální třetiny a báze bodce (base fractures) a atypické avulzní zlomeniny (flake

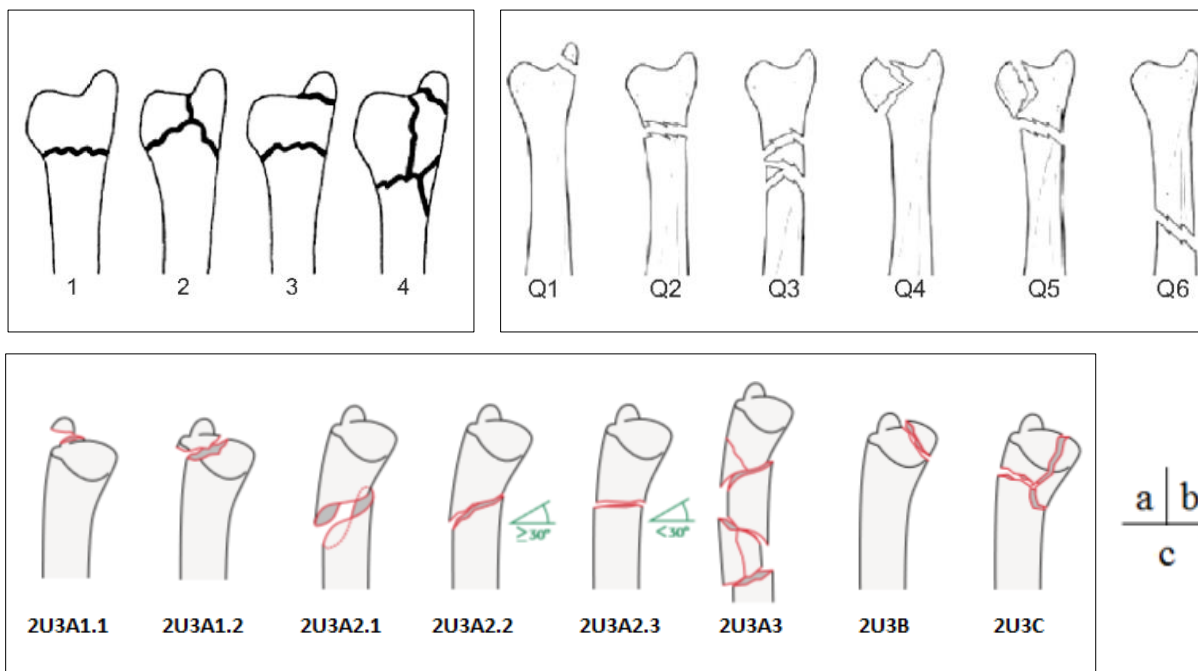
fractures), které jsou nepřímou rentgenologickou známkou avulzního poranění TFC (viz kapitola 2.4). Zlomeniny v oblasti hlavice jsou typicky intraartikulární v oblasti sedla a dómu ulny, bývají multifragmentární, a mohou zasahovat do extraartikulárních částí ulny včetně bodcového výběžku. Jednoduché zlomeniny krčku jsou nazývány subkapitálními zlomeninami ulny. Zlomeniny ulny však mohou být i komplexní a zasahovat všechny tři etáže distální ulny.

Vzhledem k velkému počtu možných typů zlomenin distální ulny je jejich systematická klasifikace problematická (obr. 10). Jednu z prvních klasifikací zlomenin ulny navrhnul Biyani (16) v roce 1995, je však zcela nedostatečná. V roce 2007 byla publikována OTA (Orthopaedic Trauma Association) klasifikace (121), která se taktéž snažila systematicky klasifikovat zlomeniny distální ulny. Fraktury byly označeny písmenem Q a příslušným číslem podle kategorizace – zlomenina báze bodcového výběžku (Q1), jednoduchá zlomenina krčku (Q2), kominutivní zlomenina krčku (Q3), zlomenina hlavice (Q4), zlomenina hlavice a krčku (Q5) a zlomenina diafýzy (Q6). Tato klasifikace se však v běžné praxi příliš neujala.

V roce 2018 byla provedena revize AO klasifikace (96), která začala rozlišovat při poranění předloktí zvlášť zlomeniny radiu a ulny. Zlomeniny distální ulny nesou systematické označení 2U3 a jsou děleny na extraartikulární zlomeniny (2U3-A), částečně artikulární zlomeniny (2U3-B) a kompletní artikulární zlomeniny (2U3-C) (obr. 10). Podrobnější klasifikace je však uvedena pouze pro extraartikulární fraktury – zlomeniny bodcového výběžku 2U3-A1 (zlomenina vrcholu 2U3-A1.1, zlomenina base 2U3-A1.2), extraartikulární jednoduchá zlomenina 2U3-A2 (spirální 2U3-A2.1, šikmá 2U3-A2.2, příčná 2U3-A2.3) a extraartikulární multifragmentární zlomenina 2U3-A3.



Obrázek 9: Schématická klasifikace zlomenin distální ulny podle Fernandez a Jupitera. Ilustrační RTG snímek. Zlomenina příslušného typu se nachází v oblasti vymezené čarami.



Obrázek 10: Systematické klasifikace zlomenin distální ulny. a – Biyani klasifikace, b – OTA klasifikace, c – AO / ASIF klasifikace zlomenin distální ulny. Obrázek a + b převzat ze zdroje: <https://www.semanticscholar.org/paper/Proposed-Guidelines-for-Treatment-of-Concomitant-LiangLai/6aef9b827449e9b3beac1f0ade374e8c91414abe>. Obrázek C převzat ze zdroje: [https://www2.aofoundation.org/AOFileServerSurgery/MyPortalFiles?FilePath=/Surgery/en/\\_docs/AOOTA%20Classification%20Compendium%202018.pdf](https://www2.aofoundation.org/AOFileServerSurgery/MyPortalFiles?FilePath=/Surgery/en/_docs/AOOTA%20Classification%20Compendium%202018.pdf).

## 2.4 EPIDEMIOLOGIE A PATOFYZIOLOGIE ZLOMENIN DISTÁLNÍHO PŘEDLOKTÍ

Zlomeniny distálního předloktí jsou nejčastější zlomeniny skeletu v dospělém věku. Představují 17-25 % všech zlomenin s incidencí 2-4 případy na 1000 obyvatel za rok a ženy jsou postiženy až čtyřikrát častěji než muži. Jejich výskyt v populaci má dva vrcholy distribuce ve věkových skupinách – jsou to typické zlomeniny osob vyššího věku (65-85 let), u kterých vznikají v terénu osteoporózy a druhou skupinou jsou mladí jedinci ve třetí dekádě života, u kterých vznikají v důsledku vysokoenergetických poranění (30, 59, 77, 84, 140).

Izolovaná poranění distální ulny nebo DRUJ jsou vzácné, většinou bývají asociovány se zlomeninami distálního radiu. Zlomeniny processus styloideus ulnae jsou spojeny s více než 40 % (21–61) všech zlomenin distálního radiu a v případě intraartikulárních zlomenin radiu jejich incidence stoupá až na 86 % (26, 50, 57, 59, 105, 118, 122, 144, 160). Zlomeniny hlavice a distální diafýzy ulny bývají

prakticky vždy sdružené se zlomeninami distálního radia, jen ve výjimečných případech se mohou vyskytnout jako izolovaná poranění (80, 183, 190). Incidence těchto zlomenin při současné zlomenině distálního radia je 1-2 % a vznikají přenosem násilí z radia na ulnu přes stabilizátory DRUJ (142). Izolované zlomeniny vznikají nejčastěji přímým mechanismem při úderu proti mediální straně předloktí, vzácně mohou být součástí reverzního perilunárního poranění, kdy bývají asociovány s poraněním interosseálních a kapsulárních karpálních vazů.

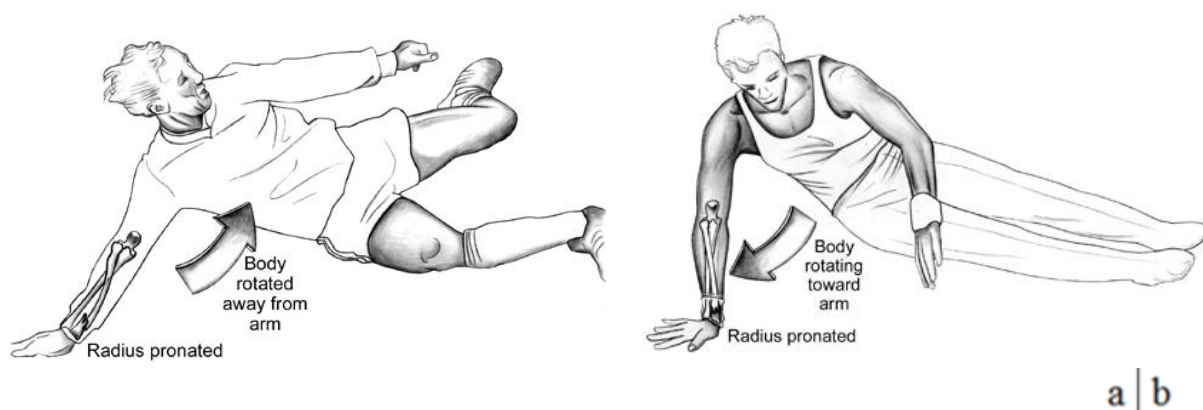
Protože celé předloktí je jeden funkční celek, může se poranění distálního předloktí vyskytovat v kombinaci s poraněním ostatních struktur předloktí, které musí být při akutním poranění vždy vyloučeno. Bez ohledu na závažnost zlomeniny distálního radia, poranění distální ulny samotné a poranění jejího okolí přímo ovlivňují anatomii a biomechaniku DRUJ. Při zlomenině distálního předloktí dochází ke komplexnímu poranění zápěstí, které ovlivňuje radiokarpální, ulnokarpální a distální radioulnární kloub a při přidruženém poranění karpálních kostí nebo karpálních vazů i karpus jako celek. Na přidružená poranění měkkých tkání je nutné vždy myslet, protože dle Geisslera a kolektivu (57) je v případě intraartikulární zlomeniny distálního radia jejich incidence až 68 %.

Typickým mechanismem úrazu je pád na končetinu při postavení předloktí v pronaci při současné násilné dorzální flexi zápěstí. Ve většině případů primárně vždy vzniká zlomenina radia a ulna absorbuje reziduální energii (30, 173). Velikost této energie určuje závažnost poranění ulnárního pilíře, které svou závažností stoupá od poranění TFCC s nebo bez zlomeniny bodcového výběžku ulny až po kominutivní zlomeninu hlavice ulny s komplexním poraněním měkkých tkání (173). Vzácně dochází k opačnému průběhu násilí, kdy primárně je zraněn ulnární pilíř a radius absorbuje reziduální energii, příkladem je luxace radia v DRUJ s nebo bez jeho zlomeniny.

Výsledný typ zlomeniny distálního radia je určen velikostí a typem vyvolávající síly, pozicí zápěstí a předloktí v okamžiku úrazu, stupni rotace předloktí a individuální kvalitě kostní tkáně. Zlomenina distálního radia vzniká při dorzální flexi zápěstí 40-90° a současné radiální nebo ulnární dukci 0-35° (50). Při dorzální flexi nad 90° dochází k vzniku perilunárního poranění podle malého nebo velkého oblouku dle Mayfielda, při dorzální flexi pod 40° dochází spíše k poranění diafýzy nebo proximální části předloktí. Velikost hmotnosti, která musí působit na předloktí, aby vedla ke zlomenině distálního radia, variuje od 105 kg do 440 kg – průměrně 195 kg u žen a 285 kg u mužů (50). Velikost vyvolávající síly je individuální a závisí na kvalitě kostní tkáně a na stupni dorzální flexe zápěstí – čím je úhel dorzální flexe nižší, tím nižší je síla potřebná ke vzniku zlomeniny distálního radia (204). U jedinců s dobrou kvalitou kostní tkáně vznikají při stejném působení vyvolávajících sil odlišné typy zlomenin než u jedinců se špatnou kvalitou kostí tkáně. V případě osteoporotické kosti působí ohybové síly přímou kompresi kosti a vznikají proto více kominutivní zlomeniny s impakcí a kolapsem spongiosní kostní tkáně v oblasti metafýzy (140). Působením ohybových sil vznikají při dobré kvalitě kostní tkáně extraartikulární zlomeniny distálního předloktí (86). Při působení



střížných a axiálních kompresních sil vznikají intraartikulární zlomeniny a při působení kombinace jednotlivých sil vznikají komplexní zlomeniny. Extraartikulární zlomeniny vznikají při pádu na končetinu při postavení v pronaci s hyperextenzí zápěstí, kdy celá tělesná hmotnost je přenesena přes osu předloktí na metafýzu radia a dochází k jejímu ohybu (50). V závislosti na směru rotace těla vůči předloktí v okamžiku úrazu je určen typ extraartikulární zlomeniny distálního radia, respektive jestli vzniká zlomenina Collesova nebo Smithova typu. V případě, že tělo rotuje směrem od končetiny, vzniká prvně jmenovaný typ zlomeniny, pokud rotuje směrem ke končetině, vzniká druhý typ zlomeniny (obr. 11). U zlomenin Collesova typu vzniká primárně zlomenina na volární ploše radia v důsledku působení tensních sil, poté se zlomenina propaguje dorzálně a když ohybový moment vyvolá kompresní síly, vzniká zóna kominuce na dorzální straně (204). U zlomenin Smithova typu je tomu naopak. Současně na distální předloktí působí i torsní síly – u dorzálně dislokovaných zlomenin distálního radia je periferní fragment rotován do supinace, u palmárně dislokovaných zlomenin do pronace a tato rotační malpozice je velmi obtížně detekovatelná na prostých RTG snímcích. U pevné kostní tkáně musí působit na kortex distálního radia velká tensní síla kapsulárních karpálních ligament, aby vznikla extraartikulární zlomenina, dá se tedy předpokládat možnost jejich přidruženého poranění (56, 161). Působením střížných sil vznikají intraartikulární zlomeniny, pro které je typické, že část metafýzy a epifýzy distálního radia zůstává součástí centrálního fragmentu, jedná se tedy o zlomeniny typu B podle AO klasifikace a vzhledem k šikmému průběhu linie jsou značně nestabilní (12, 27). Tyto zlomeniny vznikají působením axiálního násilí na distální konec radia při fixované palmární nebo dorzální flexi zápěstí nejčastěji při vysokoenergetickém úrazu – k poranění dochází tehdy, když ruka pevně drží v určité poloze předmět (například volant nebo řídítka) a karpus jako kladivo odlamuje okraj distálního radia (12, 152, 192).



Obrázek 11: Mechanismus vzniku extraartikulární zlomeniny distálního radia. a – vznik zlomeniny Collesova typu, b – vznik zlomeniny Smithova typu. Obrázek převzat ze zdroje: Berger RA, Weiss APC. Hand Surgery. Philadelphia: Lippincot Williams and Wilkins, 2004.

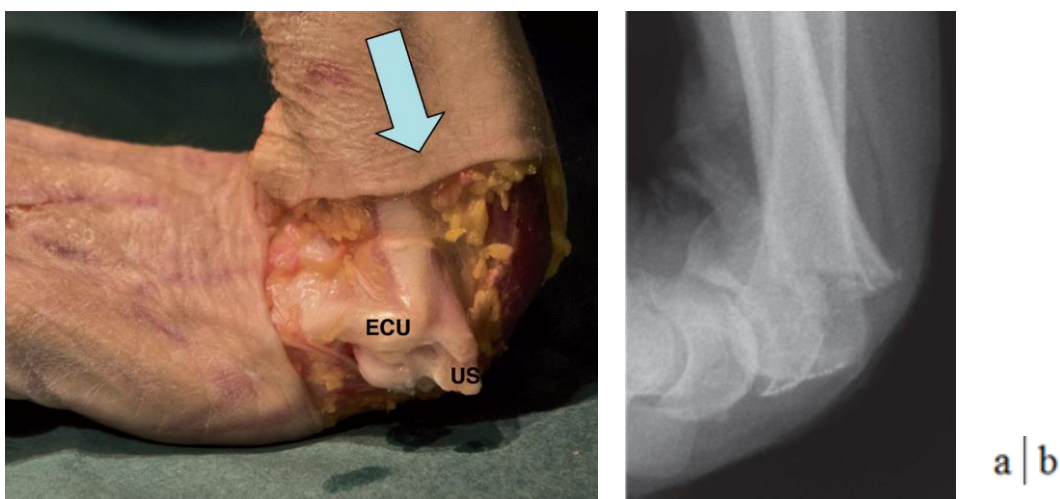
Tyto zlomeniny bývají v závislosti na velikosti dislokace karpu spojeny s přidruženým poraněním kapsulárních karpálních vazů na opačné straně zápěstí, než vzniká zlomenina – poranění vazů může být různé závažnosti od prosté distenze přes parciální ruptury až po totální ruptury nebo avulzní poranění úponu na radius. Při těchto zlomeninách mohou být současně poraněny i interesseální karpální vazy, jako například u šoférské zlomeniny (AO 2R3-B1), která je spojena s poraněním skafolunárního interesseálního vazů (123, 124). V důsledku působení kompresních sil vznikají závažné intraartikulární zlomeniny distálního radia typu C podle AO klasifikace, které jsou charakterizovány rozlomením kloubní plochy a oddělením periferních fragmentů od proximálního fragmentu a bývají spojeny s impakcí subchondrální a metafyzární spongiosní kosti (85). Typická impresní zlomenina posteromediální části fossa lunata způsobena přímou impakcí lunata do radia byla popsána Scheckem v roce 1962 jako „die-punch fracture“ (172). Kompresní zlomeniny bývají často spojeny s poraněním interesseálních karpálních vazů – skafolunární interesseální ligamentum bývá poraněno nejčastěji u zlomenin s velkým fragmentem processus styloideus radii, impresí fossa scaphoidea nebo fossa lunata (139), lunotriquetrální interesseální ligamentum bývá poraněno při impakci os triquetrum proti distální ulně. Komplexní zlomeniny distálního radia bývají asociovány s poraněním jak kapsulárních, tak interesseálních vazů a incidence jejich poranění stoupá se závažností zlomeniny. Pokud je zlomenina distálního radia spojena s dislokací radiokarpálního kloubu, hovoříme o radiokarpální luxační zlomenině (radiocarpal fracture dislocation), které jsou klasifikovány do dvou typů podle Monheima a kolektivu (135) – typ I představuje zlomeninu distálního radia asociovanou s poraněním kapsulárních karpálních vazů a typ II zlomeninu asociovanou s poraněním kapsulárních i interesseálních karpálních vazů. Vzhledem ke složitosti zápěstí jako celku neexistuje korelace mezi typem zlomeniny distálního radia a přesným typem poranění karpálních vazů, jejich incidence však dosahuje až 82 % u komplexních intraartikulárních zlomenin (84).

V důsledku zlomeniny distálního předloktí může dojít k poruše stability nebo kongruence DRUJ, případně ke kombinaci obou. Pokud není akutní poranění kloubu adekvátně léčeno, rezultuje v chronickou instabilitu nebo inkongruenci kloubních ploch. Oba stavy vedou dříve či později k rozvoji posttraumatické osteoartrózy DRUJ (199), kterou již nelze řešit rekonstrukčními, ale pouze zachovnými chirurgickými výkony, které vedou k omezení rozsahu hybnosti předloktí (113). Právě proto je zcela klíčová adekvátní primární léčba akutního poranění DRUJ, která obnovuje normální anatomii a biomechaniku kloubu.

#### **2.4.1 Porucha stability distálního radioulnárního kloubu**

Aby došlo k destabilizaci DRUJ, musí být většinou TFCC kompletně odtržen ze svého radiálního nebo ulnárního úponu a musí být rovněž poraněny i další stabilizátory kloubu (17, 41, 53, 150, 153, 179).

Zlomeniny distálního předloktí vznikají typicky při působení axiálního násilí a střížných a torsních sil. Při jejich působení dochází ke zlomenině radia, při dislokaci a zkratu jeho fragmentů během poranění se napíná TFC, který zůstává neporaněn ve svém radiálním úponu a vytrhává se jeho ulnární úpon. Poranění ulnárního pilíře je v tomto případě sekundární při zlomenině distálního radia. Scheer a Adolfsson (173) ve své kadaverické studii prokázali, že poranění TFCC a stabilizátorů může být očekáváno v případě zlomeniny distálního radia s dislokací periferního fragmentu dorzálním směrem o více než průměrně 32° (16-34) a že většinou bývá poraněna dorzální i palmární část TFCC (obr. 12). Poranění TFCC rezultuje spolu s poraněním dalších stabilizátorů v instabilitu DRUJ tehdy, pokud je hluboká složka PRUL a DRUL kompletně vytržena z fovea ulnae (9, 45, 100, 147, 179). Poranění ulnárního úponu TFC je buď čistě ligamentózního charakteru poranění nebo dochází k přidruženému kostěnému poranění z oblasti fovea ulnae (flake fractures) nebo bodcového výběžku ulny. Až 40 % zlomenin bodcového výběžku ulny bývá provázeno poraněním hluboké složky ligament TFCC rezultující v instabilitu DRUJ (16, 30, 47, 107, 114, 118, 122, 131, 169, 173). Zlomeniny v oblasti střední a distální třetiny bodcového výběžku ulny (tip fractures) obvykle nezpůsobují instabilitu distálního radioulnárního kloubu, protože linie lomu prochází pod místem úponu hluboké složky distálních radioulnárních ligament TFCC (2, 56, 68, 112, 118, 184). Izolované poranění superficiálních porce ligament instabilitu nezpůsobuje. Poranění TFCC však lze s vysokou pravděpodobností předpokládat, pokud se jedná o zlomeninu v oblasti base a proximální třetiny processus styloideus ulnae (base fractures), protože zlomenina prochází v místě úponu ligament TFCC. Nepřímou známkou tohoto poranění na RTG je radiální dislokace periferního fragmentu bodcového výběžku ulny radiálním směrem.



Obrázek 12: Poranění stabilizátorů DRUJ při extraartikulární zlomenině distálního radia. a – kadaverosní preparát, b – odpovídající RTG snímek. ECU – šlacha m. extensor carpi ulnaris, US – bodcový výběžek ulny, šipka – směr působení axiálního násilí. Obrázky převzaty ze zdroje: Scheer JH, Adolfsson LE. Pathomechanism of ulnar ligament lesions of the wrist in a cadaveric distal radius fracture model. Acta Orthopaedica. 2011; 82 (3): 360-364.

Poranění TFCC rozdělil Palmer v roce 1989 (147) do dvou základních skupin podle etiologie na traumatické léze (typ I) a degenerativní léze (typ II) (tab. 1). V klinické praxi se tato klasifikace nejvíce používá k hodnocení poranění TFCC při artroskopii zápěstí, avšak není vždy jednoduché odlišit traumatické léze od preexistujících degenerativních změn a hodnotit tak jejich vliv na posttraumatickou instabilitu. Traumatická poranění TFCC typu IB, IC a ID mohou vést při přidruženém poranění dalších stabilizátorů DRUJ k instabilitě kloubu. Podle Palmerovy klasifikace však nelze spolehlivě predikovat instabilitu kloubu v případě poranění ulnárního úponu TFC (lese typu IB), protože klasifikace nezohledňuje poranění jednotlivých složek radioulnárních ligament. V roce 2011 Atzei a Luchetti (9) ve své klasifikaci poranění ulnárního úponu TFC zohlednili poranění jednotlivých porcí těchto ligament a jejich vliv na stabilitu DRUJ (tab. 2 a obr. 13). Toto rozdělení zohledňuje patofyziologii a je vhodnější pro klasifikaci těchto poranění.

Pokud vyvolávající násilí působí na distální předloktí v předozadním směru, dochází k odlišnému poranění ulnárního pilíře. Při působení vysokého násilí na ruku v krajní rotační poloze předloktí, nejčastěji při vysokoenergetickém úrazu, dochází k luxačnímu poranění DRUJ – při krajní pronaci dochází k palmární dislokaci a při krajní supinaci k dorzální dislokaci radia vůči hlavici ulny. Izolované luxace DRUJ jsou vzácné, typicky je poranění opět spojeno se zlomeninou distálního radia (198) a poranění ulnárního pilíře je v tomto případě primární. Toto poranění vzniká mnohem méně často ve srovnání se typickým sekundárním poraněním ulnárního pilíře při zlomenině distálního radia (173). Vyvolávající síla vede podle směru svého působení k roztržení palmární nebo dorzální části stabilizujících měkkých tkání DRUJ a dislokuje palmární nebo dorzální okraj sigmoid notch přes hlavici ulny.

<p><b>Typ I = traumatická poranění</b></p> <p>IA – perforace centrální části disku  IB – poranění ulnární části TFCC s nebo bez zlomeniny processus styloideus ulnae  IC – poranění distální části TFCC (disrupce od UC ligament)  ID – poranění radiální části TFCC s nebo bez zlomeniny sigmoid notch</p>
<p><b>Typ II = degenerativní změny</b></p> <p>IIA – povrchové rozvláknění disku  IIB – povrchové rozvláknění disku + chondromalacie os lunatum / ulny  IIC – perforace disku + chondromalacie os lunatum / ulny  IID – perforace disku + chondromalacie os lunatum / ulny + poškození LTIL  IIE – poškození IID + ulnokarpální artróza</p>

Tabulka 1: Klasifikace poškození TFCC dle Palmera. Volně převzato podle zdroje: Palmer AK. Triangular fibrocartilage lesions: a classification. J Hand Surg. 1989; 14A: 594-606.

Ze všech anatomických typů DRUJ je nejvíce náchylný k tomuto poranění typ kloubní jamky „flat face notch“ dle Tolata (194), protože má minimální osteokartilaginózní okraje sigmoid notch, které zajišťují podporu ulně při rotačních pohybech předloktí a brání dislokaci radia. Většinou vždy dochází po poranění ke spontánní repozici, takže poranění DRUJ unikne pozornosti chirurga. Vzácněji může být výraznější okraj sigmoid notch zaklíněn za hlavici ulny a může bránit spontánní zavřené repozici, vyskytuje se nejčastěji u anatomického typu DRUJ „C-type notch“ dle Tolata (194). Při dorzální luxaci radia navíc může být šlacha ECU zachycena pod palmárním okrajem sigmoid notch a tvořit interpozitum měkkých tkání (66, 145). Protože směr působení vyvolávajících sil je spíše příčný než typicky podélný, v případě izolované luxace distálního radia může, ale nemusí, být TFC vytržen z radia nebo ulny. Při dislokaci radia může hlavice ulny roztrhnout měkké tkáně stabilizující DRUJ bez roztržení TFCC, který se napíná jako prak mezi radiem a ulnou.

Stupeň	Rozsah poranění	Stabilita DRUJ
<b>0</b>	Zlomenina apexu processus styloideus ulnae bez poranění TFCC	stabilní
<b>1</b>	Izolované poranění sl-TFCC	stabilní
<b>2</b>	Kombinované poranění sl-TFCC a dl-TFCC	nestabilní
<b>3</b>	Izolované poranění dl-TFCC	nestabilní
<b>3A</b>	Zlomenina base processus styloideus ulnae s poraněním dl-TFCC	nestabilní
<b>4</b>	Nerekonstruovatelná centrální poranění TFCC	nestabilní
<b>5</b>	Osteoartróza DRUJ provázející poranění TFCC	nestabilní

Tabulka 2: Klasifikace poškození TFCC dle Atzei a Luchetti. sl-TFCC – superficiální porce TFCC, dl-TFCC – hluboká porce TFCC, Volně převzato podle zdroje: Atzei A, Luchetti R. Foveal TFCC tear classification and treatment. Hand Clin. 2011; 27: 263-272.



Obrázek 13: Klasifikace poškození TFCC dle Atzei a Luchetti. Obrázek převzat ze zdroje: <https://www.essr.org/content-essr/uploads/2018/09/Classification-of-TFCC-lesions-according-to-Atzei.pdf>

U zlomenin distálního radia extraartikulárního i intraartikulárního typu stupeň dislokace intermediálního pilíře radia v předozadním směru určuje závažnost dislokace DRUJ (subluxace nebo luxace), pokud není distální ulna také zlomena v oblasti hlavice nebo pod ní. Pokud dislokace intermediálního pilíře radia překoná relativní pevnost radioulnárních ligament, dochází k poranění TFC s nebo bez avulzního poranění kosti (198). U zlomenin Bartonova typu (2R3-B2 a 2R3-B2 dle AO klasifikace), které vznikají působením střížných sil, dochází taktéž v závislosti na míře dislokace odlomeného fragmentu k přidruženému poranění TFCC a při velké dislokaci i k poranění kapsulárních karpálních ligament.

K poruše stability DRUJ dochází i v případě poranění předloktí typu Galeazzi a Essex-Lopresti. U poranění Galeazziho typu (52) vzniká zlomenina diafýzy radia a přenosem působícího násilí šikmo distálně přes interosseální membránu i současné poranění stabilizátorů DRUJ, které bývá spojeno s avulzním poraněním bodcového výběžku ulny. Komplexní poranění předloktí pak představuje poranění typu Essex-Lopresti (43), které tvoří zlomenina hlavice radia, longitudinální roztržení interosseální membrány a poranění stabilizátorů DRUJ, které bývá nejčastěji charakteru avulze radiálního úponu TFC.

Důležité je poznamenat, že nestabilita DRUJ není radiologická diagnóza, ale klinická diagnóza, která značí poranění anatomických struktur stabilizujících DRUJ.

#### **2.4.2 Porucha kongruence kloubních ploch distálního radioulnárního kloubu**

Z patofyziologického hlediska dochází k inkongruenci kloubních ploch DRUJ v důsledku zlomenin distálního předloktí buď přímo nebo nepřímo (198) a oba typy inkongruence se mohou kombinovat.

Přímá porucha kongruence kloubu vzniká v důsledku dislokovaných intraartikulárních zlomenin sigmoid notch nebo hlavice ulny, které způsobují schodové deformity (articular step-off) přímo na kloubních plochách. Zlomeniny hlavice ulny, které zasahují do jejího sedla, se vyskytují v nespočtu různých variant od jednoduchých až po kompletní kominutivní fraktury. Zlomeniny distálního radia, které přímo zasahují sigmoid notch, jsou dvojího typu. Prvním typem jsou dislokované zlomeniny fossa lunata probíhající v rovině koronární, jako například zlomeniny Bartonova typu nebo zlomeniny AO 2R3-C3 dle AO klasifikace s typickými die-punch fragmenty. Druhým typem jsou dislokované zlomeniny fossa lunata probíhající v rovině transverzální, například kompletní zlomeniny radiální metafýzy, jejíž lomná linie zasahuje do sigmoid notch. Zlomeniny zhojené s dislokací kloubního povrchu větší než 1 mm způsobují poruchu funkce kloubu a rozvoj časně posttraumatické osteoartrózy (2, 10, 17, 105).

Nepřímá porucha kongruence kloubu vzniká při dislokovaných zlomeninách distálního radia nebo ulny, které po zhojení vedou ke změně postavení sigmoid notch vůči sedlu ulny. K malpozici DRUJ vedou jednak extraartikulární zlomeniny distálního radia proximálně od sigmoid notch s angulací dorzálním směrem (zlomenina Collesova typu) a palmárním směrem (zlomenina Smithova typu) nebo zlomeniny distální ulny, které vedou ke změně anatomického postavení distálního konce kosti. U zlomenin distálního radia tohoto typu způsobuje angulace periferního fragmentu, který nese sigmoid notch, jeho neanatomické sklonění vůči hlavici ulny a současné zkrácení radia vede k jeho proximalizaci. Zkrácení délky radia vede ke zvýšenému napětí TFCC a často bývá spojeno i s traumatickými rupturami TFC s nebo bez kostní avulze z ulny. Zlomeniny distální ulny, které vedou ke změně anatomického postavení distálního konce kosti jsou dislokované zlomeniny hlavice, subkapitální zlomeniny a zlomeniny distální diafýzy ulny. Změna anatomického postavení může být způsobena zkratem délky kosti, osovou angulací (antekurvace / retrokurvace / laterokurvace hlavice ulny), rotační malpozicí nebo případně jejich kombinacemi. V případě kombinace dislokovaných zlomenin obou kostí předloketních výše uvedeného typu je anatomické postavení DRUJ těžce porušeno, jedná se totiž o vysoce nestabilní poranění a jeho konzervativní léčba vede k nepredikovatelným výsledkům. Z biomechanického hlediska určité typy DRUJ podle jejich anatomické konfigurace tolerují inkongruenci kloubu více a některé méně. Obecně lze říci, že čím složitější je tvar sigmoid notch v rovině transverzální a čím větší je kontaktní plocha sigmoid notch a hlavice ulny, respektive čím menší je poloměr zakřivení sigmoid notch, tím méně DRUJ toleruje inkongruenci kloubních ploch a naopak. Podle anatomické konfigurace DRUJ v rovině koronární Tolat typ I (paralelní neboli cylindrický typ) toleruje dobře zkrat radia nebo ulny bez angulace, protože kosti spolu artikulují na poměrně velké ploše, která je největší u „C-type notch“. Tolat typ II (šikmý neboli konický typ) netoleruje zkrat radia a Tolat typ III (reverzní šikmý neboli hemisférický typ) netoleruje zkrat ulny. Změny v anatomickém postavení distálního radia a ulny mají prokázanou příčinnou souvislost se změnami normální distribuce tlakových v DRUJ, změnami napětí extrinzičických a intrinzičických stabilizátorů, limitací rozsahu hybnosti předloktí a reziduální bolestivosti ulnární části zápěstí po zlomenině distálního předloktí (3, 16, 20, 30, 33, 41, 46, 88, 98, 156, 174, 178, 190, 200). Zlomeniny distálního radia s reziduální dorzální dislokací nad 10° již způsobují limitaci rozsahu hybnosti předloktí (72). Zkrat distálního radia může vést ke vzniku syndromu ulnární impakce (49) a zvýšení kontaktních sil na kloubní ploše DRUJ pak k rozvoji časně posttraumatické osteoartrózy (11).

Zlomeniny distálního předloktí způsobující inkongruenci DRUJ jsou považovány za preartrotické deformity. Pro dlouhodobě dobrý funkční výsledek po zlomeninách distálního předloktí je proto klíčové obnovení nejen anatomického postavení radiokarpálního a ulnokarpálního kloubu, ale také distálního radioulnárního kloubu (17, 63).

## 2.5 DIAGNOSTIKA ZLOMENIN DISTÁLNÍHO PŘEDLOKTÍ A PORANĚNÍ DRUJ

Dalo by se říci, že v dnešní přetechizované době je diagnostika zlomenin distálního předloktí jednoduchá. Má však svoje specifika a úskalí, protože v oblasti zápěstí jsou všechny struktury v těsném anatomickém a funkčním vztahu. Rozsah poranění distálního předloktí a zápěstí je určen charakterem vyvolávajícího násilí a je důležité si uvědomit, že výsledné poranění je vždy komplexní – nejedná se totiž jen o poranění skeletu, které vidíme na rentgenových snímcích, ale i o poranění měkkých tkání (16, 46, 118, 160). Při zlomenině distálního předloktí je pozornost nezkušeného chirurga typicky věnována zlomenině distálního radia a ostatní přidružená poranění bývají přehlédnuta a neléčena. Všechny diagnostické metody mají význam jen v rukou zkušeného chirurga, který dokáže jejich výsledky správně interpretovat a správně diagnostikovat a adekvátně léčit všechna přítomná poranění zápěstí.

### 2.5.1 Anamnéza

V rámci anamnézy musí být v první řadě zjištěn přesný mechanismus a okolnosti vzniku úrazu, abychom získali představu o směru a velikosti sil vyvolávajících poranění zápěstí a předloktí. Pro rozhodnutí o vhodném způsobu léčby konkrétního pacienta je důležité posoudit jeho biologický věk, dominanci končetiny, pracovní a funkční nároky na zápěstí a jeho specifické aktivity a zátěž. Klíčové je při odběru anamnézy zjistit předešlá poranění předloktí, zápěstí a ruky a jejich případná onemocnění (revmatoidní artritida) a funkci před úrazem, protože to může zásadně změnit interpretaci radiologických nálezů. Důležité je i zjistit celkový stav pacienta, přítomnost závažných celkových onemocnění a užívání specifických léků (kortikoidy, imunosupresiva). Všechny tyto závažné aspekty mohou ovlivnit léčebný postup.

### 2.5.2 Klinické vyšetření

Klinické vyšetření má zásadní význam, i když při akutním poranění je možnost jeho provedení limitováno pro bolest a otok. Přesto pečlivému lékaři může přinést řadu informací týkajících se rozsahu poranění. Zkušený chirurg ruky dokáže často pouze na základě rozhovoru s pacientem a klinického vyšetření stanovit diagnózu před provedením zobrazovacích vyšetření.

Při inspekci si všímáme spontánní polohy končetiny, přesné lokalizace otoku a subkutánního hematomu, stavu měkkých tkání, případných otevřených ran, hematomu šlachových pochev, zjevných deformit kontur kostí a kloubů a aktivní hybnosti (158). Poraněnou končetinu vizuálně vždy srovnáváme s neporaněnou končetinou. Lokalizaci místa bolesti by měl před palpací ukázat sám pacient neporaněnou rukou. Palpaci provádíme pouze citlivě a provokační testy pro vyšetření stability



zápěstí jsou možné pouze tehdy, pokud jsou tolerovány pacientem. Aktivní a pasivní hybnost vyšetřujeme uvážlivě podle míry bolestivosti. Fyziologický rozsah hybnosti zápěstí je přísně individuální – průměrná hodnota je flexe 60°, extenze 80°, radiální dukce 20°, ulnární dukce 30°, pronace 90° a supinace 80°. Stejně tak velikost síly stisku ruky je individuální – největší sílu stisku má ruka ve flexi a dominantní končetina je asi o 7 % silnější než nedominantní (37).

Vždy u akutního úrazu hodnotíme stav prokrvení a inervace končetiny, funkci šlachového aparátu a celého předloktí včetně lokte, aby nebylo přehlédnuto přidružené poranění. U vysokoenergetických poranění musíme myslet na riziko rozvoje compartment syndromu předloktí nebo ruky, komprese mediálního nervu (akutní syndrom karpálního tunelu) a vzácná vaskulární poranění.

Pro vyšetření DRUJ používáme následující specifické provokační testy:

- 1) **piano key sign test** – poloha končetiny pacienta je v pronaci předloktí, končetina je relaxována, vyšetřující stabilizuje jednou rukou distální radius a druhou tlakem na hlavici ulny v předozadním směru vyvolává střížný pohyb DRUJ – bolest nebo vyvolání dislokace hlavice ulny ve srovnání s kontralaterální stranou je známkou instability DRUJ (116).
- 2) **ulnar ballotement test** – poloha končetiny pacienta je v neutrální poloze předloktí a zápěstí opřena o loket ve flexi 90°, končetina je relaxována, vyšetřující opět stabilizuje jednou rukou distální radius a druhou tlakem na hlavici ulny v předozadním směru vyvolává střížný pohyb DRUJ – v případě instability DRUJ vzniká opět bolest nebo vyvolání dislokace hlavice ulny ve srovnání s kontralaterální stranou (116).
- 3) **ulnar compression test (radioulnar shear test)** – poloha končetiny pacienta je v neutrální rotaci předloktí, končetina je relaxována, vyšetřující vyvolává jednou rukou tlak na hlavici ulny radiálním směrem proti sigmoid notch a druhou provádí rotační pohyby ruky a předloktí – při inkongruenci kloubu zaznamenáváme přeskoky při pohybu, současná bolestivost při vyšetření je známkou osteoartrózy DRUJ (208).
- 4) **ulnar fovea sign test** – poloha končetiny pacienta je v neutrální poloze předloktí a zápěstí opřena o loket ve flexi 90°, končetina je relaxována, vyšetřující umístí palec do jamky mezi processus styloideus ulnae a šlachou FCU, distálně od ní se nachází os triquetrum, proximálně hlavice ulny – při pozitivitě testu tlak vyvolává bolestivost ve srovnání s kontralaterální stranou, která je známkou poranění TFCC nebo ulnokarpálního abutment syndromu (191).
- 5) **TFC grind test (TFC compression test)** – poloha končetiny pacienta je v neutrální poloze předloktí opřena o loket ve flexi 90°, zápěstí je v ulnární dukci a končetina je relaxována, vyšetřující položí ukazovák a palec jedné ruky na TFCC z obou stran, druhou rukou vyvolává axiální tlak na končetinu v ulnární dukci ruky a provádí

rotační pohyby předloktí – ulnární dukce vede k relaxaci kloubního pouzdra, ulnokarpálních vazů, ECU a FCU, při rotacích je napnut pouze TFC a v případě jeho poranění vzniká bolestivost; test je pozitivní i při ulnokarpálním abutment syndromu, kdy mohou být navíc hmatné drásoty a přeskoky (147).

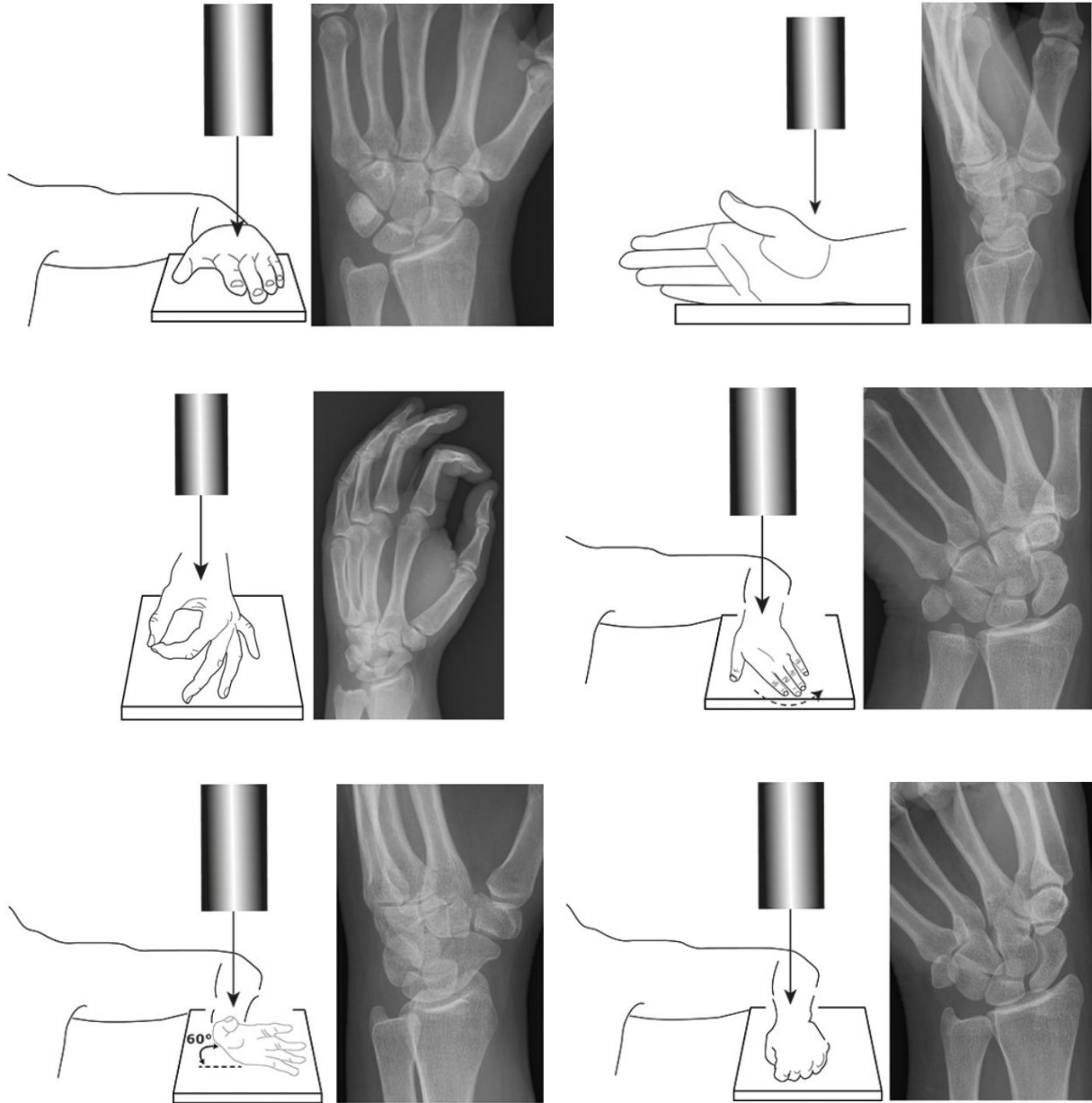
- 6) **screwdriver test** – nespecifický test při zátěži poraněné končetiny při poloze v ulnární dukci (šroubování proti odporu) slouží k hodnocení kongruence a funkce kloubu – test je pozitivní při poranění TFCC, ulnokarpálním abutment syndromu a osteoartróze DRUJ.
- 7) **vyšetření stability ECU** – poloha končetiny pacienta je v neutrální poloze předloktí a zápěstí opřena o loket ve flexi 90°, končetina je relaxována, vyšetřující umístí jednu ruku na šlachy ECU v oblasti hlavice ulny a druhou ruku převede ruku do ulnární dukce a flexe – v případě poranění hluboké části pochvy ECU dochází k luxaci šlachy z jejího kanálu.

Znalost jednotlivých vyšetřovacích technik a jejich správná interpretace je důležitá pro správnou klinickou diagnostiku, protože instabilita DRUJ se nedá spolehlivě prokázat jinak než klinickým vyšetřením. Pirela-Cruz a kolektiv (153) zkoumali postavení radia a ulny v oblasti DRUJ při působení zátěže na předloktí během CT vyšetření. Bylo tak prokázáno, že translace radia a ulny není při působení stresových sil větší než 3 mm u jedinců s nepostíženým zápěstím. Pokud při klinickém vyšetření DRUJ vyvoláme větší translaci, je to známkou poranění stabilizátorů DRUJ a průkazem jeho instability.

### 2.5.3 Zobrazovací metody

Základní zobrazovací metodou pro diagnostiku zlomenin distálního předloktí je rentgenové vyšetření ve standardní posteroanteriorní a laterální projekci. Šikmé projekce poskytují dodatečné informace o stavu karpálních kostí. Pouze standardizované rentgenové snímky (obr. 14) umožňují stanovení přesné diagnózy (42). Přesná posteroanteriorní projekce zápěstí se provádí při poloze pacienta v sedu s položením končetiny na podložku tak, že paže je v abdukci 90°, flexi lokte 90°, neutrální rotaci předloktí a ruka je položena na podložce s nataženými prsty při nulové dukci (42, 176). Při správně provedené projekci jsou proximální a distální řada karpálních kostí paralelně uspořádány, mediokarpální kloub má symetrickou kloubní štěrbinu a kloubní prostory mezi kostmi jsou uniformní. V této projekci je šíře DRUJ normálně průměrně 2 mm (195). Pro měření ulnární variance se používá řada technik, nejpřesnější je metoda podle Palmera (148) pomocí šablony polokruhů koncentricky uspořádaných ve vzdálenosti 1 mm. Přesná laterální projekce zápěstí se provádí tak, že končetina je položena na podložce ve flexi lokte 90° a neutrální rotaci předloktí. Provedena správně je tehdy, pokud na snímku je volární okraj os pisiforme v zákrytu s volárním okrajem distálního pólu os scaphoideum,

processus styloideus radii překrývá proximální karpální řadu a je centrován do středu os lunatum a hlavice ulny je kompletně překryta radiem (7).



Obrázek 14: Provedení rentgenových snímků zápěstí ve standardních projekcích. a – posteroanteriorní projekce, b – laterální projekce, c – externí šikmá projekce, d – posteroanteriorní projekce v ulnární dukci zápěstí, e – šikmý snímek v supinaci 60° a ulnární dukci zápěstí, e – zátěžový snímek v posteroanteriorní projekci s rukou sevřenou v pěst. Obrázky použity ze zdroje: [www.startradiology.com/internships/emergency-medicine/wrist/x-wrist/](http://www.startradiology.com/internships/emergency-medicine/wrist/x-wrist/).

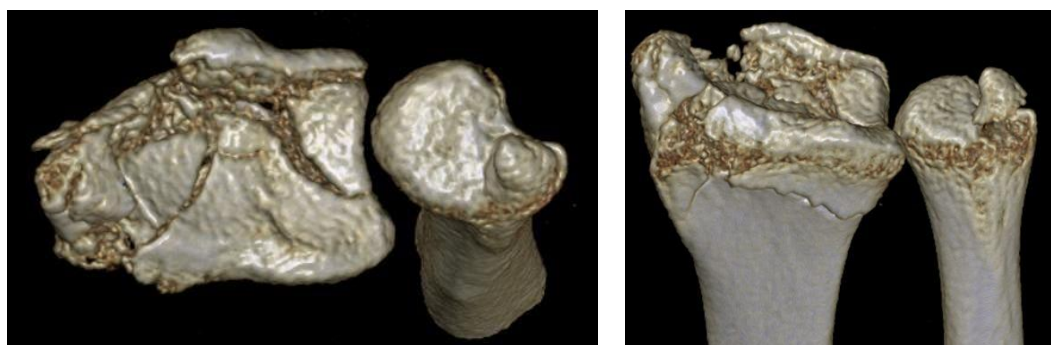
a	b
c	d
e	f

K hodnocení přesnosti laterálního RTG snímku se používá měření pisoscapoideální distance, která je definována jako vzdálenost mezi předními okraji os scaphoideum a os pisiforme a její velikost by neměla být větší než 3 mm. Při zlomenině distálního předloktí na laterální projekci vždy hodnotíme vzájemné postavení radia a karpálních kostí k diagnostice poranění karpálních vazů. Šikmé projekce jsou provedeny ve 45° pronaci (externí šikmá projekce) a 45° supinaci (interní šikmá projekce) (7). Mimo uvedené základní projekce provádíme v případě potřeby a dle bolestivosti pacienta cílené projekce k diagnostice přidružených poranění karpálních vazů a kostí – posteroanteriorní projekce v radiální a ulnární dukci zápěstí, šikmý snímek v supinaci 60° a ulnární dukci zápěstí, laterální projekce v krajní flexi a extenzi zápěstí a zátěžový snímek v posteroanteriorní projekci s rukou sevřenou v pěst. Vždy by měly být provedeny kromě poraněného zápěstí i snímky kontralaterální strany, aby bylo možné posoudit tvar a anatomickou konfiguraci DRUJ a individuální délku ulny v oblasti zápěstí. Pokud máme podezření na závažnější poranění předloktí, měly by být provedeny rentgenové snímky celého předloktí včetně loketního a zápěstního kloubu. Závažnost zlomenin distálního předloktí hodnotíme vždy až ze snímků provedených po jejich repozici, protože všechny lomné linie a fragmenty nemusí být viditelné na vstupních úrazových RTG snímcích (140). Avšak pro zkušeného chirurga jsou velmi důležité i tyto snímky, které mohou nepřímo upozornit na možnost přidruženého poranění vazů zápěstí a stabilizátorů DRUJ – v závislosti na míře dislokace kostních struktur lze predikovat možnost poranění například interosseálních karpálních vazů u šoférské zlomeniny radia (AO 2R3-B1), kapsulárních karpálních vazů u zlomenin radia Bartonova typu, poranění TFCC u extraartikulárních zlomenin radia nebo jejich kombinací v případě komplexního poranění.

Počítačová tomografie (Computerized Tomography, CT) umožňuje detailní vizualizaci průběhu lomných linií, velikosti jednotlivých fragmentů, postavení karpálních kostí a změn anatomických poměrů v jednotlivých kloubech. Digitální rekonstrukce poskytující trojrozměrný obraz nám umožňuje přesně pochopit charakter zlomenin distálního předloktí (obr. 15). Ve srovnání s prostými RTG snímky má CT vyšetření vyšší výpovědní hodnotu o zlomeninách distálního předloktí a mělo by být provedeno vždy u všech složitých intraartikulárních zlomenin distálního radia a ulny. U zlomenin v oblasti sigmoid notch a kominutivních kompresních zlomenin nelze na základě prostých RTG snímků posuzovat jejich závažnost a kongruenci DRUJ (168). V případě zlomenin hlavičky ulny, subkapitálních zlomenin a zlomenin distální diafýzy ulny je taktéž provedení CT vyšetření nezbytné, protože v laterální projekci je ulna skryta za radius a nelze často vůbec adekvátně hodnotit za prvé závažnost zlomeniny a kongruenci DRUJ a za druhé poruchu osového postavení kosti ve smyslu rotace, antekurvace a retrokurvace. Přesné zobrazení zlomenin a pochopení závažnosti poranění distálního předloktí je důležité pro rozhodnutí o léčebném postupu a předoperační plánování. CT vyšetření umožňuje posoudit i případné degenerativní změny zápěstí, které mohou změnit léčebnou strategii.

Magnetická rezonance (MRI) se pro diagnostiku akutních poranění distálního předloktí v klinické praxi prakticky neprovádí. MRI se většinou používá pro diagnostiku přidruženého poranění vazů v oblasti zápěstí nebo stabilizátorů DRUJ až ve druhé době při nejasných bolestech zápěstí po zlomeninách distálního předloktí (107, 180). Scintigrafie a arthrografie se v dnešní době využívají k diagnostice minimálně.

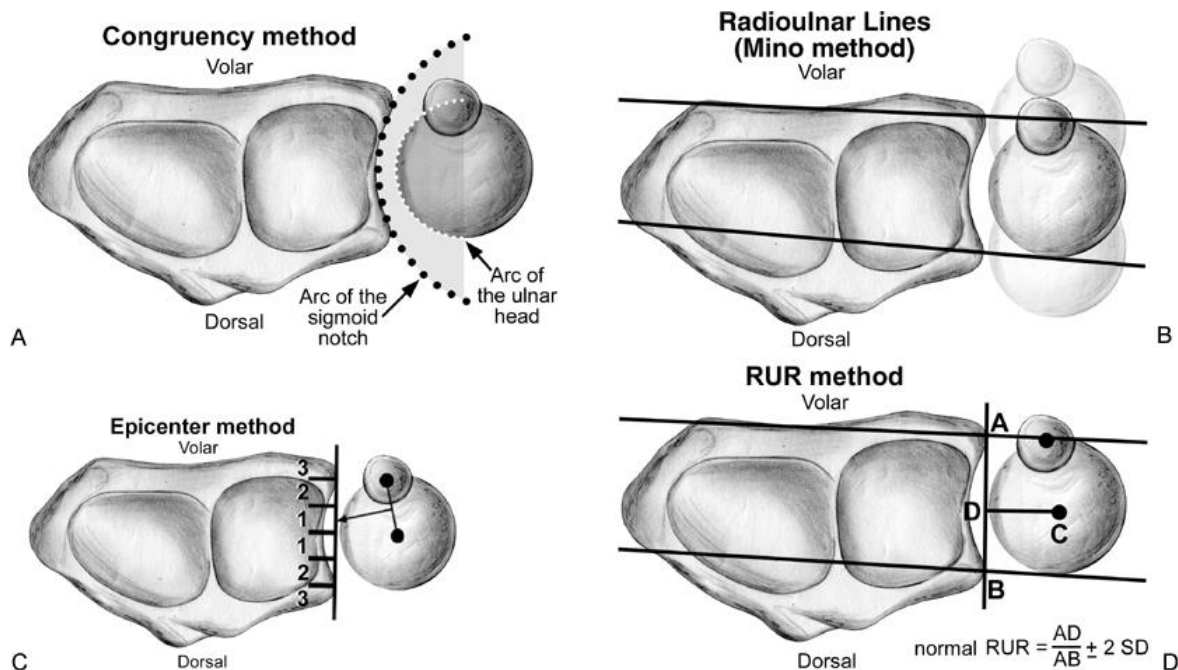
Rentgenové zobrazovací metody lze použít pro nepřímou diagnostiku poranění stabilizátorů DRUJ. Jak bylo již uvedeno výše, pro stanovení diagnózy je klíčové klinické vyšetření poraněného zápěstí, ale zobrazovací metody nás mohou na toto poranění upozornit. Ze základních RTG snímků lze hodnotit patologickou centraci DRUJ, respektive jeho subluxace nebo luxace. Pro správné zhodnocení je vždy nutné srovnávat RTG snímky obou zápěstí ve standardních projekcích. Mino a kolektiv (132) demonstrovali, že při rotaci předloktí  $10^\circ$  z neutrální polohy do supinace se volární luxace radia jeví jako subluxace a palmární subluxace se zdá být reponována, nezkušený chirurg tak může snadno přehlédnout poranění DRUJ. Distense intervalu mezi radiem a ulnou v oblasti DRUJ v posteroanteriorní projekci nad 4 mm a změna ulnární variance nad 5 mm ve srovnání s kontralaterální stranou je nepřímou RTG známkou poranění stabilizátorů DRUJ (136). Rozšíření intervalu mezi radiem a ulnou je signifikantní rentgenologický prediktor instability kloubu – relativní riziko instability vzrůstá o 50 %, pokud je štěrbina rozšířena o 1 % ve srovnání s kontralaterální stranou (51). Laterální projekce je vhodná pro diagnostiku luxačního poranění DRUJ. Pro správné zhodnocení centrace DRUJ je nutné posuzovat radioulnární distanci, která vypovídá o stabilitě a nepřímé kongruenci kloubních ploch DRUJ. Radioulnární distance je definována jako vzdálenost mezi zadními hranami distálního radia a ulny v oblasti DRUJ v přesné laterální projekci při neutrálním postavení zápěstí. Rozdíl radioulnární distance obou zápěstí by neměl být větší 4 mm při pisoskafoideální distanci pod 3 mm a zvýšení tohoto rozdílu na 5 mm a více je průkazem subluxace nebo luxace radia v důsledku přidruženého poranění stabilizátorů DRUJ (141). Pokud nejsou stabilizátory poraněny, je změna radioulnární distance známkou inkongruence DRUJ v sagitální rovině, která vznikla v důsledku zhojení zlomeniny distálního radia v malpozici.



Obrázek 15: Digitální rekonstrukce CT vyšetření poskytující trojrozměrný obraz zlomeniny distálního předloktí.

CT vyšetření lze taktéž použít pro nepřímé hodnocení stability DRUJ a hodnocení jeho kongruence. K tomuto účelu se vždy provádí CT vyšetření obou končetin v neutrální poloze předloktí, maximální supinaci a maximální pronaci. Pro průkaz instability a inkongruence DRUJ pak lze použít několik metod, které hodnotí pozici radia vůči ulně v rovině transverzální (obr. 16):

- 1) **Congruency method (Wechsler)** – metoda vzájemného porovnání centrace oblouků zakřivení sigmoid notch a hlavice ulny popsaná Wechslerem a kolektivem (205).
- 2) **Epicenter method (Wechsler)** – metoda porovnání centrace hlavice ulny vůči sigmoid notch ve srovnání s kontralaterálním zápěstím byla taktéž popsána Wechslerem a kolektivem (205), principem je porovnání vzdálenosti kolmice od spojnice vrcholu processus styloideus ulnae a centra hlavice ulny vůči středu sigmoid notch.
- 3) **Radioulnar Lines method (Mino method)** – metoda dorzálních a palmárních radioulnárních linií, kterou navrhl Mino a kolektiv (132), je založena na porovnání pozice distální ulny vůči dvěma paralelním liniím procházejícím oběma okraji DRUJ a dorzálním a palmárním okrajem hlavice ulny.
- 4) **Radioulnar Ratio method (RUR method)** – metoda, kterou popsal Lo a kolektiv (117) spočívá v měření vzájemného poměru mezi vzdáleností palmárního a dorzálního okraje sigmoid notch a vzdáleností centra rotace ulny od pomyslné spojnice obou okrajů sigmoid notch.



Obrázek 16: Metody pro hodnocení instability DRUJ podle CT vyšetření. Obrázek převzat ze zdroje: Berger RA, Weiss APC. Hand Surgery. Philadelphia: Lippincot Williams and Wilkins, 2004.

Metody měření navržené Wechslerem a kolektivem (205) jsou přesnější než metoda dorzálních a palmárních radioulnárních linií popsaná Minem a kolektivem (132). Lo a kolektiv (117) ve své práci uvádí, že všechny ostatní metody nejsou dostatečně přesné pro jednoznačné stanovení diagnózy subluxace DRUJ. Metoda dorzálních a palmárních radioulnárních linií dle Mina a kolektivu (132) a epicentrická metoda dle Wechslera a kolektivu (205) jsou závislé na anatomických orientačních bodech, jejichž identifikace při měření je subjektivní a z toho důvodu jsou tyto metody nespolehlivé. Metoda hodnocení kongruence DRUJ popsaná Wechslerem a kolektivem (205) je sice snadná a jednoduchá, ale závisí pouze na subjektivním hodnocení. Lo a kolektiv (117) prokázali, že při použití této metody dochází až v 90 % případů k chybnému hodnocení kongruence a DRUJ je považován za subluxovaný bez ohledu na to, jestli jsou stabilizátory kloubu skutečně poraněny nebo ne. Záleží totiž na poloze předloktí během CT vyšetření, které nemusí být skutečně přesně neutrální. RUR metoda podle Lo a kolektivu (117) je ze všech metod nejspolehlivější, ale pro běžné použití v klinické praxi je příliš zdlouhavá. Autoři metod proto doporučují její použití tehdy, pokud není subluxace DRUJ jasně patrná na srovnávacích snímcích s neporaněným zápěstím.

#### 2.5.4 Artroskopie zápěstí

Artroskopie zápěstí je v současné době zlatým standardem pro diagnostiku poranění interosseálních a kapsulárních vazů zápěstí a TFCC (57,84, 107, 162). Protože artroskopie umožňuje vizualizovat celý radiokarpální kloub, může být velmi nápomocná při chirurgické léčbě intraartikulárních zlomenin distálního radia metodou artroskopicky asistované osteosyntézy (55, 84, 209). Přestože nemůže být DRUJ při artroskopii přímo vizualizován, v případě dislokovaných zlomenin distálního radia zasahujících do sigmoid notch anatomická repozice fragmentů fossa lunata za kontroly zrakově může vést k obnovení anatomických poměrů sigmoid notch. Artroskopie v terénu akutního traumatu je vzhledem k hemarthros kloubu velmi obtížná a použití artroskopie zápěstí ve vodném prostředí je navíc spojeno s vysokým rizikem rozvoje compartment syndromu, měl by ji proto provádět pouze zkušený chirurg.

## 2.6 TERAPIE ZLOMENIN DISTÁLNÍHO PŘEDLOKTÍ

Cíle léčby zlomenin distálního předloktí jsou stejně jako u zlomenin v ostatních lokalitách obnovení anatomických poměrů, biomechaniky a funkce zápěstí a časná mobilizace končetiny, aby se pacient co nejdříve vrátil do běžného života. Vždy je důležité volit nejlepší léčebnou metodu pro konkrétního pacienta k dosažení uvedených cílů a minimalizaci potencionálních rizik zvolené metody. Vždy totiž

léčíme pacienta jako celek a ne zlomeninu. Následující kapitola je zaměřena na obecné principy léčby zlomenin distálního předloktí.

### 2.6.1 Terapie zlomenin distálního radia

#### *Konzervativní léčba*

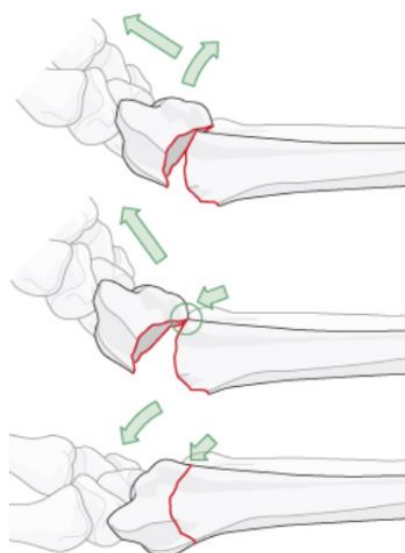
Konzervativní léčba, která spočívá v zavřené repozici a aplikaci sádrové fixace, zůstává nadále hlavní metodou léčby zlomenin distálního předloktí. Zavřená repozice zlomeniny distálního předloktí je založena na principu použití síly působící ve směru opačném, než působila vyvolávající síla a provádí se buď metodou přímé manipulace se zlomeninou nebo metodou longitudinální trakce. Obě techniky jsou založeny na principu taxy měkkých tkání v okolí zlomeniny, které napomáhají repozici zlomeniny. Přímá manipulace je nejstarší technikou repozice a u zlomeniny Collesova typu spočívá v převedení periferních fragmentů distálního radia do hyperextenze a následně do distrakce a flexe při současné ulnární dukci a korekci rotace, čímž je dosaženo repozice zlomeniny distálního radia (obr. 17). Zlomenina distální ulny se po dosažení repozice distálního radia často spontánně reponuje sama s výjimkou zlomenin hlavice a distální diafýzy ulny. Tato technika je nejvíce používaná v klinické praxi. Longitudinální trakce umožňuje provedení repozice bez pomoci asistenta a začala se používat po roce 1931, kdy byly Caldwellem vynalezeny kovové čínské prsty pro trakci. Trakci při této technice provádíme buď pomocí kladky a závaží nebo trakčního stolu. Tato technika je jednoduchá, ale samotná trakce nevede ke korekci dorzální dislokace a musí se kombinovat s převodem zápěstí do palmární flexe (5).

Zlomeniny obecně dělíme podle možnosti jejich repozice do anatomického postavení zavřenou metodou repozice na reponibilní a ireponibilní. Nereponovatelné zlomeniny jsou například zlomeniny s interpozitem měkkých tkání nebo kominutivní zlomeniny s centrální impakcí. Reponibilní zlomeniny dále dělíme na stabilní nebo nestabilní. Stabilita zlomeniny je definována jako schopnost odolávat sekundární dislokaci po provedení zavřené repozice a faktory ovlivňující stabilitu jsou velikost vstupní dislokace zlomeniny, závažnost kominuce metafýzy a kvalita kostní tkáně (126). LaFontaine a kolektiv (109) popsali pět prediktivních faktorů pro nestabilitu zlomenin distálního radia – dorzální dislokace zlomeniny větší než 20°, intraartikulární radiokarpální zlomenina, kominuce dorzální kortikální kosti radia, přidružená zlomenina distální ulny a věk pacienta nad 60 let. Autoři ve své studii prokázali, že v případě přítomnosti tří a více těchto faktorů, vykazovaly zlomeniny tendenci k dislokaci po zavřené repozici a aplikaci sádrové fixace.

Zavřenou repozici zlomenin distálního předloktí provádíme vždy v adekvátní anestézii, která může být buď lokální s nebo bez intravenózní sedace, regionální nebo celková (25, 34, 70). Nejčastěji se využívá lokální anestézie, která se provádí aplikací 5-10 ml Mesocainu 1 % do oblasti hematomu



zlomeniny jako tzv. haematoma block (25). Pokud není provedení lokální anestézie možné, například pro špatný stav měkkých tkání, alergii na lokální anestetika nebo se jedná o dětského pacienta, je indikována regionální anestézie nejčastěji formou axilárního bloku nebo celková anestézie. Palmární flexe zápěstí při repozici musí být dostatečná, aby nedošlo k časně dislokaci zlomeniny, ale přílišná flexe může způsobit kontrakturu palmárního kloubního pouzdra karpu, omezení hybnosti flexorů prstů a příznaky iritace n. medianus. Pozice předloktí je v neutrální rotaci, klinické studie neprokázaly signifikantní význam specifické rotace předloktí (23, 155, 203). Když je repozice neúspěšná, opakujeme ji maximálně jednou. Pokud je k dosažení adekvátního postavení zlomeniny distálního radia nutná excesivní poloha zápěstí a ruky, není tato zlomenina indikována ke konzervativní léčbě. Po repozici je za trakce aplikována nízká sádrová dlahu zasahující proximálně od hlavic metakarpů, v případě zlomenin hlavice a distální diafýzy ulny je aplikována vysoká sádrová dlahu nebo fixace typu sugar-tong umožňující volnou flexi a extenzi lokte. Ihned je zahájena rehabilitace ruky postižené končetiny podle Dobynse a Lindscheida (35), která se provádí minimálně třikrát denně a sestává ze šesti jednoduchých cviků – roztáhnout prsty od sebe a spojit k sobě, jednotlivé prsty spojit s palcem, ruku zavírat do pěsti, do drápu, do pozice stolu (flexe v metakarpofalangeálních kloubech 90° při natažených prstech) a natáhnout do pozice šípů (hyperextenze prstů a abdukce palce). Po odeznění primárního otoku dotáčíme sádrovou dlahu na plnou cirkulární fixaci a provádíme pravidelné rentgenologické kontroly k časně diagnostice sekundární dislokace zlomenin. Celková doba fixace je 4-6 týdnů v závislosti na rychlosti hojení zlomeniny, v případě přidružené zlomeniny distální ulny je délka fixace vždy 6 týdnů. Po sejmutí fixace je zahájena aktivní řízená rehabilitace, plné zatížení končetiny povolujeme obvykle po plném zhojení zlomenin 8-12 týdnů od úrazu.



Obrázek 17: Princip zavřené repozice zlomeniny distálního radia. Obrázek volně převzat ze zdroje: [https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgerymobile?contentUrl=/srg/23/05-RedFix/2015/P160\\_KwiresCast\\_03.jsp&soloState=precomp&title=&Language=en&bone=PediatricRadius&segment=Distal](https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgerymobile?contentUrl=/srg/23/05-RedFix/2015/P160_KwiresCast_03.jsp&soloState=precomp&title=&Language=en&bone=PediatricRadius&segment=Distal).

Ke konzervativní léčbě nejsou vhodné zlomeniny s rozsáhlým poškozením měkkých tkání, které jsou indikovány primárně k aplikaci externí fixace, dále zavřeně ireponibilní intraartikulární zlomeniny, zlomeniny typu B dle AO klasifikace pro jejich vysokou nestabilitu a kominutivní zlomeniny distálního radia při současných zlomeninách hlavice nebo distální diafýzy (84). Kominutivní kompresní intraartikulární zlomeniny nejsou zavřeně reponibilní, protože jednak nelze trakcí reponovat imprimované fragmenty a za druhé fragmenty intermediálního pilíře mají tendenci k rotaci a další dislokaci při aplikaci longitudinální trakce (127). Poslední uvedený typ zlomenin distálního předloktí představuje vysoce nestabilní typ poranění a konzervativní léčba vede k nepředvídatelným funkčním výsledkům – malpozice radia a ulny a inkongruence DRUJ způsobuje těžké omezení hybnosti zápěstí a časnou posttraumatickou osteoartrózu (16, 89, 114, 144, 166). Ke konzervativnímu postupu léčby indikujeme dále zlomeniny kontraindikované k léčbě operační z následujících důvodů – špatný stav měkkých tkání, komorbidní pacient, imunosuprese, užívání kortikosteroidů, pacient s nízkými funkčními nároky a nespolupracující pacient. Kalendářní věk pacienta není kontraindikací operační léčby, ale rozhodující je biologický věk konkrétního pacienta a jeho funkční nároky na postiženou končetinu.

### ***Operační léčba zlomenin distálního radia***

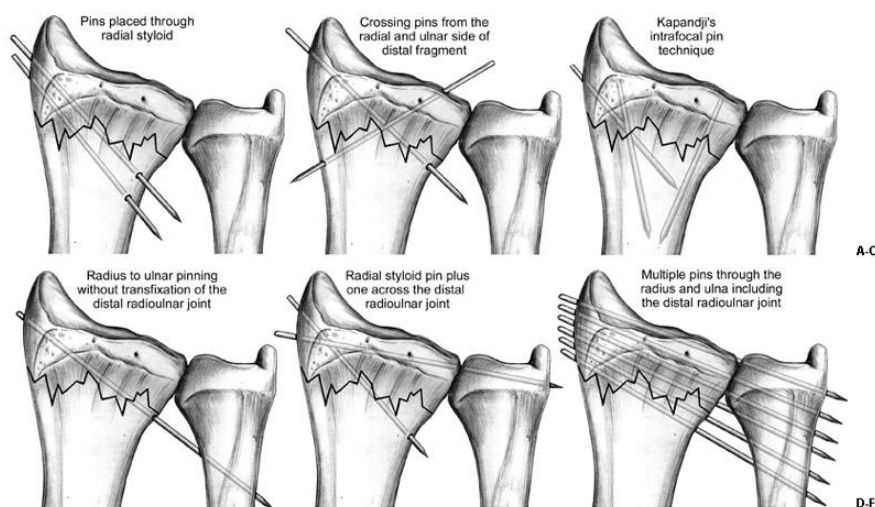
Schémat indikačních kritérií pro operační léčbu zlomenin distálního radia hodnocených na základě rentgenologických parametrů je v odborné literatuře řada. Pro zjednodušení problematiky autor uvádí pouze kritéria, která používá ve své klinické praxi a která byla použita ve výzkumu.

Podle mezinárodních doporučení Americké asociace ortopedických chirurgů (American Academy of Orthopaedic Surgeons, AAOS) z roku 2010 jsou indikovány k operační léčbě zlomeniny distálního radia, které po provedení zavřené repozice splňují následující kritéria – pokles radiální inklinace pod 10°, změna palmární inklinace dorzálně nad -5° nebo palmárně nad 20°, zkrat radiální výšky nad 4 mm, pouřazová ulnární variance nad 2 mm a inkongruence nebo rozstupem kloubní plochy nad 1 mm. K operační léčbě jsou dále indikovány otevřené zlomeniny, sekundárně dislokované zlomeniny, ireponibilní zlomeniny, zlomeniny asociované s poraněním karpálních vazů, nervových a cévních svazků a zlomeniny distálního radia při současných zlomeninách hlavice nebo distální diafýzy ulny (30, 37, 180).

Základní operační techniky pro řešení zlomenin distálního radia jsou tři a mohou se použít jako samostatné nebo se navzájem kombinovat:

- 1) zavřená repozice a interní fixace – closed reduction and internal fixation (CRIF)
- 2) zavřená repozice a externí fixace – closed reduction and external fixation (CREF)
- 3) otevřená repozice a vnitřní fixace – open reduction and internal fixation (ORIF)

Metodu zavřené repozice a vnitřní fixace představuje transfixace Kirschnerovými dráty a intramedullární hřbová osteosyntéza. Osteosyntéza pomocí Kirschnerových drátů má dlouhou historii a poskytuje lepší výsledky než externí fixace (76). První tuto techniku použil DePalma v roce 1952 (31) a lze jí použít nejen pro řešení extraartikulárních, ale i střížných zlomenin. Zavedení Kirschnerových drátů (pinning) může být velmi variabilní a byly popsány různé způsoby jejich zavedení – paralelní pinning přes processus styloideus radii (31), pinning dvěma dráty křížem přes radius, intrafokální pinning sec. Kapandji přes zlomeninu (91), pinning přes radius do ulny bez transfixace DRUJ (159) nebo pinning přes radius do ulny s transfixací DRUJ. Dráty by měly být vždy zaváděny pomocí ciliče po preparaci měkkých tkání, zvláště v oblasti I. a II. extenzorového kompartmentu nazývaného fossa tabatae, aby nedošlo k iatrogennímu poranění superficiálních větví n. radialis (186). Po operaci je nezbytná ochranná sádrová fixace s výjimkou správně provedené intrafokální techniky dle Kapandjiho – čtyři Kirschnerovy dráty, dva do radiálního pilíře a dva do intermediálního pilíře, jsou zavedeny přímo do zlomeniny a udržují repozici periferního extraartikulárního fragmentu a nezbytnou podmínkou je dobrá kvalita kostní tkáně (92). Metoda transfixace Kirschnerovými dráty se dále užívá pro artroskopicky asistovanou osteosyntézu zlomenin distálního radia, nejčastěji pro zlomeniny typu B1, B2, B3, C1 a C2 dle AO klasifikace (55, 84, 209). Končetinu po transfixaci imobilizujeme sádrovou fixací a Kirschnerovy dráty se ponechávají po dobu 6-8 týdnů do zhojení zlomeniny. Druhou metodou je intramedullární hřbová osteosyntéza. Tuto metodu lze použít pro řešení zlomenin diafýzy předloketních kostí a extraartikulárních a jednoduchých intraartikulárních zlomenin distálního radia (zlomeniny typu A2, A3 a C1 dle AO klasifikace) (201). Vzhledem k tomu, že předloktí je funkční celek, je důležitá jeho přesná anatomická repozice po obnovení funkce. U této metody osteosyntézy může být dosažení anatomické repozice obtížné, proto se tato metoda v klinické praxi příliš nepoužívá.



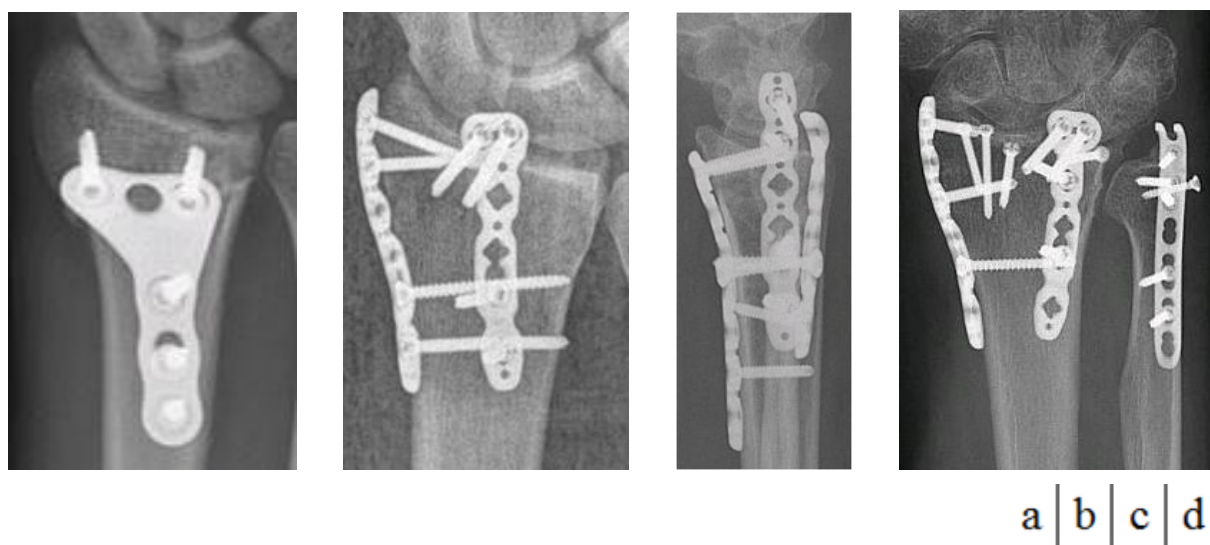
Obrázek 18: Typy zavedení Kirschnerových drátů pro pinning zlomeniny distálního radia. Obrázek převzat ze zdroje: Berger RA, Weiss APC. Hand Surgery. Philadelphia: Lippincot Williams and Wilkins, 2004.

Metoda zavřené repozice a externí fixace se nejčastěji používá jako dočasná metoda fixace v případě špatného stavu měkkých tkání (vysokoenergetické trauma, otlaky od sádrové fixace, otevřené zlomeniny) nebo při polytraumatu v rámci Damage Control Surgery, než je provedeno definitivní ošetření zlomeniny interní fixací. Může představovat definitivní metodu ošetření, pokud celkový nebo lokální stav nedovoluje provedení konverze na vnitřní osteosyntézu, pokud se jedná o těžce kominutivní zlomeninu nebo osteoporotickou kost. Rozlišujeme dva základní typy konstrukce externího fixátoru, a to přemostňující a nepřemostňující. Přemostňující externí fixátor je zaveden do diafýzy radia a druhého metakarpu, funguje na principu taxy měkkých tkání obklopujících zápěstí a je vhodný pro temporerní fixaci všech zlomenin a definitivní ošetření extraartikulárních zlomenin. Externí fixátor lze použít samostatně nebo se kombinuje se zavedením Kirschnerových drátů nebo dlahové osteosyntézy u těžce kominutivních zlomenin pro dosažení lepšího postavení zlomeniny. V případě složitých intraartikulárních zlomenin se nedá samotnou technikou přemostňujícího externího fixátoru dosáhnout anatomické repozice, lze jej ale peroperačně použít k dosažení distrakce a usnadnění osteosyntézy (45). Nepřemostňující externí fixátor je zaveden do proximálního a distálního fragmentu radia a umožňuje časnou mobilizaci zápěstí, nemá však lepší výsledky než dlahová osteosyntéza. Použití externího fixátoru je spojeno s vyšší incidencí komplexního regionálního bolestivého syndromu (Complex Regional Pain Syndrom, CRPS) a ztráty repozice. V případě přidružené nestabilní zlomeniny distální ulny lze montáž externího fixátoru rozšířit i na diafýzu ulny a provést tak stabilizaci DRUJ (obr. 19) nebo končetinu s externí fixací umístit do vysoké sádrové fixace. Celková doba ponechání externí fixace bývá obvykle 5-6 týdnů do zhojení zlomenin.



Obrázek 19: Přemostňujícího externí fixace zlomeniny distálního předloktí s rozšířenou montáží na diafýzu ulny pro současnou stabilizaci DRUJ.

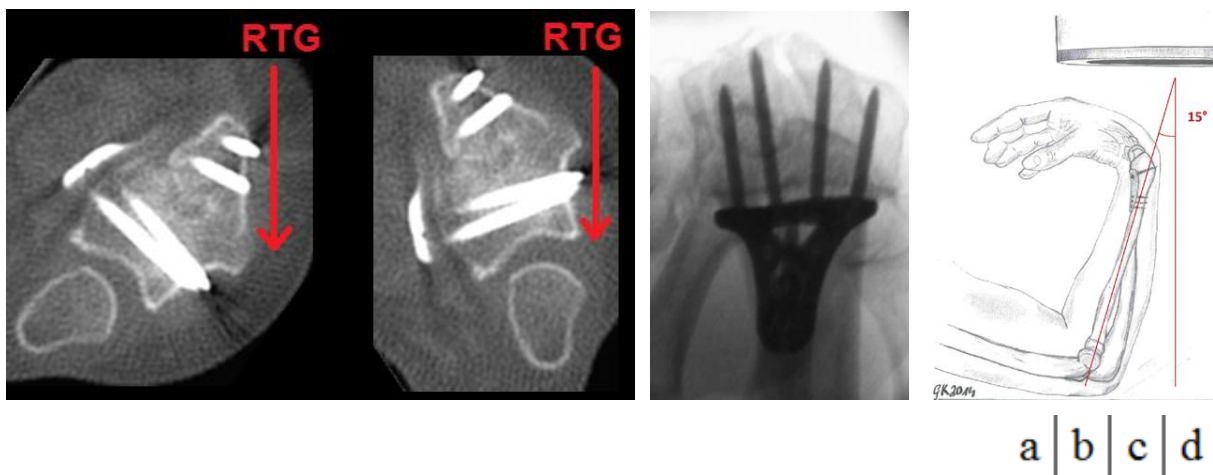
Metoda otevřené repozice a vnitřní fixace je indikována pro řešení nestabilních zlomenin distálního radia při dobrém stavu měkkých tkání. Definitivní ošetření metodou ORIF se provádí nejčastěji s odstupem 5-7 dnů od úrazu po ústupu otoku a hematom měkkých tkání. Osteosyntéza musí být provedena dříve, než vznikne primární kostní svalek, což platí hlavně pro intraartikulární zlomeniny. Pro retenci fragmentů používáme nejčastěji dlahovou osteosyntézu (obr. 20) z volárního přístupu (palmar plating) (19, 164, 165). Pokud to charakter zlomeniny vyžaduje, provádíme osteosyntézu z dorzálního nebo kombinovaného přístupu (19, 164, 165) pomocí dvou dlah (dorsoradial double-plating) nebo tří dlah (dorsoradiopalmar triple-plating). V současné době se užívají nejčastěji moderní preformované nízkoprofilové implantáty s možností zavedení zajišťovacích šroubů ve fixním nebo variabilním úhlu, které minimálně dráždí měkké tkáně a poskytují stabilní fixaci zlomeniny podle charakteru zlomeniny a potřeb chirurga. Pro fixaci malých fragmentů, nejčastěji u střížných zlomenin, používáme poziční šrouby, Kirschnerovy dráty nebo cerkláž jako tzv. fragment specifickou osteosyntézu. Vždy je nutné v rámci předoperačního plánování, zvláště u složitých kominutivních zlomenin, pečlivě zhodnotit typ zlomeniny a identifikovat tzv. klíčový fragment podle teorie čtyř sloupců dle Brinka a Rikliho (19). Tímto fragmentem je nutné začít repozici a osteosyntézu zlomeniny tak, aby bylo možné dosáhnout anatomické repozice a podle toho volíme i operační přístup. Principy dlahové osteosyntézy se neliší od jejího použití v jiných lokalitách, u střížných a kominutivních zlomenin využíváme principy podpůrné a přemostující dlahy dle AO. Pokud je zlomenina spojena s rozsáhlým kolapsem spongiosní kosti epifýzy, zvláště u kompresních zlomenin s impakcí, je indikována primární spongioplastika nebo implantace trikortikálního kostního štěpu (44). V případě přidruženého poranění karpálních vazů provádíme jejich ošetření podle rozsahu jejich poranění – repozice kostí karpu do anatomického postavení, transfixace Kirschnerovými dráty, případně otevřená rekonstrukce a sutura karpálních vazů.



Obrázek 20: Dlahová osteosyntéza zlomenin distálního radia. a – palmar plating, b – dorsoradial doubleplating, c – dorsoradiopalmar tripleplating, d – fragment specifická osteosyntéza.

Po osteosyntéze distálního radia provádíme vždy přesnou kontrolu polohy fragmentů a osteosyntetického materiálu, klinické a dynamické rentgenologické vyšetření stability karpálních kostí a klinické vyšetření stability DRUJ. Tato kontrola je nezbytná ke správné diagnostice rozsahu poranění a k prevenci řady komplikací. Rentgenologické vyšetření ke kontrole repozice a polohy implantátů se provádí nejen v přesné posteroanteriorní a laterální projekci, ale i v šikmé projekci v poloze předloktí v pronaci 45° a supinaci 45° a v tzv. skyline projekci (obr. 21). Šikmé projekce a skyline projekce slouží pro přesné zobrazení dorzální strany distálního radia, podle které lze posoudit, zda implantáty neprominují do extenzorových kompartmentů (22, 104). Skyline projekce se provádí při pozici končetiny ve flexi lokte 60°, supinaci předloktí a plné flexi zápěstí, kdy RTG paprsky procházejí kolmo k operačnímu stolu přes dorsum zápěstí (22, 104). Dynamické vyšetření karpálních kostí (kinematografie karpu) se provádí jednak v projekci posteroanteriorní a laterální a slouží k vyloučení přidruženého poranění kapsulárních a interosseálních karpálních vazů (206).

Po operaci je aplikována nízká sádrová fixace pouze analgeticky do extrakce stehů v případě, že osteosyntéza je stabilní a není přítomno přidružené poranění karpálních vazů. Čím závažnější je charakter zlomeniny distálního radia, tím vyšší je incidence přidruženého poranění karpálních vazů (84). Poranění karpálních vazů může být přítomno, i když není patrné na statických a dynamických projekcích po provedení osteosyntézy distálního radia. Z toho důvodu je doporučováno ponechat u závažných typů zlomenin distálního radia sádrovou fixaci po dobu 4-6 týdnů po operaci. Rehabilitaci prstů, lokte a ramene zahajujeme časně po výkonu, rehabilitaci zápěstí povolujeme podle rozsahu jeho poranění buď časně nebo odloženě. Extrakci osteosyntetického materiálu indikujeme tehdy, pokud implantáty způsobují iritaci měkkých tkání, pokud došlo k jejich uvolnění nebo k infekční komplikaci nebo pokud se jedná o mladého pacienta (36).



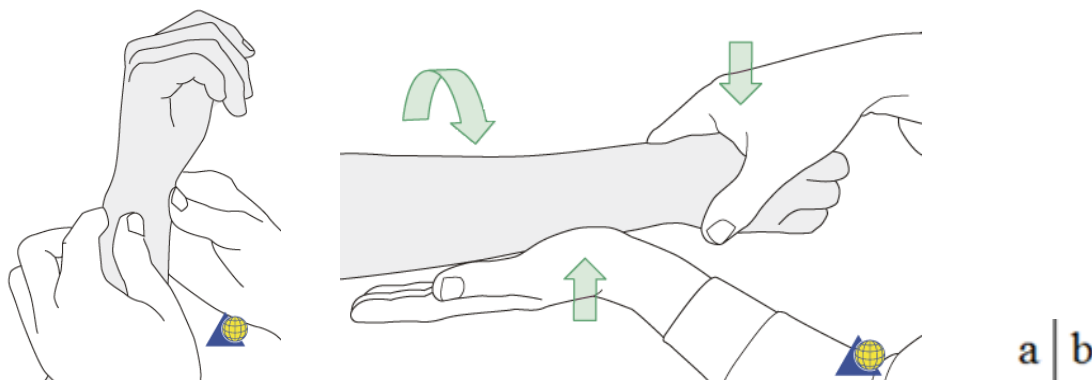
Obrázek 21: Rentgenologické vyšetření ke kontrole polohy implantátů. a + b – šikmé projekce v rotaci předloktí 45°, c + d – skyline projekce. Obrázek c + d převzat ze zdroje: Brunner A, Siebert C, Stieger C, et al. The dorsal tangential X-ray view to determine dorsal screw penetration during volar plating of distal radius fractures. J Hand Surg Am. 2015; 40 (1): 27-33.

## 2.6.2 Terapie zlomenin distální ulny

Při volbě léčebného postupu u zlomenin ulny je nutné rozlišit, zda se jedná o frakturu asociovanou se zlomeninou distálního radia nebo izolovanou zlomeninu, protože každý typ poranění má jiný mechanismus vzniku a specifický algoritmus ošetření.

Zlomeniny distální ulny mohou být vzhledem k charakteru vyvolávajícího násilí otevřenými frakturami, tedy zlomeninami komunikujícími se zevním prostředím, které jsou spojeny se zvýšeným rizikem infekčních komplikací, komplikací hojení měkkých tkání a vzniku paku (102). Vyžadují pak stejný léčebný algoritmus jako otevřené zlomeniny dlouhých kostí skeletu podle léčebných doporučení společnosti AO / ASIF – debridement kontaminovaných a excise devitalizovaných tkání, proplachy a drenáž rány, repozice a stabilizace zlomenin (30). K primární stabilizaci otevřených zlomenin distálního předloktí je indikováno v případě otevřených zlomenin IIIA a vyššího stupně podle klasifikace dle Gustilo-Andersona použití externího fixátoru. V případě otevřených zlomenin nižšího stupně lze v případě dobrého stavu měkkých tkání provést časnou definitivní stabilizaci metodou otevřené repozice a vnitřní fixace (102). Tato se však většinou provádí s odstupem 1-3 týdnů v závislosti na stavu měkkých tkání (30).

U zlomenin distální ulny asociovaných se zlomeninou distálního radia je nutné pro zhodnocení jejího vlivu na stabilitu DRUJ eliminovat efekt dorzální angulace a proximální dislokace distálních fragmentů zlomeniny radia, které jsou nejčastější příčinou posttraumatické instability DRUJ. Provedením anatomické repozice a případně osteosyntézy fraktury distálního radia je tento efekt eliminován a teprve poté je možné validně hodnotit vliv zlomeniny distální ulny na stabilitu DRUJ. Vyšetření stability DRUJ pomocí specifických klinických testů (obr. 22) po provedení osteosyntézy zlomeniny distálního radia je doporučováno provést vždy, protože pouze na základě statického rentgenového obrazu zlomeniny ulny nelze spolehlivě predikovat možnost poranění distálních radioulnárních ligament, které může být přítomno i bez zlomeniny ulny (24, 56, 83, 115, 114, 179).

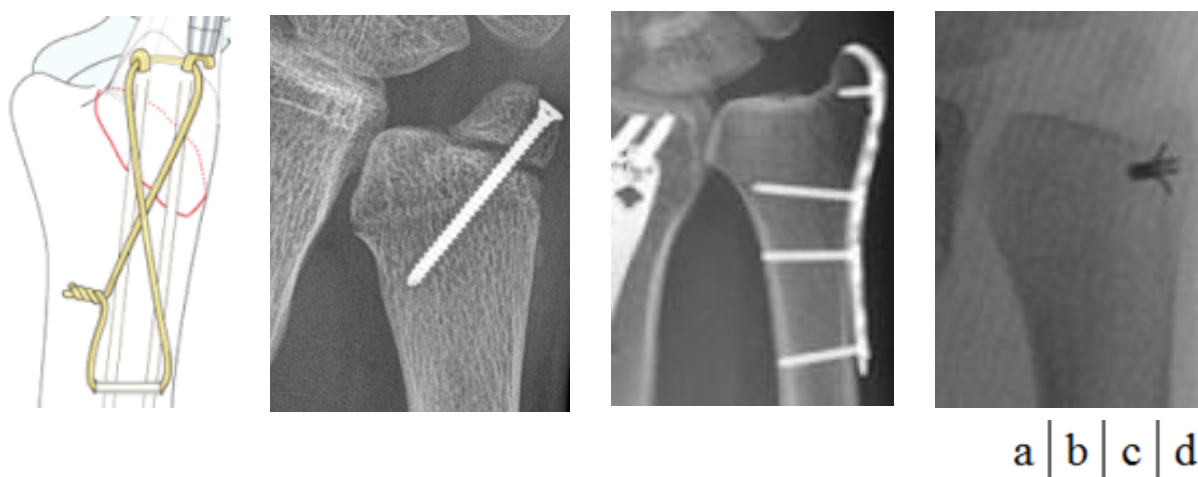


Obrázek 22: Klinické vyšetření stability DRUJ. a – ulna ballotment test, b – ulnar compression test. Obrázky převzaty ze zdroje: <https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgery?showPage=diagnosis&bone=Radius&segment=Distal>.

### *Zlomeniny processus styloideus ulnae*

Jak bylo v úvodu řečeno, někteří autoři ve svých pracích uvádějí, že zlomeniny v oblasti distálních dvou třetin processus styloideus ulnae nemají vliv na vznik chronické instability DRUJ bez ohledu na míru jejich dislokace a stadia hojení zlomeniny a není třeba je tedy léčit operacně (2, 56, 68, 101, 112, 118, 184, 212). Ale podle jiných autorů až 40 % zlomenin bodcového výběžku ulny bývá provázeno poraněním hluboké složky ligament TFCC rezultující v instabilitu DRUJ (16, 30, 47, 107, 114, 118, 122, 131, 169). Operační terapie zlomenin processus styloideus ulnae je indikována v případě signifikantní instability distálního radioulnárního kloubu po provedení osteosyntézy zlomeniny distálního radia a v případě dislokovaných base fractures processus styloideus ulnae s dislokací periferního fragmentu ad axim nebo ad latus radiálním směrem o 2 mm a více (14, 56, 118, 122, 129, 131, 170).

V případě zlomenin s dostatečně velkým periferním fragmentem je preferována otevřená repozice a vnitřní fixace Kirschnerovým drátem, drátěnou kličkou, tahovou cerkláží nebo tahovým šroubem (14, 56, 69, 118, 122, 131, 179). Lze provést i dlahovou osteosyntézu pomocí preformované hákové dlahy, která se používá pro komplexní zlomeniny distální ulny. Pokud však provádíme osteosyntézu bodcového výběžku, musí být distální radius anatomicky reponován, jinak dojde k ovlivnění biomechaniky DRUJ rezultující v přetížení TFCC a omezení rotačních pohybů předloktí. Pokud provedení osteosyntézy zlomeniny není technicky možné, jako v případě zlomenin s malým periferním fragmentem, kominutivních zlomenin nebo flake fractures, je nutné provést takový operační výkon, který vede k obnovení stability DRUJ bez nutnosti řešení zlomeniny jako takové – artroskopicky asistovaná reinzerce ligament TFCC, otevřená reinzerce nebo rekonstrukce ligament TFCC (116, 118, 131) (obr. 23).



Obrázek 23: Operační léčba zlomeniny processus styloideus ulnae. a – tahová cerkláž, b – tahový šroub, c – dlahová osteosyntéza, d – reinzerce TFCC pomocí kotvy. Obrázek a volně převzat ze zdroje: <https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgery?showPage=diagnosis&bone=Radius&segment=Distal>.



Konzervativní léčba imobilizací ve vysoké sádrové fixaci v neutrálním postavení předloktí po dobu 6 týdnů je indikována v případě nedislokovaných zlomenin processus styloideus ulnae, dislokovaných zlomenin nepostihujících stabilitu DRUJ a v případě kontraindikace operační léčby (14, 56, 83, 118, 125, 179). Více než 25 % zlomenin bodcového výběžku ulny se při konzervativní léčbě kostěně nezahojí nebo se hojí vazivovým pakloubem. Podle stability DRUJ tyto poruchy hojení processus styloideus ulnae dělíme na stabilní (typ I) a nestabilní spojené s instabilitou kloubu (typ II) (69). Stabilní typ je v případě klinické symptomatologie indikován k subperiostální excizi periferního fragmentu, nestabilní typ indikujeme v závislosti na závažnosti klinické symptomatologie k operační léčbě, která vede k obnovení stability DRUJ (69, 211).

### ***Zlomenina hlavice ulny***

Neléčené dislokované intraartikulární zlomeniny hlavice ulny způsobují přímou i nepřímou inkongruenci kloubní plochy DRUJ a změnu osového postavení distálního konce kosti, což má za následek poruchu rotace radia s omezením rozsahu hybnosti předloktí a vznik časné posttraumatické osteoartrózy (16, 30, 33, 46, 60, 178, 190, 200). Intraartikulární zlomeniny distální ulny mohou být asociovány s traumatickou dislokací DRUJ nejčastěji palmárním směrem při poranění jeho stabilizátorů, která bývá často na prostých rentgenových snímcích přehlédnuta, a vede pak k instabilitě a rozvoji časné osteoartrózy kloubu (190, 200). Z toho důvodu jsou nestabilní a dislokované zlomeniny hlavice ulny nad 1 mm intraartikulárně a zlomeniny spojené se sublucací v DRUJ indikovány k operační léčbě. Osteosyntéza se provádí metodou otevřené repozice a stabilní interní fixace pomocí zanořených kompresních šroubů, Kirschnerových drátů, tahové cerkláže nebo dlahové osteosyntézy a někdy je nutné jednotlivé metody kombinovat (16, 33, 46, 61, 80, 112, 118, 166, 183, 190). V případě těžké kominuce nebo špatného stavu měkkých tkání lze využít kombinace externí a interní osteosyntézy. Při poranění stabilizátorů DRUJ je indikováno jejich chirurgické ošetření (viz zlomeniny krčku a distální diafýzy ulny). Nutnost následné imobilizace končetiny po operačním výkonu je závislá na stabilitě provedené osteosyntézy obou kostí předloktí, na kvalitě kostní tkáně a přítomnosti přidruženého poranění karpálních vazů a stabilizátorů DRUJ – provádí se vysoké sádrové dlaze nebo fixace typu sugar-tong umožňující volnou hybnost loketního kloubu s vyřazením rotačních pohybů předloktí po dobu 3-6 týdnů.

U kominutivních zlomenin, které často bývají přítomny v terénu osteoporózy, není anatomická repozice a stabilní fixace fragmentů metodou ORIF vždy možná a funkční a rentgenové výsledky tak plně odpovídají závažnosti těchto poranění. Vždy je však preferováno provedení primární rekonstrukce zlomeniny s ponecháním zachovných operačních výkonů jako metody volby k řešení následků zlomeniny ve druhé době. Indikace provedení zachovného výkonu v první fázi ošetření

zlomeniny jsou velmi omezené a využívají se primárně pouze tehdy, pokud je DRUJ již těžce postižen osteoartrotickými změnami (60, 178).

Konzervativní léčba zlomenin vysokou sádrou fixací v neutrální rotaci předloktí po dobu 6-8 týdnů je indikována v případě stabilních a nedislokovaných zlomenin (do 1 mm intraartikulárně) a v případě kontraindikace operační léčby (špatný stav měkkých tkání, závažné komorbidity a špatný celkový stav pacienta, těžká osteoporóza kosti) (125).

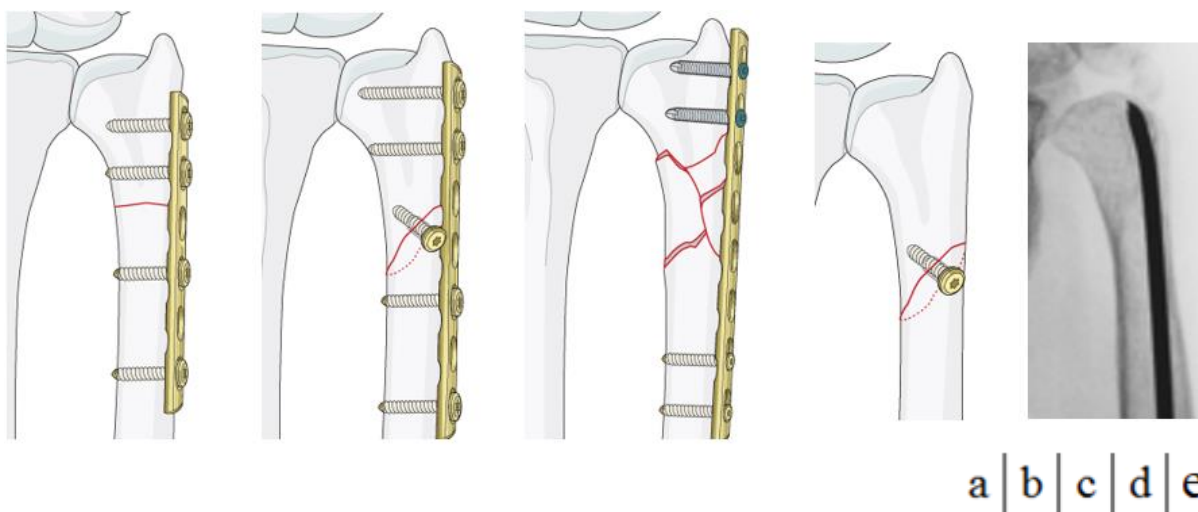
### ***Zlomeniny krčku a distální diafýzy ulny***

Subkapitální zlomeniny a zlomeniny distální diafýzy ulny jsou taktéž ve většině případů spojeny se zlomeninami distálního radia, pokud nevznikají v důsledku přímého násilí. Dislokované nebo kominutivní zlomeniny mohou být spojeny s poraněním stabilizátorů DRUJ nebo změnou osového postavení distálního konce kosti, mohou proto resultovat v instabilitu DRUJ, omezení rozsahu hybnosti předloktí a vznik časně posttraumatické osteoartrózy DRUJ (33, 39, 89, 118, 163, 194, 200). Zlomeniny tohoto typu mohou být spojené s poraněním triangulárního fibrokarilaginózního komplexu a distálního interosseálního ligamenta (DIOL), které je součástí předloketní interosseální membrány. Z těchto důvodů lze postupovat konzervativním postupem léčby pouze v případě stabilních, nedislokovaných nebo minimálně dislokovaných izolovaných zlomenin (dislokace ad latus pod 50 %, angulace do 10°, žádná rotační dislokace) bez poranění stabilizátorů DRUJ a v případě kontraindikace operační léčby, všechny ostatní zlomeniny jsou indikovány k léčbě operační (16, 89, 114, 166, 171). Zlomeniny distální ulny tohoto typu asociované se zlomeninou distálního radia představují vždy nestabilní typ poranění, které je indikováno k operační léčbě, konzervativně je doporučeno léčit pouze zlomeniny kontraindikované k léčbě operační (16, 89, 114, 166). Navíc u většiny zlomenin ulny tohoto typu nedochází k jejich spontánní repozici po provedení osteosyntézy zlomeniny distálního radia a je velice obtížné dosáhnout zavřeným způsobem jejich repozice a stabilní retence, je nutné proto provést jejich otevřenou repozici.

U izolovaných subkapitálních zlomenin a zlomenin distální diafýzy ulny je pro rozhodnutí o metodě léčebného postupu důležité posoudit typ zlomeniny, její dislokaci a v neposlední řadě její stabilitu. Stabilita zlomeniny je závislá na integritě periostu, TFCC a DIOL (39, 137) a lze ji posoudit vyšetřením zlomeniny pomocí RTG snímků zhotovených v neutrální pozici, krajní pronaci a krajní supinaci předloktí. Dymondova kadaverická studie (39) prokazuje, že pokud dochází při tomto vyšetření k dislokaci zlomeniny nad 50 % v jakémkoli směru, je to nepřímou známkou poranění periostu a DIOL a nestability zlomeniny. Stabilní zlomeniny lze imobilizovat nízkou sádrou fixací předloktí bez fixace lokte nebo pomocí funkčního brace, ostatní zlomeniny je nutné imobilizovat vysokou sádrou fixací s fixací zápěstí a lokte (39, 40, 54).

Operační léčba je indikována v případě nestabilních, dislokovaných a také kominutivních izolovaných zlomenin, které jsou relativně nestabilní a dále u zlomenin tohoto typu asociovaných se zlomeninou distálního radia. Preferovanou metodou chirurgické léčby je otevřená repozice a vnitřní fixace technikou dlahové osteosyntézy (autokompresní dlahy, tahový šroub a neutralizační dlahy, přemostující dlahy) (obr. 24) (16, 30, 89, 114, 163, 166). Dlahová osteosyntéza dislokovaných zlomenin distální ulny byla poprvé publikována Lanem (111) v Anglii již v roce 1890 a poté Lambottem (110) v Belgii v roce 1913. Miniinvazivní techniky osteosyntézy (tahový šroub, intraosseální drát) se používají méně často, převážně v případě špatného stavu měkkých tkání (16, 30, 89, 114, 163, 166). V případě tříštivých zlomenin s rozsáhlou devastací periostu není možné provedení absolutně stabilní osteosyntézy (osteosyntéza přemostující dlahou je relativně stabilní), je při kominuci zasahující více než 30 % obvodu kortikální kosti doporučováno užití spongiosního kostního štěpu k podpoře hojení kosti a prevenci vzniku pakloubu (30, 112, 210). U zlomenin distálního radia asociovaných se zlomeninou distální ulny tohoto typu není možné provést pouze osteosyntézu loketní kosti s ponecháním zlomeniny distálního radia bez interní fixace – osteosyntéza distální ulny nestabilizuje zlomeninu radia a bez jejího udržení v anatomickém postavení to může vést k těžkým funkčním důsledkům (198).

Při přidružené subluxaci DRUJ v důsledku poranění jejich stabilizátorů, je indikováno provedení operačního výkonu vedoucího k obnovení stability kloubu – při poranění TFCC je prováděn jeho artroskopicky asistovaná nebo otevřená reinzerce a sutura měkkých tkání (198). Palmární přístup k DRUJ je preferován v případě dorzální dislokace radia a dorzální přístup v případě palmární dislokace radia (198).



Obrázek 24: Operační léčba zlomeniny processus styloideus ulnae. a – tahová cerkláž, b – tahový šroub, c – dlahová osteosyntéza, d – reinzerce TFCC pomocí kotvy. Obrázky a-d volně převzaty ze zdroje: <https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgery?showPage=diagnosis&bone=Radius&segment=Distal>.

Při patrném rozšíření štěrbin DRUJ na posteroanteriorní projekci zápěstí na srovnávacích snímcích je doporučováno provést kompresi radia vůči ulně pomocí kleští a jejich transfixaci v oblasti distálních diafýz při neutrální rotaci předloktí pomocí Kirschnerových drátů obdobně jako při ošetření zlomeniny Galeazziho typu (21, 38, 73, 198). Po operaci je aplikována vysoká sádrová fixace na dobu 6 týdnů, poté je provedena extrakce K-drátů a je zahájena aktivní rehabilitace zápěstí a předloktí v ochranném režimu.

Konzervativní léčba izolovaných zlomenin tohoto typu je indikována v případě stabilních a nedislokovaných zlomenin a v případě kontraindikace operační léčby (špatný stav měkkých tkání, závažné komorbidity a špatný celkový stav pacienta, těžká osteoporóza kosti). Jak bylo uvedeno výše, konzervativní léčba zlomenin tohoto typu asociovaná se zlomeninou distálního radia je indikována pouze v případě kontraindikace operační léčby. Konzervativní léčba se provádí stejným způsobem jako u zlomenin hlavy, tedy vysokou sádrovou fixací v neutrální rotaci předloktí po dobu 6-8 týdnů.

## 2.7 KOMPLIKACE ZLOMENIN DISTÁLNÍHO PŘEDLOKTÍ

Komplikací, které provází zlomenin distálního předloktí, je celá řada a rezultují jednak z poranění jako takového a dále z jejich léčby. Incidence komplikací zlomenin distálního předloktí dosahuje až 31 % (29). Metaanalýza komplikací při léčbě zlomenin distálního radia vypracovaná Koonerem a kolektivem (108) prokázala statisticky vyšší incidenci komplikací u starších pacientů, měli bychom proto volit uvážlivě léčebnou metodu při jejich léčbě. V případě chirurgické léčby byla metoda CRIF spojena s nižším procentem komplikací ve srovnání s ORIF (108). Komplikace mohou vést k horšímu funkčnímu výsledku a v krajním případě k těžkým trvalým následkům až amputaci končetiny. Je nezbytné jim proto předcházet a v případě jejich rozvoje je adekvátně a včas léčit.

Komplikace můžeme rozdělit podle doby jejich vzniku od úrazu na časné, střednědobé a pozdní. Mezi časné komplikace řadíme přidružené poranění kapsulárních nebo interosseálních karpálních vazů a zlomeniny karpálních kostí, akutní traumatický syndrom karpálního tunelu, compartment syndrom předloktí a ruky, traumatické poškození n. medianus nebo n. ulnaris, poranění šlach, ztrátu repozice u nestabilních zlomenin, komplikace osteosyntézy, přidružené poranění DRUJ včetně jeho subluxe a luxace, poranění nervových a cévních struktur v důsledku chirurgické léčby a infekční komplikace. Mezi střednědobé komplikace patří pozdní ztráta repozice zlomeniny, subakutní syndrom karpálního tunelu, instabilita DRUJ, ztuhlost zápěstí a prstů, komplexní regionální bolestivý syndrom (CRPS) a infekční komplikace. Pozdní komplikace zlomenin distálního předloktí pak jsou chronická nestabilita a artróza karpu a DRUJ, syndrom ulnokarpální impakce, zhojení zlomeniny distálního radia, distální ulny nebo obou kostí v malpozici, prodloužené hojení nebo nezhojení zlomeniny, omezení hybnosti

zápěstí a prstů, komprese nervů, spontánní ruptura EPL, ruptury šlach při malpozici osteosyntetického materiálu a CRPS (16, 29, 30, 33, 46, 60, 118, 119, 178, 190, 196, 200, 211).

Neuropatie n. medianus je nejčastější ze všech komplikací zlomenin distálního radia a její incidence dosahuje až 22 % (29, 119). Vzniká buď traumatickým poraněním nervu charakteru komprese nebo kontuze, útlakem nervu vlivem otoku měkkých tkání, tlakem fragmentů zlomeniny nebo hematomu, a nebo vzniká v důsledku vynucené polohy zápěstí při přílišné flexi po repozici a aplikaci sádrové fixace (8, 29, 58, 119). Podle časnosti rozvoje příznaků rozlišujeme akutní, subakutní a chronický syndrom karpálního tunelu. Akutní syndrom vyžaduje urgentní dekompresi nervu, u subakutního syndromu (do 6. týdne od poranění) léčba závisí na závažnosti příznaků (29, 119). Pozdní syndrom karpálního tunelu nejčastěji vzniká v důsledku malpozice zlomeniny distálního radia a u starších pacientů je indikována dle jeho závažnosti dekomprese karpálního kanálu, u mladších pacientů je nutné primárně zvážit korekční osteotomii distálního radia pro snížení tlaku na nerv (8). Profylaktická deliberace karpálního kanálu nemá signifikantní význam a při přidruženém poranění karpálních vazů může vést k destabilizaci karpu. Neuropatie ulnárního nervu vzniká buď v důsledku komprese nervu při zlomeninách nebo subluxaci distální ulny nebo iatrogeně při poranění nervu během chirurgické léčby (8). K poranění superficiální větve n. radialis dochází nejčastěji iatrogeně při aplikaci externího fixátoru nebo zavedení a extrakci Kirschnerových drátů bez preparace měkkých tkání (29, 186).

Malpozice distálního radia je častou komplikací, která vede ke změně biomechaniky zápěstí a DRUJ, omezení svalové síly, zvýšenému napětí interosseální membrány, omezení rotace předloktí, vzniku bolestivosti zápěstí a časně posttraumatické osteoartrózy. Při výrazné dorzální dislokaci a změně radiální inklinace dochází k rozvoji instability mediokarpálního kloubu typu DISI (Dorsal Intercalated Segment Instability) (189). Malpozice rozlišujeme extraartikulární, intraartikulární a kombinované. Zhojení extraartikulární zlomeniny distálního radia v malpozici nutně nemusí vést ke špatným funkčním výsledkům, protože zápěstí má jistou funkční kapacitu a určité změny v anatomickém postavení distálního radia dokáže tolerovat (81, 94, 87, 154). Konečný funkční výsledek koreluje s velikostí změny radiální inklinace, palmární inklinace a radiální výšky. Za minimální dislokaci zlomeniny distálního radia lze považovat změnu palmární inklinace do 5 mm a zkrácení výšky distálního radia do 3 mm (1). Malpozice distálního radia v dorzální angulaci zvyšuje přenos axiálních sil na distální ulnu až na 67 % (181). Zkrácení výšky radia vede ke změně ulnární variance a změně přenosu axiálních sil (95). Vzhledem k tomu, že funkční kapacita zápěstí je individuální, nelze predikovat tolerabilní extraartikulární malpozici distálního radia. Extraartikulární malpozice chirurgicky řešíme korekční osteotomií pouze u symptomatických pacientů a u výrazných malpozic. Intraartikulární a kombinované malpozice distálního radia chirurgicky řešíme naopak časně, než dojde k rozvoji posttraumatické osteoartrózy (87, 154). V indikovaných případech může být zkracovací osteotomie ulny metodou volby, protože je spojena s nižším procentem komplikací (67).

Dislokované nebo kominutivní zlomeniny hlavice a distální diafýzy ulny, pokud nejsou adekvátně léčeny, vedou k přímé i nepřímé inkongruenci DRUJ, mohou proto resultovat v omezení rozsahu hybnosti předloktí poruchou biomechaniky DRUJ a vznik časné posttraumatické osteoartrózy kloubu. Malpozice distální ulny rozlišujeme stejnými typy jako malpozice distálního radia (extraartikulární / intraartikulární / komplexní) a lze je taktéž chirurgicky řešit korekčními osteotomiemi ovšem jen tehdy, pokud není vyjádřena osteoartróza DRUJ. Korekční osteotomie distální ulny je metodou volby pro řešení poruchy biomechaniky předloktí vznikající v důsledku zlomenin ulny bez poranění stabilizátorů DRUJ, u kterých došlo ke zhojení v malpozici vedoucí k inkongruenci DRUJ. Cílem korekční osteotomie v tomto případě je obnovit anatomické postavení DRUJ a jeho biomechaniku, a tím eliminovat omezení rotačních pohybů předloktí a zabránit rozvoji posttraumatických osteoartrótických změn DRUJ. Operační léčba malpozic distální ulny má stejný timing jako malpozice distálního radia. Pokud je zlomenina distální ulny asociována se zlomeninou distálního radia, je vždy nezbytné posuzovat i postavení distálního radia, které taktéž může být příčinou poruchy biomechaniky, a došlo-li ke zhojení obou kostí v malpozici, řešení poruchy biomechaniky musí být komplexní (87). Malpozicím distálního předloktí je vždy jednodušší předcházet než jí léčit, proto je důležité vždy zlomeniny distálního radia adekvátně léčit primárně. Všichni pacienti, kteří mají být pouze normální funkční nároky na své zápěstí, by měli podstoupit repozici zlomeniny distálního radia a pokud není konzervativní léčba úspěšná, je indikována léčba operační.

Komplikace osteosyntézy jsou malredukce zlomeniny, ztráta repozice zlomeniny, selhání osteosyntézy nebo malpozice osteosyntetického materiálu (obr. 25).



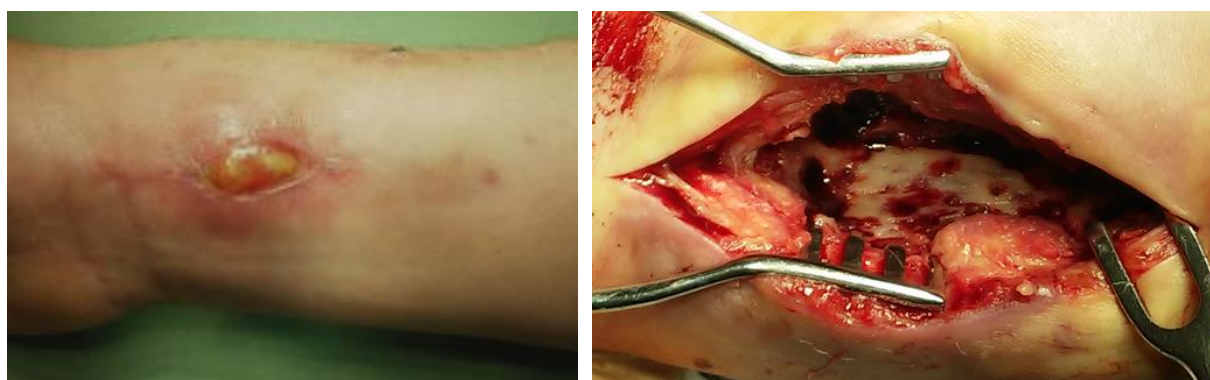
a | b | c | d

Obrázek 25: Komplikace osteosyntézy. a – malredukce zlomeniny, b – ztráta repozice zlomeniny, c – selhání osteosyntézy, d – malpozice osteosyntetického materiálu.

K malredukcii zlomeniny dochází, pokud není chirurgem pochopen přesný typ poranění nebo je zvolen při ošetření zlomeniny nevhodný operační přístup nebo implantát. Ztráta repositionace vzniká v důsledku použití nevhodného implantátu, nedostatečném počtu fixačních prvků (minimálně dva pro každý fragment) nebo v případě osteoporotické kosti. Selhání osteosyntézy je vzácná komplikace a může k ní dojít tehdy, pokud nerespektujeme základní AO principy při provedení osteosyntézy, operujeme pacienta s velmi špatným stavem kostní tkáně nebo chirurgicky léčíme nespolupracujícího pacienta (29).

Poruchy kostního hojení v oblasti distálního konce předloktí se vyskytují méně často s výjimkou zlomenin v oblasti distální třetiny diafýzy ulny. Vyšší incidence nezhojení v této oblasti může být dle literárních zdrojů důsledkem poranění periostu, chudého cévního zásobení kosti (nízký svalový kryt kosti bez přítomnosti úponů svalů, zakončení nutritivní arterie kosti proximálně od oblasti zlomeniny) a dále důsledkem působení torsních sil na distální ulnu při pronačně-supinačních pohybech předloktí (18, 187). Z toho důvodu je při operační léčbě nutná precizní preparace s maximální šetrností k periostu a měkkým tkáním, pro fixaci zlomeniny je preferována technika stabilní osteosyntézy a v indikovaných případech i primární spongioplastika (viz kapitola 2.5.2) (30, 112).

Další významnou komplikací je infekce. Nejčastější je superficiální infekt v okolí osteosyntetického materiálu, který je zaveden přes kůži do kosti – incidence dosahuje až 33 % u Kirchnerových drátů a 21 % u externího fixátoru (6, 197). Vzácněji se můžeme setkat s akutní osteomyelitidou, která vzniká nejčastěji přechodem superficiální infekce z osteosyntetického materiálu na kost, ale může vést k těžkým trvalým následkům. Incidence hlubokého infektu u ORIF je 0,7-2,8 % (obr. 26) (197). V případě infekční komplikace je nutná časná diagnostika, aktivní přístup a adekvátní léčba. U superficiálního infektu postačuje pouhá extrakce osteosyntetického materiálu a lokální léčba antiseptiky.



Obrázek 25: Akutní osteomyelitis jako komplikace dlahové osteosyntézy zlomeniny distálního radia.

U hlubokého infektu je nutný skutečně agresivní přístup k prevenci trvalého funkčního postižení a rozvoji chronické osteomyelitis – radikální nekrektomie a debridement, odběr vzorků tkáně nebo osteosyntetického materiálu na mikrobiologické vyšetření, extrakce všech implantátů, dekortikace kosti, aplikace proplachové laváže nebo lokálních antibiotických přípravků (např. garamycinová pěna), stabilizace končetiny externí fixací nebo imobilizace sádrovou fixací, nasazení adekvátní podpůrné léčby (antibiotická terapie, hyperbaroxyterapie), následně časná second-look revize a po odeznění akutního infektu následná léčba (implantace cementového spaceru dle Masqueleta a následně spongioplastika nebo rekonstrukce kosti) (71).

Komplexní regionální bolestivý syndrom je relativně častá, ale závažná komplikace s trvalými funkčními následky. Incidence CRPS je velmi variabilní od 1,0 do 37,2 % a syndrom postihuje ženy 2,2krát častěji než muže (134). Přesná příčina syndromu není známa a jeho vznik nemá souvislost se závažností úrazu. Byly prokázány signifikantní predispoziční faktory zvyšující riziko vzniku syndromu, kterými jsou psychická predispozice, příliš těsní fixace a excesivní distrakce zápěstí na externí fixaci (196). Rozlišují se dva typy syndromu – CRPS I. typ má incidenci 95 % a je charakteristický chronickou bolestí, otokem a poruchou regulace propustnosti cév končetiny bez nervového poranění, CRPS II. typ má incidenci 5 % a jeho charakteristickým rysem je kauzalgie v důsledku poranění nervů (196). Diagnóza je stanovena klinicky, rentgenologické vyšetření má pouze pomocný diagnostický význam. Léčba syndromu je obtížná a adekvátní terapie je nezbytná, aby se minimalizoval rozvoj trvalých funkčních důsledků, které mohou v krajním případě vést až k amputaci končetiny z důvodu chronických otoků, výrazné bolestivosti, rigidity až kontraktury zápěstí a prstů, atrofie kůže, intolerance změn teploty a nemožnosti zatížení. Protože příčina syndromu není známa, je důležitá jeho prevence – šetrná operační technika a repozice zlomeniny, netěsní sádrová fixace ve vyhovujícím postavení, aplikace externí fixace bez přílišné trakce, důsledná léčba bolesti a preventivní podání psychofarmak u rizikových jedinců s psychickou predispozicí. Terapie je v podstatě pouze symptomatická a podpůrná – řízená rehabilitace, péče o otoky a měkké tkáně, techniky dlahování, adekvátní léčba bolesti, psychofarmaka, reologika, léky k podpoře kostního metabolismu (kalcitonin, vitamín D), psychoterapie a u závažných stavů blokáda sympatických nervových vláken v ganglion stelatum nebo torakální sympatektomie (196).

Méně častou komplikací je poranění až ruptura šlach, ke kterému dochází buď přímo nebo nepřímo. K přímému poranění šlachy dochází vlivem tlaku kostního fragmentu, iatrogenního poranění při operaci nebo při malpozici osteosyntetického materiálu (příliš dlouhá délka šroubů, nevhodná poloha a velikost implantátu). Nejčastěji bývá postižena šlacha m. extensor pollicis longus (EPL) a m. flexor pollicis longus (FPL) (120, 167). Prevencí vzniku této komplikace je nepenetrovat vrtákem protilehlou kortikalis periferního fragmentu při vrtání, důsledně rentgenologicky kontrolovat délku a polohu implantátů a indikovat časnou extrakci rizikových implantátů. Nepřímé poranění šlachy vzniká



v důsledku ischémie šlachy způsobené tlakem hematomu ve šlachové pochvě, která vede k následné atrofii šlachy a její ruptuře. Spontánní ruptura šlachy EPL je vzácnou komplikací extraartikulárních zlomenin distálního radia, která nejčastěji vzniká kolem 8. týdne od úrazu (120). Typickými příznaky před vlastní rupturou šlachy je bolestivost a krepitace v oblasti Listerova hrbolu radia, v této fázi by měla být provedena co nejdříve dekomprese šlachy, než dojde k její ruptuře.

Pozdní komplikací zlomenin je posttraumatická osteoartróza, jejíž příčiny byly rozebrány v kapitole 2.2 a 2.4. V případě vyjádřené osteoartrózy RC kloubu nebo DRUJ je indikováno provedení záchovných chirurgických výkonů (salvage procedures), ale pouze u symptomatických pacientů, protože tyto výkony neobnovují anatomii a funkci kloubů a všechny vedou k omezení rozsahu hybnosti předloktí (113). Mezi záchovné výkony při artróze RC kloubu patří radiální styloidektomie a čtyřrohá artróza při izolované destrukci fossa scaphoidea, proximální karpektomie při zachované fossa lunata a os capitatum, radioscafolunární artrodéza (RSL fúze), denervace zápěstí a totální artrodéza zápěstí při konkomitantní osteoartróze mediokarpálního kloubu. Záchovné výkony DRUJ jsou artroskopická resekce hlavice ulny (wafer procedure), zkracovací osteotomie ulny (Milch, 1941), distální radioulnární artrodéza Sauvé-Kapandji (Sauvé, 1936), hemiresekční interpoziční artroplastika (Bowers, Watson), Darrachova operace (Darrach, 1911) a aloplastika hlavice ulny (87).

# VÝZKUMNÁ ČÁST

Tato část popisuje metodiku, soubory pacientů a výsledky výzkumu zlomenin distálního předloktí, který byl prováděn na Klinice úrazové chirurgie Fakulty zdravotnických studií Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem a Krajské Zdravotní, a. s. – Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem, o. z. v období od září roku 2013 do konce prosince 2018. Autor získal na výzkum dva granty, pomocí kterých dokázal významně rozšířit soubor pacientů prospektivní randomizované studie a pořídit rehabilitační přístroje pro ruku a horní končetinu. Díky tomu se za podpory přednosta kliniky podařilo na pracovišti vybudovat stacionář rehabilitace ruky, díky kterému každý den zlepšujeme pooperační stav pacientů po úrazech ruky. Časně výsledky výzkumu byly publikovány autorem a spoluautory ve dvou vědeckých publikacích (128, 129), kde je rovněž uvedena metodika a principy výzkumu.

## 3.1 METODIKA VÝZKUMU

Ve výše uvedeném období probíhal na našem pracovišti výzkum zlomenin distálního předloktí, který splňoval všechna kritéria zaslepené prospektivní otevřeně randomizované studie (randomized controlled trial, RCT studie), jehož účelem bylo dosáhnout stanovených cílů a ověřit postulované teoretické hypotézy uvedené v úvodu disertační práce. Výzkum se řídil metodikou pro prospektivní randomizované studie Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) Statements z roku 2010 (177). Do RCT studie byli zařazeni pacienti (subjekty) s primárně nestabilní zlomeninou distálního radia indikovanou k operační léčbě, kteří měli přidruženou zlomeninu distální ulny a kteří splňovali kritéria pro zařazení (inclusion a exclusion kritéria studie viz níže). RCT studie byla zaslepená pro subjekty. V období od září 2013 do konce prosince 2017 byli pacienti zařazováni do RCT studie a byly kontinuálně hodnoceny výsledky jejich léčby během pravidelných klinických kontrol. Poté bylo ukončeno přijímání nových subjektů a v následujícím období byli pacienti v studii dále sledováni, aby všechny subjekty dosáhly pooperačního sledování minimálně 12 měsíců před konečným zhodnocením výsledků výzkumu. Kontrola průběhu prospektivní otevřeně randomizované studie, zařazování pacientů do studie, systematická alokace subjektů do kohortových skupin, vyřazování pacientů ze studie v jejím průběhu při nedodržení jejích zásad, pooperační kontroly a hodnocení rentgenologických a funkčních výsledků léčby byla prováděna výhradně autorem (hlavní investigátor).

Zaslepená prospektivní otevřeně randomizovaná studie probíhala v následujících fázích podle Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) Statements z roku 2010 (177):

- 1) zařazení subjektů do studie (enrollment)
- 2) alokace subjektů do kohortových skupin (allocation)
- 3) provedení určené léčby zlomeniny distálního předloktí (intervention)
- 4) pooperační sledování (follow-up)
- 5) analýza dat (analysis)

### 3.1.1 Zařazení subjektů do RCT studie (enrollement)

Po provedení primární diagnostiky a primárním ošetření pacienta se zlomeninou distálního předloktí zavřenou repozicí a sádrouvou fixací v akutní úrazové ambulanci naší kliniky následovalo rozhodnutí o dalším terapeutickém postupu. Pacienti indikovaní k operační léčbě zlomeniny distálního radia byli následně evaluováni hlavním investigátorem stran vhodnosti zařazení do výzkumu. Primárně byl zhodnocen na základě rentgenových snímků a eventuelně CT vyšetření typ zlomenin distálního radia podle AO klasifikace (96), typ zlomeniny distální ulny podle klasifikace dle Fernandez a Jupitera (45) a případné nepřímé známky poranění karpálních vazů a stabilizátorů DRUJ. Během osobního pohovoru s pacientem pak byly zhodnoceny všechny klíčová kritéria pro zařazení nebo vyřazení ze studie s ohledem na jeho vůli, anamnézu, a celkový zdravotní stav.

Kritéria pro zařazení do studie (inclusion kritéria):

- věk 18-90 let, pacient ve věku nad 70 let pouze s vysokými funkčními nároky na zápěstí
- zlomenina distálního radia primárně nestabilního typu (2R3-A3, B1, B2, B3, C1, C2 a C3)
- přidružená zlomenina distální ulny
- pacient bez závažného celkového onemocnění v anamnéze
- spolupracující pacient dodržující léčebný režim a pooperační kontrolní vyšetření.

Kritéria pro vyřazení ze studie (exclusion kritéria):

- zlomenina distální ulny a poranění DRUJ vyžadující operační léčbu podle postupů „lege artis“, pokud randomizace alokuje konzervativní postup
- radiokarpální luxační zlomenina nebo zlomenina distálního předloktí spojená se zlomeninou karpálních kostí nebo poraněním karpálních vazů perilunárního typu vyžadující jejich otevřenou rekonstrukci
- zlomenina distálního radia definitivně ošetřena jinou metodou než dlahovou osteosyntézou

- závažné trauma zápěstí v minulosti (zlomeniny distálního předloktí, poranění karpálních kostí a vazů, závažné popáleniny, řezné rány a stavy limitující rozsah hybnosti zápěstí) nebo výše uvedené trauma vzniklé po zařazení do studie během výzkumu
- polytraumatizovaný pacient – Injury Severity Score > 16
- ipsilaterální přidružené poranění horní končetiny
- non compliance v léčbě
- abusus omamných a návykových látek včetně alkoholu s výjimkou nikotinu
- definitivní ošetření poranění s odstupem více než 21 dní od úrazu
- patologické, periprotetické fraktury a zlomeniny distálního předloktí dětského typu
- závažné systémové onemocnění nebo závažný celkový zdravotní stav v anamnéze nebo zjištěné během průběhu výzkumu neumožňující rehabilitaci končetiny a dokončení pooperačního sledování
- pacient s komplexním regionálním bolestivým syndromem (CRPS) v anamnéze nebo zjištěným během průběhu výzkumu
- nedokončení pooperačního sledování v délce minimálně 12 měsíců.

Pacientovi byly následně vysvětleny cíle a principy RCT studie a ten se poté rozhodnul ohledně své participaci ve výzkumu. Zaslepení RCT studie pro subjekty spočívalo v tom, že se jednak nemohli dobrovolně rozhodovat ohledně zvoleného postupu ošetření zlomeniny distální ulny a museli se podřídit randomizaci a za druhé jim nebyly sděleny možné klinické příznaky instability DRUJ, aby jejich hodnocení funkčních výsledků nebylo subjektivně zkresleno. Avšak z důvodu respektování etických zásad výzkumu bylo hlavním exclusion kritériem stanoveno okamžité vyřazení subjektu z RCT studie, pokud by jeho zlomenina distální ulny nebo poranění DRUJ vyžadovalo operační léčbu podle postupů „lege artis“ a pokud by randomizace alokovala konzervativní postup. Dále byly ze studie vyřazení pacienti s luxačním poraněním zápěstí, s přidruženými zlomeninami karpálních kostí, poraněním karpálních vazů vyžadující otevřenou rekonstrukci, ipsilaterálním postižením jiné etáže končetiny a pacienti po závažném úrazu postiženého zápěstí a syndrom CRPS v minulosti nebo vzniklými během průběhu výzkumu, aby nedošlo k falešnému zkreslení funkčních výsledků.

### 3.1.2 Alokace subjektů do kohortových skupin (allocation)

V další fázi výzkumu byl subjekt na základě typu zlomeniny distální ulny zařazen do jedné ze tří kohortových skupin, podle které byl určen postup léčby zlomeniny distálního předloktí (tab. 3). Typ zlomeniny distálního radia nehrál v rozdělení pacientů žádnou roli. Zlomenina distálního radia byla u všech pacientů zařazených do studie léčena metodou otevřené repozice a vnitřní fixace dlahovou osteosyntézou. Konzervativním způsobem léčby v RCT studii se rozumí aplikace nízké rigidní fixace předloktí bez fixace lokte po dobu 6 týdnů a u subjektů se zlomeninou hlavičky ulny, subkapitální

zlomeninou a zlomeninou distální diafýzy ulny aplikace vysoké fixace na dobu 3 týdnů a pak aplikace fixace nízké na dobu dalších 3 týdnů.

Subjekty se zlomeninami distální ulny typu base fractures, zlomeninami hlavice ulny, subkapitálními zlomeninami a zlomeninami distální diafýzy ulny byli metodou systematické alokace subjektů rozděleni do dvou skupin, podle kterých byl určen následný postup léčby zlomeniny distální ulny – ve skupině A byla zlomenina ulny léčena operačním postupem (viz dále) a ve skupině B byla zlomenina ulny léčena konzervativním postupem. Randomizace byla prováděna striktním rozdělením subjektů podle pořadových čísel v souboru principem sudých a lichých čísel a alokaci prováděl vždy pouze hlavní investigátor. Pacienti se zlomeninami typu flake fractures byli bez randomizace zařazeni do kontrolní skupiny B, protože se patofyziologicky jedná o typ zlomeniny proximální třetiny bodcového výběžku ulny a není možné provést jejich ošetření metodou dlahové osteosyntézy. Skupina B svou skladbou představuje kontrolní skupinu pro skupinu A. Výsledky léčby těchto dvou skupin byly následně porovnávány mezi sebou a dále byly srovnávány výsledky jednotlivých subtypů zlomenin distální ulny s cílem ověřit platnost teoretických hypotéz výzkumu H2, H3, H4, H5 a H6.

Na základě teoretické hypotézy výzkumu H0, tedy že zlomeniny distálních dvou třetin bodcového výběžku ulny (tip fractures) podle literárních zdrojů nezpůsobují posttraumatickou instabilitu DRUJ a nevyžadují operační léčbu, byly všechny subjekty s tímto typem zlomeniny zařazeny do skupiny C.

Kohorta	Typy zlomenin distální ulny	Postup léčby zlomeniny distálního radia	Postup léčba zlomeniny distální ulny
<b>Skupina A</b>	base fx. caput fx. subcap fx.	Operační	Operační
<b>Skupina B</b>	base fx. flake fx. caput fx. subcap fx.	Operační	Konzervativní
<b>Skupina C</b>	tip fx.	Operační	Konzervativní

Tabulka 3: Přehled kohortových skupin RCT studie a postup léčby zlomenin distálního předloktí. tip fx. – zlomenina střední a distální třetiny bodce, base fx. – zlomenina proximální třetiny bodce, flake fx. – avulzní zlomenina proximální třetiny processus styloideus ulnae, caput fx. – zlomenina hlavice ulny, subcap fx. – subkapitální zlomeniny a zlomeniny distální diafýzy ulny.

### 3.1.3 Provedení určené léčby zlomeniny distálního předloktí (intervention)

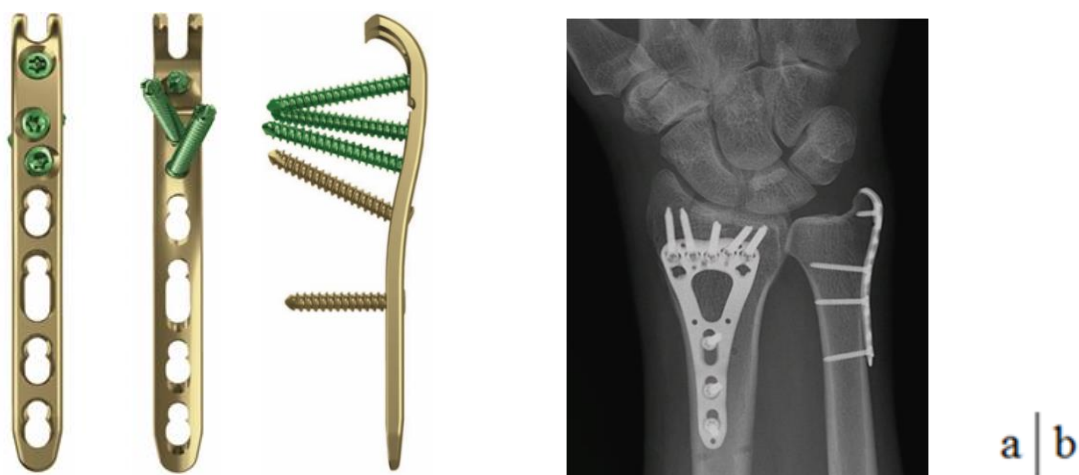
Subjekt zařazený do studie následně podstoupil určenou léčbu na naší klinice. V prvním kroku léčby byla vždy provedena osteosyntéza zlomeniny distálního radia metodou otevřené repozice a vnitřní fixace dlahovou osteosyntézou. Po jejím provedení bylo zápěstí vyšetřeno pod rentgenovým zesilovačem ve statických a dynamických projekcích k vyloučení přidruženého poranění karpálních vazů. V případě izolovaného poranění interosseálních karpálních vazů méně závažného stupně (parciální ruptura bez poranění kapsulárních vazů) byla provedena transfixace karpálních kostí pomocí Kirschnerových drátů. Pokud bylo prokázáno poranění karpálních vazů závažnějšího stupně, které vyžadovalo otevřenou rekonstrukci, byl pacient vyřazen z RCT studie. V další fázi léčby bylo provedeno ošetření zlomeniny distální ulny podle alokace subjektů do skupin (konzervativní / operační).

Dlahová osteosyntéza zlomeniny distálního radia byla provedena buď z palmárního, dorzálního nebo kombinovaného operačního přístupu k zápěstí podle charakteru zlomeniny. K retenci fragmentů byly použity dlahy různých proveniencí metodou palmární osteosyntézy jednou dlahou, dorzoradiální osteosyntézy dvěma dlahami nebo dorzoradiopalmární osteosyntézy třemi dlahami dle charakteru zlomeniny a potřeb chirurga. U části pacientů byla nezbytná primární aplikace přemostňující externí fixace do zlepšení stavu měkkých tkání před provedením ORIF. Subjekty se zlomeninami distálního radia, kterým byla provedena jiná metoda definitivní osteosyntézy, byly ze studie vyřazeny. Operační léčbu zlomenin distálního radia subjektů zařazených do skupiny B a C v RCT studii prováděli kromě hlavního investigátora i ostatní kolegové z naší kliniky.

Zlomenina distální ulny byla operačně léčena u subjektů zařazených do skupiny A metodou dlahové osteosyntézy implantátem LCP Distal Ulna Plate (De Puy Synthes, USA). Ošetření touto metodou a tímto konkrétním implantátem bylo zvoleno v designu studie proto, že implantát díky svému tvarovému provedení umožňuje ošetření téměř všech typů zlomenin distální ulny indikovaných k ORIF s výjimkou nízkých zlomenin processus styloideus ulnae a vysokých zlomenin distální diafýzy ulny. Použitím jedné metody a jednoho implantátu bylo eliminováno statistické tříštění souboru RCT studie. Operační léčbu zlomenin distálního předloktí subjektů zařazených do skupiny A prováděl výhradně hlavní investigátor studie a zcela výjimečně v jeho nepřítomnosti druhý erudovaný chirurg (provedl 5,6 % osteosyntéz skupiny A), čímž byl eliminován vliv fáze učební křivky chirurga bez zkušeností s výše uvedeným implantátem. Na základě těchto faktů se lze domnívat, že metoda, implantát a operátor v souboru A jsou uniformní. Dlahu LCP Distal Ulna Plate (De Puy Synthes, USA) je anatomicky preformovaný nízkoprofilový implantát vyrobený z titanové slitiny s možností zavedení kortikálních nebo zajišťovacích šroubů ve fixním úhlu zavedení o průměru 2,0 mm (obr. 26). Implantát má hákové zakončení ve své distální části, které slouží k retenci periferního fragmentu bodcového výběžku ulny a dále poskytuje možnost stabilní retence hlavice ulny pomocí konvergentně

a divergentně uspořádaných zajišťovacích šroubů ve fixním úhlu zavedení. Kombinované otvory v těle dlahy umožňují zavedení kortikálních i zajišťovacích šroubů s fixním úhlem zavedení. Dlahy umožňuje provedení osteosyntézy podle typu zlomeniny a potřeb chirurga podle základních principů společnosti AO metodou autokompresní, neutralizační nebo přemostňující dlahy. V případě kominutivních zlomenin hlavice ulny, zvláště u zlomenin s linií lomu v koronární rovině, a u zlomenin processus styloideus ulnae s kominucí nebo nízkým průběhem linie lomu, může být nezbytné použít ke dlahové osteosyntéze suplementární stabilizaci Kirschnerovými dráty nebo šrouby. Implantace dlahy se provádí ze standardního dorzomediálního přístupu, který umožňuje ošetření všech částí distální ulny včetně kloubní plochy a v případě nutnosti může být rozšířen k vizualizaci TFCC a ulnární části karpu (30). Při preparaci je nezbytné identifikovat a chránit r. dorsalis n. ulnaris probíhající v této oblasti, nerv často vydává transverzální větev jdoucí přes os triquetrum k os lunatum, kterou je nezbytné si ozřejmit při chirurgické preparaci a vizualizaci distální ulny a DRUJ (30, 129).

Po operační léčbě u pacientů skupiny A byla aplikována nízká fixace. U pacientů se zlomeninami typu AO 2R3-A3 a stabilní osteosyntézou obou zlomenin byla ponechána pouze nízká fixace antalgicky do extrakce stehů, u ostatních pacientů byla aplikována fixace po dobu 4-6 týdnů po operaci kvůli možnému nerozpoznanému přidruženému poranění karpálních vazů (84). V pěti případech operačně léčené zlomeniny distální ulny, kdy se jednalo o kominutivní zlomeniny hlavice ulny v terénu těžké osteoporózy, byla aplikována primárně ochranná vysoká sádrová fixace na dobu 3 týdnů a poté nízká fixace na dobu dalších 3 týdnů. Časně po operačním výkonu byla zahájena lokální péče o otoky a měkké tkáně a rehabilitace prstů.



Obrázek 26: Dlahy LCP Distal Ulna Plate (De Puy Synthes, USA). a – anteriorní, posteriorní a laterální pohled na dlahu se zavednými kortikálními šrouby (zlaté) a zajišťovacími šrouby s fixním úhlem zavedení (zelené), b – vzorová osteosyntéza subjektu skupiny A. Obrázek A volně převzat ze zdroje: [synthes.vo.llnwd.net/o16/LLNWMB8/US%20Mobile/Synthes%20North%20America/Product%20Support%20Materials/Technique%20Guides/SUTG2.0LCPDistalUlnaJ8689B.pdf](https://synthes.vo.llnwd.net/o16/LLNWMB8/US%20Mobile/Synthes%20North%20America/Product%20Support%20Materials/Technique%20Guides/SUTG2.0LCPDistalUlnaJ8689B.pdf).

### 3.1.4 Pooperační sledování (follow-up)

U všech subjektů zařazených do RCT studie byly zaznamenány sledované ukazatele týkající se pacienta, úrazu a následném způsobu léčby jeho poranění. Sledován byl věk a pohlaví pacienta, dominance postižené končetiny, mechanismus úrazu, způsob primárního ošetření poranění (sádrová fixace / externí fixace), doba od úrazu k provedení definitivní operační léčby, typ zlomeniny distálního radia podle AO / ASIF klasifikace (96) a typ zlomeniny distální ulny podle klasifikace dle Fernandez a Jupitera (45). U subjektů skupiny A byla navíc stanoven typ poranění DRUJ pomocí Frykmanovy klasifikace (50). Dále byly zaznamenány komplikace poranění a léčby a nutnost extrakce osteosyntetického materiálu.

Hodnocení rentgenových a funkčních výsledků léčby bylo prováděno v rámci pravidelných klinických kontrol v odstupu 2 týdnů, 6 týdnů, 3 měsíců, 6 měsíců, 12 měsíců a následně každých dalších 6 měsíců od operačního výkonu.

Hodnocení rentgenových výsledků léčby bylo prováděno na základě zhodnocení pooperačních RTG snímků a CT vyšetření zápěstí provedených druhý pooperační den a dále RTG snímků zhotovených během každé klinické kontroly. Sledovány byly následující radiologické parametry – radiální a palmární inklinace radia, kongruence kloubních ploch radiokarpálního a distálního radioulnárního kloubu, rentgenové známky kostního hojení zlomenin a případné známky posttraumatické osteoartritidy zápěstí podle klasifikace Kellgren-Lawrence (97).

Funkční stav subjektů byl hodnocen na základě osobního pohovoru a klinického vyšetření subjektu. Během pohovoru byl subjekt dotazován na výskyt bolestí zápěstí a DRUJ během zátěže a specifických pohybů, dále na zvládání sebeobsluhy, běžných denních aktivit a specifických činností a na zatížitelnost končetiny. Při klinickém vyšetření byla hodnocena stabilita radiokarpálního a mediokarpálního kloubu k vyloučení nebo zhodnocení léčby přidruženého poranění karpálních vazů pomocí standardních klinických testů, stabilita DRUJ pomocí specifických klinických testů (ulnar ballotment test, ulnar piano key sign test, ulnar fovea sign test, ulnar compression test), rozsah aktivní hybnosti zápěstí a předloktí (range of motion, ROM) a svalová síla ruky. Rozsah aktivní hybnosti poraněného zápěstí v základních směrech (flexe, extenze, dukce zápěstí, pronace a supinace předloktí) byl měřen pomocí goniometru během každé klinické kontroly od 6. týdne od operace a byl srovnáván s výsledkem měření neporaněného kontralaterálního zápěstí. Výsledky měření rozsahu hybnosti poraněného zápěstí byly sečteny a následně procentuálně přepočítány k hodnotě součtu rozsahu hybnosti nepostižené končetiny, která představovala hodnotu 100 %. Dynamometrie síly stisku ruky (DYN) byla vyšetřována od 3. měsíce od operace balonkovým dynamometrem (Saehan) a výsledek byl stejným způsobem procentuálně porovnán s výsledkem měření kontralaterálního zápěstí. Na základě odpovědí subjektů na cílené dotazy a výsledků klinického vyšetření bylo prováděno během každé kontroly od 3. měsíce od operačního výkonu hodnocení funkčního výsledku léčby pomocí



skórovacích systémů Mayo Wrist Score (MWS) a Quick Disability of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire (Quick DASH Questionnaire, QDASH).

Systém Mayo Wrist Score zohledňuje v hodnocení funkčních výsledků léčby bolest končetiny, možnost zařazení pacienta do pracovního procesu, rozsah hybnosti postižené končetiny a její svalovou sílu (obr. 27). Výsledky jsou hodnoceny body, přičemž maximální možný počet dosažitelných bodů je 100 a odpovídá klinickému statutu končetiny před úrazem. Výsledek léčby pacienta je hodnocen jako excelentní při dosažení 90-100 bodů, jako dobrý při 80-90 bodů, jako uspokojivý při 60-80 bodů a jako neuspokojivý při dosažení méně než 60 bodů. Jako druhý skórovací systém byl použit Quick DASH Questionnaire, což je zkrácená verze originálního systému Disability of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire (DASH). Ve srovnání s ním je však QDASH jednodušší k hodnocení výsledků léčby, protože místo třiceti otázek jich obsahuje pouze jedenáct (obr. 28).

**Mayo Wrist Score**

Clinician's name (or ref) ..... Patient's name (or ref) .....

Please answer the following 12 multiple choice questions.

During the past 4 weeks.....

<b>Section 1 - Pain Intensity</b>	<b>Section 2 - Functional Status</b>
<input type="radio"/> No pain	<input type="radio"/> Returned to regular employment
<input type="radio"/> Mild Occasional	<input type="radio"/> Restricted employment
<input type="radio"/> Moderate, tolerable	<input type="radio"/> Able to work, but unemployed
<input type="radio"/> Severe to intolerable	<input type="radio"/> Unable to work because of pain

<b>Section 3 (choose either 3a or 3b)</b>	
<b>3a - Range of Motion (% of normal side)</b>	<b>3b - If only injured hand examined</b>
<input type="radio"/> 100%	<input type="radio"/> Greater than 120 degrees
<input type="radio"/> 75-99%	<input type="radio"/> 90-120 degrees
<input type="radio"/> 50-74%	<input type="radio"/> 60-90 degrees
<input type="radio"/> 25-49%	<input type="radio"/> 30-60 degrees
<input type="radio"/> 0-24%	<input type="radio"/> less than 30 degrees

<b>Section 4 - Grip strength % of normal</b>
<input type="radio"/> 100%
<input type="radio"/> 75-100%
<input type="radio"/> 50-75%
<input type="radio"/> 25-50%
<input type="radio"/> 0-25%

The Mayo Wrist Score is

Obrázek 27: Mayo Wrist Score. Obrázek převzat ze zdroje: [http://www.orthopaedicscore.com/scorepages/mayo\\_wrist\\_score.html](http://www.orthopaedicscore.com/scorepages/mayo_wrist_score.html).

Tyto otázky hodnotí závažnost klinických symptomů, schopnost pacienta provádět specifické činnosti a tolerovat zátěž poraněné končetiny. QDASH byl použit v RCT studii proto, že bylo prokázáno, že tento dotazník může být použit pro hodnocení postižení končetiny místo DASH Questionnaire se stejnou precizností a validitou (62). Výsledky otázek jsou opět hodnoceny body, přičemž maximální možný počet dosažitelných bodů je 100 a odpovídá nejtěžšímu funkčnímu postižení končetiny. Norma zdravé populace je 10,1 bodu se standardní odchylkou 14,68 bodu (75).

## The Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Score(QuickDash)

Clinician's name (or ref) \_\_\_\_\_

Patient's name (or ref) \_\_\_\_\_

**INSTRUCTIONS:** This questionnaire asks about your symptoms as well as your ability to perform certain activities. Please answer *every question*, based on your condition in the **last week**. If you did not have the opportunity to perform an activity in the past week, please make your *best estimate* on which response would be the most accurate. It doesn't matter which hand or arm you use to perform the activity; please answer based on your ability regardless of how you perform the task.

Please rate your ability to do the following activities in the last week.

1. Open a tight or new jar	<input type="radio"/> No difficulty	<input type="radio"/> Mild difficulty	<input type="radio"/> Moderate difficulty	<input type="radio"/> Severe difficulty	<input type="radio"/> Unable
2. Do heavy household chores (eg wash walls, wash floors)	<input type="radio"/> No difficulty	<input type="radio"/> Mild difficulty	<input type="radio"/> Moderate difficulty	<input type="radio"/> Severe difficulty	<input type="radio"/> Unable
3. Carry a shopping bag or briefcase	<input type="radio"/> No difficulty	<input type="radio"/> Mild difficulty	<input type="radio"/> Moderate difficulty	<input type="radio"/> Severe difficulty	<input type="radio"/> Unable
4. Wash your back	<input type="radio"/> No difficulty	<input type="radio"/> Mild difficulty	<input type="radio"/> Moderate difficulty	<input type="radio"/> Severe difficulty	<input type="radio"/> Unable
5. Use a knife to cut food	<input type="radio"/> No difficulty	<input type="radio"/> Mild difficulty	<input type="radio"/> Moderate difficulty	<input type="radio"/> Severe difficulty	<input type="radio"/> Unable
6. Recreational activities in which you take some force or impact through your arm, shoulder or hand (eg golf, hammering, tennis, etc)	<input type="radio"/> No difficulty	<input type="radio"/> Mild difficulty	<input type="radio"/> Moderate difficulty	<input type="radio"/> Severe difficulty	<input type="radio"/> Unable

7. During the past week, <i>to what extent</i> has your arm, shoulder or hand problem interfered with your normal social activities with family, friends, neighbours or groups?	<input type="radio"/> Not at all	<input type="radio"/> Slightly	<input type="radio"/> Moderately	<input type="radio"/> Quite a bit	<input type="radio"/> Extremely
---	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------

8. During the past week, were you limited in your work or other regular daily activities as a result of your arm, shoulder or hand problem?	<input type="radio"/> Not limited at all	<input type="radio"/> Slightly limited	<input type="radio"/> Moderately limited	<input type="radio"/> Very limited	<input type="radio"/> Unable
---	--	--	--	------------------------------------	------------------------------

Please rate the severity of the following symptoms in the last week

9. Arm, shoulder or hand pain	<input type="radio"/> None	<input type="radio"/> Mild	<input type="radio"/> Moderate	<input type="radio"/> Severe	<input type="radio"/> Extreme
10. Tingling (pins and needles) in your arm, shoulder or hand	<input type="radio"/> None	<input type="radio"/> Mild	<input type="radio"/> Moderate	<input type="radio"/> Severe	<input type="radio"/> Extreme

11. During the past week, how much difficulty have you had sleeping because of the pain in your arm, shoulder or hand?	<input type="radio"/> No difficulty	<input type="radio"/> Mild difficulty	<input type="radio"/> Moderate difficulty	<input type="radio"/> Severe difficulty	<input type="radio"/> So much difficulty I can't sleep
--	-------------------------------------	---------------------------------------	---	---	--

Thank you very much for completing all the questions in this questionnaire.

The Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (quickdash) Score

Obrázek 28: Disability of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire. Obrázek převzat ze zdroje: [http://www.orthopaedicscore.com/scorepages/disabilities\\_of\\_arm\\_shoulder\\_hand\\_score\\_quickdash.html](http://www.orthopaedicscore.com/scorepages/disabilities_of_arm_shoulder_hand_score_quickdash.html).

### 3.1.5 Analýza dat (analysis)

Hodnocení rentgenových a funkčních výsledků léčby bylo prováděno až do kompletní stabilizace klinického stavu poraněné končetiny subjektu. Konečné výsledky byly zaznamenány do tabulky výsledků, která byla podrobena statistickému zkoumání. Vyhodnocení obecných experimentálních dat RCT studie prováděl hlavní investigátor. Statistickou analýzu funkčních a rentgenových výsledků zpracovala odb. as. Mgr. Jana Zapletalová, Dr., zástupce přednosty pro výuku zdravotnických oborů z Ústavu lékařské biofyziky Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.

## 3.2 ETICKÉ OTÁZKY VÝZKUMU

Všechny části výzkumu byly v souladu s národními právními zákony a Helsinskou deklarací Světové lékařské asociace (World Medical Association) z roku 1975. Výzkum a jeho aplikace na pacienty byl schválen Etickou komisí Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem, která je orgánem k tomu kompetentním (rozhodnutí o schválení klinického výzkumu a informovaný souhlas viz příloha).

Účast všech subjektů ve výzkumu byla dobrovolná bez finanční nebo jiné satisfakce. Každý subjekt na začátku výzkumu podepsal informovaný konsenzus a měl možnost bez udání důvodu přerušit svoji participaci ve studii v jakékoliv její fázi. Po účastnících studie byly požadovány pouze takové informace a byly jim dávány pouze taková doporučení, která nejsou v rozporu s lékařskou etikou a lékařským postupem „lege artis“. Během výzkumu nedošlo k jakémukoliv ovlivnění alokace subjektů do kohortových skupin vlivem subjektivního úsudku nebo lidské chyby. Hlavní investigátor odpovídá za etický průběh výzkumu a zachování důvěrnosti informací o účastnících výzkumu.

Autor, školitel, ani jiný investigátor výzkumu, neměl z grantové podpory jakýkoliv finanční profit.

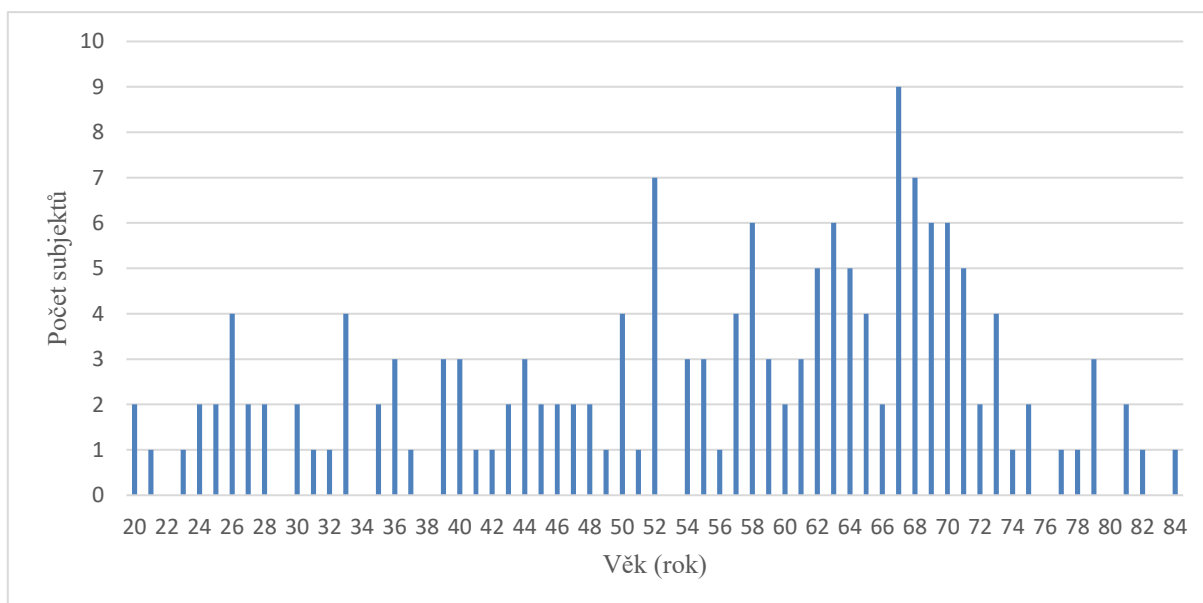
## 3.3 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA SOUBORU SUBJEKTŮ

V uvedeném období od září 2013 do konce prosince 2017 bylo do RCT studie zařazeno po splnění inclusion kritérií celkem 176 subjektů. V průběhu studie muselo být celkem 17 subjektů z výzkumu vyloučeno na základě stanovených exclusion kritérií – důvodem bylo nedokončení pooperačního sledování v minimální stanovené době při non compliance u 7 subjektů, rozvoj nestability karpu při nerozpoznaném přidruženém poranění karpálních vazů u 5 subjektů, rozvoj CRPS syndromu v pooperačním průběhu u 4 subjektů a náhlé úmrtí u 1 subjektu.

Konečný soubor, který byl podroben zkoumání, tvořilo celkem 159 účastníků studie, kteří byli podle výše uvedených kritérií alokováni do kohortových skupin – do skupiny A celkem 54 subjektů, do skupiny B celkem 53 subjektů a do skupiny C celkem 52 subjektů.

### 3.3.1 Demografické ukazatele

Do studie bylo zařazeno 117 žen a 42 mužů v průměrném věku 55,2 let (20-82). Dominantní končetina byla poraněna u 82 pacientů (52 %), nedominantní končetina u 77 pacientů (48 %). Incidence poranění distálního předloktí ve věkových skupinách byla následující s maximem v sedmé dekádě života (graf 1) – věk 20-30 let 16 osob (10 %), věk 30-40 let 16 osob (10 %), věk 40-50 let 19 osob (12 %), věk 50-60 let 32 osob (20 %), věk 60-70 let 48 osob (30 %), věk 70-80 let 24 osob (15 %) a věk nad 80 let 4 osoby (3 %). Ženy byly 2,8krát častěji poraněny než muži. Muži, kteří byli zařazeni do studie, byli poraněni nejčastěji ve věkové skupině třetí až páté dekády života s relativně konstantní distribucí v těchto skupinách s postupnou tendencí k poklesu se zvyšujícím se věkem (tab. 4 + graf 2). Ženy zařazené do studie vykazovaly opačný trend věkové distribuce se značným nárůstem incidence poranění od 50 let věku života s maximem v dekádě sedmé, který je v korelaci s rozvojem postmenopauzální osteoporózy skeletu. Od sedmé dekády je zaznamenán postupný pokles incidence, který je vysvětlen vzrůstajícím počtem pacientů v těchto věkových skupinách, kteří jsou léčeni konzervativním postupem a nesplňují inclusion kritéria a splňují exclusion kritéria RCT studie a kontraindikace operační léčby obecně (do studie může být zařazen pouze pacient nad 70 let věku pouze s vysokými funkčními nároky na zápěstí bez závažného celkového onemocnění).

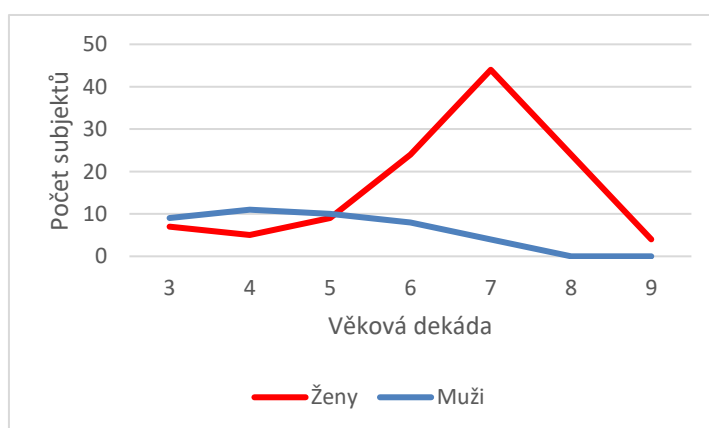


Graf 1: Incidence poranění distálního předloktí podle věku subjektů RCT studie.

Zlomeniny distálního předloktí subjektů RCT studie vznikly v důsledku nízkoenergetického úrazu u 99 pacientů (62 %) a v důsledku vysokoenergetického úrazu u 60 pacientů (38 %). Příčinou nízkoenergetického úrazu byl pád na horní končetinu ze stejné výšky nejčastěji po uklouznutí nebo zakopnutí a tento mechanismus byl nejčastější příčinou poranění u subjektů nad 50 let věku (75 %). Příčinou vysokoenergetického úrazu byl pád na končetinu během sportovních aktivit (jízda na kole, kolečkových bruslích, lyžích, snowboardu a na koni), havárií osobních automobilů a motocyklů a výkonu pracovní činnosti (pády ze schodů, žebříku a střechy). Určení velikosti působící energie bylo u některých pacientů obtížné (například pád ze schodů může být nízkoenergetický i vysokoenergetický úraz) a z toho důvodu mohou být výsledky rozdělení subjektů podle příčiny úrazu zatíženy určitou statistickou chybou. Nicméně vzhledem k tomu, že typy zlomenin distálního předloktí nevykazovaly mezi oběma skupinami významné rozdíly v distribuci a že přidružené poranění karpálních vazů méně závažného rozsahu bylo v souboru subjektů zaznamenáno jak u pacientů s nízkoenergetickým, tak vysokoenergetickým úrazem, se lze domnívat, že rozlišení příčiny úrazu u subjektů nemá signifikantní vliv na výsledky RCT studie.

Demografické ukazatele věku a pohlaví RCT studie odráží obecné epidemiologické statistické údaje o incidenci zlomenin distálního předloktí v populaci podle literárních zdrojů – jejich výskyt má dva vrcholy distribuce ve věkových skupinách, první jsou mladí jedinci, u kterých vznikají v důsledku vysokoenergetických poranění, a druhou jsou osoby vyššího věku, u kterých vznikají v terénu osteoporózy v důsledku nízkoenergetických poranění (30, 77, 84, 140). Na základě toho lze předpokládat, že soubor subjektů RCT studie reprezentuje reálný vzorek běžné populace a není zatížen náhodnou nebo záměrnou změnou svého přirozeného složení. Z toho vyplývá, že relevantní výsledky výzkumu mohou být aplikovány na celou populaci a dále to dokazuje, že autor nijak vědomě neovlivňoval zařazování subjektů do studie.

Dekáda	Ženy (počet)	Muži (počet)
3	7	9
4	5	11
5	9	10
6	24	8
7	44	4
8	24	0
9	4	0



Tabulka 4 a graf 2: Distribuce subjektů RCT studie ve věkových dekádách života podle pohlaví.

### 3.3.2 Typy zlomenin distálního předloktí v kohortových skupinách

Jak bylo uvedeno, celkem 159 účastníků studie bylo rozděleno do kohortových skupin – 54 subjektů do skupiny A, 53 subjektů do skupiny B a 52 subjektů do skupiny C.

Typy zlomenin distálního radia podle AO / ASIF klasifikace v souboru byly:

- zlomenina typu 2R3-A3 ve 41 případech (26 %)
- zlomenina typu 2R3-B1 ve 2 případech (1 %)
- zlomenina typu 2R3-B3 ve 4 případech (2 %)
- zlomenina typu 2R3-C1 v 7 případech (4 %)
- zlomenina typu 2R3-C2 ve 28 případech (18 %)
- zlomenina typu 2R3-C3 v 77 případech (49 %), z toho 16 z nich byl typ 2R3-C3.3.

Typy zlomenin distální ulny podle klasifikace dle Fernandez a Jupitera v souboru byly:

- zlomenina typu tip fracture v 52 případech (33 %)
- zlomenina typu base fracture v 70 případech (44 %)
- zlomenina typu flake fracture v 5 případech (3 %)
- zlomenina hlavice ulny v 24 případech (15 %)
- subkapitální zlomenina a zlomeniny distální diafýzy ulny v 8 případech (5 %).

Distribuci jednotlivých typů zlomenin v kohortových skupinách ukazuje tabulka 5. Počet subjektů byl v jednotlivých skupinách prakticky homogenní. Zastoupení jednotlivých typů zlomenin distálního předloktí v kohortách se však značně lišil a některý typ zlomeniny z možných třiceti kombinací zlomenin distálního radia a ulny podle typů zlomenin v souboru nebyl zaznamenán vůbec.

Nejčastějším typem zlomeniny distálního radia byla kominutivní intraartikulární a extraartikulární zlomenina typu 2R3-C3 ve 49 % případů a pětinu z tohoto počtu (10 % souboru) představovaly nejzávažnější zlomeniny typu C3.3 s těžkou kominucí kloubní plochy. Distribuce zlomenin typu C podle AO / ASIF klasifikace ve všech věkových dekadách byla poměrně konstantní. Zlomeniny tohoto typu byly nejčastějšími typy zlomenin účastníků studie do 50 let věku, kdy představovaly 80 % všech zlomenin v této věkové skupině. Vysoká incidence v této skupině subjektů je velmi pravděpodobně způsobena vysokoenergetickým mechanismem úrazu, který byl nejčastější příčinou vzniku poranění u subjektů ve věku do 50 let – u jedinců s dobrou kvalitou kostní tkáně došlo vlivem působení velkých ohybových, střížných a axiálních kompresních sil ke vzniku komplexní zlomeniny. Druhým nejčastějším typem zlomeniny distálního radia byla zlomenina typu 2R3-A3 a její incidence v souboru zaznamenala výrazný nárůst u subjektů po 50. roce života – celkem 78 % zlomenin tohoto typu se vyskytovalo právě v této věkové skupině.

	ZLOMENINA DISTÁLNÍHO RADIA						
	2R3-A3	2R3-B1	2R3-B3	2R3-C1	2R3-C2	2R3-C3	Σ
<b>Skupina A</b>	8	1	2	2	8	33	<b>54</b>
<b>Skupina B</b>	12	1	1	2	14	23	<b>53</b>
<b>Skupina C</b>	21	0	1	3	6	21	<b>52</b>
<b>Σ</b>	<b>41</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>28</b>	<b>77</b>	<b><u>159</u></b>

	ZLOMENINA DISTÁLNÍ ULNY					
	Tip	Base	Flake	Caput	Subcap	Σ
<b>Skupina A</b>	0	29	0	18	7	<b>54</b>
<b>Skupina B</b>	0	41	5	6	1	<b>53</b>
<b>Skupina C</b>	52	0	0	0	0	<b>52</b>
<b>Σ</b>	<b>52</b>	<b>70</b>	<b>5</b>	<b>25</b>	<b>7</b>	<b><u>159</u></b>

	KOMBINACE TYPŮ ZLOMENIN DISTÁLNÍHO PŘEDLOKTÍ									
	Skupina A				Skupina B				Skupina C	Σ
	B	F	C	S	B	F	C	S	T	
2R3-A3	4	0	3	1	9	1	2	0	21	<b>41</b>
2R3-B1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	<b>2</b>
2R3-B3	2	0	0	0	1	0	0	0	1	<b>4</b>
2R3-C1	1	0	0	1	1	1	0	0	3	<b>7</b>
2R3-C2	4	0	3	1	12	1	1	0	6	<b>28</b>
2R3-C3	17	0	12	4	18	2	3	1	21	<b>77</b>
<b>Σ</b>	<b>29</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>7</b>	<b>41</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>52</b>	<b><u>159</u></b>

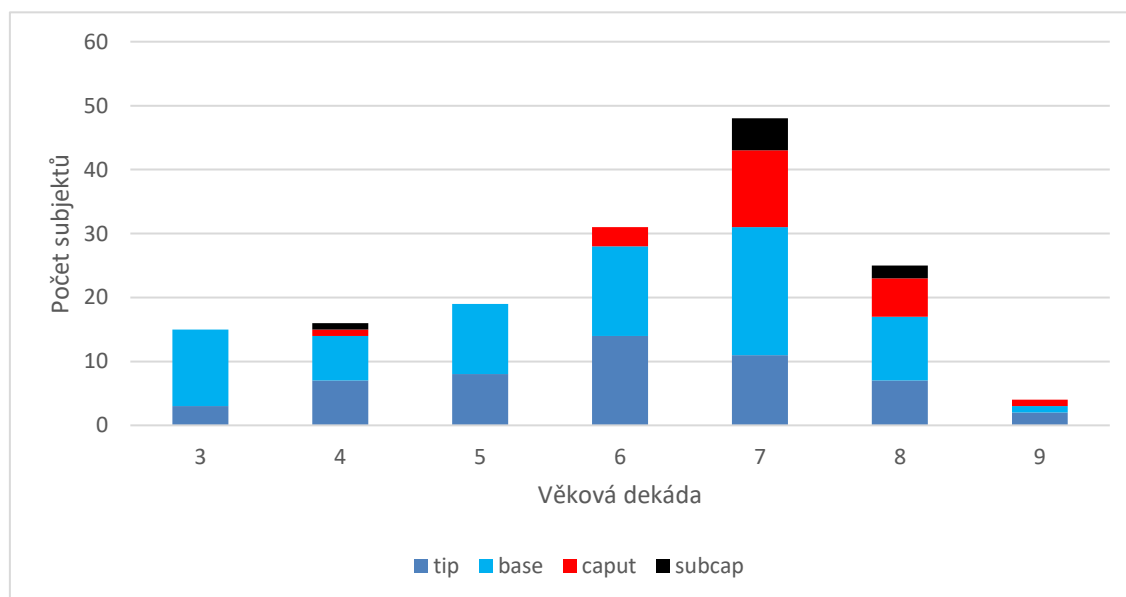
Tabulka 5: Přehled výskytu jednotlivých zlomenin distálního předloktí v kohortových skupinách RCT studie. tip fx. (T) – zlomenina distálních dvou třetin processus styloideus ulnae, base fx. (B) – zlomenina proximální třetiny processus styloideus ulnae, flake fx. (F) – avulzní zlomenina proximální třetiny processus styloideus ulnae, caput fx. (C) – zlomenina hlavice ulny, subcap fx. (S) – subkapitální zlomeniny a zlomeniny distální diafýzy ulny.

Zastoupení zlomenin typu C a typu 2R3-A3 podle AO / ASIF klasifikace ve vyšších věkových dekádách odráží vznik zlomenin odlišným mechanismem. Příčinou úrazu ve skupině subjektů ve věku nad 50 let byl ve většině případů nízkoenergetický mechanismus, u kterého se uplatňuje působení převážně ohybových sil. Vyvolávající síla vede ke vzniku ohybové extraartikulární zlomeniny typu 2R3-A3 Collesova nebo Smithova typu a při osteoporóze těžšího stupně způsobuje přímou kompresi kosti a vznik kominutivní zlomeniny s impakcí a kolapsem spongiosní kostní tkáně v oblasti metafýzy (140). Zlomeniny typu B podle AO / ASIF klasifikace byly v souboru nejméně častým typem a tvořily pouze 3 % všech zlomenin. Nízkou incidenci v souboru si autor vysvětluje tak, že většina zlomenin tohoto typu nebyla do studie zařazena v důsledku naplnění exclusion kritérií. Tyto zlomeniny totiž vznikají nejčastěji mechanismem působení střížných a axiálně kompresních sil a bývají často spojeny s přidruženým poraněním karpálních vazů perilunárního typu (poranění interosseálních ligament), axiálního typu (poranění kapsulárních ligament), případně kombinací obou. Radiokarpální luxační zlomeniny a zlomeniny distálního předloktí spojené se zlomeninou karpálních kostí nebo poraněním karpálních vazů perilunárního typu vyžadující jejich otevřenou rekonstrukci byly z RCT studie vyloučeny na základě exclusion kritérií, do souboru tak byly zařazeny pouze zlomeniny typu B bez závažného poranění vazů. Na základě nízké incidence těchto zlomenin v souboru, který reprezentuje reálný vzorek populace se lze domnívat, že zlomeniny typu B mohou být s vysokou pravděpodobností spojeny s přidruženým poraněním karpálních vazů a ošetřující chirurg by měl věnovat zvýšenou pozornost jejich diagnostice a léčbě.

Nejčastějším typem zlomeniny distální ulny byla zlomenina bodcového výběžku, která představovala 80 % všech zlomenin distální ulny – subtyp zlomeniny tip fractures 33 %, subtyp zlomeniny base fractures 44 % a subtyp zlomeniny flake fractures 3 %. Zlomeniny hlavice měly incidenci 15 % a subkapitální zlomeniny a zlomeniny distální diafýzy ulny 5 %. Zlomeniny bodcového výběžku byly přidruženy ke všem typům zlomenin distálního radia v souboru ve všech věkových skupinách bez ohledu na pohlaví subjektů. Vyloučíme-li ze souboru extraartikulární zlomeniny, jejich incidence u intraartikulárních zlomenin distálního radia dosahuje 78 %. Nejčastěji byla zlomenina bodcového výběžku asociována se zlomeninami distálního radia typu 2R3-C3 a v této skupině představovala 75 % všech typů zlomenin distální ulny. U extraartikulárních zlomenin distálního radia typu 2R3-A3 tvořila tato zlomenina dokonce 85 % všech typů zlomenin distální ulny. U zlomenin distálního radia typu 2R3-B1 a 2R3-B3 představovala zlomenina processus styloideus ulnae jediný typ zlomeniny distální ulny, se kterým byly tyto zlomeniny asociovány a nejčastějším subtypem byla zlomenina typu base fractures (83 %) – výhradní výskyt této zlomeniny odráží mechanismus vzniku zlomeniny distálního předloktí v důsledku působení střížných sil. Zlomeniny hlavice ulny se vyskytovaly v 88 % případů u subjektů ženského pohlaví a ve 12 % případů u subjektů mužského pohlaví. Tento typ zlomenin ulny byl nejčastěji asociován se zlomeninami distálního radia typu 2R3-C3 a 2R3-C2 (79 %) a tyto zlomeniny reprezentují nejzávažnější typy zlomenin distálního předloktí vůbec. Ostatní



zlomeniny hlavice (21 %) byly asociovány pouze se zlomeninami typu 2R3-A3, výskyt u jiných typů zlomenin radia nebyl zaznamenán. Podle distribuce ve věkových skupinách se pouze u jednoho případu (4 %) vyskytnul tento typ zlomeniny u subjektu ve věku do 50 let, v 96 % se vyskytoval u subjektů starších 50 let a v této skupině byl v 74 % případů příčinou nízkoenergetický úraz. Subkapitální zlomeniny a zlomeniny distální diafýzy ulny byly asociovány v 88 % s intraartikulární zlomeninou distálního radia typu C, ve 12 % se zlomeninou 2R3-A3. Jeden subjekt se zlomeninou distální ulny tohoto typu byl mladý muž, u kterého byl příčinou vysokoenergetický úraz, zbytek subjektů byly ženy ve věku nad 60 let a opět byl nejčastější příčinou vzniku nízkoenergetický úraz (86 %). Na základě těchto faktů se lze domnívat, že zlomeniny hlavice ulny a zlomeniny ve vyšší etáži v souboru vznikaly u mladých jedinců působením střížných a axiálně kompresních sil, zatímco u pacientů vyššího věku se na vzniku zlomenin hlavice, subkapitálních zlomenin a zlomenin distální diafýzy ulny uplatňovalo působení ohybových sil při osteoporóze, které vyvolalo opět přímou kompresi kosti a vznik kominutivní zlomeniny s impakcí a kolapsem spongiosní kosti. Toto tvrzení podporuje i fakt, že subkapitální zlomeniny a zlomeniny distální diafýzy ulny v souboru se nevyskytly u subjektu mužského pohlaví nad 50 let věku a u účastníků RCT studie mužského pohlaví, kteří utrpěli tyto typy zlomenin distální ulny, byl příčinou vysokoenergetický úraz. Na základě distribuce zlomenin distální ulny ve věkových skupinách (graf 3) lze konstatovat, že incidence zlomenin bodcového výběžku ulny se výrazněji nemění v závislosti na věku subjektu a že se zvyšujícím se věkem a rozvojem osteoporózy skeletu u subjektů ženského pohlaví se zvyšuje incidence závažných typů zlomeniny distální ulny asociovaných se zlomeninou distálního radia.



Graf 3: Distribuce zlomenin distální ulny ve věkových skupinách v souboru RCT studie. tip – zlomenina distálních dvou třetin processus styloideus ulnae, base – zlomenina proximální třetiny processus styloideus ulnae včetně avulzních zlomenin, caput – zlomenina hlavice ulny, subcap – subkapitální zlomeniny a zlomeniny distální diafýzy ulny.

Zlomeniny distálního předloktí ve skupině A byly také klasifikovány podle Frykmanovy klasifikace (50), která hodnotí závažnost poranění distálního radioulnárního kloubu. V souboru byly zaznamenány tři zlomeniny typu II, 15 zlomenin typu III, dvě zlomeniny typu VI a 34 zlomenin typu VIII. Zlomeniny nejzávažnějšího typu VIII se vyskytovaly u všech typů zlomenin distálního radia i distální ulny v souboru.

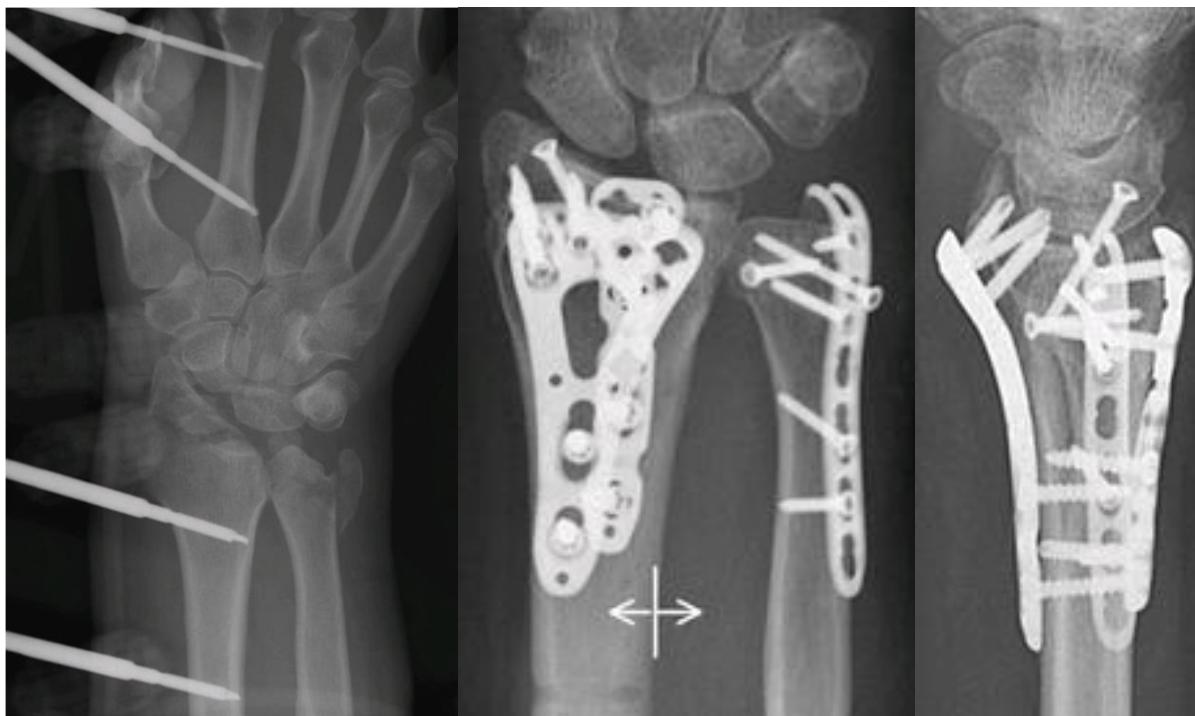
### 3.3.3 Sledované ukazatele chirurgické léčby

Poranění distálního předloktí bylo v akutní úrazové ambulanci naší kliniky primárně ošetřeno zavřenou repozicí a aplikací sádrové fixace ve 144 případech (91 %). Repozice byla provedena principem přímé manipulace nebo longitudinální trakce po aplikaci lokální anestézie principem tzv. haematoma block. Celkem v 15 případech (9 %) byla indikována primární aplikace přemosťující externí fixace vzhledem k výrazně alterovanému stavu měkkých tkání nedovolujícímu primární aplikaci sádrové fixace – důvodem byl masivní otok zápěstí a ruky s poruchou kontinuity kožního krytu (otevřené zlomeniny, vznik distenčních bul), nemožnost provedení zavřené repozice a aplikace sádrové fixace z důvodu rizika zhoršení lokálního stavu končetiny tlakem fixace a nutnost lokálního ošetřování poraněných měkkých tkání. Externí fixace byla aplikována z výše u vedených důvodů u 7 pacientů se zavřeným poraněním vzniklým vysokoenergetickým mechanismem, u 5 pacientů se zavřeným poraněním vzniklým nízkoenergetickým mechanismem a u 3 pacientů s otevřeným poraněním vzniklým rovněž nízkoenergetickým mechanismem – jednalo se o otevřené zlomeniny v oblasti distální ulny II. stupně podle klasifikace Gustilo-Anderson (102).

Definitivní ošetření zlomenin distálního předloktí metodou otevřené repozice a interní fixace bylo provedeno průměrně 10,4 dnů od úrazu (2-21). V kohortové skupině A byla provedena ORIF obou kostí u většiny subjektů (83 %) v jedné době, u 9 subjektů bylo nutné dvoufázové definitivní ošetření z důvodu zhoršení otoku měkkých tkání po provedení ORIF zlomeniny distálního radia nedovolující bezpečné provedení osteosyntézy zlomeniny distální ulny. Definitivní ošetření zlomeniny ulny u těchto subjektů bylo provedeno s odstupem průměrně 5 dnů (2-9) po zlepšení stavu měkkých tkání. Dlahová osteosyntéza zlomeniny distálního radia byla provedena z palmárního přístupu ve 144 případech (91 %), z dorzálního přístupu v 5 případech (3 %) a z kombinovaného přístupu v 10 případech (6 %) – fixace fragmentů byla provedena osteosyntézou palmární dlahou u 144 zlomenin, osteosyntézou dvěma dlahami z dorzálního nebo kombinovaného přístupu u 13 zlomenin a osteosyntézou třemi dlahami z kombinovaného přístupu u dvou pacientů. Použití kombinovaného přístupu v souboru pacientů neznamená nutně provedení osteosyntézy pomocí tří dlah podle společnosti AO / ASIF. Autor používal pro ošetření určitých typů zlomenin typu 2R3-C3 kromě standardní metody dorsoradiopalmárního tripleplatingu techniku modifikované osteosyntézy dvěma

dlahami pomocí standardní palmární dlahy v kombinaci s dorzální dlahou, aby se vyhnul otevřené repozici radiálního pilíře a preparaci v oblasti I. a II. extenzorového kompartmentu a snížil tak morbiditu operačního výkonu (obr. 29). Osteosyntéza zlomeniny distální ulny v kohortové skupině A byla provedena vždy implantátem LCP Distal Ulna Plate (De Puy Synthes, USA), přičemž u pěti zlomenin (9 %) byla nutná suplementární stabilizace fragmentů přídavným osteosyntetickým materiálem – ve třech případech se jednalo o kominutivní zlomeniny hlavice ulny a v jednom případě o zlomeninu hlavice ulny s linií lomu v koronální rovině (coronal head split fracture), pro jejichž stabilizaci muselo být použito přídavných pozičních šroubů (obr. 29), v jednom případě byla nutná suplementární stabilizace Kirschnerovým drátem u zlomeniny typu base fracture s tříštivou zónou v oblasti proximální třetiny bodcového výběžku.

V konečném souboru subjektů RCT studie byl zaznamenán výskyt přidruženého poranění interosseálních karpálních vazů, které nevyžadovalo otevřenou rekonstrukci u 14 subjektů – v osmi případech se jednalo o izolované poranění skafolunárního interosseálního ligamenta, ve čtyřech případech o izolované poranění lunotriquetrálního ligamenta a ve dvou případech o poranění obou vazů. Poranění karpálních vazů vyžadující otevřenou rekonstrukci nebo primárně nerozpoznané poranění vedoucí ke klinicky významné instabilitě karpu bylo kritériem pro okamžité vyloučení pěti pacientů ze studie. Incidence přidruženého poranění karpálních vazů tedy dosahovala u všech pacientů splňujících inclusion kritéria 10,8 %.



Obrázek 29: Technika modifikované osteosyntézy dvěma dlahami z kombinovaného přístupu, zlomenina distální ulny retinovaná dlahovou osteosyntézou a suplementárními pozičními šrouby.

Poranění karpálních vazů bylo nejčastěji asociováno se zlomeninami distálního radia typu C dle AO klasifikace, ve třech případech se vyskytlo u zlomenin typu B (tito pacienti byli vyloučeni z konečného souboru studie) a ve dvou případech se vyskytlo u zlomeniny typu 2R3-A3. Poranění karpálních vazů bylo pozorováno u všech typů zlomenin distální ulny bez specifické predilekce. Poranění vazů bylo diagnostikováno a léčeno u 11 pacientů časně, u 8 pacientů však byly diagnostikovány s odstupem na základě klinického nebo rentgenologického vyšetření. Relativně vysoké procento incidence poranění karpálních vazů dokazuje, že zlomenina distálního předloktí představuje komplexní poranění zápěstí a ošetřující chirurg by měl věnovat zvýšenou pozornost nejen poranění kostěných struktur, ale i měkkých tkání.

### 3.3.4 Komplikace

U žádného subjektu z RCT studie nebyl zaznamenán výskyt compartment syndromu předloktí a ruky, infekčních komplikací, poruch hojení a hematomu operačních ran, akutního syndromu karpálního tunelu, traumatického poškození ulnárního nebo radiálního nervu, poranění šlach v důsledku chirurgické léčby a porucha hojení zlomeniny distálního radia (prodloužené hojení nebo pakloub).

Nejčastější komplikací v souboru byla iritace měkkých tkání a dorzální větve ulnárního nervu v okolí ulnární dlahy ve 12 případech (22 %), která byla způsobena chudým krytem měkkých tkání a intimním průběhem nervu v oblasti distální ulny. Z tohoto důvodu byla ulnární montáž osteosyntézy u těchto subjektů extrahována s kompletním vymizením obtíží po extrakci. Osteosyntetický materiál v oblasti distálního radia nezpůsobil subjektům klinické obtíže, u čtyřech subjektů však byla provedena jeho extrakce z důvodu nízkého věku.

Z časných komplikací se v souboru vyskytlo traumatické poranění šlachy ECU o fragment zlomeniny distální ulny u jednoho subjektu ze skupiny A, která se zhojila ad integrum a časná ztráta repozice zlomeniny distálního radia s nutností reosteosyntézy u dvou subjektů ze skupiny B.

Z neurologických komplikací zlomenin distálního předloktí a jejich léčby bylo v RCT studii zaznamenáno iatrogenní poranění r. doralis n. ulnaris u pěti pacientů (9 %) ze skupiny A, traumatické poškození n. medianus charakteru neuropatie u jednoho subjektu (0,6 %) a iatrogenní poranění r. superficialis n. radialis při aplikaci externího fixátoru u jednoho pacienta (0,6 %). U tří pacientů (2 %) byl v pooperačním sledování zaznamenán rozvoj subakutního syndromu karpálního tunelu. Neurologický deficit nevedl k významnému ovlivnění funkčního výsledku léčby u žádného ze subjektů. K iatrogennímu poranění dorzální větve ulnárního nervu došlo u jednoho pacienta během primárního operačního výkonu a u čtyřech pacientů během extrakce osteosyntetického materiálu. Poranění nervu se projevovalo u tří pacientů trvalou poruchou citlivosti kůže v oblasti okolí operační

rány, u dvou pacientů vedlo ke vzniku přechodných parestezií a hyperestezií v oblasti ulnární strany ruky a malíku, které se během pooperačního sledování postupně kompletně upravily. Nutno konstatovat, že přechodné příznaky iritace tohoto nervu byly pozorovány krátce po operačním výkonu u části subjektů bez přesně stanovené incidence a autor je připisuje manipulaci s nervem nebo jeho možnému zhmoždění během operačního výkonu. Ačkoliv byly měkké tkáně při operačním přístupu preparovány, ne vždy byl r. dorsalis n. radialis zastižen v operační ráně během primárního operačního výkonu a velmi raritně pak během extrakce osteosyntetického materiálu vlivem jizevnatých změn. Riziko iatrogenního poranění tohoto nervu proto při extrakci kovu značně stoupá.

Poslední komplikací zaznamenanou během RCT studie byl rozvoj komplexního regionálního bolestivého syndromu u 4 pacientů, kteří však byli z konečného souboru vyloučeni. Incidence této komplikace u všech pacientů splňujících inclusion kritéria byla 2 %.

### 3.4 VÝSLEDKY VÝZKUMU

Pooperační sledování (follow-up) subjektů v RCT studii probíhalo od září roku 2013 do konce prosince roku 2018. Průměrný follow-up subjektů byl 41,3 měsíců (12-64), přičemž 61 % subjektů bylo sledováno 36 měsíců a déle.

#### 3.4.1 Rentgenologické výsledky RCT studie

##### *Zlomeniny distálního radia*

U všech subjektů zařazených do studie došlo k plnému zhojení zlomeniny distálního radia do 12. týdne od poranění. Kostní hojení u jedinců vyššího věku s osteoporózou bylo pomalejší ve srovnání s hojením kosti normální kvality u mladých jedinců. Na základě hodnocení pooperačních RTG a CT snímků byla hodnocena kvalita repozice zlomeniny distálního radia na základě měření radiální a palmární inklinace, což jsou nejpřesnější ukazatele hodnotící obnovení anatomického postavení kosti (tab. 6). Ve skupině A bylo dosaženo průměrné radiální inklinace 21,72° (18-27) a průměrné palmární inklinace 11,61° (10-18). Na pooperačních CT snímcích u subjektů této skupiny bylo patrné anatomické obnovení kongruence DRUJ ve všech případech a inkongruence kloubních ploch (articular step-off) radiokarpálního a distálního radioulnárního kloubu byla průměrně 0 mm (0-1). Ve skupině B byla zaznamenána průměrná radiální inklinace 20,04° (13-23), průměrná palmární inklinace 9,06° (0-18) a kongruence kloubních ploch průměrně 0 mm (0-2). Ve skupině C byly výsledky velmi podobné výsledkům skupiny B – průměrná radiální inklinace 20,35° (15-23),

průměrná palmární inklinace 9,15° (0-13) a kongruence kloubních ploch opět průměrně 0 mm (0-2). U většiny účastníků studie zařazených do těchto dvou skupin nebylo provedeno kontrolní pooperační CT vyšetření, protože tyto skupiny nebyly tak pečlivě rentgenologicky kontrolovány jako skupina A, která byla díky grantové podpoře pilotní částí studie. Hodnocení kongruence kloubních ploch u subjektů skupiny B a C bylo provedeno převážně na základě vyhodnocení prostých rentgenových snímků. Žádný z pacientů nevykazoval známky hrubé přímé nebo nepřímé inkongruence DRUJ podle svého anatomického typu.

Výsledky ukazatelů repozice u subjektů skupiny A byly poměrně homogenní a nevykazovaly výraznou směrodatnou odchylku a rozptyl od svého průměru. Tato skupina subjektů byla operována až na výjimky jedním operátorem (autor). Oproti tomu subjekty skupiny B a C byly operovány různými chirurgy s různými zkušenostmi s osteosyntézou zlomeniny distálního radia, čemuž odpovídají horší výsledky ukazatelů kvality repozice s vyšší směrodatnou odchylkou a rozptylem od svého průměru ve srovnání s výsledky skupiny A.

	SKUPINA A		SKUPINA B		SKUPINA C	
	RI (°)	UI (°)	RI (°)	UI (°)	RI (°)	UI (°)
<b>Průměr</b>	21,72	11,61	20,04	9,06	20,35	9,15
<b>SMODCH</b>	1,47	0,98	2,53	2,94	2,19	2,97
<b>VAR.P</b>	3,2	2,16	6,3	8,51	8,67	8,67

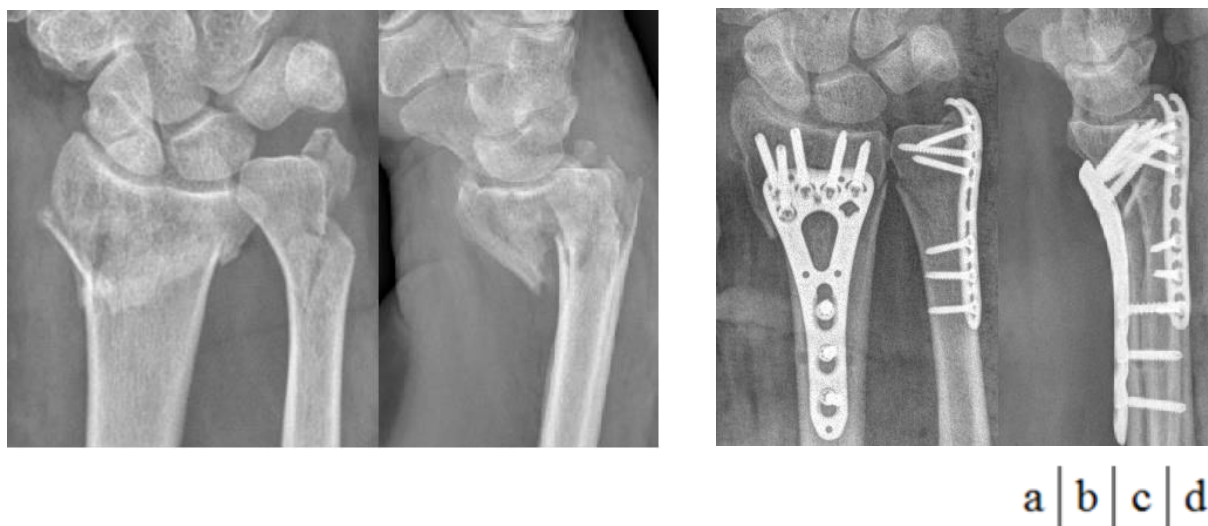
		RADIÁLNÍ INKLINACE			PALMÁRNÍ INKLINACE		
		Průměr (°)	SMODCH	VAR.P	Průměr (°)	SMODCH	VAR.P
<b>Skupina A</b>	Base	21,55	1,76	3,01	11,41	1,09	1,13
	Caput	21,94	2,10	4,16	11,89	2,08	4,10
	Subcap	21,86	1,21	1,27	11,71	1,11	1,06
<b>Skupina B</b>	Base	19,95	2,56	6,39	8,85	2,95	8,47
	Flake	21,60	1,34	1,44	9,80	3,03	7,36
	Caput	19,17	3,06	7,81	10,83	1,17	1,14
	Subcap	-	-	-	-	-	-
<b>Skupina C</b>	Tip	20,35	2,19	4,69	9,15	2,97	8,67

Tabulka 6: Rentgenologické výsledky kvality repozice zlomeniny distálního radia v RCT studii – horní tabulka poskytuje výsledky kohortových skupin, spodní tabulka shrnuje výsledky v jednotlivých kohortových skupinách podle typů zlomenin distální ulny, jejichž označení v tabulce je shodné s označením v předchozích tabulkách a obrázcích. RI – radiální inklinace, UI – palmární inklinace, SMODCH – směrodatná odchylka, VAR.P – rozptyl.

### *Zlomeniny distální ulny*

Hojení zlomenin distální ulny nebylo tak uniformní jako hojení zlomenin distálního radia. Ve skupině A bylo zaznamenáno plné zhojení zlomenin ulny u 96 % subjektů. Ve dvou případech (4 %) u subjektů se zlomeninou typu base fracture nedošlo k plnému kostnímu zhojení. U jednoho z těchto pacientů byla provedena extrakce ulnární montáže z důvodu iritace měkkých tkání, nezhojení však nevedlo ke vzniku posttraumatické instability DRUJ ani u jednoho pacienta, protože došlo ke vzniku stabilního vazivového pakloubu bodcového výběžku ulny. Kvalita repozice periferního fragmentu u zlomenin typu base fractures byla anatomická u 25 subjektů (86 %), u 4 subjektů (14 %) byla zaznamenána dislokace ad latus do 2 mm bez rotační malpozice. U žádného subjektu se zlomeninou hlavice ulny, subkapitální zlomeninou nebo zlomeninou distální diafýzy ulny v souboru A nebyla zaznamenána přímá nebo nepřímá porucha kongruence DRUJ (obr. 30). Kongruence cirkumference ulny byla průměrně 0 mm (0-1). Všichni účastníci studie ze skupiny A měli po celou dobu pooperačního sledování normální centraci DRUJ, respektive fyziologickou distensi intervalu mezi radiem a ulnou v oblasti DRUJ v posteroanteriorní projekci a fyziologickou radioulnární distanci v laterální projekci.

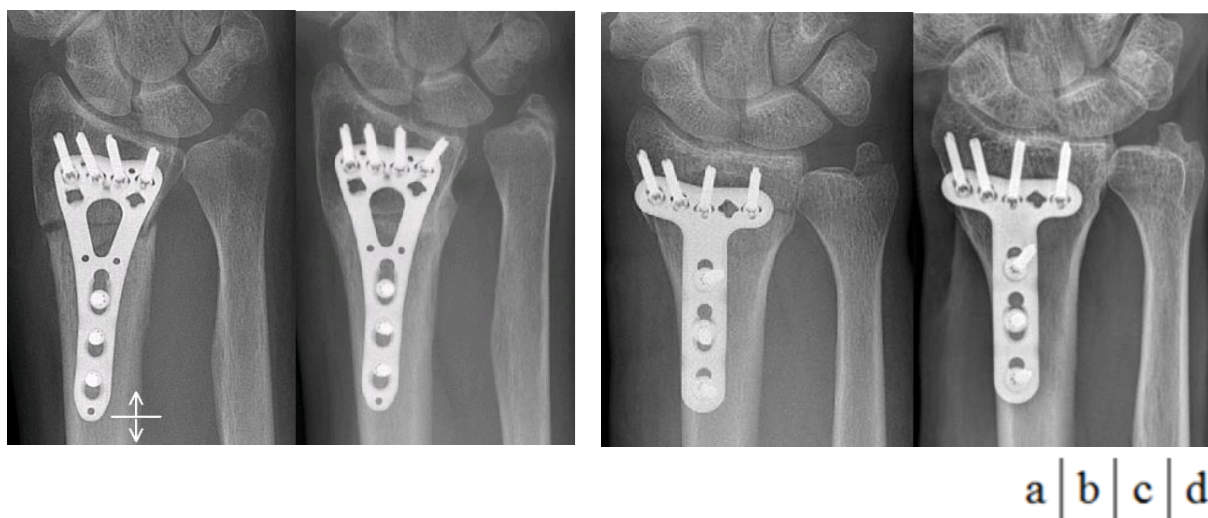
Ve skupině B došlo k plnému zhojení zlomeniny ulny pouze u 21 subjektů (40 %). Nezhojení zlomeniny ulny bylo pozorováno pouze u subjektů se zlomeninou typu base fractures a flake fractures, u všech ostatních typů zlomenin ulny v souboru došlo k plnému kostnímu zhojení. Z celkového počtu 41 zlomenin typu base fractures v souboru B došlo ke kostěnému zhojení zlomenin pouze ve 14 případech (34 %) a pouze v polovině případů z nich došlo ke zhojení zlomeniny v anatomickém postavení.



Obrázek 30: Zlomenina distálního radia typu 2R3-C3 asociovaná se zlomeninou hlavice distální ulny u subjektu skupiny A. a + b – pouřazové RTG snímky před repozicí, c + d – RTG snímky po provedení ORIF obou zlomenin s plným obnovením kongruence DRUJ.

Ve druhé polovině případů došlo ke zhojení zlomeniny v neanatomickém postavení – dislokace periferního fragmentu ad latus radiálním směrem do 2 mm u dvou subjektů, dislokace ad latus 2 mm a více u tří subjektů, rotační malpozice periferního fragmentu u jednoho subjektu a kombinovaná malpozice (zhojení v dislokaci ad latus a rotační malpozici) u jednoho pacienta (obr. 31). Dislokaci periferního fragmentu zlomeniny jsme pozorovali u části případů jako sekundární v rámci následných klinických kontrol. Celkem 27 zlomenin typu base fractures (66 %) v souboru B nevykazovaly známky kostního hojení a zhojily se formou vazivového pakloubu. U žádné zlomeniny typu flake fractures (100 %) nebylo pozorováno kostní hojení a avulzní fragment ve všech případech zůstal v dislokaci. Centrace DRUJ byla patologická u šesti pacientů se zlomeninami typu base fractures (15 %) a u dvou pacientů se zlomeninou typu flake fractures (20 %) ve smyslu radioulnární dislokace, (zvětšení distense intervalu mezi radiem a ulnou v oblasti DRUJ v posteroanteriorní projekci) a u jednoho z nich byla pozorována i patologická radioulnární distance v laterální projekci.

U všech subjektů se zlomeninou hlavice ulny léčenou konzervativním postupem bylo pozorováno s výjimkou jednoho pacienta, u kterého došlo ke zhojení v anatomickém postavení, zhojení zlomeniny s poruchou přímé nebo nepřímé kongruence DRUJ různé závažnosti. U jednoho pacienta vzniklo dokonce zhojení s kombinovanou poruchou kongruence (obr. 32). Kongruence cirkumference ulny byla průměrně 1 mm (0-2). U jednoho subjektu ve skupině B se subkapitální zlomeninou léčenou konzervativním postupem došlo ke zhojení v malpozici s poruchou nepřímé kongruence DRUJ.

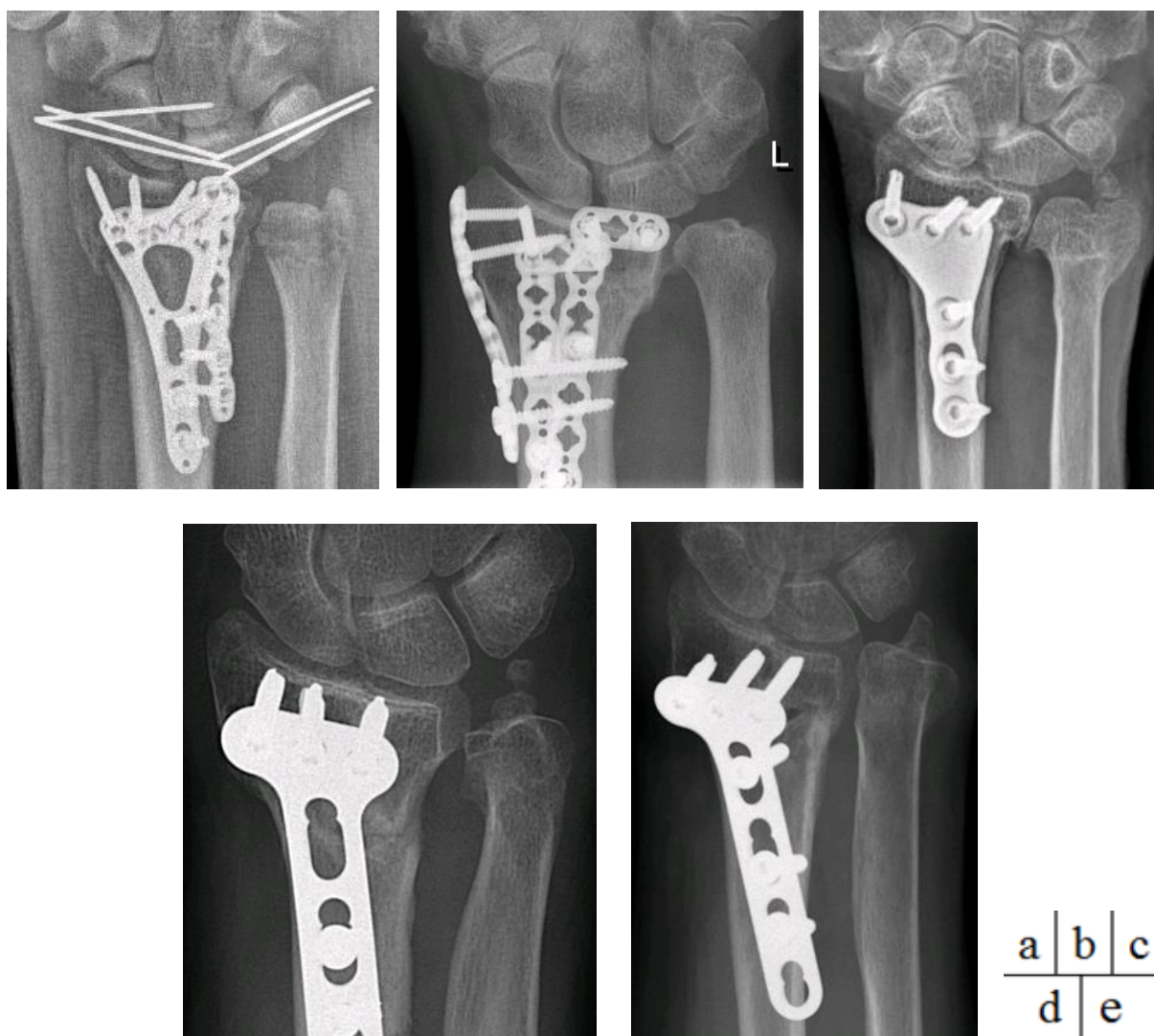


Obrázek 31: Zhojení periferního fragmentu zlomeniny bodcového výběžku ulny typu base fractures v malpozici u dvou subjektů ze skupiny B. a + b – pooperační RTG snímek prvního pacienta a následně snímek 6 měsíců od operace, kdy je patrné zhojení po sekundární dislokaci v malpozici ad latus se vznikem distenze DRUJ. c + d – pooperační RTG snímek druhého pacienta a následně snímek 6 měsíců od operace, kde je zlomenina ulny zhojena v rotační malpozici a dislokaci ad latus.

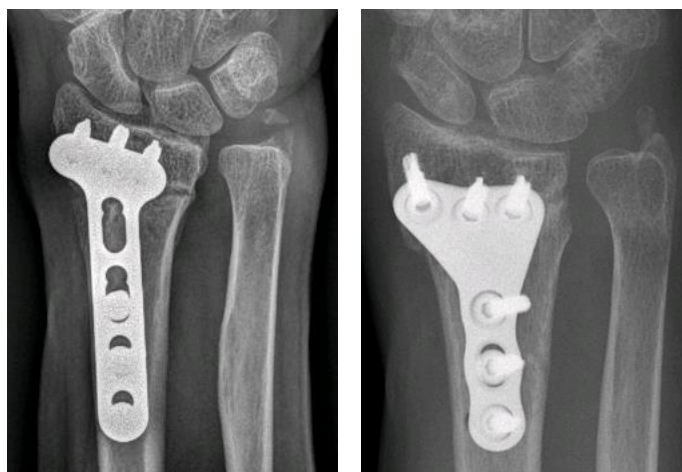


Ve skupině C bylo zaznamenáno zhojení periferního fragmentu zlomeniny processus styloideus ulnae typu tip fractures ve 12 případech (23 %) a nezhojení ve 40 případech (77 %). Centrace DRUJ byla fyziologická v obou standardních projekcích po celou dobu pooperačního sledování u 94 % pacientů. U třech pacientů v souboru (6 %) byl ale pozorován rozvoj patologické distenze intervalu mezi radiem a ulnou v oblasti DRUJ v posteroanteriorní projekci, tzv. radioulnární disociace (obr. 33).

U žádného pacienta v souboru pacientů nebyl zaznamenán rozvoj signifikantní posttraumatické osteoartrózy zápěstí v rámci pooperačního sledování, která by si vyžádala následnou operační léčbu. U pěti pacientů (3 %) v souboru bylo zaznamenáno zhoršení preexistující artrotických změn v rámci pooperačního sledování o jeden stupeň podle klasifikace Kellgren-Lawrence (97).



Obrázek 32: Rentgenologické výsledky pacientů skupiny B. a – zlomenina hlavice ulny zhojená bez dislokace, b – zlomenina hlavice ulny zhojená s přímou poruchou kongruence DRUJ, c – zlomenina hlavice ulny zhojená s nepřímou poruchou kongruence DRUJ, d – zlomenina hlavice ulny zhojená s kombinovanou poruchou kongruence DRUJ, e – subkapitální zlomenina zhojená s nepřímou poruchou kongruence DRUJ.



Obrázek 33: Porucha centrace DRUJ u subjektů ze skupiny C – patologické distense intervalu mezi radiem a ulnou v oblasti DRUJ v posteroanteriorní projekci.

### 3.4.2 Klinické a funkční výsledky RCT studie

Jedním z klíčových ukazatelů hodnocení funkčních výsledků léčby subjektů zařazených do RCT studie bylo stanovení stability distálního radioulnárního kloubu pomocí specifických klinických testů. U žádného pacienta ze skupiny A nebyla klinicky zaznamenána posttraumatická instabilita DRUJ, ani u dvou subjektů se zlomeninou processus styloideus ulnae typ base fractures, u kterých došlo ke zhojení zlomeniny stabilním vazivovým paklobem. Ve skupině B a C byl výskyt instability DRUJ zaznamenán na základě subjektivních příznaků a klinického vyšetření. Porucha stability DRUJ byla pozorována u pacientů se zlomeninami bodcového výběžku ulny typu tip fractures, base fractures a flake fractures. Instabilita DRUJ nebyla pozorována u žádného subjektu se zlomeninou hlavice ulny, subkapitální zlomeninou nebo zlomeninou distální diafýzy ulny.

Nyní bude proveden rozbor jednotlivých případů nestability a jejich incidence ve skupině B a C. Ve skupině B byla pozorována instabilita u subjektů se zlomeninou typu base fractures celkem u 26 subjektů z celkového počtu 41 zlomenin, incidence tedy dosahuje u neléčené zlomeniny tohoto typu 64 %. Jak bylo uvedeno výše, porucha kostního hojení zlomeniny tohoto typu v souboru B byla pozorována u 27 zlomenin (66 %), u kterých došlo ke zhojení zlomeniny formou vazivového paklobu. Podle hodnocení stability DRUJ u těchto pacientů se jednalo o stabilní typ paklobu (typ I) pouze u 5 pacientů, nestabilní typ paklobu spojený s instabilitou DRUJ (typ II) se vyskytoval u 22 pacientů (81 %). Kromě všech pacientů s nestabilním vazivovým paklobem processus styloideus ulnae se vyskytla porucha stability u čtyř pacientů s kostně zhojenou zlomeninou bodcového výběžku ulny a jednalo se pouze o pacienty se zhojením v malpozici – všichni 3 pacienti se zlomeninou zhojenou v dislokaci ad latus radiálním směrem 2 mm a více a jeden pacient s kombinovanou malpozicí, tedy rotační malpozicí a dislokaci ad latus. Porucha stability u zlomenin typu base fractures

ve skupině B nebyla pozorována u žádného subjektu se stabilním vazivovým pakloubem (5 případů), zlomeninou zhojenou v anatomickém postavení (7 případů), zlomeninou zhojenou v dislokaci ad laterus radiálním směrem do 2 mm (2 případy) a zlomeninou zhojenou v čisté rotační malpozici (1 případ). Subtyp zlomeniny typu flake fracture byl spojen s instabilitou DRUJ ve čtyřech případech z pěti (80 %). U jednoho subjektu s touto zlomeninou byl distální radioulnární kloub stabilní i přes přetrvávající dislokaci periferního fragmentu. Ve skupině C byl zaznamenán rozvoj posttraumatické instability DRUJ u 11 subjektů z celkového počtu 52 případů a její incidence dosahuje 21 %. Porucha stability v tomto souboru se vyskytla ve všech případech u pacientů bez známek kostního zhojení zlomeniny bodcového výběžku ulny.

Posttraumatická instabilita DRUJ zjištěná u subjektů klinickým vyšetřením nekorelovala vždy s klinickými obtížemi účastníků RCT studie. V souboru subjektů s poruchou stability DRUJ se vyskytovaly osoby, které měly instabilitu kloubu lehkého stupně a při tom závažné subjektivní obtíže a naopak osoby, které měly podle výsledků klinického a rentgenologického vyšetření těžkou instabilitu s poruchou centrace DRUJ, a přitom měly minimální nebo žádné subjektivní obtíže. Instabilita DRUJ byla symptomatická u 17 subjektů (65 %) se zlomeninou typu base fractures ze skupiny B, u jednoho subjektů (25 %) se zlomeninou typu flake fracture ze skupiny B a u 6 subjektů ze skupiny C (55 %). Přítomnost a závažnost subjektivních obtíží v případě posttraumatické instability DRUJ byla přísně individuální a nelze ji statisticky nijak vyjádřit. U žádného subjektu s klinicky symptomatickou instabilitou DRUJ nebyla indikována během pooperačního průběhu chirurgická léčba pro řešení poruchy stability kloubu. U některých pacientů byla zahájena s pozitivním efektem speciální rehabilitace k posílení dynamických stabilizátorů zápěstí a suplementární stabilizace zápěstí při zátěži (klasický ortex, speciální pomůcka pro podporu stability WristWidget).

Z dalších klinických výsledků, který byl v souboru pacientů RCT studie sledován, byl rozsah hybnosti zápěstí a předloktí postižené končetiny (ROM) a dynamometrie síly stisku (DYN). Vzhledem k velmi individuální varianci rozsahu hybnosti zápěstí a předloktí u konkrétního jedince v každém směru hybnosti nebyl stanovován průměr jednotlivých hodnot ve skupině, protože by tento výsledek byl velmi zavádějící. Bylo proto provedeno procentuální vyjádření rozsahu hybnosti nepostižené kontralaterální strany, kterou autor shledává jako přesnější metodu hodnocení. Stejným způsobem byla hodnocena dynamometrie síly stisku. Výsledky jednotlivých skupin RCT studie, ale i výsledky mezi jednotlivými typy zlomenin ulny byl navzájem srovnáván (tabulka 7). Nejlepšího výsledku procentuálního rozsahu hybnosti zápěstí dosáhla skupina A s průměrnou hodnotou 96,33 % (60-100), poté skupina C s průměrnou hodnotou 93,56 % (67-100) a nejhoršího výsledku skupina B s průměrnou hodnotou 93,56 % (30-100). Ve skupině A a C byla směrodatná odchylka a rozptyl nízký, což vypovídá o homogenitě výsledků jednotlivých subjektů skupiny. U skupiny B byla směrodatná odchylka a rozptyl výrazně vyšší, což ukazuje na vyšší rozdíly ve výsledcích jednotlivých subjektů

nebo jejich podskupin. Z toho důvodu byly porovnány výsledky rozsahu hybnosti jednotlivých subtypů zlomenin ulny v jednotlivých souborech (viz dále). Výsledky dynamometrie síly stisku byla nejlepší ve skupině C průměrně 82,77 % (20-100), poté ve skupině A průměrně 81,24 % (28-100) a nejhorší opět ve skupině B, kde dosahovaly průměru 64,28 % (0-100). Vysoká směrodatná odchylka a rozptyl výsledků ve všech skupinách svědčí o tom, o jak velice individuální ukazatel výsledku léčby se jedná, a navíc ve výsledku měření není zohledněna dominance poraněné končetiny. Protože dominantní končetina je fyziologicky silnější, výsledky měření síly stisku mohou být zavádějící – při poranění dominantní končetiny lze dosáhnout snadněji síly stisku nedominantní končetiny, přičemž síla stisku postižené končetiny nedosahuje svých 100 % před úrazem (výsledek 100 % je nepravdivý) a naopak při poranění nedominantní končetiny lze jen velmi těžko dosáhnout výsledku 100 % svalové síly zdravé dominantní končetiny (výsledek je falešně nižší a opět nepravdivý). Dynamometrie síly stisku proto jako ukazatel hodnocení výsledků léčby nemá významnou výpovědní hodnotu, ale pouze hodnotu pomocnou.

	Skupina A		Skupina B		Skupina C	
	ROM (%)	DYN (%)	ROM (%)	DYN (%)	ROM (%)	DYN (%)
<b>Průměr</b>	96,33	81,24	88,04	64,28	93,56	82,77
<b>SMODCH</b>	6,97	40,84	11,95	27,90	6,68	19,12
<b>VAR.P</b>	48,52	416,96	140,04	763,94	43,71	358,53

		ROZSAH HYBNOSTI			DYNAMOMETRIE		
		Průměr (%)	SMODCH	VAR.P	Průměr (%)	SMODCH	VAR.P
<b>Skupina A</b>	Base	97,97	3,71	13,27	86,17	17,23	286,56
	Caput	94,22	10,65	107,06	79,00	21,70	444,56
	Subcap	95,00	4,80	19,71	66,57	25,50	557,39
<b>Skupina B</b>	Base	90,54	7,44	53,96	67,93	24,98	608,85
	Flake	92,00	10,27	84,40	66,40	29,15	679,84
	Caput	68,83	20,93	365,14	36,17	36,72	1123,47
	Subcap	-	-	-	-	-	-
<b>Skupina C</b>	Tip	93,56	6,68	43,71	82,07	19,12	358,53

Tabulka 7: Výsledky hodnocení rozsahu hybnosti postiženého zápěstí (ROM) a dynamometrie síly stisku (DYN) v RCT studii. Horní tabulka zobrazuje výsledky kohortových skupin, spodní tabulka shrnuje výsledky v jednotlivých kohortových skupinách podle typů zlomenin distální ulny, jejichž označení v tabulce je shodné s označením v předchozích tabulkách a obrázcích. SMODCH – směrodatná odchylka, VAR.P – rozptyl.

V dalším kroku bylo provedeno porovnání výsledků rozsahu hybnosti a svalové síly u jednotlivých subtypů zlomenin ulny v jednotlivých souborech (tab. 7). Subtyp subkapitálních zlomenin a zlomenin distální diafýzy ulny nemůže být vzájemně porovnán, protože ve skupině B se s touto zlomeninou vyskytoval pouze jeden subjekt. Pacienti se zlomeninou typu base fractures ve skupině A dosáhli lepšího výsledku rozsahu hybnosti s průměrnou hodnotou 97,97 % (85-100) než pacienti ve skupině B, kde byla průměrná hodnota 90,54 % (72-100). Bližší analýzou obou podsouborů bylo zjištěno, že zastoupení zlomenin distálního radia bylo procentuálně velmi podobné a v obou podsouborech byl stejný podíl zlomenin typu C (76 %). Na základě tohoto tvrzení se lze domnívat, že typ zlomeniny distálního radia nemá vliv na výsledky konečného rozsahu hybnosti zápěstí u zlomenin typu base fractures a rozdíl ve výsledcích podskupin je tedy dán kvalitou repozice zlomeniny distálního radia a vlivem zlomeniny distální ulny. Repozice zlomeniny distálního radia byla kvalitnější u subjektů podskupiny A (viz tab. 6) a u žádného účastníka studie v této podskupině nebyla zaznamenána porucha rotačních pohybů předloktí. Limitace rozsahu hybnosti v této podskupině se týkala pouze flexe a extenze zápěstí a byla pravděpodobně důsledkem zlomeniny distálního radia. V podskupině B bylo zaznamenáno kromě limitace ve flexi a extenzi, která byla vyšší než u subjektů podskupiny A, což dokazuje vyšší směrodatná odchylka a rozptyl v souboru, i omezení rozsahu rotačních pohybů předloktí u dvou pacientů – jednalo se o pacienta se zhojením periferního fragmentu zlomeniny v rotační malpozici a o pacienta s kombinovanou malpozicí. Autor se domnívá, že limitace rozsahu hybnosti pacientů byla způsobena změnou napětí radioulnárních ligament. U subjektů s poruchou stability DRUJ nebyla limitace rotačních pohybů pozorována, a to ani u pacientů s poruchou centrace v posteroanteriorní nebo laterální projekci. Osoby se zlomeninou distální ulny typu base ve skupině A vykazovaly větší průměrnou svalovou sílu než osoby se stejným typem zlomeniny ze skupiny B a omezení svalové síly rezultovalo z poruchy stability DRUJ. Subjekty se zlomeninou typu flake fractures měli podobné výsledky kvality repozice zlomeniny distálního radia a průměrné limitace rozsahu hybnosti předloktí jako subjekty podskupiny se zlomeninou ulny typu base fractures v kohortové skupině B. Zlomenina typu flake fracture je z patofyziologického hlediska podobným typem poranění, její výsledky lze proto přirovnávat k tomuto typu zlomeniny. U žádného pacienta se zlomeninou typu flake fracture nebyla zaznamenána porucha rotačních pohybů předloktí. Při porovnání výsledků podskupin osob se zlomeninou hlavice ulny bylo zjištěno, že subjekty skupiny A dosáhli signifikantně lepších výsledků průměrného omezení rozsahu hybnosti a svalové síly (ROM průměrně 94,22 %, DYN průměrně 79,00 %) než subjekty skupiny B, jejichž výsledky byly nejhorší ze všech podskupin (ROM průměrně 68,83 %, DYN průměrně 36,17 %). Procentuální zastoupení typů zlomenin distálního radia byl v obou skupinách velmi podobný, proto se lze domnívat, že důsledkem limitace rozsahu hybnosti byla porucha kongruence DRUJ v důsledku neanatomického postavení zlomeniny distální ulny. Limitace rozsahu hybnosti byla u těchto pacientů zaznamenána nejen v rotačních pohybech předloktí, ale i ve flexi a extenzi, postižení DRUJ tedy vedlo ke komplexní poruše hybnosti zápěstí s omezením svalové síly. Pacienti se zlomeninou distální ulny typu

subkapitální zlomeniny nebo zlomeniny distální diafýzy ulny ze souboru A dosáhli velmi slušného výsledku limitace rozsahu hybnosti a svalové síly a jejich výsledky se blížily výsledkům zlomenin hlavice ulny ve stejném souboru ze stejné skupiny. Na základě zhodnocení rozsahu hybnosti u skupiny C lze konstatovat, že u žádného pacienta v této skupině nebyl pozorován výskyt limitace rotačních pohybů předloktí, a to ani tehdy, pokud byla zaznamenána patologická centrace DRUJ.

Funkční výsledky léčby subjektů v RCT studii byly hodnoceny podle skórovacích systémů Mayo Wrist Score a Quick DASH Questionnaire. Výsledky jednotlivých skupin, ale i výsledky mezi jednotlivými typy zlomenin ulny byly opět navzájem srovnávány (tab. 8). Na základě hodnocení podle MWS dosáhly nejlepšího funkčního výsledku léčby subjekty skupiny A s průměrnou hodnotou 88,98 bodu (65-100) – excelentního výsledku dosáhlo 34 pacientů (63 %), dobrého výsledku 12 pacientů (22 %) a uspokojivého výsledku 8 pacientů (15 %). Druhý nejlepší výsledek byl zaznamenán u skupiny C s průměrnou hodnotou 85,48 bodu (65-100) – excelentního výsledku dosáhlo 24 pacientů (46 %), dobrého výsledku 19 pacientů (37 %) a uspokojivého výsledku 9 pacientů (17 %).

	Skupina A		Skupina B		Skupina C	
	MWS (bod)	QDASH (bod)	MWS (bod)	QDASH (bod)	MWS (bod)	QDASH (bod)
<b>Průměr</b>	88,98	4,30	74,15	12,63	85,48	3,67
<b>SMODCH</b>	9,83	4,04	13,36	11,89	10,25	5,46
<b>VAR.P</b>	94,8	16,03	175,22	138,68	8,67	29,23

		MAYO WRIST SCORE			QDASH QUESTIONNAIRE		
		Průměr (bod)	SMODCH	VAR.P	Průměr (bod)	SMODCH	VAR.P
<b>Skupina A</b>	Base	91,55	8,87	76,04	3,13	3,46	11,53
	Caput	87,78	10,32	100,62	5,12	3,91	14,41
	Subcap	81,43	9,00	69,39	6,81	5,41	25,11
<b>Skupina B</b>	Base	76,71	7,47	76,71	9,80	8,30	67,16
	Flake	83,00	13,96	156,00	11,36	9,78	76,55
	Caput	50,83	21,31	378,47	31,77	17,99	269,68
	Subcap	-	-	-	-	-	-
<b>Skupina C</b>	Tip	85,48	10,25	8,67	3,67	5,46	29,23

Tabulka 8: Funkční výsledky subjektů v RCT studii hodnocené podle Mayo Wrist Score a Quick DAHS Questionnaire. Horní tabulka zobrazuje výsledky kohortových skupin, spodní tabulka shrnuje výsledky v jednotlivých kohortových skupinách podle typů zlomenin distální ulny, jejichž označení v tabulce je shodné s označením v předchozích tabulkách a obrázcích. RI – radiální inklinace, UI – palmární inklinace, SMODCH – směrodatná odchylka, VAR.P – rozptyl.

Nejhorší funkční výsledek byl pozorován na základě MWS u subjektů skupiny B s průměrnou hodnotou 74,15 bodu (25-95) – excelentní výsledek byl zaznamenán u 5 pacientů (9 %), dobrý výsledek u 20 pacientů (38 %), uspokojivý výsledek u 24 pacientů (45 %) a neuspokojivý výsledek u 4 pacientů (8 %). Mayo Wrist Score zohledňuje kromě funkčního stavu limitaci rozsahu hybnosti a dynamometrii síly stisku, proto jsou výsledky jednotlivých kohortových skupin podobné výsledkům podle kritéria limitace rozsahu hybnosti. Výsledky QDASH více korelují s funkčními výsledky léčby z pohledu pacienta, protože hodnotí subjektivní obtíže. Podle tohoto systému dosáhly nejlepšího funkčního výsledku subjekty skupiny C s průměrnou hodnotou 3,67 bodu (0,0-27,3), poté subjekty skupiny A s průměrnou hodnotou 4,30 bodu (0,0-15,9) a nejhoršího funkčního výsledku dosáhly subjekty ze skupiny B s průměrnou hodnotou 12,63 bodu (0,0-52,3).

Následně byly funkční výsledky léčby zhodnoceny u jednotlivých subtypů zlomenin ulny v jednotlivých souborech. Funkční výsledky léčby podle MWS a QDASH byly ve skupině A poměrně homogenní s relativně nízkou směrodatnou odchylkou a rozptylem a nevykazovaly žádnou korelaci s typem zlomeniny distální ulny, respektive žádný typ neměl lepší nebo horší výsledky než ostatní. Všechny typy zlomenin distální ulny v souboru A dosáhly jak nejlepšího výsledku (excelentní), tak nejhoršího (uspokojivý). Ve skupině B nebyla distribuce výsledků mezi subjekty s jednotlivými typy zlomenin distální ulny tak náhodná. Nejlepšího funkčního výsledku léčby podle MWS (excelentní) dosáhli pouze pacienti s typem zlomeniny base a flake fractures, a to z celkového počtu pěti pacientů se zlomeninou flake fracture měli čtyři z nich klinicky patrnou instabilitu DRUJ a jeden z nich poruchu centrace kloubu. Funkční výsledky subjektů s klinicky prokázanou posttraumatickou instabilitou DRUJ podle MWS a QDASH byly zaznamenány ve všech stupních hodnocení od nejlepšího k nejhoršímu. Vzhledem k tomu, že u subjektů s poruchou stability DRUJ nebyla limitace rotačních pohybů pozorována a vykazovali pouze lehčí omezení rozsahu hybnosti v ostatních směrech, se lze domnívat, že funkční výsledek u těchto subjektů podle MWS je převážně dán omezením svalové síly a subjektivním funkčním výsledkem. Nebyla prokázána korelace mezi závažností subjektivních obtíží hodnocenou podle QDASH a instabilitou nebo poruchou centrace DRUJ u pacientů z této skupiny. Subjekty se zlomeninou hlavice ulny nedosáhly podle MWS funkčního výsledku lepšího než 70 bodů (25-70) – 4 pacienti (67 %) dosáhli uspokojivého výsledku a 2 pacienti (33 %) neuspokojivého výsledku. Subjekt se subkapitální zlomeninou v souboru B dosáhl neuspokojivého výsledku (MWS 35 bodů). Nízké dosažené funkční skóre podle MWS u subjektů se zlomeninou hlavice ulny a subkapitální zlomeninou bylo důsledkem vyššího omezení limitace rozsahu hybnosti a svalové síly vlivem poruchy kongruence DRUJ a horšího subjektivního funkčního výsledku účastníků studie ve srovnání se subjekty s ostatními typy zlomenin ve skupině B. Funkční výsledky podle MWS a QDASH skóre u pacientů se zlomeninou hlavice ulny ve skupině A byly významně lepší (MWS průměrně 87,78 bodu a QDASH průměrně 5,12 bodu) než u pacientů se stejným typem zlomeniny v souboru B (MWS průměrně 50,83 bodu a QDASH průměrně 31,77 bodu). Ve skupině C

byly funkční výsledky podle MWS a QDASH skóre poměrně homogenní s nízkou směrodatnou odchylkou a rozptylem. Funkční výsledky u subjektů s posttraumatickou instabilitou DRUJ v souboru se opět vyskytovaly napříč celým spektrem výsledků obou skórovacích systémů bez průkazu signifikantně horších nebo lepších výsledků. Stejnou distribuci vykazovaly subjekty s poruchou centrace DRUJ v této skupině.

### 3.4.3 Statistická analýza výsledků RCT studie

Ke statistické analýze dat byl použit software IBM SPSS Statistics verze 22. Kvantitativní data byla popsána pomocí průměru (Mean), směrodatné odchylky (SD), mediánu, minimální a maximální hodnoty. Rozdíly mezi soubory A, B a C byly testovány pomocí Kruskal-Wallisova testu a post hoc testů Dunnové. Soubory A a B byly pro stejné subtypy porovnány pomocí Mann-Whitney U testu. K ověření normální distribuce byl použit Shapiro-Wilk test. Všechny testy byly prováděny na hladině signifikance 0,05.

V první fázi statistického zkoumání byly zhodnoceny ukazatele kvality repozice zlomeniny distálního radia (radiální a palmární inklinace) a funkčních výsledků léčby (rozsah hybnosti, svalová síla ruky, výsledky skórovacích systémů MWS a QDASH) a výsledky jednotlivých kohort byly mezi sebou statisticky porovnány (tab. 9). Grafické zobrazení výsledků bylo provedeno pomocí kvartilových box grafů pro každý ukazatel (obr. 34).

Na základě výsledků srovnávací analýzy byly zjištěny pomocí Kruskal-Wallisova testu a post hoc testů Dunnové následující výsledky:

#### **Ve skupině A byly zjištěny ve srovnání se skupinou B:**

- signifikantně vyšší hodnoty parametru RI ( $p = 0,001$ ), UI ( $p < 0,0001$ ), MWS ( $p = 0,002$ ), ROM ( $p < 0,0001$ ) a DYN ( $p = 0,002$ )
- signifikantně nižší hodnoty QDASH ( $p < 0,0001$ ).

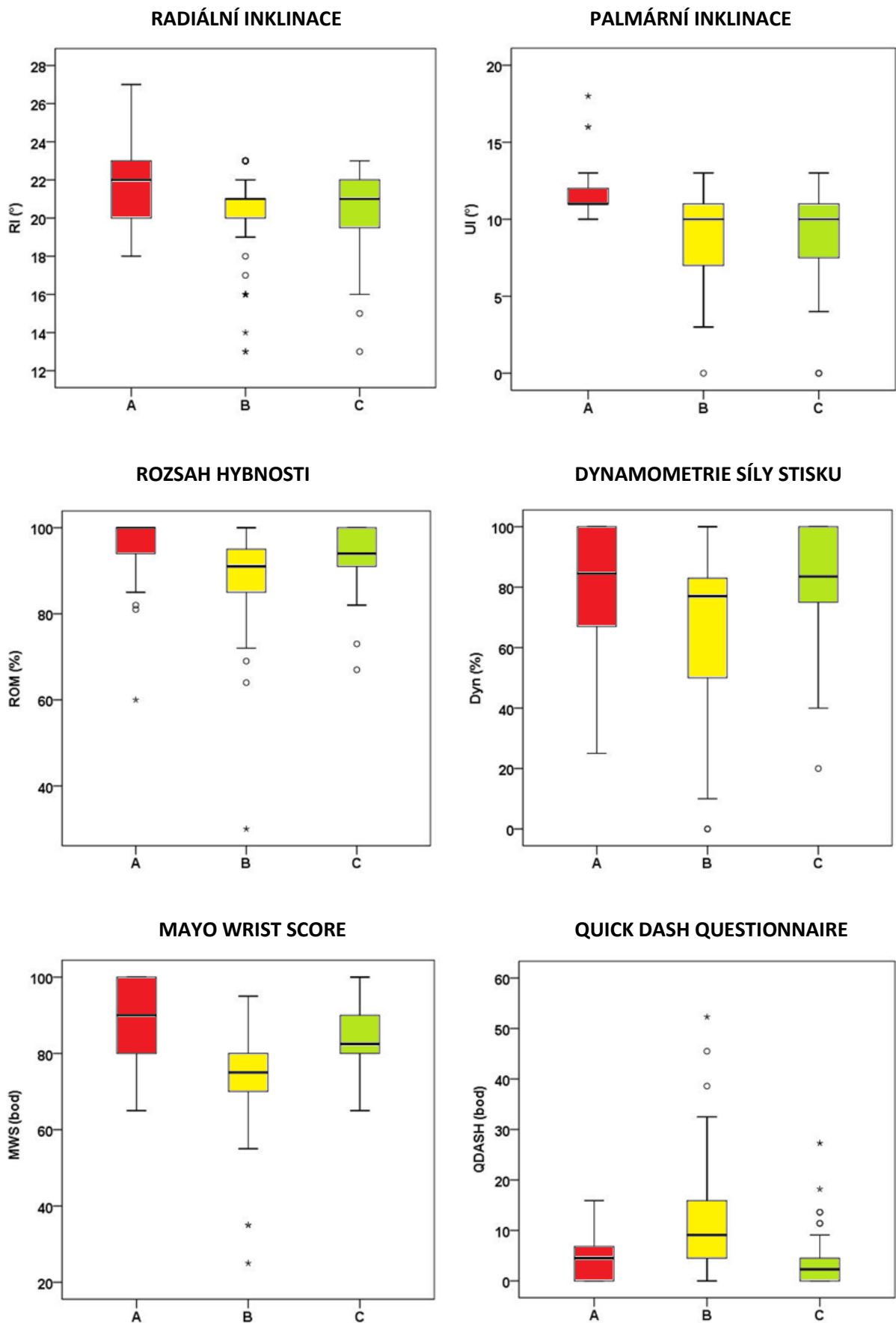
#### **Ve skupině C byly zjištěny**

- signifikantně nižší hodnoty RI ( $p < 0,0001$ ) a UI ( $p = 0,004$ ) než ve skupině A
- stejné hodnoty RI a UI jako ve skupině B ( $p = 1,000$ )
- signifikantně nižší hodnoty ROM než ve skupině A ( $p = 0,012$ ) a signifikantně vyšší hodnoty než ve skupině B ( $p = 0,022$ )
- signifikantně vyšší hodnoty MWS než ve skupině B ( $p < 0,0001$ )
- signifikantně vyšší hodnoty DYN než ve skupině B ( $p = 0,002$ )
- signifikantně nižší hodnoty QDASH než ve skupině B ( $p < 0,0001$ ).



		SOUBOR			VÝSLEDKY POROVNÁNÍ		
		A	B	C	A vs. B	C vs. A	C vs. B
<b>RI (°)</b>	Mean	22,0	20	20,0			
	SD	2,0	3,0	2,0			
	Median	<b>22,0</b>	<b>21,0</b>	<b>21,0</b>	<b>0,001</b>	<b>0,004</b>	<b>1,000</b>
	Minimum	18	13	13			
	Maximum	27	23	23			
<b>UI (°)</b>	Mean	12,0	9,0	9,0			
	SD	1,0	3,0	3,0			
	Median	<b>11,0</b>	<b>10,0</b>	<b>10,0</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>1,000</b>
	Minimum	10	0	0			
	Maximum	18	13	13			
<b>ROM (%)</b>	Mean	96,3	88	93,6			
	SD	7	11,9	6,7			
	Median	<b>100</b>	<b>91</b>	<b>94</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>0,012</b>	<b>0,022</b>
	Minimum	60	30	67			
	Maximum	100	100	100			
<b>DYN (%)</b>	Mean	81,2	64,3	82,1			
	SD	20,6	27,9	19,1			
	Median	<b>84,5</b>	<b>77</b>	<b>83,5</b>	<b>0,003</b>	1	<b>0,002</b>
	Minimum	25	0	20			
	Maximum	100	100	100			
<b>MWS (bod)</b>	Mean	89	74,2	85,5			
	SD	9,8	13,4	10,3			
	Median	<b>90</b>	<b>75</b>	<b>82,5</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	0,278	<b>&lt; 0,0001</b>
	Minimum	65	25	65			
	Maximum	100	95	100			
<b>QDASH (bod)</b>	Mean	4,3	12,6	3,7			
	SD	4	11,9	5,5			
	Median	<b>4,5</b>	<b>9,1</b>	<b>2,3</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	0,674	<b>&lt; 0,0001</b>
	Minimum	0	0	0			
	Maximum	16	52	27			

Tabulka 9: Statistická analýza ukazatelů kvality repozice zlomeniny distálního radia a funkčních výsledků léčby subjektů RCT studie a porovnání výsledků mezi jednotlivými kohortovými skupinami. RI – radiální inklinace, UI – palmární inklinace, ROM – rozsah hybnosti, DYN – dynamometrie síly stisku, MWS – Mayo Wrist Score, QDASH – Quick DASH Questionnaire, mean – průměr, SD – směrodatná odchylka.



Obrázek 34: Kvartilové box grafy výsledků RCT studie. A, B, C – kohortové skupiny studie.

V další fázi statistické analýzy bylo provedeno porovnání výsledků jednotlivých typů zlomenin distální ulny stejného typu ze souboru A a B mezi sebou. Statistické porovnání však bylo možné jen u zlomenin typu base fractures (tab. 10) a zlomenin hlavice (tab. 11). Výsledek subkapitálních zlomenin a zlomenin distální diafýzy ulny nebylo možné porovnat z důvodu nízkého počtu subjektů ve skupině B. Výsledky zlomenin typu flake fractures byly při statistické analýze zahrnuty do výsledků zlomenin typu base fractures v souboru B, protože se patofyziologicky jedná o podobný typ zlomeniny.

#### **Statistická analýza porovnávací výsledky zlomenin typu base fractures v souboru A a B:**

- v souboru A byly prokázány signifikantně vyšší hodnoty RI ( $p = 0,009$ ), UI ( $p < 0,0001$ ), MWS ( $p < 0,0001$ ), ROM ( $p < 0,0001$ ) a DYN ( $p = 0,001$ )
- v souboru A byly prokázány signifikantně nižší hodnoty QDASH ( $p = 0,0001$ ).

#### **Statistická analýza porovnávací výsledky zlomenin hlavice ulny v souboru A a B:**

- v souboru A byly prokázány signifikantně vyšší hodnoty RI ( $p = 0,029$ ), MWS ( $p = 0,001$ ), ROM ( $p = 0,002$ ) a DYN ( $p = 0,012$ )
- v souboru A byly prokázány signifikantně nižší hodnoty QDASH ( $p = 0,005$ ).

		Soubor		Mann-Whitney U test (p value)
		A	B	
<b>RI (°)</b>	Mean	22,0	20,0	<b>0,009</b>
	SD	2,0	2,0	
	Median	<b>22,0</b>	<b>21,0</b>	
	Minimum	18	13	
	Maximum	24	23	
<b>UI (°)</b>	Mean	11,0	9,0	<b>&lt; 0,0001</b>
	SD	1,0	3,0	
	Median	<b>11,0</b>	<b>10,0</b>	
	Minimum	10	0	
	Maximum	16	13	
<b>ROM (%)</b>	Mean	98,0	90,7	<b>&lt; 0,0001</b>
	SD	3,7	7,7	
	Median	<b>100,0</b>	<b>93,0</b>	
	Minimum	85	72	
	Maximum	100	100	
<b>DYN (%)</b>	Mean	86,2	67,8	<b>0,001</b>
	SD	17,2	25,1	
	Median	<b>100,0</b>	<b>79,0</b>	
	Minimum	42	15	
	Maximum	100	100	
<b>MWS (bod)</b>	Mean	91,6	77,4	<b>&lt; 0,0001</b>
	SD	8,9	8,4	
	Median	<b>90,0</b>	<b>80,0</b>	
	Minimum	75	55	
	Maximum	100	95	
<b>QDASH (bod)</b>	Mean	3,1	10	<b>0,0001</b>
	SD	3,5	8,4	
	Median	<b>2,3</b>	<b>6,8</b>	
	Minimum	0	0	
	Maximum	11	33	

Tabulka 10: Statistická analýza porovnání výsledků zlomenin typu base fractures ve skupinách A a B RCT studie. RI – radiální inklinace, UI – palmární inklinace, ROM – rozsah hybnosti, DYN – dynamometrie síly stisku, MWS – Mayo Wrist Score, QDASH – Quick DASH Questionnaire, mean – průměr, SD – směrodatná odchylka.

		Soubor		Mann-Whitney U test (p value)
		A	B	
<b>RI (°)</b>	Mean	22,0	19,0	<b>0,029</b>
	SD	2,0	3,0	
	Median	<b>22,0</b>	<b>20,0</b>	
	Minimum	18	13	
	Maximum	27	21	
<b>UI (°)</b>	Mean	12,0	11,0	0,179
	SD	2,0	1,0	
	Median	<b>12,0</b>	<b>11,0</b>	
	Minimum	10	10	
	Maximum	18	13	
<b>ROM (%)</b>	Mean	94,2	68,8	<b>0,002</b>
	SD	10,6	20,9	
	Median	<b>100,0</b>	<b>74,0</b>	
	Minimum	60	30	
	Maximum	100	86	
<b>DYN (%)</b>	Mean	79,0	36,2	<b>0,012</b>
	SD	21,7	36,7	
	Median	<b>80,0</b>	<b>35,0</b>	
	Minimum	25	0	
	Maximum	100	80	
<b>MWS (bod)</b>	Mean	87,8	50,8	<b>0,001</b>
	SD	10,3	21,3	
	Median	<b>90,0</b>	<b>52,5</b>	
	Minimum	65	25	
	Maximum	100	70	
<b>QDASH (bod)</b>	Mean	5,1	31,8	<b>0,005</b>
	SD	3,9	18,0	
	Median	<b>6,8</b>	<b>34,1</b>	
	Minimum	0	2	
	Maximum	14	52	

Tabulka 11: Statistická analýza porovnání výsledků zlomenin hlavice ulny ve skupinách A a B RCT studie. RI – radiální inklinace, UI – palmární inklinace, ROM – rozsah hybnosti, DYN – dynamometrie síly stisku, MWS – Mayo Wrist Score, QDASH – Quick DASH Questionnaire, mean – průměr, SD – směrodatná odchylka.

### 3.5 DISKUZE

Aby bylo možné posoudit vliv zlomeniny distální ulny na stabilitu a funkci DRUJ, je nezbytné primárně obnovit anatomické postavení distálního radia, které eliminuje vliv malpozice epifyzy kosti na biomechaniku DRUJ. Dislokace fragmentů epifyzy může způsobovat poruchu kongruence kloubních ploch, a to buď přímou, nepřímou nebo případně kombinovanou. Dále může způsobovat změnu napětí radioulnárních ligament a měkkých tkání v okolí kloubu. Anatomická variabilita tvarů kostěných struktur je však velmi široká, což dokazuje jednak vysoká odchylka od průměru anatomických sklonů distální kloubní plochy radia udávaná v literárních zdrojích (146, 175) (v rovině sagitální je volární sklon kloubní plochy průměrně  $11^\circ$  (0-28) a v rovině koronální je ulnární sklon průměrně  $23,8^\circ$  (13-30)), a dále velká variabilita anatomických typů distálního radioulnárního kloubu (tři typy v rovině koronální a čtyři typy sigmoid notch v rovině transverzální). Díky široké anatomické variabilitě je tedy těžko hodnotitelné, co je skutečná anatomická repozice zlomeniny distálního radia u každého konkrétního pacienta, natož u skupiny. Limitem RCT studie je, že hodnocení kvality repozice bylo prováděno pouze na základě vyhodnocení rentgenových snímků u části subjektů a dále že výsledky hodnotil pouze hlavní investigátor, může tak být zatíženo subjektivní chybou. Dalším významným limitem studie v tomto ohledu je neprovádění hodnocení kvality repozice na základě srovnání s rentgenovým snímkem kontralaterálního neporaněného zápěstí s procentuálním vyjádřením změny anatomických sklonů kloubní plochy radia, což by reálněji vystihovalo kvalitu repozice u každého konkrétního pacienta. Podle kritérií hodnocení kvality repozice zlomeniny distálního radia stanovené Jupiterem (180) lze však konstatovat, že na základě výše uvedených RTG výsledků operační léčby se podařilo dosáhnout u všech subjektů v RCT studii velmi uspokojivé repozice zlomeniny distálního radia. V RCT studii bylo pod pojmem „anatomická repozice“ rozuměno dosažení průměrných hodnot sklonů kloubní plochy radia podle literárních zdrojů (146, 175). Statisticky nejlepší repozice zlomeniny byla dosažena u subjektů skupiny A, u skupiny B a C byl výsledek repozice statisticky horší. Ve skupině A byl výsledek poměrně homogenní, takže lze předpokládat, že u všech subjektů této skupiny má postavení zlomeniny distálního radia stejný vliv na biomechaniku DRUJ. Ve skupině B a C tento předpoklad nemusí být zcela pravdivý, protože při bližší analýze byla zjištěna široká distribuce výsledků ukazatelů kvality repozice napříč souborem a postavení zlomeniny distálního radia teoreticky může mít určitý vliv na biomechaniku DRUJ. Zápěstí a distální radioulnární kloub však dokáže do určité míry tolerovat změnu svého anatomického postavení, což často vídáme u pacientů léčených konzervativním postupem, u kterých dojde ke zhojení zlomeniny distálního radia v určitém stupni malpozice, a přesto u nich nevznikají klinické obtíže. Z toho vyplývá, že změna anatomického postavení zlomeniny distálního radia nemusí vždy vést k poruše biomechaniky distálního radioulnárního kloubu a hodnocení je tedy obtížné. Nelze se taktéž domnívat, že dosažením anatomické repozice zlomeniny distálního radia je zcela eliminován její vliv na funkční výsledek po zlomenině distálního předloktí, neboť poranění zápěstí je vždy komplexní.

Zlomeniny distálního radia samy o sobě i bez přidružené zlomeniny ulny mohou způsobovat i přes dosažení anatomické repozice zlomeniny operační léčbou omezení rozsahu hybnosti, svalové síly a funkce zápěstí (202). Funkční výsledky léčby jednotlivých pacientů plně odpovídají závažnosti zlomenin distálního předloktí. Neplatí však univerzálně, že subjekty v RCT studii se závažnějšími typy zlomenin distálního radia podle AO klasifikace dosáhli vždy horších funkčních výsledků než pacienti s méně závažnými typy zlomenin. Konečný funkční výsledek léčby je totiž ovlivněn nejen typem zlomenin distálního předloktí a kvalitou jejich repozice, ale i současným rozsahem poranění měkkých tkání, poruchou stability a kongruence DRUJ, kvalitou následné rehabilitace, motivací pacienta a jeho subjektivní tolerancí následků po zlomenině distálního předloktí (pacienti se stejnou zlomeninou distálního předloktí nemají stejnou intenzitu obtíží). Při hodnocení výsledků RCT studie byl použit obecný logický předpoklad, že čím lepší repozice zlomeniny distálního radia je dosaženo, tím menší vliv bude mít tato zlomenina na poruchu biomechaniky DRUJ, která pak bude rezultovat ze zlomeniny distální ulny. Vzhledem k podobnému zastoupení jednotlivých typů zlomenin distálního radia a jejich velmi uspokojivé repozice podle kritérií stanovených Shinem a Jupiterem (180) ve všech skupinách RCT studie se lze proto domnívat, že podíl zlomeniny distálního radia na ovlivnění biomechaniky DRUJ a funkčního výsledku je v jednotlivých kohortových skupinách analogický a rozdíl ve výsledku je dán typem zlomeniny distální ulny a principem její léčby.

Zlomeniny distálního předloktí ve skupině A byly zároveň klasifikovány podle Frykmanovy klasifikace (50), která hodnotí závažnost poranění distálního radioulnárního kloubu. Analýzou rentgenových výsledků bylo zjištěno, že zlomeniny nejzávažnějšího typu VIII se vyskytovaly u všech typů zlomenin distálního radia i distální ulny v souboru a nebyla zaznamenána vyšší koincidence určitého typu poranění DRUJ s konkrétním typem zlomeniny distální ulny. Analýzou funkčních výsledků nebylo prokázáno, že by byl určitý typ zlomeniny podle této klasifikace spojen se signifikantně lepším nebo horším funkčním výsledkem. S ohledem na tyto skutečnosti lze konstatovat, že na základě klasifikace zlomenin distálního předloktí podle Frykmana (50) nelze hodnotit výsledky léčby a ani stanovovat léčebná doporučení.

Na základě statistické analýzy dat bylo zjištěno, že skupina A ve srovnání se skupinou B vykazovala signifikantně vyšší hodnoty parametrů kvality repozice zlomeniny, lepší rozsah hybnosti a svalové síly ruky a lepší funkční výsledky na základě MWS a QDASH skóre. Lepšího funkčního výsledku léčby v těchto souborech dosáhli pacienti se zlomeninami processus styloideus ulnae typu base fractures než pacienti se zlomeninami hlavice ulny, subkapitální zlomeninou nebo zlomeninou distální diafýzy ulny, protože tyto zlomeniny neovlivňují kongruenci DRUJ.

Podrobná analýza jednotlivých demografických ukazatelů, typů zlomenin, rentgenologických ukazatelů a parametrů hodnotících funkční výsledky léčby v jednotlivých skupinách byla provedena včetně diskuze předpokládaných příčin v kapitole 3.5. Vzhledem k tomu, že hodnocení výsledků je

kvůli složitosti problematiky obtížné a kvůli diskuzi dílčích výsledků je nutné často odkazovat na tabulky výsledků, bylo zvoleno toto zpracování proto, aby nebyla porušena kontinuita disertační práce. Nyní bude provedena diskuze souhrnných výsledků výzkumu podle jednotlivých typů zlomenin distální ulny a ověření pravdivosti hypotéz výzkumu postulovaných na začátku vědecké práce.

### **Zlomeniny processus styloideus ulnae**

Pacienti s typem zlomeniny ulny typu tip fractures (skupina C) dosáhli na základě statistické analýzy souboru nejlepších výsledků léčby, co se týká limitace svalové síly a funkčního výsledku hodnoceného podle skórovacího systému QDASH. Dále dosáhli druhého nejlepšího výsledku, co se týká limitace rozsahu hybnosti a funkčního výsledku hodnoceného podle skórovacího systému MWS. V souboru však byl zaznamenán výskyt subjektů, u kterých byla pozorována posttraumatická instabilita DRUJ s relativně vysokou incidencí 21 %. Instabilita byla pozorována u 11 subjektů z celkového počtu 52 případů, avšak pouze u 6 pacientů (55 %) byla symptomatická. Kostní hojení zlomeniny bodcového výběžku není u tohoto typu zlomeniny signifikantním faktorem predikujícím instabilitu DRUJ, protože ačkoliv u všech pacientů s posttraumatickou instabilitou DRUJ nedošlo ke zhojení zlomeniny, u ostatních pacientů v této skupině bylo pozorováno jak zhojení, tak nezhojení zlomeniny bez poruchy stability DRUJ a porucha kostního hojení není příčinou vzniku instability DRUJ. Výskyt subjektů s posttraumatickou instabilitou DRUJ ve skupině C zamítá hypotézu výzkumu H<sub>0</sub> a vyvrací tím závěry autorů (56, 68, 69, 101, 112, 118, 184, 212), kteří uvádějí, že zlomeniny v oblasti distálních dvou třetin processus styloideus ulnae nejsou asociovány s chronickou instabilitou DRUJ. Paradoxně tyto konečné výsledky výzkumu vyvracejí závěry hodnocení časných výsledků výzkumu, které byly publikovány autorem v roce 2017 (128). Časné výsledky však hodnotily pouze subjekty zařazené v prvních dvou letech výzkumu, které představovaly zhruba polovinu konečného souboru a follow-up subjektů byl výrazně kratší. Nutno konstatovat, že naprostá většina subjektů s posttraumatickou instabilitou u pacientů ve skupině C se vyskytla v souboru až po zhodnocení časných výsledků a u dvou subjektů v první polovině souboru se nevyvinula okamžitě, ale až s odstupem měsíců, kdy došlo k ústupu zatuhnutí měkkých tkání a tito pacienti tak byli v době hodnocení falešně negativní.

U pacientů se zlomeninou distální ulny typu base fractures nebyl zaznamenán žádný případ posttraumatické instability DRUJ u subjektů léčených operačním postupem. Ve skupině B, kde byly tyto zlomeniny léčeny konzervativním postupem, byla pozorována posttraumatická instabilita celkem u 26 subjektů, její incidence tedy dosahovala 63 % a symptomatická byla u 17 subjektů (65 %). Nestabilita byla pozorována u pacientů, u kterých došlo ke zhojení zlomeniny formou nestabilního vazivového pakloubu (22 případů) a u zlomenin zhojených v malpozici s dislokací periferního fragmentu ad latus radiálním směrem 2 mm a více. Riziko vzniku pakloubu ve skupině léčené konzervativním postupem bylo 66 %, přičemž 81 % pakloubů bylo typu II (nestabilní). Dá se proto



konstatovat, že tyto dvě poruchy hojení zlomeniny jsou signifikantním rizikovým faktorem pro vznik instability distálního radioulnárního kloubu. Posledním typem zlomeniny distální ulny, se kterým byl vznik instability DRUJ asociován, byly zlomeniny typu flake fractures a její incidence byla 80 %. Výsledky potvrzují hypotézu výzkumu H2 a závěry ostatních autorů (9, 16, 30, 45, 47, 100, 107, 114, 118, 122, 131, 147, 169, 179), tedy že zlomeniny base a proximální třetiny processus styloideus ulnae při nestabilní zlomenině distálního radia jsou s vysokou pravděpodobností spojeny s instabilitou distálního radioulnárního kloubu. Vysoká incidence instability u zlomenin je způsobena tím, že při nich dochází k vytržení hluboké složky PRUL a DRUL z fovea ulnae, které jsou hlavní součástí TFCC a hlavním stabilizátorem DRUJ. Nestabilita nebyla pozorována tehdy, pokud došlo ke kostěnému zhojení zlomeniny typu base fractures bez dislokace nebo s dislokací ad laterus do 2 mm nebo zhojení formou stabilního vazivového pakloubu. Při zhojení periferního fragmentu v čisté rotační malpozici došlo sice k omezení pronosupinačních pohybů vlivem změny napětí DRUL a PRUL, stabilita však nebyla porušena.

Další vyvstalou otázkou bylo, proč u některých zlomenin processus styloideus ulnae spojených s instabilitou DRUJ došlo k decentraci kloubu, respektive k radioulnární dislokaci, a u jiných nikoliv. Problematika instability DRUJ je totiž komplexní a kromě poranění hlavního stabilizátoru DRUJ, kterým je TFCC, muselo dojít u těchto pacientů i k poranění ostatních stabilizátorů DRUJ. Tuto hypotézu vysvětlují závěry kadaverické studie Kihary a kolektivu (99) – instabilita DRUJ nevzniká, pokud jsou přerušeny dva ze čtyř hlavních stabilizátorů DRUJ, kterými jsou DRUL, PRUL, distální část interosseální membrány včetně m. pronator quadratus a zbytek interosseální membrány. Pokud jsou poraněny tři stabilizátory, vzniká instabilita DRUJ v zátěži a není možné ji proto detekovat na prostém rentgenovém snímku. Těžká instabilita a radioulnární dislokace DRUJ vzniká pouze tehdy, pokud jsou porušeny všechny čtyři výše uvedené stabilizátory. Závěry studie Kihary a kolektivu (99) vysvětlují také otázku, proč se nevyskytnula instabilita DRUJ nebo radioulnární dislokace u pacientů se zlomeninou typu base fractures zhojených bez dislokace nebo s dislokací ad laterus radiálním směrem do 2 mm ve skupině A a B nebo zhojených stabilním vazivovým pakloubem ve skupině B. U těchto subjektů totiž došlo primárně k poranění TFCC typu IB dle Palmerovy klasifikace a jeho zhojení vedlo k obnovení integrity TFCC a správnému napětí DRUL a PRUL. Při zhojení periferního fragmentu zlomeniny typu base fractures ad laterus radiálním směrem nad 2 mm došlo ke změně napětí radioulnárních ligament, díky kterému nemůže TFCC správně fungovat jako stabilizátor DRUJ a při přidruženém poranění dalších stabilizátorů proto rezultuje v instabilitu DRUJ. Zhojení poranění TFCC typu IB, které představuje poranění obou radioulnárních ligament, které podle Kihary a kolektivu (99) představují dva ze čtyř hlavních stabilizátorů DRUJ, vedlo k obnovení stability DRUJ bez ohledu na to, jestli byly poraněny a jak se zahojily ostatní stabilizátory DRUJ. Tato premisa vysvětluje, proč pacienti léčení operačním postupem dosáhli lepších funkčních výsledků než pacienti léčení konzervativním postupem a proč u nich nevznikala posttraumatická instabilita DRUJ.

Statistická analýza porovnávací výsledky zlomenin typu base fractures v souboru A a B prokázala signifikantně lepší funkční výsledky u pacientů, u kterých byla léčena zlomenina operačním postupem (v souboru A byly prokázány signifikantně vyšší hodnoty ROM ( $p < 0,0001$ ), DYN ( $p = 0,001$ ), MWS ( $p < 0,0001$ ) a signifikantně nižší hodnoty QDASH ( $p = 0,0001$ )). Na základě těchto výsledků a výše uvedených předpokladů se lze domnívat, že pacienti léčení operačním postupem profitovali z osteosyntézy zlomeniny bodcového výběžku ulny tím, že jednak vedlo ke zhojení TFCC a za druhé ke zhojení zlomeniny bez malpozice, která by mohla vést k poruše biomechaniky nebo stability DRUJ. Na základě těchto faktů lze konstatovat ve shodě s ostatními autory, že operační léčba dislokovaných „base fractures“ processus styloideus ulnae je indikována v případě signifikantní instability DRUJ po provedení osteosyntézy zlomeniny distálního radiia a v případě dislokace periferního fragmentu ad axim nebo ad latus radiálním směrem o 2 mm a více (14, 56, 68, 118, 122, 131, 170). Výše uvedené výsledky potvrzují pravdivost hypotézy výzkumu H2, tedy že zlomeniny distálních dvou třetin processus styloideus ulnae při nestabilní zlomenině distálního radiia mohou být spojeny s instabilitou distálního radioulnárního kloubu a v tom případě poranění DRUJ vyžaduje operační léčbu. Byla také potvrzena pravdivost hypotézy výzkumu H3, tedy že operační léčba zlomeniny base a proximální třetiny processus styloideus ulnae při nestabilní zlomenině distálního radiia vede k lepším časným funkčním výsledkům než konzervativní léčba.

Hodnocení výsledků studie jednoznačně prokázalo, že pouze na základě statického rentgenového obrazu zlomeniny processus styloideus ulnae nelze spolehlivě predikovat možnost poranění distálních radioulnárních ligament a stabilizátorů DRUJ, které může být v případě asociované nestabilní zlomeniny distálního radiia přítomno i bez zlomeniny ulny. Na základě hodnocení rentgenologických nálezů subjektů v RCT studii lze konstatovat, že za jediný signifikantní rentgenologický prediktivní faktor instability kloubu lze považovat rozšíření intervalu mezi radiem a ulnou v posteroanteriorní projekci ve srovnání s kontralaterální stranou. Všichni pacienti v souboru RCT studie, kteří měli na rentgenových snímcích patrnou radioulnární disociaci v oblasti DRUJ, měli klinicky patrnou instabilitu DRUJ diagnostikovanou na základě specifických klinických testů. Na základě výsledků RCT studie lze dále konstatovat, že za nepřímou známku poranění TFCC typu IB může být považována primární radiální dislokace periferního fragmentu processus styloideus ulnae u zlomenin typu base fractures a zlomenin typu flake fractures. Metody pro průkaz instability a inkongruence DRUJ hodnocené pomocí CT vyšetření (Wechsler Congruency method, Wechsler Epicenter method, Mino Radioulnar Lines method a Radioulnar Ratio method) nebyly v rámci hodnocení výsledků RCT studie sledovány z důvodu složitosti jednotlivých metod, jejich nízkých výpovědních hodnot a vystavení pacienta zbytečné nadměrné zátěži rentgenovým zařízením.

Limitací studie však je zvolený typ konzervativní léčby zlomeniny bodcového výběžku ulny, kterým byla nízká sádrová fixace zápěstí bez fixace lokte u všech pacientů v souboru. Podle literárních zdrojů (14, 56, 83, 118, 179) je v případě nedislokovaných zlomenin processus styloideus ulnae,

dislokovaných zlomenin nepostihujících stabilitu DRUJ a v případě kontraindikace operační léčby indikována konzervativní léčba imobilizací ve vysoké sádrové fixaci v neutrálním postavení předloktí po dobu šesti týdnů. Délka doby imobilizace ve studii byla dodržena, ovšem nízká fixace mohla vést k falešně vyšší incidenci sekundární dislokace zlomeniny, vazivového pakloubu a poruše hojení stabilizátorů DRUJ, protože ulnární pilíř neměl dostatečný klid pro své zhojení. Srovnávací soubor však ve studii chybí a bude předmětem dalšího výzkumu autora, aby bylo možné tuto hypotézu ověřit. Typ imobilizace užitý v RCT studii však byl volen takto záměrně, protože na většině pracovišť v naší republice je pro léčbu zlomenin bodcového výběžku použit právě tento typ fixace a poranění ulnárního pilíře je přehlíženo. Celková incidence instability DRUJ u subjektů v RCT studii dosáhla 37 % a z toho celkem 78 % z nich mělo klinicky symptomatickou instabilitu kloubu různé závažnosti od minimálních příznaků po poměrně závažné obtíže limitující zatížitelnost končetiny. U 11 pacientů s nestabilitou DRUJ byla pozorována radioulnární disociace, tedy 26 % pacientů mělo kromě poranění TFCC i přidružené nezhojené poranění interosseální membrány a m. pronator quadratus (2, 99, 103). To tedy respektive znamená, že každý třetí pacient se zlomeninou processus styloideus ulnae, který byl léčený konzervativním postupem, měl chronicky nestabilní DRUJ, dva ze tří těchto pacientů měli nějakou formu klinických obtíží a čtvrtina pacientů s instabilitou DRUJ měla nejzávažnější poranění všech stabilizátorů DRUJ. Vzhledem k tomu, že soubor subjektů zařazených do studie představuje reálný a nezkrácený vzorek populace, je alarmující, jak vysoká incidence instability DRUJ ve skutečnosti v populaci pacientů se zlomeninou processus styloideus ulnae může být. Přesto, že v souboru RCT studie bylo takto vysoké číslo pacientů s instabilitou DRUJ, ani u jednoho z nich nebyl indikován operační výkon pro řešení chronické instability DRUJ a pomocí speciální rehabilitace k posílení dynamických stabilizátorů zápěstí a suplementární stabilizace zápěstí při zátěži (klasický ortex, speciální pomůcka pro podporu stability WristWidget) se podařilo obtíže řady pacientů snížit. Lze ale předpokládat, že se u těchto pacientů rozvine dříve či později posttraumatická osteoartróza DRUJ, která bude akcentována u pacientů s radioulnární disociací a nelze tedy vyloučit, že tyto pacienty nebude čekat v budoucnosti další chirurgická léčba. S ohledem na tuto skutečnost a na to, že pacienti s instabilitou DRUJ mají signifikantně horší funkční výsledky léčby ve smyslu omezení svalové síly a zatížitelnosti končetiny a horšího výsledku MWS a QDASH skóre, se autor přiklání k aktivnímu přístupu k léčbě zlomenin processus styloideus ulnae spojených s poraněním stabilizátorů DRUJ. Z vlastní klinické praxe a literárních zdrojů je totiž zřejmé, že je jednodušší vzniku chronické instability předcházet, než ji léčit. Rizika a komplikace primární operační léčby (pozorovanou komplikací byla pouze iritace měkkých tkání implantátem a nezávažné iatrogenní poranění r. dorsalis n. ulnaris) jsou minimální ve srovnání s rizikem, které přináší chronická instabilita DRUJ. Výsledky chirurgické léčby chronické instability DRUJ jsou neuspokojivé a pokud je již vyjádřena posttraumatická osteoartróza kloubu, rekonstrukční chirurgické výkony již nejsou možné a zbývají pouze zachovné výkony, jejich funkční výsledky jsou ještě více neuspokojivé.

Jak bylo uvedeno výše, na základě výsledků RCT studie lze doporučit ve shodě s ostatními autory (14, 24, 56, 68, 69, 83, 115, 114, 118, 122, 131, 170, 179) následující léčebný algoritmus v případě zlomenin processus styloideus ulnae asociovaných s nestabilní zlomeninou distálního radia. Po provedení osteosyntézy zlomeniny distálního radia s obnovením anatomických sklonů kloubní plochy radia a kongruence DRUJ následuje klinické vyšetření stability DRUJ pomocí specifických klinických testů a vyšetření stability zápěstí pomocí klinických testů a dynamického RTG vyšetření zápěstí k vyloučení přidružených poranění. Protože výsledky klinického vyšetření stability DRUJ a zápěstí je ryze individuální, je nutné vždy výsledek porovnat s kontralaterálním zápěstím, byť to znamená znesterilnění chirurga během operace, aby nedošlo k falešně negativnímu nebo naopak pozitivnímu výsledku (pacient s hyperlaxitou bude mít falešně pozitivní výsledky klinických vyšetření). V případě průkazu klinické instability DRUJ autor preferuje provedení primární operační léčby v případě signifikantní instability DRUJ a v případě perzistující dislokace periferního fragmentu ad axim nebo ad latus radiálním směrem o 2 mm a více. Perzistující dislokace může být známkou interpozice měkkých tkání. U zlomenin s dostatečně velkým periferním fragmentem je preferována otevřená repozice a vnitřní fixace. Použitý implantát závisí na charakteru zlomeniny a kvalitě kostní tkáně. Autorem preferovanou technikou je osteosyntéza tahovou cerkláží a tahovým šroubem pouze při dobré kvalitě kostní tkáně a velkém periferním fragmentu. V případě zlomenin s malým periferním fragmentem typu tip fractures a flake fractures, je indikována artroskopicky asistovaná nebo otevřená reinzerce TFCC. Je důležité zdůraznit, že chirurgicky lze řešit poranění ulnárního pilíře, respektive TFCC, jen tehdy, pokud je repozice distálního radia anatomická, jinak dojde k limitaci rotačních pohybů předloktí. V případě kontraindikace operační léčby je nutné provést pooperační imobilizaci zápěstí a předloktí pomocí vysoké sádrové fixace ke zhojení ulnárního pilíře a prevenci sekundární dislokace zlomeniny processus styloideus ulnae.

### **Zlomeniny hlavice, subkapitální zlomeniny a zlomeniny distální diafýzy ulny**

Zlomeniny tohoto typu vykazovaly nízkou incidenci v souboru subjektů RCT studie ve srovnáním se zlomeninami bodcového výběžku – zlomeniny hlavice ulny tvořily 16 % zlomenin a subkapitální zlomeniny a zlomeniny distální diafýzy kosti pouze 5 %. Tato okolnost představuje významnou limitaci studie, protože se snižuje validita výsledků těchto subtypů zlomenin a následných léčebných doporučení. Statisticky validní porovnání výsledků léčby u jednotlivých subtypů zlomenin byl možný pouze u zlomenin hlavice, subtyp subkapitální zlomeniny a zlomenin distální diafýzy ulny nemohl být statisticky analyzován, protože ve skupině B se s touto zlomeninou vyskytoval pouze jeden subjekt.

Statistická analýza porovnávací výsledky zlomenin hlavice ulny v souboru A a B prokázala, že v souboru A byly prokázány signifikantně vyšší hodnoty RI ( $p = 0,029$ ), MWS ( $p = 0,001$ ), ROM ( $p = 0,002$ ) a DYN ( $p = 0,012$ ) a signifikantně nižší hodnoty nižší hodnoty QDASH ( $p = 0,005$ ).

Subjekty, které měly léčenou zlomeninu hlavice ulny operačním postupem, tedy dosáhli lepšího rentgenového a funkčního výsledku. Podle rentgenových výsledků se v souboru pacientů A podařilo dosáhnout velmi uspokojivého obnovení kongruence kloubních ploch DRUJ a osového postavení hlavice ulny, které vedlo k obnovení biomechaniky a funkce kloubu. Subjekty léčené konzervativním postupem dosáhli výrazně horšího průměrného rozsahu hybnosti, svalové síly ruky a funkčního výsledku ve srovnání se skupinou A z důvodu zhojení zlomeniny v malpozici, která vedla buď k přímé inkongruenci kloubního povrchu hlavice ulny, nepřímé inkongruenci při změně osového postavení distálního konce kosti, případně ke kombinaci obou. U všech subjektů se zlomeninou hlavice ulny léčenou konzervativním postupem došlo s výjimkou jednoho pacienta, u kterého došlo ke zhojení v anatomickém postavení, ke zhojení zlomeniny v určitém stupni dislokace, která dosahovala incidence 83 %. U jednoho subjektu ve skupině B se subkapitální zlomeninou léčenou konzervativním postupem došlo ke zhojení v malpozici s poruchou nepřímé kongruence DRUJ. Porucha biomechaniky DRUJ u obou těchto typů zlomenin distální ulny měla za následek omezení rotace radia a omezení rozsahu hybnosti předloktí, což potvrzuje závěry ostatních autorů (16, 30, 33, 46, 60, 178, 190, 200) a zároveň to potvrzuje teoretickou hypotézu výzkumu H4.

Dislokace zlomenin hlavice ulny a subkapitální zlomeniny byla ve všech případech pozorována jako sekundární v průběhu pooperačního sledování, netolerovatelná primární dislokace by znamenala okamžité vyřazení účastníka ze studie, protože toto kritérium bylo hlavním exclusion kritériem studie. Lze tedy diskutovat vliv způsobu konzervativní léčby těchto zlomenin zvolený v RCT studii na vznik sekundární dislokace zlomenin distální ulny (imobilizace ve vysoké fixaci po dobu 3 týdnů, a pak aplikace fixace nízké po dobu dalších 3 týdnů). Způsob a délka imobilizace byla opět záměrně volena podle běžně používaných metod konzervativní léčby zlomenin tohoto typu na našem pracovišti. Vzhledem k vysokému počtu sekundárních dislokací zlomenin distální ulny tohoto typu lze konstatovat, že zvolený typ a délka pooperační imobilizace u pacientů skupiny B se zlomeninami hlavice a subkapitální zlomeninou v jednom případě nebyla dostatečná. Srovnávací soubor, který by potvrdil tuto hypotézu opět chybí a bude předmětem dalšího zkoumání. Určité procento vzniku sekundární dislokace zlomenin tohoto typu při konzervativní léčbě však lze očekávat vždy u nestabilních zlomenin a zvláště u kominutivních zlomenin (relativně nestabilní). Konzervativní léčba u těchto typů zlomenin při přidružené zlomenině tak může vést k nepředvídatelným výsledkům.

Na základě výsledků RCT studie lze konstatovat ve shodě s ostatními autory (16, 33, 46, 61, 80, 112, 118, 166, 183, 190), že nestabilní a dislokované intraartikulární zlomeniny hlavice ulny jsou indikovány k operační léčbě. Výjimku tvoří pouze případy její kontraindikace – špatný stav měkkých tkání, závažné komorbidity a špatný celkový stav pacienta, těžká osteoporóza kosti. Kalendářní věk pacienta nemůže být považován za kritérium pro kontraindikaci operační léčby, v případě zlomenin tohoto typu asociovaných se zlomeninou distálního radia je rozhodující pouze celkový stav pacienta, lokální stav končetiny a kvalita kostní tkáně. V souladu s výsledky RCT studie lze potvrdit platnost

teoretické hypotézy výzkumu H5, tedy že operační léčba zlomenin hlavice ulny při nestabilní zlomenině distálního radia vede k lepším časným funkčním výsledkům než konzervativní léčba.

Podle výsledků RCT studie však nelze prokázat platnost hypotézy H6, tedy že operační léčba subkapitálních zlomenin a zlomenin distální diafýzy ulny při nestabilní zlomenině distálního radia vede k lepším časným funkčním výsledkům než konzervativní léčba, kvůli nízkému počtu subjektů, který by umožňoval validní statistickou analýzu dat. Nelze tedy na tomto podkladě stanovovat léčebná doporučení. Je ale možné konstatovat, že subjekty zařazené ve skupině A s tímto typem zlomeniny distální ulny dosáhly na základě hodnocení skórovacím systémem MWS excelentního výsledku ve 42 % případů, dobrého výsledku ve 29 % a uspokojivého výsledku ve 29 %, přičemž nejnižší hodnota MWS skóre v souboru byla 70 bodů. Oproti tomu subkapitální zlomenina v souboru B léčená konzervativním postupem měla výsledek léčby neuspokojivý (ROM 64 %, DYN 10 %, MWS 35 bodů, QDASH 45,5 bodů) z důvodu zhojení v malpozici s poruchou nepřímé kongruence, respektive změnou osy, délky a rotace distálního konce ulny. Pouze na základě tohoto srovnání lze souhlasit se závěry ostatních autorů (16, 30, 89, 115, 114, 122, 144, 163, 166), že pouze v případě stabilních a nedislokovaných zlomenin krčku a distální diafýzy ulny postupovat konzervativním postupem, ostatní jsou indikovány k operační léčbě, která vede k lepším funkčním výsledkům a minimalizuje riziko rozvoje posttraumatické osteoartrózy DRUJ.

Nyní bude diskutována metoda chirurgického ošetření zlomenin distální ulny. Na základě zkušeností s použitím dlahy LCP Distal Ulna Plate (De Puy Synthes, USA) lze konstatovat, že se jedná o implantát vhodný k řešení zlomenin proximální třetiny bodcového výběžku ulny, zlomenin hlavice ulny a subkapitální zlomeniny. Užití dlahy nelze doporučit pro osteosyntézu zlomenin střední a distální třetiny processus styloideus ulnae a zlomeniny distální diafýzy ulny, u kterých poskytuje nedostatečně stabilní osteosyntézu (129). V případě zlomenin proximální třetiny processus styloideus ulnae se zdá dlahová osteosyntéza hákovou dlahou zbytečně příliš invazivní, na druhou stranu umožňuje kompresi zlomeniny pomocí háků, zavedení zajišťovacího šroubu s fixním úhlem zavedení do periferního fragmentu u zlomenin s vysokým průběhem linie lomu a neirituje tolik měkké tkáně jako tahová cerkláž, která vyžaduje často časnou extrakci. Technickou limitací dlahy je nízký počet zajišťovacích šroubů s fixním úhlem zavedení pro dostatečnou stabilní fixaci kominutivních zlomenin hlavice ulny. Výhodný by byl implantát s větším počtem fixačních prvků a s možností zavedení zajišťovacích šroubů ve variabilním úhlu zavedení pro fragment specifickou fixací zlomenin hlavice ulny. Nevýhodou implantátu při řešení zlomenin baze processus styloideus ulnae je nemožnost fixace distálního fragmentu šroubem přes dlahu v případě kominutivních zlomenin a zlomenin s nízkým průběhem linie lomu. Nutné je také na základě zkušeností s dlahovou osteosyntézou distální ulny konstatovat, že provedení osteosyntézy zlomenin distální ulny je v případě osteoporotického skeletu

velmi technicky náročné, zvláště u zlomenin hlavice ulny. Z toho důvodu by ji měl provádět pouze velmi zkušený chirurg, protože neúspěšný pokus o osteosyntézu může vést k pulverizaci fragmentů, destrukci kosti a rozsáhlé deperiostaci, která prohloubí poruchu kongruence kloubních ploch a výživy kostních fragmentů a může mít pro pacienta fatální funkční důsledky.

Doba stabilizace klinického stavu byla individuální dle jejich závažnosti a nejčastěji trvala od šesti do devíti měsíců po provedení operačního výkonu. Je tedy nezbytné zdůraznit význam spolupráce pacienta a nutné dlouhodobé rehabilitace nejprve řízené a posléze individuální. Mezi všeobecnými kontraindikacemi operační léčby se často zapomíná na non-compliance pacienta. Takový pacient by neměl být chirurgicky léčen, protože pokud není schopen dodržovat pooperační režim, zdiskredituje jednak výsledky zvolené metody léčby a za druhé u něj rapidně vzrůstá riziko rozvoje závažných komplikací spojených s operační léčbou. I když jsou indikační kritéria pro chirurgickou léčbu v dnešní době stanovena jasně a máme k dispozici jak duševní schopnosti, tak technické vybavení včetně nejmodernějších implantátů, je důležité vždy dodržovat kontraindikace operační léčby a řídit se zásadou našich učitelů – vždy léčit pacienta a ne zlomeninu. Dále je důležité zdůraznit roli chirurga v pooperační péči, na kterou se často zapomíná a jen dobrý chirurg si tuto svou roli uvědomuje. V této fázi léčby má totiž chirurg pro pacienta nezaměnitelný význam – hlavními cíli jeho péče je kontrola průběhu a úspěchu řízené rehabilitace, časná diagnostika možných komplikací, podpůrná léčba (dlahovací techniky, speciální rehabilitace včetně ergoterapie, péče o měkké tkáně a otoky) a hlavně pozitivní motivace pacienta. Je zajímavé, že podle výsledků RCT studie pacienti s podobnými rentgenologickými parametry kvality repozice, rozsahy hybnosti zápěstí a svalové síly vykazovali rozdílné výsledky funkčních testů. Lze se tedy domnívat, že funkční klinický stav pacienta je do určité míry ovlivněn jednak motivací pacienta a jednak jeho schopností tolerovat funkční omezení při specifických činnostech a zátěži. Autor na základě svých zkušeností při léčbě poranění ruky ve své klinické praxi pozoroval, že čím vyšší má pacient motivaci, tím více spolupracuje, častěji rehabilituje, končetinu se snaží více zatěžovat, má nižší riziko výskytu CRPS a je schopen lépe tolerovat funkční omezení vzniklé v důsledku zlomeniny distálního předloktí a posttraumatické instability DRUJ.

Prospektivní randomizovaná studie má řadu limitací, některé byly uvedeny výše. Za další limitaci lze pokládat relativně nízký počet subjektů výzkumu, protože větší počet pacientů mohl vést ke statisticky přesnějším léčebným doporučením. Dalším limitem je, že studie nemá k porovnání svých výsledků jednak komparativní skupinu, která by zahrnovala jiné metody operační léčby zlomenin distálního radia a distální ulny a dále nemá komparativní skupinu, která by zachycovala výsledky konzervativní léčby zlomenin distální ulny při přidružené zlomenině distálního radia řešené konzervativním postupem, protože jedině tak by byl výzkum komplexní. Posledním limitem je, že výzkum a jeho hodnocení prováděla pouze jedna osoba (autor) a může být proto zatížena subjektivní chybou. Validnějších výsledků by bylo dosaženo při nezávislém hodnocení výsledků stejných subjektů různými investigátory a nejlépe při provedení multicentrické studie.

# ZÁVĚR

Všechny vytyčené cíle vědecké práce, které jsou uvedeny v úvodu disertační práce (kapitola 1.1), byly bez výjimky splněny. Bylo provedeno srovnání výsledků konzervativní a operační léčby zlomenin distální ulny při nestabilních zlomeninách distálního radia řešených dlahovou osteosyntézou, byl zhodnocen vliv léčby těchto zlomenin na incidenci posttraumatické instability distálního radioulnárního kloubu a na biomechaniku DRUJ, byl stanoven signifikantní rentgenologický prediktivní faktor instability DRUJ a incidence jednotlivých typů zlomenin distální ulny asociovaných se zlomeninou distálního radia a incidence posttraumatické instability a nakonec byla na základě výsledků výzkumu ověřena doporučení pro léčbu těchto zlomenin distálního předloktí pro optimalizaci funkčních výsledků léčby.

Po zhodnocení rentgenových a funkčních výsledků souboru RCT studie a po porovnání s literárními údaji je možno konstatovat, že operační léčba zlomenin distální ulny při přidružené zlomenině distálního radia řešené dlahovou osteosyntézou metodou ORIF by měla být indikována v následujících případech:

- 1) zlomenina processus styloideus ulnae bez ohledu na typ zlomeniny, respektive bez ohledu na výšku průběhu linie lomu (na základě statického rentgenového obrazu zlomeniny nelze predikovat možnost poranění TFCC), která je asociovaná se signifikantní instabilitou DRUJ po provedení primární osteosyntézy zlomeniny distálního radia prokázanou na základě klinického vyšetření pomocí specifických testů srovnaných s nepostíženou kontralaterální končetinou
- 2) zlomenina proximální třetiny processus styloideus ulnae (base fracture) v případě perzistující primární dislokace periferního fragmentu ad axim nebo ad latum radiálním směrem o 2 mm a více po provedení osteosyntézy zlomeniny distálního radia při současném průkazu instability DRUJ výše uvedenou technikou
- 3) zlomenina hlavice ulny s dislokací fragmentů více než 1 mm intraartikulárně způsobující přímou inkongruenci DRUJ po provedení osteosyntézy zlomeniny distálního radia
- 4) zlomenina hlavice ulny s dislokací fragmentů způsobující nepřímou inkongruenci DRUJ (změna osy, délky a rotace periferního konce ulny) po provedení osteosyntézy zlomeniny distálního radia
- 5) kominutivní zlomenina hlavice ulny (relativní nestabilita)
- 6) nestabilní a dislokovaná subkapitální zlomenina nebo zlomenina distální diafýzy ulny způsobující nepřímou inkongruenci DRUJ po provedení osteosyntézy zlomeniny distálního radia.



Za kontraindikace operační léčby zlomenin distální ulny při přidružené zlomenině distálního radia lze považovat závažný celkový zdravotní stav pacienta nebo závažné přidružené systémové onemocnění (u pacientů užívajících kortikoidy a imunosupresiva musí být přístup individuální), dále nízké funkční nároky pacienta na poraněnou končetinu, špatný lokální stav měkkých tkání a non compliance v léčbě.

# SOUHRN

## Cíl práce

Hlavním cílem výzkumu bylo srovnání výsledků konzervativní a operační léčby zlomenin distální ulny asociovaných se zlomenou distálního radia řešených metodou otevřené repozice a vnitřní fixace dlahovou osteosyntézou a ověření léčebných doporučení pro optimalizaci funkčních výsledků léčby.

## Materiál a metoda

V období od září 2013 do konce prosince 2017 probíhala na Klinice úrazové chirurgie Fakulty zdravotnických studií Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem a Krajské Zdravotní, a. s. – Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem, o. z. otevřeně randomizovaná studie (RCT studie), do které bylo zařazeno celkem 159 pacientů. Subjekty byly systematickým třízením alokovány do tří kohortových skupin, podle kterých byl určen postup léčby zlomenin distálního předloktí – zlomenina distálního radia byla u všech pacientů léčena dlahovou osteosyntézou a zlomenina distální ulny následně podle určeného postupu podle zařazení do konkrétní skupiny. Celkový soubor tvořilo 54 subjektů se zlomeninami distální ulny typu base fractures, zlomeninami hlavice ulny, subkapitálními zlomeninami a zlomeninami distální diafýzy ulny, které byly léčeny dlahovou osteosyntézou implantátem LCP Distal Ulna Plate; 53 subjektů se zlomeninami distální ulny typu base fractures, flake fractures, zlomeninami hlavice ulny a subkapitální zlomeninou, které byly léčeny konzervativním postupem; a 52 subjektů se zlomeninami typu tip fractures, které byly léčeny konzervativním postupem. Pooperační sledování subjektů v RCT studii probíhalo od září roku 2013 do konce prosince roku 2018 a průměrný follow-up subjektů byl 41,3 měsíců (12-64), přičemž 61 % subjektů bylo sledováno 36 měsíců a déle. Výsledky operační léčby byly hodnoceny na základě RTG snímků a multiplanárního CT vyšetření, funkční výsledky poté pomocí klinického vyšetření, měření rozsahu hybnosti zápěstí a předloktí, dynamometrie síly stisku a skórovacích systémů Mayo Wrist Score a Quick DASH Questionnaire.

## Výsledky

Subjekty se zlomeninami ulny typu tip fractures dosáhli na základě statistické analýzy nejlepších výsledků léčby, co se týká limitace svalové síly a funkčního výsledku hodnoceného podle skórovacího systému QDASH. Incidence posttraumatické instability byla u těchto pacientů 21 %. Subjekty se zlomeninami typu base fractures, které byly léčeny operačním postupem, dosáhli signifikantně lepších funkčních výsledků než pacienti léčení konzervativním postupem (vyšší hodnoty ROM ( $p < 0,0001$ ), DYN ( $p = 0,001$ ), MWS ( $p < 0,0001$ ) a signifikantně nižší hodnoty QDASH ( $p = 0,0001$ )). Incidence posttraumatické instability DRUJ u pacientů se zlomeninami typu base fractures léčených konzervativním postupem dosahovala 63 % a byla pozorována u pacientů s nestabilním vazivovým

pakloubem nebo při zhojení zlomeniny v dislokaci ad latus radiálním směrem 2 mm a více. U žádného pacienta s operačně léčenou zlomeninou tohoto typu nebyla pozorována posttraumatická instabilita. Ve skupině pacientů se zlomeninami typu flake fractures léčenými konzervativním postupem byla zaznamenána incidence instability DRUJ v 80 %. Zhojení zlomeniny bodcového výběžku ulny s dislokací ad axim v souboru vedlo k omezení pronosupinačních pohybů. Subjekty se zlomeninou hlavice ulny, kteří byli léčeni operačním postupem, dosáhli signifikantně lepších rentgenových a funkčních výsledků, než subjekty léčené konzervativním postupem (vyšší hodnoty MWS ( $p = 0,001$ ), ROM ( $p = 0,002$ ) a DYN ( $p = 0,012$ ) a signifikantně nižší hodnoty QDASH ( $p = 0,005$ )). Kvůli nízkému počtu subjektů se subkapitálními zlomeninami a zlomeninami distální diafýzy nebyla možná validní statistická analýza dat, ale subjekty s tímto typem zlomeniny léčeným operační léčbou dosáhli velmi dobrých rentgenových a funkčních výsledků léčby.

## **Diskuse**

Za jediný signifikantní rentgenologický prediktivní faktor instability kloubu lze považovat rozšíření intervalu mezi radiem a ulnou v posteroanteriorní projekci ve srovnání s kontralaterální stranou. Na základě statického rentgenového obrazu zlomeniny nelze predikovat možnost přidruženého poranění stabilizátorů DRUJ, výška průběhu linie lomu zlomeniny processus styloideus ulnae tedy není spolehlivým prediktivním faktorem pro chronickou instabilitu DRUJ – každý třetí pacient se zlomeninou processus styloideus ulnae bez ohledu na její typ, který byl v RCT studii léčený konzervativním postupem, měl chronicky nestabilní DRUJ, dva ze tří těchto pacientů měli nějakou formu klinických obtíží a čtvrtina pacientů s instabilitou DRUJ měla nejzávažnější poranění všech stabilizátorů DRUJ. Velmi dobré funkční a rentgenové výsledky byly zaznamenány u subjektů se zlomeninou hlavice ulny, subkapitální zlomeninou a zlomeninou distální diafýzy, u kterých byla obnovena přímá a nepřímá kongruence DRUJ, které vedly k obnovení biomechaniky a funkce kloubu.

## **Závěr**

Na základě výsledků RCT studie a po porovnání s literárními údaji je možno konstatovat, že operační léčba zlomenin distální ulny při přidružené zlomenině distálního radia řešené dlahovou osteosyntézou metodou ORIF by měla být indikována v případě zlomenin processus styloideus ulnae bez ohledu na jejich typ, které jsou spojeny se signifikantní instabilitou DRUJ po provedení osteosyntézy zlomeniny distálního radia, dále v případě zlomeniny proximální třetiny processus styloideus ulnae v případě perzistující primární dislokace periferního fragmentu ad axim nebo ad latus radiálním směrem o 2 mm a více po provedení osteosyntézy zlomeniny distálního radia při současném průkazu instability DRUJ a v případě dislokovaných, nestabilních a kominutivních zlomenin hlavice ulny, subkapitálních zlomenin a zlomenin distální diafýzy ulny, které jsou spojeny s poruchou kongruence DRUJ.

**Klíčová slova:** Zlomenina distální ulny, dlahová osteosyntéza, LCP Distal Ulna Plate.

# SUMMARY

## **Purpose of the study**

The aim of the research was to evaluate and compare the results of conservative and operative treatment of individual types of distal ulna fractures associated with distal radius fracture treated by open reduction and internal fixation using by plate osteosynthesis and to verify the conclusions of other authors regarding the recommended therapeutic procedures for optimization of functional results.

## **Material and methods**

From September 2013 to the end of December 2017, an open-randomized study (RCT study) was conducted at the Clinic of Traumatology of the Faculty of Health Studies of the Purkinje University in Ústí nad Labem and Krajská Zdravotní, a. s. – Masaryk Hospital in Ústí nad Labem, o. z. and total of 159 patients was enrolled to the study. Enrolled subjects were systematically assigned to three cohort groups, according to which has been determined a procedure of distal forearm fractures treatment – distal radius fracture was treated using by plate osteosynthesis in all patients and a distal ulna fracture was treated followed by a cohort categorized procedure. The total of enrolled patients consisted of 54 subjects with base fractures, ulnar head fractures, subcapital fractures and fractures of distal ulna diaphysis, which were treated surgically using by plate osteosynthesis with LCP Distal Ulna Plate; 53 subjects with base fractures, flake fractures, ulnar head fractures and subcapital fracture treated conservatively; and 52 subjects with tip fractures treated conservatively. Postoperative follow-up of subjects in the RCT study was assessed from September 2013 to the end of December 2018 and was average of 41.3 months (12-64), 61 % of subjects was observed 36 months or more. The results of the treatment were evaluated basis on the X-ray images and multiplanar CT scans and functional results on clinical examination, wrist and forearm range of motion, hand grip strength and scoring systems Mayo Wrist Score and Quick DASH Questionnaire.

## **Results**

Subjects with tip fractures of the distal ulna achieved better treatment results according of statistical analysis in terms of limitation of hand grip strength and functional outcome assessed by QDASH scoring system. Incidence of posttraumatic instability of the distal radioulnar joint in these patients was 21 %. Subjects with surgically treated distal ulna base fractures achieved significantly better treatment results than subjects treated conservatively (higher values of ROM ( $p < 0,0001$ ), DYN ( $p = 0,001$ ) and MWS ( $p < 0,0001$ ) and significantly lower values of QDASH ( $p = 0,0001$ )). Incidence of posttraumatic instability of the distal radioulnar joint in these patients was 63 % and it was observed in subjects with unstable nonunion of processus styloideus ulnae or malunion in dislocation ad latus

2 mm and more in radial direction. No traumatic instability was observed in any patient with this type of ulna fracture, that was treated operatively. In patients with conservatively treated flake fracture of the distal ulna, incidence of posttraumatic instability of distal radioulnar joint was 80 %. Malunion of processus styloideus ulnae in dislocation ad axim led to limitation of forearm rotational movements. Surgically treated ulnar head fractures achieved significantly better treatment results than subjects treated conservatively (higher values of MWS ( $p = 0,001$ ), ROM ( $p = 0,002$ ) and DYN ( $p = 0,012$ ) and significantly lower values of QDASH ( $p = 0,005$ )). Due to the low number of subjects with subcapital fractures and fractures of distal ulna diaphysis, valid statistical data analysis was not possible, but subjects with this type of fractures treated with surgical treatment achieved very good radiological and functional results.

## **Discussion**

The only significant X-ray predictive factor of distal radioulnar joint instability is the extension of the interval between radius and ulna in posteroanterior X-ray projection compared with the contralateral side. Based on the static X-ray images of the ulnar styloid process fracture, the possibility of associated injury of the DRUJ stabilizers cannot be predicted – every third conservatively treated subject in RCT study regardless of type of ulnar styloid process fracture had chronic posttraumatic instability of the DRUJ, two out of three of these patients had some form of clinical difficulty and a quarter of all subjects with DRUJ instability had the most severe injuries of all stabilizers of distal radioulnar joint. Very good radiological and functional results were observed in subjects with ulnar head fracture, subcapital fractures and distal ulnar diaphysis fractures, in which direct and indirect congruence of DRUJ has been restored leading to restoration of biomechanics and joint function.

## **Conclusions**

Based on the early functional and radiographic outcomes of RCT study it can be stated, in agreement with the other authors, that the operative treatment of distal ulna fractures associated with the distal radius fracture treated by ORIF should be indicated for fractures of ulnar styloid process regardless of fracture type associated with DRUJ instability following the osteosynthesis of distal radius fracture, and also for base fractures with peripheral fragment dislocation ad axim or ad latus in radial direction by 2 mm and more following the osteosynthesis of distal radius fracture, and also in case of displaced, unstable and comminuted ulnar head fractures, subcapital fractures and distal ulnar diaphysis fractures, which are associated with a disturbance of direct and indirect joint congruence.

**Key words:** distal ulna fracture, plate osteosynthesis, LCP distal ulna plate.

## SEZNAM ZKRATEK

a.	arteria (artérie)
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
ASIF	Association for the Study of Internal Fixation
base fractures	zlomeniny proximální třetiny processus styloideus ulnae
caput fractures	zlomeniny hlavice ulny
CREF	zavřená repozice a externí fixace zlomeniny
CRIF	zavřená repozice a interní fixace zlomeniny
CRPS	komplexní regionální bolestivý syndrom (Complex Regional Pain Syndrom)
DASH	Disability of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire
DIOL	ligamentum arcuatum metaphyseale radiale dorsale
DRUJ	distální radioulnární kloub (distal radioulnar joint)
DRUL	ligamentum radioulnare dorsale
DYN	dynamometrie síly stisku
ECU	musculus extensor carpi ulnaris
EPL	musculus extensor pollicis longus
fx.	zlomenina
FPL	musculus flexor pollicis longus
H0-6	teoretické hypotézy výzkumu
K-drát	Kirschnerův drát
m.	musculus (sval)
MWS	Mayo Wrist Score
n.	nervus (nerv)

ORIF	otevřená repozice a vnitřní fixace zlomeniny
OTA	Orthopaedic Trauma Association
PRUL	ligamentum radioulnare palmare
QDASH	Quick Disability of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire
r.	ramus (větev)
RC kloub	radiokarpální kloub
RI	radiální inklinace
RCT studie	prospektivní randomizovaná studie (randomized controlled trial)
ROM	rozsah hybnosti (range of motion)
subcap fractures	subkapitální zlomeniny a zlomeniny distální diafýzy ulny.
TFC	triangulární disk
TFCC	triangulární fibroartilaginózní komplex
tip fractures	zlomeniny střední a distální třetiny processus styloideus ulnae
UI	palmární inklinace

# SEZNAM POUŽITÝCH LITERÁRNÍCH ZDROJŮ

- 1 Abbaszadegan H, Jonsson U, Von Silvers K. Prediction of instability of Colles' fractures. *Acta Orthop Scand.* 1989; 60: 646-650.
- 2 Adams BD. Distal Radioulnar Joint Instability. In: Berger RA, Weiss APC. *Hand Surgery.* Philadelphia: Lippincot Williams and Wilkins. 2004.
- 3 Adams BD. Effects of radial deformity on distal radioulnar joint mechanics. *J Hand Surg.* 1993; 18A: 492-498.
- 4 Adams BD, Holley KA. Strains in articular disk of the triangular fibrocartilage complex; a biomechanical study. *J Hand Surg Am;* 1993; 18: 919-125.
- 5 Agee JM. External fixation. *Orthop Clin North Am.* 1993; 24: 265-274.
- 6 Ahlborg HG, Josefsson PO. Pin-track complications in external fixation of fractures of the distal radius. *Acta Orthop Scand.* 1999; 70: 116-118.
- 7 Amrami KK, Berger RA. Radiology corner: review of plain radiographs. *J Am Soc Surg Hand.* 2005; 5(1): 4-7.
- 8 Aro H, Koivunen T, Katevui K, et al. Late compression neuropathies after Colles' fractures. *Clin Orthop* 1988; 233: 217-225.
- 9 Atzei A, Luchetti R. Foveal TFCC tear classification and treatment. *Hand Clin.* 2011; 27: 263-272.
- 10 Aulicino PL, Siegel JL. Acute injuries of the distal radio-ulnar joint. *Hand Clin.* 1991; 7: 283-293.
- 11 Baek GH, Lee HJ, Gonk HS, et al. Long-term outcomes of ulnar shortening osteotomy for idiopathic ulnar impaction syndrome: At least 5-years foppow-up. *Clin Orthop Surg.* 2011; 3(4): 295-301.
- 12 Baker DM. Modern day Chauffer's fracture. A fracture-dislocation of the radiocarpla joint. *Orthop Rev.* 1976; 5: 47-51.
- 13 Barton JR. Views and treatment of an important injury to the wrist. *Med Exam.* 1838; 1: 365-368.



- 14 Belloti JC, Moraves VY, Albers MB, et al. Does an ulnar styloid fracture interfere with the results of a distal radius fracture? *Journal of Orthopaedic Science*. 2010; 15: 216–222.
- 15 Berger RA, Kauer JM, Landsmeer JM. Radioscapholunate ligament: a gross anatomic and histologic study of fetal and adult wrist. *J Hand Surg Am*. 1991; 16: 350-355.
- 16 Biyani A, Simison AJ, Klenerman L. Fractures of the distal radius and ulna. *J Hand Surg Br*. 1995; 20(3): 357-364.
- 17 Bowers WH. The distal radioulnar joint. In: Green DP, ed. *Operative Hand Surgery*, 4th ed. New York, NY: Churchill Livingstone. 1999; 986-1032.
- 18 Brakenbury PH, Corea JR, Blakenmore ME. Nonunion of isolated fractures of the ulnar shaft in adults. *Injury*. 1981; 12: 71-375.
- 19 Brink PRG, Rikli DA. Four-Corner Concept: CT-Based Assessment of Fracture Patterns in Distal Radius. *J Wrist Surg*. 2016; 5(2): 147-151.
- 20 Bronstein AJ, Trumble TE, Tencer AF. The effects of distal radius fracture malalignment on forearm rotation: a cadaveric study. *J Hand Surg*. 1997; 22A: 258-262.
- 21 Bruckner JD, Lichtman DM, Alexander AH. Complex dislocations of the distal radioulnar joint: recognition and management. *Clin Orthop*. 1992; 275: 90-103.
- 22 Brunner A, Siebert C, Stieger C, Kastius A, Link BC, Babst R. The dorsal tangential X-ray view to determine dorsal screw penetration during volar plating of distal radius fractures. *J Hand Surg Am*. 2015; 40 (1): 27-33.
- 23 Bungler C, Solund K, Rasmussen P. Early results after Colles' fractures. Functional bracing in supination versus dorsal plaster immobilization. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1984; 103: 251-256.
- 24 Buterbaugh GA, Palmer AK. Fractures and dislocations of the distal radioulnar joint. *Hand Clin*. 1988; 4(3): 361-375.
- 25 Case RD. Haematoma block – a safe method of reducing Colles' fractures. *Injury*. 1985; 16: 469-470.
- 26 Catalano LW 3rd, Cole JR, Gelberman RH, et al. Displaced intra-articular fractures of the distal aspect of the radius. Long-term results in young adults after open reduction and internal fixation. *J Bone Joint Surg*. 1997; 79A(9): 1290-1302.

- 27 Cauchoix J, Duparc J, Potel M. Les fractures-luxations marginales antérieures du radius. *Rev Chir Orthop.* 46: 233.
- 28 Colles A. On the fracture of the carpal extremity of the radius. *Edinb Med Surg J.* 1814; 10: 182-186.
- 29 Cooney WP 3rd, Dobyns JH, Lindscheid RL et al. Complications of Colles' fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1980; 62: 613-619.
- 30 Cooney WP 3rd, Rayhack JM. Fractures of the Distal Ulna and Radioulnar Joint. In: Cooney WP 3rd et al. *The Wrist.* Philadelphia: Lippincot Williams and Wilkins. 2010; 44: 893-902.
- 31 DePalma AF. Comminuted fractures of the distal end of the radius treated by ulnar pinning. *J Bone Joint Surg Am.* 1952; 34: 651-662.
- 32 DeSmet L, Fabry G. Orientation of the sigmoid notch of the distal radius: determination of different types of the distal radioulnar joint. *Acta Orthop Belg.* 1993; 59(3): 269-272.
- 33 Dennison DG. Open reduction and internal locked fixation of unstable distal ulna fractures with concomitant distal radius fracture. *J Hand Surg.* 2007; 32A(6): 801-805.
- 34 Dinley RJ, Michelinakis E. Local anesthesia in the reduction of Colles' fractures. *Injury.* 1973; 4: 345-346.
- 35 Dobyns JH, Lindscheid RL. Fractures and dislocations of the wrist. In: Rockwood CA, Green DP, eds. *Fractures in adults*, 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincott Co. 1984; 411-509.
- 36 Drobetz H, Kutscha-Lissberg E. Osteosynthesis of distal radial fractures with a volar locking screw plate system. *Int. Orthop.* 2003; 27(1): 1-6.
- 37 Dungal, P. a kol. *Ortopedie.* Praha: Grada. 2005.
- 38 Dyer CR, Kushner SH, Brien WW. The distal radioulnar joint following Galeazzi's fracture. *Orthop Rev.* 1994; 587-592.
- 39 Dymond IWD. The treatment of isolated fractures of the distal ulna. *J Bone Joint Surg Br.* 1984; 66(3): 408-410.
- 40 Ekelund AL, Nilsson OS. Early mobilisation of isolated ulnar shaft fractures. *Acta Orthop Scan.* 1989; 60: 261-262.
- 41 Ekenstam J, Hagert DG. Anatomical studies on the geometry and stability of the distal radio-ulnar joint. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1985; 19: 17-25.

- 42 Epner RA, Bowers WH, Guilford WB. Ulnar varinace – the effect of wrist positioning and roentgen filming technique. *J Hand Surg Am.* 1982; 7: 298-305.
- 43 Essex-Lopresti P. Fractures of the radial head with distal radio-ulnar dislocation: report of two cases. *J Bone Joint Surg.* 1951; 33-B: 244-247.
- 44 Felderhoff J, Wiemer P, Dronsella J, et al. The operative therapy of distal unstable radius fractures with dorsal and palmar plates. A retrospective study with respect to the DASH-score system. *Orthopäde.* 1999; 28(10): 853-863.
- 45 Fernandez DL, Jupiter JB. *Fracture of the Distal radius: A practical Approach to Management.* New York: Springer-Verlag, 2002.
- 46 Fernandez DL, Ring D, Jupiter JB. Surgical management of delayed union and nonunion of distal radius fractures. *J Hand Surg Am.* 2001; 26(2): 201-209.
- 47 Foster BJ, Bindra RR. Intrafocal pin plate fixation of distal ulna fractures associated with distal radius fractures. *J Hand Surg Am.* 2012; 37(2): 356-359.
- 48 Förstner H. Das distale Radio-Ulnar-Gelenk (DRU). Morphologische Ueberlegungen und chirurgisch-orthopaedische Konsequenzen. *Unfallchirurgie.* 1987; 90: 512-517.
- 49 Friedman SL, Palmer AK. The ulnar impaction syndrome. *Hand Clin.* 1991; 295-310.
- 50 Frykman G. Fractures of the distal radius including sequelae-shoulder-hand-finger syndrome, disturbance in the distal radioulnar joint and impairment of nerve function: a clinical and experimental study. *Acta Orthop Scand.* 1967; 108: 1-153.
- 51 Fujitani R, Omokawa S., Akahane M, et al.: Predictors of distal radioulnar joint instability in distal radius fractures. *Journal of Hand Surgery.* 2011; 36A: 1919–1925.
- 52 Galeazzi R. Ueber ein besonderes Syndrom bei Verletzungen im Bereich der Unterarmknochen. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1935; 35: 557-562.
- 53 Garcia-Elias M. Soft-tissue anatomy and relationships about the distal ulna. *Hand Clin.* 1998; 14: 165-176.
- 54 Gebuhr P, Holmich P, Orsnes T, et al. Isolated ulnar shaft fractures. Comparison of treatment by a functional brace and long arm cast. *J Bone Joint Surg Br.* 1992; 74: 757-759.
- 55 Geissler WB. Arthroscopically assisted reduction of intra-articular fractures of the distal radius. *Hand Clin.* 1995; 11: 19-29.

- 56 Geissler WB, Fernandez DL, Lamey DM. Distal radioulnar joint injuries associated with fractures of the distal radius. *Clin Orthop Relat Res.* 1996; 327: 135-146.
- 57 Geissler WB, Freeland AE, Savoie FH, et al. Intracarpal soft-tissue lesions associated with an intraarticular fracture of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg.* 1996; 78A(3): 357-365.
- 58 Gelberman RH, Szabo RM, Mortensen WW, et al. Carpal tunnel pressures and wrist position in patients with Colles' fracture. *J Trauma.* 1984; 24: 747-749.
- 59 Golden GN. Treatment and prognosis of Colles' fracture. *Lancet.* 1963; 1: 511-514.
- 60 Grechenig W, Peicha G, Fellingner M. Primary ulnar head prosthesis for the treatment of an irreparable ulnar head fracture dislocation. *J Hand Surg.* 2001; 26B(3): 269–271.
- 61 Gschwentner M, Arora R, Wambacher M, et al. Distal forearm fracture in the adult, is ORIF of the radius and closed reduction of the ulna a treatment option in distal forearm fracture? *Arch. Orthop. Trauma. Surgery.* 2008; 128: 847–855.
- 62 Gummesson C, Ward MM, Atroshi I. The shortened disabilities of the arm, shoulder and hand questionnaire (Quick DASH): validity and reliability based on responses within the full-length DASH. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2006; 7 (44): 1-7.
- 63 Hagert CG. Distal radius fracture and the radioulnar joint – anatomical considerations. *Handchir Microchir Plat Chir.* 1994; 26: 22-26.
- 64 Hagert CG. The distal radioulnar joint. *Hand Clin.* 1987; 3: 41-50.
- 65 Halls AA, Travill A. Transmission of pressures across the elbow joint. *Anat Rec.* 1964; 150: 243-248.
- 66 Hanel DP, Scheid DK. Irreducible fracture-dislocation of the distal radio-ulnar joint secondary to entrapment of the extensor carpi ulnaris tendon. *Clin Orthop.* 1988; 234: 56-60.
- 67 Hassan S, Shafafy R, Mohan A, et al. Solitary ulnar shortening osteotomy for malunion of distal radius fractures: experience of a centre in the UK and review of the literature. *Ann R Coll Surg Engl.* 2019; 101 (3) : 203-207.
- 68 Hauck RM. Ulnar styloid fractures: a review. *Current Opinion in Orthopaedics.* 2005; 16: 227-230.
- 69 Hauck RM, Skahen J 3rd, Palmer AK. Classification and treatment of ulnar styloid nonunion. *J Hand Surg.* 1996; 21A(3): 418-422.

- 70 Heffington CA, Thompson RC. The use of interscalene block anesthesia for manipulative reduction of fractures and dislocations. *J Bone Joint Surg Am.* 1973; 55: 83-86.
- 71 Hellebrekers P, Leenen LP, Hoekstra M, Hietbrink F. Effect of a standardized treatment regime for infection after osteosynthesis. *J Orthop Surg Res.* 2017; 12(1): 41.
- 72 Hirahara H, Neale PG, Lin YT, et al. Kinematic and torque-related effects of dorsally angulated distal radius fractures and the radial ulnar joint. *J Hand Surg Am.* 2003; 28: 614-621.
- 73 Hughston JC. Fractures of the distal radial shaft. Mistakes in treatment. *J Bone Joint Surg.* 2001; 39-A: 249-264.
- 74 Hulten O. Über anatomische Variationen der Handgelenkknöchel. *Acta Radiol.* 1928; 155-168.
- 75 Hunsaker FG, Cioffi DA, Amadio PC, et al. The American academy of orthopaedic surgeons outcomes instruments: normative values from the general population. *J Bone Joint Surg Am.* 2002; 84A (2): 208-215.
- 76 Hutchinson DT, Strenz GO, Cautilli RA. Pins and plaster vs external fixation in the treatment of unstable distal radial fractures. A randomized prospective study. *J Hand Surg Br.* 1995; 20: 365-372.
- 77 Chen NC, Jupiter JB. Management of Distal Radial Fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2007; 89: 2051-2062.
- 78 Chidgey LK. Histologic anatomy of the triangular fibrocartilage. *Hand Clin.* 1991; 7: 249-262.
- 79 Ishii S, Palmer AK, Werner FW, et al. Pressure distribution in the distal radioulnar joint. *J Hand Surg.* 1998; 23A: 909-913.
- 80 Jakab E, Ganos DL, Gagnon S. Isolated intra-articular fractures of the ulnar head. *J Orthop Trauma.* 1993; 7(3): 290-292, 1993.
- 81 Jenkins NH, Mintowt-Czyz WJ. Mal-union and dysfunction in Colles' fracture. *J Hand Surg Br.* 1988; 13: 291-293.
- 82 Johnson RK, Shrewsbury MM. The pronator quadratus in motions and in stabilisation of the radius and ulna at the distal radioulnar joint. *J Hand Surg.* 1976; 1: 205-209.
- 83 Jupiter JB. Commentary: The effect of ulnar styloid fractures on patient-rated outcomes after volar locking plating of distal radius fractures. *J Hand Surg.* 2009; 34(9): 1603-1604.

- 84 Jupiter JB. Intraarticular Distal Radius Fractures. In: Berger RA, Weiss APC. Hand Surgery. Philadelphia: Lippincot Williams and Wilkins. 2004.
- 85 Jupiter JB. Plate fixation of the distal radius – relative indications. J Orthop Trauma. 1999; 13: 559-569.
- 86 Jupiter JB, Fernandez DL. Comparative classification for fractures of the distal end oh the radius. J Hand Surg. 1997; 22(4): 563-571.
- 87 Jupiter JB, Fernandez DL. Complications Following Distal Radial Fractures. J Bone Joint Surg. 2001; 83 (8): 1244-1265.
- 88 Jupiter JB, Masem M. Reconstruction of post-traumatic deformity of the radius and ulna. Hand Clin. 1988; 4: 377-390.
- 89 Kang HJ, Shim DJ, Yong SW, et al. Operative treatment for isolated distal ulnar shaft fracture. Yonsei Med J. 2002; 43(5): 631-636.
- 90 Kapandji A. Biomécanique du carpe et du poignet. Ann Chir Main. 1987; 6: 147-169.
- 91 Kapandji A. Intra-focal pinning of fractures of the distal end of the radius 10 years later. Ann Chir Main. 1987; 6: 57-63.
- 92 Kauer JMG. The articular disc of the hand. Acta Anat. 1975; 93: 590-605.
- 93 Kauer JM. The distal radioulnar joint. Anatomic and functional considerations. Clin Orthop Relat Res. 1992; 275: 37-45.
- 94 Kaukonen JP, Karahaju EO, Porras M, et al. Functional recovery after fractures of the distal forearm: analysis of radiographic and other factors affecting the outcome. Ann Chir Gynaecol. 1988; 77: 27-31.
- 95 Kazuki K, Kusunoki M, Shimazu A. Pressure distribution in the radiocarpal joint measured with a densitometer designed for pressure-sensitive film. J Hand Surg Am. 1991; 16: 401-408.
- 96 Kellam JL, Mainberg EG, Agel MA, et al. Fracture and dislocation classification compendium – 2018: International Comprehensive Classification of Fractures and Dislocations Committee. J Orthop Trauma. 2018; 32(1): 1-173.
- 97 Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthritis. Ann. Rheum. Dis. 2000; 16 (4): 494-502.

- 98 Kihara H, Palmer AK, Werner FW, et al. The effect of dorsally angulated distal radius fractures on distal radioulnar joint congruency and forearm rotation. *J Hand Surg.* 1996; 21A: 40-47.
- 99 Kihara H, Short WH, Werner FW et al. The stabilizing mechanism of the distal radioulnar joint during pronation and supination. *J Hand Surg Am.* 1995; 20: 930-936.
- 100 Kikuchi Y, Nakamura T. Avulsion fracture at the fovea of the ulna. *J Hand Surg.* 1998; 23B: 176-178.
- 101 Kim JK, Koh Y-D, Do N-H, et al. Should an ulnar styloid fracture be fixed after plate fixation of distal radial fractures? *Journal of Bone and Joint Surgery.* 2010; 92-A: 1–6.
- 102 Kim PH, Leopold SS. Gustilo-Anderson Classification. *Clin Orthop Relat Res.* 2012; 470(11): 3270-3274.
- 103 King GJ, Mc Murtry RY, Rubenstein JD, et al. Kinematics of the distal radioulnar joint. *J Hand Surg.* 1986; 11A: 798-804.
- 104 Klammer G, Dietrich M, Farshad M, et al. Intraoperative imaging of the distal radioulnar joint using a modified skyline view. *J Hand Surg.* 2012; 37(3): 503-508.
- 105 Knirk JL, Jupiter JB. Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone Joint Surg.* 1986; 68A(5): 647-659.
- 106 Koebke J. Deskriptive und funktionelle Anatomie des ulnaresm Kompartimentes des Handgelenkes. In: Nigst H. ed. *Handgelenksverletzungen.* Sguttgart: Hippocrates. 1988: 11-14.
- 107 Koman LA, Mooney JF 3rd, Poehling GC. Fractures and ligamentous injuries of the wrist. *Hand Clin.* 1990; 6: 477-491.
- 108 Kooner P, Sidhu RS, MacDermid J, Grewal R. Complications of Distal Radius Fractures in the Elderly: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Hand Surg Am.* 2017; 42(9): S8.
- 109 LaFontaine M, Hardy D, Delince PH. Stability assessment of distal radius fractures. *Injury.* 1989; 20: 208-210.
- 110 Lambotte A. *Chirurgie operatoire dans les fractures.* Paris, France: Masson and Cie; 1913.
- 111 Lane WA. On the operative treatment of simple fractures. *Lancet* 1990; 1. 1489-1493.

- 112 Lee SK, Kim KJ, Park JS, et al. Distal Ulna Hook Plate Fixation for Unstable Distal Ulna Fracture Associated With Distal Radius Fracture. *Orthopaedics*. 2012; 35(9): 1358-1364.
- 113 Lichtman DM, Ganocy TK, Kim DC. The indications for and techniques and outcomes of ablative procedures of the distal ulna. *Hand Clin*. 1998; 14: 265-277.
- 114 Lindau T, Adlercreutz C, Aspenberg P. Peripheral tears of the triangular fibrocartilage complex cause distal radioulnar instability after distal radius fractures. *J Hand Surg*. 2000; 25A(3): 464-468, 2000.
- 115 Lindau T, Arner M, Hagberg L. Intraarticular lesions in distal fractures of the radius in young adults. A descriptive arthroscopic study in 50 patients. *J Hand Surg*. 1997; 22B(5): 638-643.
- 116 Lipschultz T, Osterman AL. New methods in the evaluation of chronic wrist pain. *Univ Penn Orthop J Spring*. 1990; 6: 37-40.
- 117 Lo IK, MacDermid JC, Bennett JD, et al. The radioulnar ratio: a new method of quantifying distal radioulnar joint subluxation. *J Hand Surg Am*. 2001; 26: 236-243.
- 118 Logan AJ, Lindau T. The management of distal ulnar fractures in adults: a review of the literature and recommendations for treatment. *Strat Traum Limb Recon*. 2008; 3: 49-56.
- 119 Lynch AC, Lipscomb PR. The carpal tunnel syndrome and Colles' fracture. *JAMA*. 1963; 185: 363-366.
- 120 Mannerfelt L, Oetker R, Ostlund B, et al. Rupture of the extensor pollicis longus tendon after Colles fracture and by rheumatoid arthritis. *J Hand Surg Br*. 1990; 15: 49-50.
- 121 Marsh JL, Slongo TF, Agel J, et al. Fracture and dislocation classification compendium - 2007: Orthopaedic Trauma Association classification, database and outcomes committee. *J Orthop Trauma*. 2007; 21(10): 1-133.
- 122 May MM, Lawton JN, Blazar PE. Ulnar styloid fractures associated with distal radius fractures: Incidence and implications for distal radioulnar joint instability. *J Hand Surg*. 2002; 27A(6): 965-971.
- 123 Mayfield JK. Mechanism of carpal injuries. *Clin Orthop*. 1980; 149: 45-54.
- 124 Mayfield JK, Johnson RP, Kilcoyne RF. Carpal dislocations: pathomechanics and progressive perilunar instability. *J Hand Surg*. 1980; 5: 226-241.
- 125 McAuliffe JA. Forearm fixation. *Hand Clin*. 1997; 13: 689-701.



- 126 McMurtry RY, Jupiter JB. Fractures of the distal radius. In: Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, et al. Eds. *Skeletal Trauma*. Philadelphia: WB Saunders. 1992; 1063-1094.
- 127 Melone CP Jr. Open treatment for displaced articular fractures of the distal radius. *Clin Orthop*. 1986; 202: 103-111.
- 128 Meluzinová P, Kopp L, Dráč P, et al. Comparison of Short-Term Results of Conservative versus Operative Treatment of Distal Ulna Fractures Associated with Distal Radius Fracture Treated by Plate Osteosynthesis. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2017; 84(3): 182-188.
- 129 Meluzinová P, Kopp L, Dráč P, et al. Plate osteosynthesis of distal ulna fractures with associated distal radius fractures treated by open reduction and internal fixation. Short-term functional and radiographic results. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2015; 82: 369-376.
- 130 Mikic ZD. Detailed anatomy of the articular disc of the distal radioulnar joint. *Clin Orthop*. 1989; 245: 123-132.
- 131 Mikic ZD. Treatment of acute injuries of the triangular fibrocartilage complex associated with distal radioulnar joint instability. *J Hand Surg*. 1995; 20A(2): 319-323.
- 132 Mino DE, Palmer AK, Levinsohn EM. Radiography and computerized tomography in the diagnosis of incongruity of the distal radio-ulnar joint. A prospective study. *J Bone Joint Surg Am*. 1985; 67: 247-252.
- 133 Missakian L, Cooney WP, Amadio PC, et al. Open reduction and internal fixation for distal radius fractures. *J Hand Surg Am*. 1992; 17: 745-755.
- 134 Moberg E. Shoulder-hand-finger syndrome, reflex dystrophy, causalgia. *Acta Chir Scand*. 1963; 125: 523.
- 135 Monheim MS, Bolger JT, Omer GE. Radiocarpal dislocation – classification and rationale for management. *Clin Orthop*. 1985; 192: 199-209.
- 136 Moore T, Klein J, Patzakin M, et al. Results of comparison-plate of closed Galeazzi fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 1985; 67: 1015-1021.
- 137 Moritomo H, Noda K, Goto A, et al. Interosseous membrane of the forearm: length change of ligaments during forearm rotation. *J Hand Surg Am*. 2009; 34(4): 685-691.
- 138 Morrey BF, Askew LJ, Chao EY. Biomechanical study of normal functional elbow motion. *J Bone Joint Surg Am*. 1981; 63: 872-877.

- 139 Mugdal C, Hastings HH. Scapholunate diastasis in fractures of the distal radius: pathomechanics and treatment options. *J Hand Surg.* 1993; 18: 725-729.
- 140 Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, et al. *Manual of Internal Fixation: Techniques Redommended by the AO group.* 2nd ed. New York, NY: Springer Verlag. 1979.
- 141 Nakamura R, Horii E, Imaeda T, Tsunoda K, Nakao E: Distal radioulnar joint subluxation and dislocation diagnosed by standard roentgenography. *Skeletal Radiol.* 1995; 24(2): 91-94.
- 142 Nicolaidis SC, Hildreth DH, Lichtman DM. Acute injuries of the distal radioulnar joint (review). *Hand Clin.* 2000; 16: 449-459.
- 143 Nienstedt F. Operative treatment of intra-articular Smith fractures. *J Hand Surg Br.* 1999; 24: 99-103.
- 144 Oskarsson GV, Aaser P, Hjall A. Do we understand the predictive value of the ulnar styloid affection in Colles fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1997; 116(6-7): 341-344.
- 145 Paley D, Mc Murtry RY, Murray JF. Dorsal dislocation of the ulnar styloid and extensor carpi ulnaris tendon in the distal radio-ulnar joint. The empty sulcus sign. *J Hand Surg.* 1987; 6: 1029-1032.
- 146 Palmer AK. Fractures of the distal radius. In: Green DP, ed. *Operative Hand Surgery, Vol 2.* 2nd ed. New York, NY: Churchill Livingstone, 1988.
- 147 Palmer AK. Triangular fibrocartilage lesions: a classification. *J Hand Surg.* 1989; 14A: 594-606.
- 148 Palmer AK, Glisson RR, Werner FW. Ulnar variance determination. *J Hand Surg Am.* 1982; 7: 376-379.
- 149 Palmer AK, Weber FW. Biomechanic of the distal radioulnar joint. *Clin Orthop.* 1984; 187: 26-35.
- 150 Palmer AK, Werner FW. The triangular fibrocartilage complex of the wrist – anatomy and function. *J Hand Surg.* 1981; 6: 153-162.
- 151 Patel M. Two Lyonese surgeons of the 18th century: Claude Pouteau and Marc-Antonie Petit. *Prog Med (Paris).* 1959, 87, 337-41.
- 152 Pattee GA, Thompson GH. Anterior and posterior marginal fracture-dislocation of the distal radius. *Clin Orthop.* 1988; 231: 183-195.

- 153 Pirela-Cruz MA, Goll SR, Klug M, et al. Stress computed tomography analysis of the distal radioulnar joint: A diagnostic tool for determining translational motion. *J Hand Surg Am.* 1991; 16: 75–82.
- 154 Pogue DJ, Viegas SF, Patterson RM, et al. Effects of distal radius fracture malunion on wrist joint mechanics. *J Hand Surg.* 1990; 15A: 721-727.
- 155 Pool C. Colles' fracture. A prospective study of treatment. *J Bone Joint Surg Br.* 1973; 55: 540.
- 156 Prommersberger KJ, Pillukat T, Mühlendorfer M, et al. Malunion of the distal radius. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2012; 132(5): 693-702.
- 157 Rabinowitz RS, Light TR, Harvey RM, et al. The role of the interosseous membrane and the triangular fibrocartilage complex in forearm stability. *J Hand Surg.* 1994; 19A: 385-393.
- 158 Raskin KB, Beldner S. Clinical examination of the distal ulna and surrounding structures. *Hand Clin.* 1998; 14: 177-190.
- 159 Rayhack JM, Langworthy JN, et al. Transulnar percutaneous pinning of displaced distal radial fractures: a preliminary report. *J Orthop Trauma.* 1989; 3: 107-114.
- 160 Reeves B. Excision of the ulnar styloid fragment after Colles' fracture. *Int Surg.* 1966; 45(1): 46-52.
- 161 Richards RS, Bennett JD, Roth JH, et al. Arthroscopic diagnosis of intra-articular soft tissue injuries associated with distal radial fractures. *J Hand Surg Am.* 1997; 22: 772-776.
- 162 Richards RS, Freeland AE, Savoie FG, et al. Intercarpal soft-tissue injuries associated with distal radius fractures. *J Hand Surg.* 1997; 22A: 772-776.
- 163 Richards TA, Deal DN. Distal ulna fractures. *J Hand Surg.* 2014; 39-A:385-391.
- 164 Rikli DA, Regazzoni P. Fractures of the distal end of the radius treated by internal fixation and early function. A preliminary report of 20 cases. *J Bone Joint Surg Br.* 1996; 78(4): 588-592.
- 165 Ring D, Jupiter JB. Operative exposures of fractures of the distal radius. *Tech Hand Upper Extrem Surg.* 1999; 3: 259-264.
- 166 Ring D, McCarty LP, Campbell D, et al. Condylar blade plate fixation of unstable fractures of the distal ulna associated with fracture of the distal radius. *J Hand Surg Am.* 2004; 29(1):103-109.

- 167 Roberts JO, Regan PJ, Roberts AH, et al. Rupture of flexor pollicis longus as a complication of Colles' fracture: a case report. *J Hand Surg Br.* 1990; 15: 370-372.
- 168 Rozental TD, Bozentka DJ, Katz MA, et al. Evaluation of the sigmoid notch with computed tomography following intra-articular distal radius fracture. *J Hand Surg.* 2001; 26A: 244-251.
- 169 Ruchelsman DE, Raskin KB, Rettig ME. Outcome following acute primary distal ulna resection for comminuted distal ulna fractures at the time of operative fixation of unstable fractures of the distal radius. *Hand (N Y).* 2009; 4(4): 391-396.
- 170 Sammer DM, Shah HM, Shauver MJ, et al.: The Effect of ulnar styloid fractures on patient-rated outcomes after volar locking plating of distal radius fractures. *Journal of Hand Surgery.* 2009; 34A: 1595-1602.
- 171 Sauder DJ, Athwal GS. Management of isolated ulnar shaft fractures. *Hand Clin.* 2007; 23: 179-184.
- 172 Scheck M. Long-term follow-up of treatment of comminuted fractures of the distal end of the radius by transfixation with Kirschner wires and cast. *J Bone Joint Surg.* 1962; 44: 337-351.
- 173 Scheer JH, Adolfsson LE. Pathomechanism of ulnar ligament lesions of the wrist in a cadaveric distal radius fracture model. *Acta Orthopaedica.* 2011; 82 (3): 360-364.
- 174 Schuind FA, An KN, Berglund L et al. The distal radioulnar ligaments: a biomechanical study. *J Hand Surg Am.* 1991; 16: 1106-1114.
- 175 Schuind FA, Lindscheid RL, An KN et al. A normal data base of posteroanterior roentgenographic measurement of the wrist. *J Bone Joint Surg Am.* 1992; 74: 1418-1429.
- 176 Schuind FA, Lindscheid RL, An KN et al. Changes in wrist and forearm configuration with grasp and isometric contraction of elbow flexors. *J Hand Surg Am.* 1992; 17:698-703.
- 177 Schulz KF, Altman DG, Moher D. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ.* 2010; 340: c332.
- 178 Seitz WH Jr., Raikin SM. Resection of comminuted ulna head fragments with soft tissue reconstruction when associated with distal radius fractures. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2007; 11(4): 224-230.
- 179 Shaw JA, Bruno A, Paul EM. Ulnar styloid fixation in the treatment of posttraumatic instability of the radioulnar joint: a biomechanical study with clinical correlation. *J Hand Surg.* 1990; 15A(5): 712-720.

- 180 Shin EK, Jupiter JB. Current Concepts in the Management of Distal Radius Fractures. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2007; 74: 233–246, 2007.
- 181 Short WH, Palmer AK, Werner FW, et al. A biomechanical study of distal radial fractures. *J Hand Surg Am.* 1987; 12: 529-534.
- 182 Skahen JR 3rd, Palmer AK, Werner FW et al. The interosseous membrane of the forearm: anatomy and function. *J Hand Surg Am.* 1997; 22: 981-985.
- 183 Solan MC, Rees R, Molloy S, et al. Internal fixation after intra-articular fracture of the distal ulnar. *J Bone Joint Surg.* 2003; 85B(2): 279-280.
- 184 Souer JS, Ring D, Matschke S, et al.: Effect of an unrepaired fracture of the ulnar styloid base on outcome after Plate-and-Screw fixation of a distal radial fracture. *Journal of Bone and Joint Surgery.* 2009; 91: 830–838.
- 185 Spinner M, Kaplan EB. Extensor carpi ulnaris. Its relationship to stability of the distal radio-ulnar joint. *Clin Orthop.* 1970; 68: 124-129.
- 186 Steinberg BD, Plancher KD, Idler RS. Percutaneous Kirschner wire fixation through the snuffbox: an anatomic study. *J Hand Surg.* 1995; 20: 57-62.
- 187 Stern PJ, Drury WJ. Complications of plate fixation of forearm fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1983; 175:25-29.
- 188 Taleisnik J, Gelberman RH, Miller BW, et al. The extensor retinaculum of the wrist. *J Hand Surg.* 1984; 9A: 495-501.
- 189 Taleisnik J, Watson HK. Midcarpal instability caused by malunited fractures of the distal radius. *J Han Surg Am.* 1984; 9: 350-357.
- 190 Tamura Y, Inoue G. Dislocation of the distal radioulnar joint associated with an intraarticular fracture of the ulnar head: report of two cases. *J Orthop Trauma.* 1998; 12: 68-70.
- 191 Tay SC, Tomita K, Berger RA. The ulnar fovea sign for defining ulnar wrist pain. *J Hand Surg Am.* 2007; 32: 438-444.
- 192 Thompson GH, Grant TT. Barton’s fractures – reverse Barton’s fractures. Confusing eponyms. *Clin Orthop.* 1977; 122: 210-221.
- 193 Tolat AR, Sanderson PL, De Smet L, et al. The gymnast’s wrist: acquired positive ulnar variance following chronic epiphyseal injury. *J Hand Surg Br.* 1992; 17(6): 678-681.

- 194 Tolat AR, Stanley JK, Trail IA. A cadaveric study of the anatomy and stability of the distal radioulnar joint in the coronal and transverse planes. *J Hand Surg.* 1996; 21B: 587-594.
- 195 Törnvall AH, Ekenstam F, Hagert CG et al. Radiologic examination and measurement of the wrist and distal radio-ulnar joint. New aspects. *Acta Radiol Diagn (Stockh).* 1986; 27: 581-588.
- 196 Urits I, Shen AH, Jones MR, et al. Complex Regional Pain Syndrome, Current Concepts and Treatment Options. *Curr Pain Headache Rep.* 2018; 22(2): 10.
- 197 VanLeeuwen WF, VanHoorn BT, Chen N, et al. Kirschner wire pin site infection in hand and wrist fractures: incidence rate and risk factors. *J Hand Surg Eur Vol.* 2016; 41(9): 990-994.
- 198 VanSchoonhoven J, Lanz U. Acute Injuries of the Distal Ulna. In: Berger RA, Weiss APC. *Hand Surgery.* Philadelphia: Lippincot Williams and Wilkins. 2004.
- 199 VanSchoonhoven J, Lanz U. Rund um den Ellenkopf: Verletzungsmuster und Klassifikationen. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 1998; 30: 351-360.
- 200 Veseley DG. The distal radio-ulnar joint. *Clin Orthop.* 1967; 51: 75-91.
- 201 Virak T, Capo J, Warburton M. Distal radius fractures fixation with an intramedullary nail. *Tech. Hand Upper Extrem. Surg.* 2005; 9: 195-201.
- 202 Vlček M, Landor I, Višňa P, et al. Význam multidirekcionálního zavedení šroubů při ošetření zlomenin distálního radia úhlově stabilní dlahou. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2011; 78: 27-33.
- 203 Wahlström O. Treatment of Colles' fracture. A prospective comparison of three different positions of immobilization. *Acta Orthop Scand.* 1982; 53: 225-228.
- 204 Weber ER, Chao EY. An experimental approach to the mechanism of scaphoid wrist fractures. *J Hand Surg Am.* 1978; 3: 142-148.
- 205 Wechsler RJ, Wehbe MA, Rafkin MD, et al. Computed tomography diagnosis of distal radioulnar subluxation. *Skeletal Radiol.* 1987; 16: 1-5.
- 206 Werber KD, Wuttge-Hannig A, Hannig C. Cinematography, a new diagnostic procedure in evaluation of the injured painful wrist joint. *Langenbecks Arch Chir Suppl II Verh Dtsch Ges Chir.* 1990; 727-729.
- 207 Werner FW, An K-N. Biomechanics of the elbow and forearm. *Hand Clin.* 1994; 10: 257-373.

- 208 Whipple TL. Preoperative evaluation and imaging. In: Whipple TL, ed. *Arthroscopic Surgery: The Wrist*. Philadelphia, PA: JB Lippincott.1992.
- 209 Whipple TL. The role of arthroscopy in the treatment of intraarticular wrist fractures. *Hand Clin.* 1995; 11: 13-18.
- 210 Wright RR, Schmeling GJ, Schwab JP. The necessity of acute bone grafting in diaphyseal forearm fractures: a retrospective review. *J Orthop Trauma.* 1997; 11: 288-294.
- 211 Zemel NP. The prevention and treatment of complications from fractures of the distal radius and ulna. *Hand Clin.* 1987; 3: 1-11.
- 212 Zenke Y, Sakai A, Oshige T, et al.: The effect of an associated ulnar styloid fracture on the outcome after fixation of fracture of the distal radius. *Journal of Bone and Joint Surgery.* 2009; 91-B: 102–107.

# PŘEHLED ODBORNÉ ČINNOSTI AUTORA

## 1.1 ODBORNÁ ČINNOST SOUVISEJÍCÍ S DOKTORSKÝM STUDIEM

### Původní vědecké publikace v časopise s IF

- 1 Dlahová osteosyntéza zlomenin distální ulny při současné zlomenině distálního radia řešené dlahovou osteosyntézou – časné a funkční rentgenové výsledky**  
Meluzinová, P., Kopp, L., Dráč, P., Edelmann, K., Obruba, P.  
Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2015; 82: 369-376.
- 2 Srovnání časných výsledků konzervativní a operační léčby zlomenin distální ulny přidružených při zlomenině distálního radia řešené dlahovou osteosyntézou.**  
Meluzinová, P., Kopp, L., Dráč, P., Edelmann, K., Obruba, P.  
Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2017; 84(3): 182-188.
- 3 Malpozice distální ulny po zlomenině distální diafýzy řešená třívinnou korekční osteotomií – kasuistika.**  
Meluzinová, P., Dráč, P.  
Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2019; (4) – přijato k publikaci 08/2018

### Kongresové prezentace formou posteru

- 1 Comparison of short-term results of conservative versus operative treatment of distal ulna fractures associated with distal radius fracture treated by plate osteosynthesis**  
Meluzinová, P., Kopp, L., Dráč, P., Edelmann, K., Obruba, P.  
EUROHAND 2017 – XXII. FESSH Congress + XII. EFSHT Congress  
Evidence Based Data in Hand Surgery and Therapy, Budapešť, Maďarsko, 2017
- 2 Plate Osteosynthesis of Distal Ulna Fractures with an Associated Distal Radius Fractures – Early Functional and Radiological Outcomes.**  
Meluzinová, P., Kopp, L., Edelmann, K., Obruba, P.  
Deutscher Kongres für Orthopädie und Unfallchirurgie, Berlín, Německo, 2015



## Kongresové prezentace formou přednášky

- 1 **Zlomeniny distální ulny a poranění distálního radioulnárního kloubu**  
Meluzinová, P.  
Osteosyntéza v oblasti zápěstí a ruky, České Budějovice, Česká republika, 2018
- 2 **Distal Ulna Fractures**  
Meluzinová, P.  
AO Trauma – Specializační kurz pro lékaře: Ruka a zápěstí, Seč, Česká republika, 2017
- 3 **Zlomeniny distální ulny**  
Meluzinová, P.  
8. klinicko-anatomické symposium – Poranění zápěstí, Praha, Česká republika, 2017
- 4 **Optimalizace metody ošetření zlomenin distální ulny při současné zlomenině distálního radia řešené dlahovou osteosyntézou – časné funkční a rentgenové výsledky**  
Meluzinová, P., Kopp, L., Dráč, P., Edelmann, K., Obruba, P.  
IX. Slovenský kongres chirurgie ruky, Bojnice, Slovenská republika, 2016
- 5 **Zlomeniny distální ulny – kdy léčit operačně?**  
Meluzinová, P.  
Přednáškový večer spolku lékařů v Olomouci, Olomouc, Česká republika, 2015
- 6 **Zlomeniny distální ulny – osteosynthesa LCP Distal Ulna Plate první výsledky**  
Meluzinová, P., Kopp, L., Dráč, P., Edelmann, K.  
Krajský traumatologický seminář, Ústí nad Labem, Česká republika, 2014
- 7 **Dlahová osteosynthesa zlomenin distální ulny při přidružené zlomenině distálního radia řešené dlahovou osteosyntézou ORIF**  
Meluzinová, P., Kopp, L., Dráč, P., Edelmann, K.  
X. Slovenský kongres chirurgie ruky, Tále, Slovenská republika, 2014
- 8 **Dlahová osteosyntéza zlomenin distální ulny při přidružené zlomenině distálního radia řešené dlahovou osteosyntézou ORIF**  
Meluzinová, P., Kopp, L., Dráč, P., Edelmann, K.  
VII. Pardubické traumatologické dny, Pardubice, Česká republika, 2014

## 1.2 OSTATNÍ ODBORNÁ ČINNOST

### Původní vědecké publikace v časopise s IF

- 1 **Artroskopie loketního kloubu v chirurgické léčbě poúrazových stavů.**  
Meluzinová, P., Kopp, L., Edelmann, K., Obruba, P., Avenarius, J.  
Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2014; 81: 399-406.
  
- 3 **Chirurgická léčba zlomenin talu – střednědobé funkční a rentgenové výsledky**  
Kopp, L., Obruba, P., Riegl, J., Meluzinová, P., Edelmann, K.  
Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2013; (80): 165–170.

### Původní vědecké publikace v recenzovaném vědeckém časopise

- 1 **Chirurgická léčba inveterované perilunární luxace u polytraumatizovaného pacienta metodou proximální karpektomie – case report.**  
Meluzinová, P., Kopp, L., Dráč, P.  
Úrazová Chirurgie. 2015; 23 (4): 100-104.

### Kongresové prezentace formou posteru

- 1 **Capitohamate bone-ligamentous-bone graft in surgical treatment of the chronic lunotriquetral instability**  
Meluzinová, P., Kopp, L.  
Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie, Berlín, Německo, 2016
  
- 2 **Elbow Arthroscopy in the Surgical Treatment of Post-Traumatic Changes of the Elbow Joint.**  
Meluzinová, P., Kopp, L., Edelmann, K., Obruba, P., Avenarius, J.  
Deutscher Kongres für Orthopädie ud Unfallchirurgie, Berlín, Německo, 2014
  
- 3 **Komplikace operační léčby zlomenin distálního radia**  
Mišičko R., Meluzinová P.  
XI. sjezd České společnosti chirurgie ruky, Špindlerův mlýn, Česká republika, 2011.

## **Kongresové prezentace formou přednášky**

- 1      **Zlomeniny zápěstí a ruky – nástroje, implantáty a operační technika**  
Meluzinová, P.  
AO Trauma pokročilý kurz pro lékaře a ORP, Seč, Česká republika, 2019
  
- 2      **Komplikace při ošetření zlomenin distálního radia**  
Meluzinová, P.  
Krajský traumatologický seminář, Ústí nad Labem, Česká republika, 2018
  
- 3      **Komplikace při ošetření zlomenin zápěstí**  
Meluzinová, P.  
IX. Liberecké dny úrazové chirurgie, Liberec, Česká republika, 2018
  
- 4      **Minimally invasive osteosynthesis (MIO) – when to use it?**  
Meluzinová, P.  
AO Trauma základní kurz pro lékaře a sestry ORP, Seč, Česká republika, 2018
  
- 5      **Zlomeniny metakarpů a článků prstů – indikace k operační léčbě**  
Meluzinová, P.  
Osteosyntéza v oblasti zápěstí a ruky, České Budějovice, Česká republika, 201
  
- 6      **Fracture Complications: When Things Do Not Work Out the Way You Thought**  
Meluzinová, P.  
AO Trauma European Faculty Seminar – Complications, Davos, Švýcarsko
  
- 7      **Solution for SLAC/SNAC osteosynthesis of the wrist**  
Meluzinová, P.  
AO Trauma Masters Course Videosymposium, České Budějovice, Česká republika
  
- 8      **Chirurgie ruky na Klinice úrazové chirurgie Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem**  
Meluzinová, P.  
17. Ústecká rehabilitační konference – Rehabilitace ruky, Ústí n. L., Česká republika, 2017
  
- 9      **Zlomeniny karpálních kostí**  
Meluzinová, P.  
8. klinicko-anatomické symposium – Poranění zápěstí, Praha, Česká republika, 2017

- 10 **Zlomeniny zápěstních kostí kromě kosti člunkové**  
Meluzinová, P.  
Krajský traumatologický seminář, Ústí nad Labem, Česká republika, 2016
- 11 **Infikovaný pakloub po C3 zlomenině hlavy tibie – kde se stala chyba?**  
Meluzinová, P., Kopp, L.  
19. Slovenský kongres úrazovej chirurgie, Tále, Slovenská republika, 2016
- 12 **Devastační poranění horní končetiny**  
Meluzinová, P., Mišičko, R.  
XXII. ročník celostátní odborné konference Emergency, Ústí n. L., Česká republika, 2016
- 13 **Poranění vazů zápěstí**  
Meluzinová, P.  
Krajský traumatologický seminář, Ústí nad Labem, Česká republika, 2015
- 14 **Chirurgické řešení chronické LT instability – autologní BTB graft**  
Meluzinová, P., Kopp, L., Mišičko, R., Edelmann, K.  
III. Děčínské chirurgické dny, Děčín, Česká republika, 2015
- 15 **Artroskopie zápěstí**  
Meluzinová, P., Mišičko, R., Kopp, L., Edelmann, K.  
Krajský traumatologický seminář, Ústí nad Labem, Česká republika, 2014
- 16 **Posttraumatická instabilita LT a DRUJ v důsledku neadekvátně léčené zlomeniny distálního radia a ulny**  
Meluzinová, P., Kopp, L., Edelmann, K.  
AO Trauma Symposium – Komplikace operační léčby zlomenin dlouhých kostí končetin, Hradec Králové, Česká republika, 2014
- 17 **Chirurgické řešení chronické instability LT a DRUJ pomocí autologního BTB graftu a plastiky dle Adamse – case report**  
Meluzinová, P., Kopp, L., Dráč, P., Edelmann, K.  
X. Slovenský kongres chirurgie ruky, Tále, Slovenská republika, 2014

- 18 **Proximální karpektomie v řešení inveterované perilunární luxace**  
Meluzinová, P., Kopp, L., Edelmann, K.  
VII. Pardubické traumatologické dny, Pardubice, Česká republika, 2014
- 19 **Inveterovaná perilunární luxace – case report**  
Meluzinová, P.  
Krajský traumatologický seminář, Ústí nad Labem, Česká republika, 2013
- 20 **Coronal fracture dislocation of the hamatum and fracture of the base of four metacarpal bone – case report**  
Meluzinová, P., Kopp, L.  
XII. Kongres České společnosti chirurgie ruky, Sepetná, Česká republika, 2013
- 21 **Artroskopie loketního kloubu v chirurgické léčbě úrazových a pourazových stavů**  
Meluzinová, P., Kopp, L.  
16. Slovenský Kongres Úrazovej Chirurgie, Tále, Slovenská republika, 2013
- 22 **Indikace dorzálního operačního přístupu v chirurgické léčbě zlomenin distálního radia**  
Meluzinová, P., Kopp, L., Mišičko, R., Obruba, P.  
16. Slovenský Kongres Úrazovej Chirurgie, Tále, Slovenská republika, 2013
- 23 **Chirurgická léčba zlomenin metakarpů a phalang ruky**  
Meluzinová, P., Houser, J., Obruba, P., Šťastná, M.  
Výroční traumatologický seminář, Ústí nad Labem, Česká republika, 2012
- 24 **Indikace dorzálního operačního přístupu v chirurgické léčbě zlomenin distálního radia**  
Meluzinová P., Mišičko R., Obruba P.  
Děčínské chirurgické dny, Děčín, Česká republika, 2012
- 25 **Perilunární luxace – akutní luxační poranění karpu**  
Meluzinová P., Mišičko R.  
Krajský traumatologický seminář, Ústí nad Labem, Česká republika, 2011
- 26 **Chirurgická léčba zlomenin dlouhých kostí ruky na našem pracovišti**  
Meluzinová P., Kopp L.  
3. Odborné sympozium Podřipské nemocnice v Roudnici n. L., Česká republika, 2011

27 **V.A.C. systém – naše zkušenosti**

Meluzinová P., Procházka D.

Děčínské chirurgické dny, Děčín, Česká republika, 2010

# PŘÍLOHA

## I. ROZHODNUTÍ ETICKÉ KOMISE O SCHVÁLENÍ KLINICKÉHO VÝZKUMU

## II. INFORMOVANÝ SOUHLAS ÚČASTNÍKA RCT STUDIE

## III. PŮVODNÍ VĚDECKÉ PUBLIKACE VZTAHUJÍCÍ SE K DISERTAČNÍ PRÁCI

- 1) **Dlahová osteosyntéza zlomenin distální ulny při současné zlomenině distálního radia řešené dlahovou osteosyntézou – časné a funkční rentgenové výsledky**

Meluzinová, P., Kopp, L., Dráč, P., Edelmann, K., Obruba, P.

Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2015; 82: 369-376.

- 2) **Srovnání časných výsledků konzervativní a operační léčby zlomenin distální ulny přidružených při zlomenině distálního radia řešené dlahovou osteosyntézou.**

Meluzinová, P., Kopp, L., Dráč, P., Edelmann, K., Obruba, P.

Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2017; 84(3): 182-188.

- 3) **Malpozice distální ulny po zlomenině distální diafýzy řešená třírovinnou korekční osteotomií – kasuistika.**

Meluzinová, P., Dráč, P.

Acta Chir Orthop Traumatol Cech. – přijato k publikaci 08/2018

– práce bude publikována v č. 4/2019