

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

FYZIOTERAPIE PO ZLOMENINÁCH HLAVICE RADIA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

(bakalářská)

Autor: Jan Hlavatý

Vedoucí bakalářské práce: doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.

Olomouc 2020

Jméno a příjmení autora: Jan Hlavatý

Název bakalářské práce: Fyzioterapie po zlomeninách hlavice radia

Pracoviště: Katedra fyzioterapie

Vedoucí bakalářské práce: doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.

Rok obhajoby bakalářské práce: 2020

Abstrakt: Tato práce se zabývá fyzioterapeutickými postupy po zlomeninách hlavice kosti vřetenní. Práce obsahuje stručný anatomický popis oblasti loketního kloubu a předloktí. Následně detailněji popisuje mechanismus vzniku, způsoby klasifikace a léčbu jednotlivých typů zlomenin hlavice kosti vřetenní. Součástí je podrobný popis vyšetření fyzioterapeutem s odpovídající rehabilitací daných zlomenin. Celá práce je doplněna o kazuistiku pacienta se zlomeninou hlavice kosti vřetenní.

Klíčová slova: rehabilitace, hlavice radia, svalová síla, rozsah pohybu, stabilita

Souhlasím s půjčováním bakalářské práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Jan Hlavatý

Title of Bachelor Thesis: Physiotherapy after radial head fracture

Department: Department of Physiotherapy

Supervisor: doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.

The year of presentation: 2020

Abstract: This bachelor's thesis focuses on physiotherapeutic procedures after radial head fracture. The thesis contains a brief anatomic description of the elbow joint and forearm region, followed by a detailed description of the origin mechanism, qualification methods and treatment of individual types of radial head fracture. Detailed description of an examination by a physiotherapist with a corresponding rehabilitation of given fractures is also included. The thesis is supplemented by a casuistry of a patient with radial head fracture.

Keywords: rehabilitation, radial head, muscle strength, range of motion, stability

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně pod vedením doc. MUDr. Pavla Maňáka, CSc., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne

.....

Děkuji doc. MUDr. Pavlu Maňákovi, CSc. za čas, věcné podněty, vstřícné jednání a cenné rady, které mi při zpracování bakalářské práce poskytl.

OBSAH	
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	8
1 ÚVOD.....	9
2 CÍL PRÁCE	10
3 ANATOMIE LOKTE A PŘEDLOKTÍ.....	11
3.1 Articulatio cubiti – kloub loketní	11
3.1.1 Kloubní pouzdro	11
3.1.2 Komplex lig. collaterale mediale (ulnare)	11
3.1.3 Komplex lig. collaterale laterale.....	12
3.1.4 Přídavné vazy	12
3.1.5 Bursae mucosae loketního kloubu.....	13
3.1.6 Svaly přecházející přes loketní kloub.....	13
3.1.7 Proximální konec kosti vřetenní	14
3.1.8 Cévní zásobení loketního kloubu	14
3.1.9 Nervové zásobení loketního kloubu	14
3.1.10 Stabilita loketního kloubu.....	15
3.3 Pohyby v loketním kloubu	15
3.3.1 Flexe a extenze	15
3.3.2 Pronace a supinace	16
4 ZLOMENINY HLAVICE KOSTI VŘETENNÍ	16
4.1 Mechanismus vzniku zlomeniny hlavice kosti vřetenní	17
4.2 Klasifikace zlomenin hlavice kosti vřetenní	17
4.2.1 AO klasifikace	17
4.2.2 Klasifikace dle Masona	17
4.3 Léčba zlomenin hlavice kosti vřetenní.....	19
4.3.1 Typ I (s minimální dislokací či bez dislokace).....	20
4.3.2 Typ II.....	20
4.3.3 Typ III.....	21
4.4 Heterotopické osifikace.....	22
4.5 Vyšetření fyzioterapeutem	23
4.5.1 Aspekce	24
4.5.2 Palpace.....	24
4.5.3 Rozsahy pohybu	24
4.5.4 Svalová síla.....	25

4.5.5 Obvody na horní končetině	26
4.5.6 Vyšetření kloubní pohyblivosti	26
4.5.7 Periferní nervy	26
4.5.8 Funkční hodnocení	27
4.6 Rehabilitace zlomenin hlavice radia	27
4.6.1 Metody vedoucí ke snížení otoku	28
4.6.2 Metody ovlivňující rozsah pohybu	28
4.6.3 Zvýšení svalové síly	32
4.6.4 Proprioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF)	34
4.6.5 Měkké techniky	35
4.6.6 Fyzikální terapie	36
5 KAZUISTIKA	38
6 DISKUZE	44
7 ZÁVĚR	48
8 SOUHRN	49
9 SUMMARY	50
10 REFERENČNÍ SEZNAM	51

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

a. – arteria

AEK – agistickoexcentrická kontrakce

AGR – antigravitační relaxace

L – levý

lig. – ligamentum

m. – musculus

MET – muscle energy technique

n. – nervus

P – pravý

PFI – postfacilitační inhibice

PIR – postizometrická relaxace

proc. – processus

ROM – range of motion (rozsah pohybu)

UZ – ultrazvuk

1 ÚVOD

Loketní kloub tvoří vzájemná spojení humeru, ulny a radia, a právě zlomeniny proximálního konce radia mají 33% zastoupení v rámci všech zlomenin v oblasti loketního kloubu. Hlavice radia je významným stabilizátorem loketního kloubu. V rámci léčebných metod a rehabilitace její zlomeniny by mělo být cíleno na co možná největší zachování této funkce. Významnou restrikcí bývá z dlouhodobého hlediska omezení rozsahu pohybu, který se i přes kvalitní a včasné zahájenou rehabilitaci často nepodaří plně navrátit.

Názory na léčbu zlomenin hlavice kosti vřetenní prošly v posledních desetiletích významnou obměnou. Zejména u nerekonstruovatelných zlomenin typu III podle Masonovy klasifikace se upustilo od pouhé exstirpace hlavice radia, kdy u takto léčených zlomenin docházelo k následné proximální migraci vřetenní kosti. V dnešní době se pro zvýšení stability kloubu po exstirpaci hlavice nahrazuje endoprotézou. Změny chirurgické i konzervativní léčby těchto zlomenin přinesly i odlišný postup v rámci rehabilitace.

Tato práce se shrnuje aktuálních poznatky o léčbě zlomenin hlavice radia a její následné rehabilitaci.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této práce je shrnout aktuální poznatky týkající se problematiky zlomenin hlavice radia a její rehabilitace. Práce obsahuje stručný anatomický přehled oblasti loketního kloubu. Zabývá se příčinami vzniku těchto zlomenin a jejich klasifikací. Součástí práce je popis způsobů léčby u jednotlivých typů zlomenin – konzervativní a chirurgické postupy doplněné odpovídající rehabilitací.

3 ANATOMIE LOKTE A PŘEDLOKTÍ

3.1 *Articulatio cubiti* – kloub loketní

Složený kloub, tvořený vzájemným spojením tří kostí (humerus, radius a ulna), jejichž spojení se označují jako:

- *Articulatio humeroulnaris* – kladkový kloub mezi trochlea humeri a incisura trochlearis ulnae,
- *Articulatio humeroradialis* – kulovitý kloub mezi capitulum humeri a proximální jamkou na caput radii (fovea capitis radii),
- *Articulatio radioulnaris proximalis* – kolový kloub mezi incisura radialis ulnae a circumferentia articularis hlavice radia (Čihák, 2011).

3.1.1 Kloubní pouzdro

Kloubní pouzdro obemyká všechna tři spojení a upíná se ventrálně těsně při fossa coronoidea et radialis na humeru. Distálně se upíná na lig. anulare radii a na přední plochu proc. coronoideus ulnae, které jsou tak zahrnuty do kloubní dutiny. Na radiu pouzdro překrývá celou hlavičku a vybíhá asi 1 cm distálně na krček radia a vytváří tak recessus sacciformis. Nechává volné epikondyly humeru pro začátky předloketních svalů. Dorzálně kloubní pouzdro začíná těsně při fossa olecrani a upíná se distálně na olekranon, je chráněno úponovou šlachou m. triceps brachii. Ventrální část pouzdra je tenká (při ohnutí v kloubu se skládá v řasy), ale významně se podílí na stabilitě kloubu v extenzi. Kloubní pouzdro je dále zesíleno ligamenty (Kapandji, 1982; Čihák, 2011).

3.1.2 Komplex lig. collaterale mediale (ulnare)

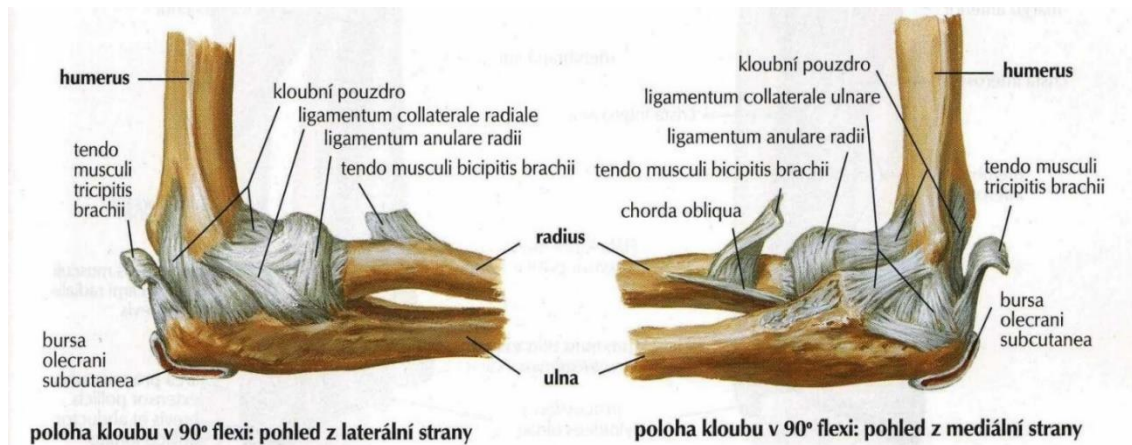
Vnitřní postranní vaz složený ze tří pruhů tvořících široký trojúhelník mezi mediálním epikondylem, olecranem a proc. coronoideus:

- Lig. collaterale mediale anterius (lig. humerocoronoideum) – je primárním stabilizátorem loketního kloubu proti valgóznímu a vnitřně rotačnímu násilí.
- Lig. collaterale mediale posterius (lig. olecranohumerale),
- Lig. transversum (obliquum Cooperi) – mezi olekranem a proc. coronoideus (Bartoniček & Heřt, 2004).

3.1.3 Komplex lig. collaterale laterale

Zevní postranní vaz, který stabilizuje posterolaterální část kloubu. Složený ze tří pruhů:

- Lig. anulare radii – stabilizuje proximální radioulnární kloub. Začíná a končí na dorzálním, respektive ventrálním okraji incisura radialis ulnae a obkružuje hlavici radia. Průměrná šířka vazy se pohybuje kolem 1 až 1,2 cm.
- Lig. collaterale laterale – začíná v centru laterálního epikondydu. Vějířovitě se rozšiřuje a směřuje distálně k zevní ploše hlavičky radia, kde se upíná do snopců lig. anulare radii. Podílí se na stabilizaci hlavičky radia.
- Lig. collaterale laterale ulnare – začíná v centru laterálního epikondydu humeru a upíná se na crista m. supinatoris ulnae. Těsně přiléhá k okolním svalům a fasciím a je nejvýznamnějším stabilizátorem laterálního ligamentózního komplexu pro posterolaterální stabilitu kloubu (Bartoníček a Heřt, 2004).



Obrázek 1. Ligamenta loketního kloubu. Pohled z laterální a mediální strany při poloze kloubu v 90° flexi. (Netter, 2005)

3.1.4 Přídavné vazy

3.1.4.1 Lig. quadratum

Je rozepjato mezi mediální plochou krčku radia a ulnou distálně od incisura radialis. Zesiluje nejdálší část kloubního pouzdra (Bartoníček a Heřt, 2004).

3.1.4.2 Lig. epitrochleoradiale

Vazivový pruh zesilující přední plochu pouzdra. Začíná těsně nad mediálním epikondylem a směřuje šikmo distolaterálně, kde se vytrácí v pouzdru těsně nad hlavičkou radia (Bartoníček a Heřt, 2004).

3.1.4.3 Chorda obliqua

Anatomicky nemá přímou souvislost s kloubním pouzdrem, funkčně však patří k proximálnímu radioulnárnímu kloubu. Je to vazivový pruh, jdoucí od laterálního okraje tuberositas ulnae směrem laterodistálním (probíhá obráceně než snopce membrána interossea). Upíná se na mediální plochu diafýzy radia 1 až 2 cm distálně od tuberositas radii. Napíná se v supinaci, relaxuje v pronaci (Bartoníček a Heřt, 2004).

3.1.5 Bursae mucosae loketního kloubu

- Bursa subcutanea olecrani,
- Bursa intratendinea olecrani,
- Bursa subtendinea muscui tricipitis brachii,
- Bursa bicipitoradialis,
- Bursa cubitalis interossea (Čihák, 2011).

3.1.6 Svaly přecházející přes loketní kloub

- M. triceps brachii,
- M. anconaeus,
- M. biceps brachii,
- M. brachialis,
- M. pronator teres,
- M. flexor carpi radialis,
- M. flexor carpi ulnaris,
- M. palmaris longus,
- M. flexor digitorum superficialis,
- M. brachioradialis,
- M. extensor carpi radialis longus et brevis,
- M. extensor digitorum communis,
- M. extensor digiti minimi,

- M. extensor carpi ulnaris,
- M. supinator (Čihák, 2011).

3.1.7 Proximální konec kosti vřetenní

Proximální část kosti vřetenní se označuje jako caput radii (hlavice kosti vřetenní). Caput radii má tvar napříč postaveného kola, na němž jsou dvě kloubní plochy pro spojení s humerem a ulnou. *Fovea articularis*, kloubní jamka konkávního tvaru na proximální straně radia, která spojením s capitulum humeri tvoří kulovitý, humeroradiální kloub. *Circumferencia articularis*, válcová nízka kloubní plocha po obvodu hlavice radia, která spojením s incisura radialis ulnae tvoří proximální radioulnární kloub. Jedná se o kloub kolový (Čihák, 2011).

3.1.8 Cévní zásobení loketního kloubu

Krevní zásobení loketního kloubu zajišťují četné větve a. brachialis, které zde tvoří bohatou síť – rete articulare cubiti. A. brachialis jde souběžně s n. medianus a je uložena na m. brachialis, mediálně od m. biceps brachii. Její pulzace je hmatná v oblasti kožní rýhy v loketní jamce či těsně nad ní. Distálněji se zanořuje pod lacertus fibrosus, kde se dělí na menší a. radialis a větší a. ulnaris (Hart, Janeček, Klusáková & Buček, 2012).

3.1.9 Nervové zásobení loketního kloubu

Nejvíce nervových vláken v rámci kloubu inervují vazy a fibrózní vrstvu kloubního pouzdra, kdežto synoviální vrstva je zásobena méně. Nervové větve zasahují do kloubní chrupavky, zásobena je ale i subchondrální kost. Nervová vlákna jsou senzitivní (z ligament a kloubního pouzdra vedou informace o bolesti, tlakových podnětech, poloze kloubu, napětí kloubního pouzdra a o směru pohybu) a autonomní (inervují hladkou svalovinu cévní stěny a regulují tak krevní průtok). Dorzální strana loketního kloubu je inervována z n. ulnaris, ventrální strana z n. musculocutaneus, n. medianus a n. radialis (Kolář et al., 2012).

Při operaci může dojít k poškození senzitivních kožních nervů. N. cutaneus antebrachii medialis inervuje kůži na ulnární straně předloktí z přední i zadní strany. Na úrovni loketního kloubu prochází ventrálně od epicondylus medialis humeri a jeho větve lze snadno poranit při mediálním přístupu k loketnímu kloubu. N. cutaneus

antebrachii lateralis (konečná větev n. musculocutaneus) je senzitivní nerv inervující kůži laterální poloviny předloktí. Prochází mezi m. biceps a m. brachialis. N. cutaneus antebrachii posterior (senzitivní větev z n. radialis), který v oblasti lokte prochází mezi olekanem a laterálním epikondylem humeru (Hart, Janeček, Klusáková & Buček, 2012).

3.1.10 Stabilita loketního kloubu

Stabilita loketního kloubu je zajištěna statickými a dynamickými stabilizátory. Statické stabilizátory zahrnují kostěné struktury (zejména processus coronoideus ulnae a hlavici radia), kloubní pouzdro a postranní vazy. Dynamické stabilizátory tvoří svaly překlenující loketní kloub, začátky flexorů a extenzorů, m. anconaeus, m. triceps a m. biceps brachii.

Podíl jednotlivých stabilizátorů se mění v závislosti na postavení kloubu. Při varózním násilí v extendovaném loketním kloubu přebírají 50% zatížení kloubní plochy, 30% zatížení nese ventrální část kloubního pouzdra a zbylé zatížení přebírá laterální postranní vaz. Během flexe připadá 75 % zatížení na kloubní plochy a zbylá část zatížení působí na laterální postranní vaz. Kloubní pouzdro se skládá v řasy a na stabilizaci kloubu se již nepodílí.

Při valgózním násilí v extendovaném kloubu je zatížení rovnoměrně rozloženo mezi hlavici radia, mediální postranní vaz a ventrální část kloubního pouzdra. Během tohoto zatížení ve flexi je nejvíce zatěžovaný mediální postranní vaz a to z 60 %, zbylé zatížení přebírá humeroradiální kloub (Geissler & Freeland, 1992).

Při zlomenině processus coronoideus ulnae nabývá na významu stabilizační funkce hlavice radia. Z toho důvodu je při luxaci lokte spojené se zlomeninou processus coronoideus, resekce radia kontraindikována (Hart, Janeček, Klusáková & Buček, 2012).

3.3 Pohyby v loketním kloubu

3.3.1 Flexe a extenze

Flexe a extenze jsou jediné možné pohyby v humeroulnárním skloubení, souběžné pohyby jsou i ve skloubení humeroradiálním. Rozsah pohybu do flexe je 125-145°, větší ohyb není pro interpozici svalstva možný (Hart, Janeček, Klusáková & Buček, 2012). Pasivně lze u normálně komponovaných jedinců dotáhnout flexi až na 160°, kdy

limitujícími faktory jsou náraz hlavice radia do fossa radialis, náraz proc. coronoideus do fossa coronoidea, napětí posteriorních kapsulárních ligament a napětí vyvinuté pasivním protažením m. triceps brachii (Kapandji, 1982). Většina aktivit každodenního života probíhá v rozmezí od 30° do 120° (Hart, Janeček, Klusáková & Buček, 2012).

Extenze je základním postavením loketního kloubu a je ukončena opřením olecranu o fossa olecrani. Fyziologický rozsah do extenze je tedy 0°. U jedinců s větší vazivovou laxicitou může extenze dosahovat negativních hodnot. Hyperextenze je velmi častá u žen, které mají menší olecranon. Naopak u trénovaných jedinců nemusí být extenze úplná pro větší tonus m. biceps brachii (Hart, Janeček, Klusáková & Buček, 2012).

3.3.2 Pronace a supinace

Rotace (pronace-supinace) je pohyb celého předloktí kolem své podélné osy. Tyto pohyby probíhají jednak otáčením radia kolem své dlouhé osy v humeroradiálním a radioulnárním proximálním kloubu, tak i obíháním radia kolem hlavice ulny v kloubu radioulnárním distálním. Pro zjištění rozsahu pohybu do pronace a supinace je nutná 90° flexe v loketním kloubu s paží přitisknutou k trupu. Pokud tomu tak není, dochází současně s rotací v předloktí i k rotaci v rameni. Rozsah pohybu měříme z neutrálního postavení, kdy dlaň směřuje mediálně a palec je nahoře, ruka tedy leží ve vertikální rovině, která je paralelní se sagitální rovinou těla. (Kapandji, 1982).

Fyziologický rozsah pohybu do pronace je 85°. Je to pozice, kdy dlaň směřuje dolů a palec je umístěn mediálně. Pronaci zajišťují svaly inervované z n. medianus.

Fyziologický rozsah pohybu do supinace je 90°. Je to pozice, kdy dlaň směřuje vzhůru a palec je umístěn laterálně. Supinaci zajišťují svaly inervované z n. radialis a n. musculocutaneus (Kapandji, 1982).

4 ZLOMENINY HLAVICE KOSTI VŘETENNÍ

Zlomeniny proximálního radia jsou relativně časté a vyskytují se v 33 % všech zlomenin loketního kloubu. Jedná se buď o poranění izolované, nebo poranění přidružené k jiným traumatům vzniklým v této oblasti (nejčastěji zlomeniny distálního konce humeru, proc. coronoideus ulnae nebo luxace humeroulnárního kloubu) (Hart, Janeček, Klusáková & Buček, 2012).

4.1 Mechanismus vzniku zlomeniny hlavice kosti vřetenní

V extenzi a pronaci se přenáší nejvíce zatížení na proximální část radia, a právě pád na takto nataženou končetinu bývá nejčastější příčinou u zlomenin hlavice radia. Tento mechanismus úrazu byl potvrzen u 30 % pacientů a bývá často spojen s jiným typem poranění loketního kloubu a zápěstí, nebo s rupturou interoseální membrány. Dalším častým mechanismem tohoto poranění bývá přímý náraz do loketního kloubu z radiální strany (Hart, Janeček, Klusáková & Buček, 2012).

4.2 Klasifikace zlomenin hlavice kosti vřetenní

Klasifikace zlomenin hlavice radia prošla od poloviny 20. století velkým vývojem. Úplně první publikoval klasifikaci tohoto poranění v roce 1950 Bakalim. Další pokus o sjednocení klasifikací a zároveň navržení způsobu léčby navrhl v roce 1970 Carstam. V dnešní době je nejpoužívanější klasifikace AO/ASIF a Masonova klasifikace (Hart, Janeček, Klusáková & Buček, 2012).

4.2.1 AO klasifikace

Nejčastěji používanou klasifikací zlomenin je klasifikace společnosti AO/ASIF. Byla zavedena v roce 1987 a v roce 1996 byla doplněna jako „ucelená“ (Comprehensive Classification of Fractures). Klasifikace AO vychází z nálezu na RTG snímku, podle kterého jsou zlomeniny definovány pro běžnou praxi čtyřmístným kódem vyjadřujícím místo a míru postižení dané kosti. První číslice označuje anatomickou oblast postižení, kdy postižení předloketních kostí je vyjádřeno číslem 2. Druhé číslo v pořadí určuje segment poraněné kosti, proximální část kosti je vyjádřena číslem 1. Třetí místo kódu označuje povahu poranění písmeny A, B a C odpovídající extraartikulárnímu, částečně intraartikulárnímu a úplnému intraartikulárnímu postižení. Na čtvrtém místě je číslicí 1 až 3 vyjádřena závažnost poranění. Tento kód bývá doplňován o další číslici, tedy pátou. Ta se určuje pro speciální vyhodnocování. (Müller, Nazarian & Schatzker, 1996).

4.2.2 Klasifikace dle Masona

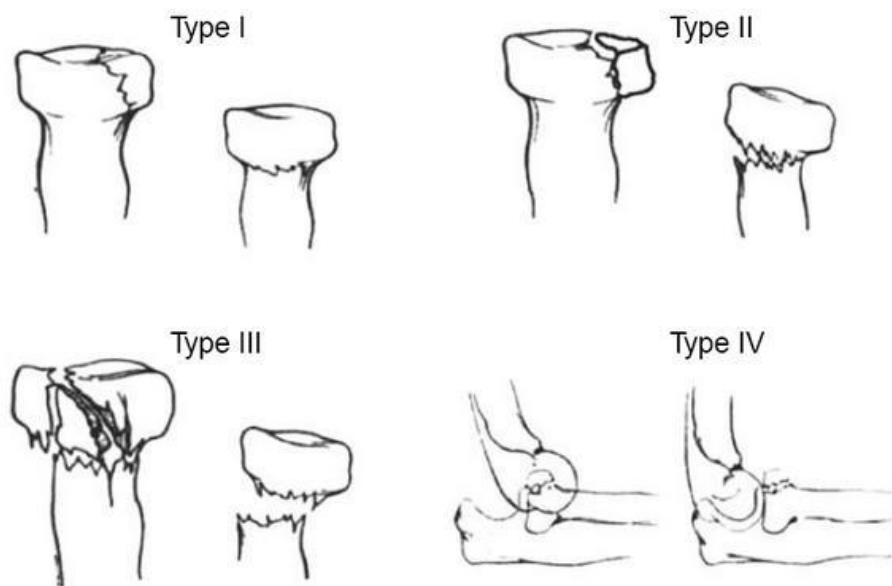
U zlomenin hlavice radia je v dnešní době nejčastěji používaná klasifikace dle Masona. Tato klasifikace byla vypracována v roce 1954 a rozděluje zlomeniny hlavice a krčku radia do tří typů:

- Typ I – nedislokovaná nebo minimálně dislokovaná (schůdek menší než 2 mm) fraktura hlavy nebo krčku. Rotace předloktí je omezena bolestí či otokem. Na rtg snímku nemusí být lomná linie patrná a může být tedy obtížné tento typ zlomeniny identifikovat.

- Typ II – dislokovaná (více než 2 mm) fraktura hlavy nebo krčku. Rotace předloktí je omezena mechanickým blokem.

- Typ III – kominutivní zlomenina hlavy nebo krčku. Operativně nerekonstruovatelná fraktura, nutná náhrada hlavy radia.

Masonova klasifikace byla několikrát přepracována a doplněna různými autory. O významné doplnění této klasifikace se zasadil Johnston (1962), který Masonovu klasifikaci rozšířil o typ IV (viz Obrázek 2) označující frakturu hlavice radia typu III se současnou luxací lokte. O další úpravu Masonovy klasifikace se zasloužili Hotchkiss, Broberg a Morrey, kteří blíže specifikovali jednotlivé typy (I-III). Stanovili hranici vzdálenosti dislokovaných fragmentů na 2 mm pro rozlišení typu I a II. Popsali, že u druhého typu zlomenin Masonovy klasifikace dochází k omezení hybnosti z důvodu mechanického bloku. I přes četná doplnění stále nese tato klasifikace jméno jejího prvního autora (Iannuzzi & Leopold, 2012) Doplnění a rozšíření Masonovy klasifikace jednotlivými autory je zobrazeno v tabulce 1 převzaté z práce Kodde et al. (2015).



Obrázek 2. Schématické zobrazení modifikované škály Mason a Johnston vyobrazující jednotlivé typy zlomenin hlavice (Morrey, 2009).

Tabulka 1

Rozšíření klasifikace jednotlivých typů Masonovy klasifikace autory: Johnston, Hotchkiss, Broberg, Morrey a Rineer

Description of classification according to various authors					
Type	Mason	Johnston	Hotchkiss	Broberg and Morrey	Rineer
I	Without displacement	Without displacement	< 2 mm dislocation	< 2 mm dislocation	-
II	With displacement	With displacement	>2 mm dislocation	>2-3 mm dislocation and involves > 30% of radial head	Cortical contact between fragments > stable No cortical contact between fragments > unstable
III	Comminuted	Comminuted	Comminuted	Comminuted	-
IV	-	Fracture associated with dislocation of the elbow	-	Fracture associated with dislocation of the elbow	-

4.3 Léčba zlomenin hlavice kosti vřetenní

Vývoj léčby zlomenin hlavice radii prošel více stádii, od imobilizace fixačním obvazem až k operační stabilizaci fragmentů a časnému funkčnímu léčení. Při rozhodování o způsobu léčby zlomeniny hlavice radii je třeba myslet na to, že se tato část účastní nejen pohybů do flexe-extenze a supinace-pronace, ale že má i velký podíl na stabilitě loketního kloubu. Cílem léčby je rekonstruovat kloubní plochu, vyvarovat se vzniku kontraktur a zajistit stabilitu v loketním kloubu se zachováním, co možná největšího rozsahu pohybu.

Zlomeniny hlavice radia lze řešit konzervativně či chirurgicky. Konzervativní léčba spočívá v imobilizaci a časně obnově pohybu. Chirurgicky se v závislosti na stupni postižení provádí resekce hlavice radia, vnitřní fixace nebo náhrada hlavice endoprotézou (Hart, Janeček, Klusáková a Buček, 2012).

4.3.1 Typ I (s minimální dislokací či bez dislokace)

Jde o nitrokloubní zlomeniny bez instability v loketním kloubu, které se řeší konzervativně. Zlomeniny hlavice radia typu Mason I jsou nejčastější, tvoří 74 % všech zlomenin hlavice radia (Mahmoud et al., 2014). V léčbě těchto zlomenin je nutná pouze krátkodobá imobilizace (10-14 dní) v závěsu či dlaze. Následuje rehabilitace zaměřená na obnovení rozsahu pohybu. S cvičením je potřeba začít brzy, aby nedošlo k posttraumatické kloubní ztuhlosti. Mason popsal 40 takto léčených pacientů, u kterých došlo k omezení pohybu pouze do extenze, a to v průměru o 7 stupňů, ostatní rozsahy pohybu zůstaly zachovány (Hart, Janeček, Klusáková a Buček, 2012).

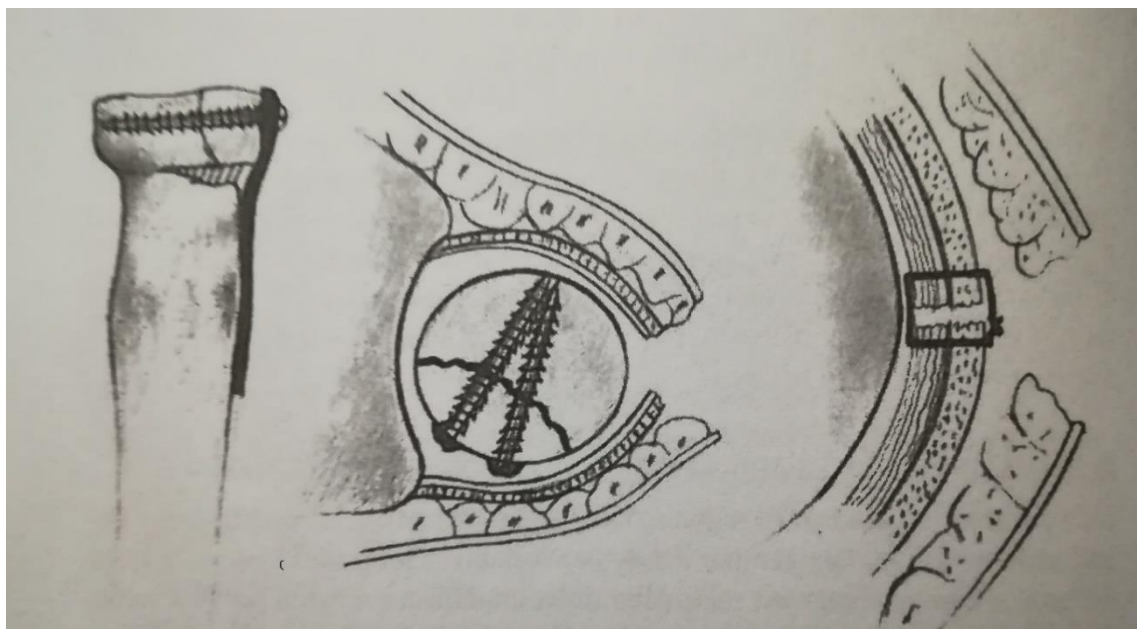
4.3.2 Typ II

Wheless (2015) udává, že i typ II dle Masonovy klasifikace lze za určitých předpokladů řešit konzervativně. Musí být zachovány pohyby do flexe, a to v rozsahu alespoň 20-140° a do supinace-pronace v rozsahu alespoň 70°. Dále uvádí, že posun dislokovaných fragmentů musí být menší než 3 mm a jejich odklon menší než 30° a zlomenina musí zasahovat do maximálně 1/3 kloubní plochy. Doba imobilizace je 2-3 týdny. V ostatních případech je indikována operační léčba.

Názory na chirurgické řešení se často liší, ale s výjimkou zlomenin s větší kominucí mezi hlavními fragmenty a rozsáhlým poškozením chrupavky je indikována operační léčba s osteosyntézou. Po vypuštění hematomu následuje debridement, výplach a revize kloubu, poté repozice a osteosyntéza hlavice. Po repozici se ve většině případů provádí transfixace Kirschnerovými dráty s následnou stabilní osteosyntézou. Fixace kostních fragmentů se provádí za použití vstřebatelné tyčinky, malého vstřebatelného šroubu nebo šroubu o průměru 2,7 mm (obrázek 3). Lze také použít šrouby o průměru 2,0 nebo 1,5 mm, ty však není nutno extrahovat. Výhodné je také použití Herbertova šroubu umožňující autokompresi. Důležité je zachování funkce lig. anulare radii, při jehož poranění může dojít k současné ruptuře interoseální membrány (Essex-Lopresti). Pokud je spolehlivě vyloučeno poranění mediálního a interoseálního vazu, lze u závažnějších poranění tohoto typu provést celkové odstranění hlavice radia.

Dlouhodobé výsledky u pacientů po exstirpaci hlavice radia jsou však často špatné (Hart, Janeček, Klusáková a Buček, 2012).

Následuje pouze krátká imobilizace a rehabilitace od 7. dne, při stabilní osteosyntéze od druhého pooperačního dne (Hart, Janeček, Klusáková a Buček, 2012).



Obrázek 3. Princip osteosyntézy dvouúlomkové zlomeniny hlavice radia a rekonstrukce lig. anulare radii (Hart, Janeček, Klusáková a Buček, 2012).

4.3.3 Typ III

Tyto zlomeniny vznikají v důsledku velkého násilí působícího na loketní kloub a jsou často sdruženy s poraněním okolních částí či jiných tělních systémů. Většinou se jedná o nerekonstruovatelné tříštivé zlomeniny, rekonstrukce a stabilní vnitřní fixace je vzácná. Velmi časté je rozsáhlé poranění okolních měkkých tkání, které znemožňuje časnou operaci (Hart, Janeček, Klusáková a Buček, 2012).

U rekonstruovatelných zlomenin se používá Braunsteinerova technika extrakorporální osteosyntézy hlavice radia. Tato technika spočívá v exstirpaci všech kostních úlomků, které se poté mimo tělo pacienta fixují osteosyntézou. Následně se hlavice vloží zpět, kdy přesně dosedne na metafýzu radia, poté je končetina na 2 týdny imobilizována ve vysoké sádrové dlazi. Dalším krokem je pasivní rozcvičování kloubu. U tohoto způsobu léčby je časté zahojení pakloubem.

V případě, že se jedná o nerekonstruovatelnou zlomeninu, provádí se exstirpace hlavice a krčku radia. Při současné ruptuře lig. collaterale mediale a membrana interossea antebrachii dochází při exstirpaci hlavice radia k valgozitě a instabilitě loketního kloubu a proximalizaci radia. V těchto případech je indikována náhrada hlavice a sutura vnitřního postranního vazy. Rekonstrukce vnitřního postranního vazy je však oproti náhradě hlavice radia biomechanicky výhodnější, chrání totiž loketní kloub i proti vnitřně rotačnímu násilí. Pouhá exstirpace je tedy možná pouze pokud se spolehlivě vyloučí poranění mediálního a interoseálního vazy (Broberg & Morrey, 1986; Coleman et al., 1987).

Z důvodu proximální migrace radia a výrazné instability v oblasti loketního kloubu i v oblasti zápěstí je v posledních letech namísto pouhé exstirpace hlavice radia indikována náhrada hlavice radia endoprotézou. V současné době se používají kovové implantáty, které jsou oproti dříve používaným silikonovým implantátům mechanicky odolnější, stabilnější a nezpůsobují zánětlivé změny v kloubu. Silikonové implantáty se nyní používají jako dočasné náhrady, pro jejich snadné odnětí po zahojení měkkých tkání (Yasin & Singh, 2012).

4.4 Heterotopické osifikace

Komplikací po zlomenině hlavice radia může být tvorba zralé lamelární kosti v paraartikulárních tkáních zvaná heterotopická osifikace. U heterotopických osifikací rozeznáváme mikroskopicky tři vrstvy. Densní buněčné centrum obklopené druhou vrstvou, která je tvořena nemineralizovanou kostní tkání. Třetí, nejperiferněji uložená vrstva je tvořena vysoce organizovanou, zralou kostní tkání (Garland, 1991). Oproti fyziologické kosti je v kosti heterotopické zhruba dvojnásobná koncentrace osteoblastů (Wlodarski, 1991).

Heterotopické osifikace vznikají v důsledku lokálních či systémových inzultů jako jsou např. přímý náraz, nervové poranění, popálení nebo genetická porucha. Jejich častý výskyt zaznamenáváme v okolí zlomenin, některých chirurgických přístupů a při luxace lokte.

V oblasti loketního kloubu může vést tvorba heterotopické osifikace k významnému narušení jeho funkce. Nejčastěji se vyskytuje u stavů po nitrokloubních zlomeninách a lze také sledovat přímou závislost mezi pravděpodobností vzniku heterotopické osifikace a intenzitou působícího násilí (Joseffson, 1984).

Heterotopické osifikace vzniklé traumatem bývají většinou v místě působení původního násilí či v dané anatomické oblasti. V okolí loketního kloubu většinou bývá patrný otok měkkých tkání, hyperemie, lokální citlivost a postupná ztráta hybnosti v loketním kloubu, která však může být až pozdním nálezem. Tyto symptomy se objevují v průměru 1-4 měsíce od prvotního úrazu, avšak tvorba heterotopické osifikace začíná do dvou týdnů po daném inzultu. Důležitou roli při diagnostikování heterotopických osifikací hraje rentgenové vyšetření, na kterém se jejich tvorba projeví 4-6 týdnů po úrazu (Wharton, 1975). K dalším metodám, které mohou pomoci diagnostikovat heterotopické osifikace patří ultrasonografie či laboratorní testy (pacienti s tvořícími se heterotopickými osifikacemi mají již v prvním měsíci od prvotního inzultu zvýšenou hladinu alkalické fosfatázy) (Hart, Janeček, Klusáková & Buček, 2012).

Léčba heterotopických osifikací by měla být zahájena hned při rozpoznání prvních symptomů. Při léčbě se ze začátku využívá zejména radioterapie a medikamentózní léčby (bisfosfonáty, NSA). V případě vzniku heterotopické kosti se při výrazném omezení funkce loketního kloubu přistupuje k jejímu chirurgickému odstranění. V souvislosti se zlomeninou hlavice radia se nejčastěji heterotopická kost vyskytuje ve formě můstku od laterálního kondylu humeru k olekranu (často vyplňuje fossa olecrani), dále také v oblasti lig. collaterale laterale jako důsledek přímého úderu na zevní stranu lokte. Při odstranění dorzálně uložených heterotopických osifikací bývá odstraněna i dorzální část olecranu. V případě vzniku heterotopické kosti ventrálně bývá při jejím odstranění odňata i část kloubního pouzdra (Hart, Janeček, Klusáková & Buček, 2012).

4.5 Vyšetření fyzioterapeutem

Základním předpokladem správně zvoleného a úspěšného rehabilitačního postupu je důkladné klinické vyšetření a přesné posouzení klinického nálezu. Při vyšetření se zaměřujeme na funkce pohybové soustavy, měkkých tkání, kloubního a nervosvalového systému. Všimáme si, zda je přítomna bolest a zda došlo k omezení aktivit každodenního života. Při odebrání anamnézy zjišťujeme datum zranění a případné operace, příčinu a mechanismus vzniku zlomeniny. Dále je potřebné zaznamenat údaje o chorobách, které pacient prodělal a pro které je v současné době léčen či sledován

praktickým nebo odborným lékařem a léky které užívá. Zajímá nás také stranová dominance pacienta a pracovní, sociální anamnéza (Kolář et al., 2015).

4.5.1 Aspekce

Aspekce nám pomáhá při utváření komplexního obrazu o stavu pacienta a jeho nemoci. Vyšetření pohledem začíná již při příchodu pacienta do ordinace, kdy si všímáme přirozeného a nekorigovaného pohybového chování pacienta. Při provádění cílených úkonů sledujeme výraz pacientovy tváře a pohyby očí. Důležitým aspektem k odebrání anamnézy je i rozdíl mezi přirozeným chováním pacienta, kdy není vyšetřován, a chováním během vyšetření.

V oblasti loketního kloubu sledujeme, jakou polohu zaujímá a jeho souhyby při chůzi. Sledujeme také zbarvení kůže, přítomnost a případnou lokalizaci otoku. V případě, že byla fraktura řešena chirurgicky, sledujeme, zda již byly vytaženy stehy a jak vypadá rána (Kolář, 2015).

4.5.2 Palpace

Informace zjištěné palpací jsou vždy, do jisté míry, subjektivně zbarveny. Vyšetřujeme stav měkkých tkání a posuzujeme jejich turgor (napětí způsobené prosakem), rezistenci a také teplotu a bolestivá místa. Opět si všímáme přítomnosti a charakteru otoku. V případě přítomnosti jizvy zkoumáme její hloubku a posunlivost vůči okolí (Kolář, 2015).

4.5.3 Rozsahy pohybu

Rozsah kloubní pohyblivosti je ovlivněn anatomickými a kineziologickými poměry (poměr mezi plochou kloubní hlavice a jamky, kostními výběžky, napětím měkkých tkání v okolí kloubu, věkem a pohlavím jedince atd.). Tyto poměry se v důsledku zlomeniny hlavice radia a případné následné chirurgické intervence mohou změnit a je třeba tuto skutečnost brát na zřetel, stejně jako limity rozsahu pohybu stanovené lékařem.

K určení rozsahu pohybu se v klinické praxi nejčastěji používá planimetrická metoda měření kloubní pohyblivosti (goniometrické vyšetření). Tato metoda měří a zaznamenává úhel mezi segmenty vždy pro pohyb v jedné rovině. Pro co nejpřesnější měření je nutná kvalitní fixace proximálního segmentu (pro umožnění izolovaného pohybu v distálním, vyšetřovaném segmentu), dodržování výchozí polohy a metodicky

správné přiložení goniometru. Vždy měříme rozsah pohybu u aktivního i pasivního pohybu, přičemž začínáme vždy pohybem aktivním. Pro záznam výsledků měření kloubní pohyblivosti se používá tzv. metoda SFTR (měření v rovině, sagitální, frontální, transverzální a v rovině rotací) (Kolář et al., 2012).

Absolutní kontraindikací vyšetření rozsahu pohybu jsou klouby postižené dislokací a frakturou či oblasti bezprostředně po chirurgických výkonech na měkkých tkáních, kde by hrozilo poškození jizev. Je zapotřebí změřit rozsah pohybu i v sousedních kloubech, tedy v rameni a zápěstí. Neméně důležité je také porovnání s kontralaterální končetinou.

Přetrvávající bolesti a ztráta pohyblivosti v distálním radioulnárním kloubu se současnou prominencí distální části ulny dorsálně, značí možné poranění Essex-Lopresti a je nutné vyšetření lékařem.

4.5.4 Svalová síla

Pro hodnocení svalové síly se dnes v klinické praxi nejčastěji využívá svalový test. Nejvíce používaným testem v ČR je funkční svalový test podle Vladimíra Jandy.

Jde o analytickou metodu určující svalovou sílu jednotlivých svalových skupin. Rozeznáváme šest stupňů svalové síly (0-5). Při testování začínáme stupněm 3, kdy je sval schopný vykonat pohyb v celém rozsahu s překonáním zemské tíže, což odpovídá asi 50 % síly normálního svalu. Pokud to pacient zvládne, přecházíme na testování stupně 4, kdy klademe středně velký odpor a u pátého stupně už klademe odpor značný. Tyto stupně odpovídají 75 % respektive 100 % síle normálního svalu. V situaci, kdy pacient není schopný provést stupeň 3, přechází se postupně k testování stupňů nižších. Svalová síla na úrovni stupně 2 odpovídá asi 25 % síly normálního svalu, což v praxi znamená, že sval je schopný vykonat pohyb v celém rozsahu, ale pouze při pohybu s vyloučením zemské tíže. Stupeň 1 vyjadřuje zachování přibližně 10 % svalové síly. Pozorovatelný je pouze záškub svalu, nikoliv však pohyb testovaného segment. Při pokusu o pohyb u stupně 0 nejsou patrné žádné známky pohybu. Nedílnou součástí je srovnání s druhou končetinou. Při testování V. Janda (2004) doporučuje dodržet následující zásady:

- testovat celý rozsah pohybu,
- pohyb provádět v celém rozsahu pomalou, stejnou rychlostí a vyloučit švih,
- pevně fixovat a nestlačovat při tom břicho ani šlachy vyšetřovaného svalu,

- odpor klást po celý rozsah pohybu stejnou silou a vždy kolmo na směr pohybu,
- neklást odpor přes dva klouby,
- žádat napřed provedení pohybu, jak je vyšetřovaný zvyklý, teprve potom provést instruktáž (Janda, 2004).

4.5.5 Obvody na horní končetině

Přítomnosti otoku či případně svalové atrofie jsou detekovány pomocí měření obvodů na celé horní končetině. Obvod relaxované (loket v extenzi) i kontrahované paže (loket v 90° flexi) měříme v ½ její délky. Obvod loketního kloubu měříme přes kubitální jamku a ve 30° flexi v lokti. Dále měříme obvody v horní třetině předloktí, a to v nejsilnějším místě, přes processu styloidei radii et ulnae a hlavičky metakarpů. Výsledky měření porovnáme s kontralaterální končetinou (Haladová & Nechvátalová, 2008).

4.5.6 Vyšetření kloubní pohyblivosti

Pro zjištění kloubní blokády se využívá vyšetření joint play (kloubní hry), při kterém stanovujeme rozsah a omezení kloubní vůle (Kolář et al., 2015). Kloubní vůle je prostor mezi anatomickou a fyziologickou bariérou. Má funkci tlumiče nárazů před dosažením anatomické bariéry a chrání tak kosti a vazivo před poškozením (Tichý, 2008). Vyšetření joint play provádíme, až když je zlomenina stabilní, nejdříve však 3 až 4 týdny po úrazu či operaci. Po zlomenině hlavice radia vyšetřujeme joint play v articulatio humeroulnaris, humeroradialis, radio ulnaris proximalis et distalis v drobných kloubech zápěstí a v rameni. Vyšetření joint play v proximálním i distálním radioulnárním kloubu je při současném poranění membrana interossea, po resekci a endoprotetické náhradě hlavice radia, kontraindikováno z důvodu možného zvýšení instability či uvolnění endoprotetické náhrady (Bano & Kahlon, 2006).

4.5.7 Periferní nervy

Důležité je také vyšetření periferních nervů v oblasti loketního kloubu, které mohou být vlivem zlomeniny hlavice radia, případnou následnou instabilitou loketního kloubu či operačního zákroku, poškozeny. Nejčastěji dochází k poranění větví n. radialis a vlivem dlouhotrvající valgózní instability k poškození n. ulnaris. Testujeme jak vlákna senzitivní, tak i motorická. Senzitivní vlákna periferního nervu jsou

k postižením náchylnější, a proto jejich porucha ve většině případů předchází motorickým výpadkům (Kolář et al., 2012).

Vyšetřením hodnotíme kvalitu povrchového cití (taktilní cití, rozlišení tupých a ostrých podnětů, dvoubodová diskriminace, grafestezie, termické cití), hlubokého cití (statestezie, kinestezie, vibrační cití, stereognózie), napínacích reflexů a provádíme zkoušky na postižení jednotlivých periferních nervů na horních končetinách.

4.5.8 Funkční hodnocení

K popsání celkového stavu loketního kloubu je vhodné doplnit vyšetření o testy na instabilitu čili provést i testy na postranní vazy (Kolář, 2015).

Varus stress test

Test hodnotící instabilitu lig. collaterale laterale. Provádí se v sedě při 20° až 30° flexi ve vyšetřovaném lokti a současně supinaci předloktí. Vyšetřující jednou rukou stabilizuje zápěstí a druhou vyvíjí tlak na kloubní štěrbinu z mediální strany. Test je pozitivní v případě lokalizované bolesti v laterální oblasti kloubní štěrbinu, nebo když je přítomný nadměrný pohyb do varozity v loketním kloubu bez nástupu bariéry (Kolář, 2015).

Valgus stress test

Test zaměřený na lig. collaterale mediale. Provedení je stejné jako u předchozího testu s výjimkou umístění tlaku na kloubní štěrbinu, který je v tomto případě kladen z laterální strany. Test je pozitivní v případě lokalizované bolesti v mediální oblasti kloubní štěrbinu, nebo při nadměrném pohybu loketního kloubu do valgozity bez nástupu bariéry (Kolář, 2015).

4.6 Rehabilitace zlomenin hlavice radia

Cílem rehabilitace je odstranění bolesti, otoku, obnovení rozsahu pohybu a svalové síly ve všech kloubech horní končetiny. Součástí je také péče o jizvu a měkké tkáně v okolí loketního kloubu. K naplnění těchto cílů lze využít následujících metod využívaných ve fyzioterapii.

4.6.1 Metody vedoucí ke snížení otoku

Bez ohledu na typ zlomeniny a způsob její léčby (konzervativní či operativní), je nutné, co nejdříve začít pracovat na snížení otoku, který by v případě jeho přetrvání významně ovlivnil kvalitu i délku rehabilitace (Beingessner, 2005). Kromě léčby medikamentózní, která však není v kompetencích fyzioterapeuta, lze z metod podporujících snížení otoku využít prostou elevaci horní končetiny nad úroveň srdce, tak často, jak jen to je možné. Elevaci můžeme podpořit jemnými kontrakcemi svalů paže, předloktí a ruky, pro mobilizaci lymfatického a venózního systému (Morrey, 1995). Při vzniku otoku se v akutní fázi provádí ledování. Dále se uplatňují techniky měkkých tkání, manuální lymfodrenáže a z fyzikální terapie lze použít metod vodoléčby, ultrazvuku či galvanoterapie (Kolář et al., 2015).

4.6.2 Metody ovlivňující rozsah pohybu

Moro et al. (2001) a Morrey (2002) uvádí, že časné zahájení aktivních a aktivně asistovaných pohybů, zaměřujících se na zvýšení rozsahu kloubní pohyblivosti u všech typů zlomenin hlavice radia, dosahuje lepších výsledků než dříve indikovaná delší doba imobilizace. Předchází se tak otoku, ztuhlosti kloubu a srůstům utvářených na kloubním pouzdru a lig. anulare radii. Zvyšuje se tím také odolnost postižené kosti a okolních měkkých struktur v tahu (Beingessner, 2005). Velmi důležité je také zachování rozsahu pohybu v zápěstí, rameni a skapulotorakálním kloubu. Terapeut by měl, ideálně vždy na začátku terapie, kontrolovat rozsah pohybu v těchto kloubech, aby nedošlo k jeho omezení způsobeného inaktivitou celé končetiny (Bano & Kahlon, 2006).

U zlomenin typu Mason I a konzervativně řešených zlomenin typu Mason II je doporučena jen velmi krátká doba imobilizace. S aktivními a aktivně-asistovanými pohyby se začíná ihned po odeznění otoku a bolesti, zpravidla třetí den po úrazu. Končetina je v tomto případě nejčastěji imobilizována pomocí šátkového závěsu či dlahy. U zlomenin typu II a III Masonovy klasifikace řešených operativně se s aktivním a aktivně-asistovaným cvičením pro zvýšení rozsahu pohybu začíná, v ideálním případě pátý, nejpozději však desátý den po operaci. K imobilizaci se využívá buď vysoké dlahy nebo dlah, které zabraňují rotačním pohybům předloktí a extenzi lokte, ale umožňují pohyb do flexe. Moro et al. (2001) doporučuje dlahu nosit po dobu maximálně tří týdnů od operace jako prevenci proti přetížení při každodenních aktivitách. Nedoporučuje ji však na celodenní nošení, aby nedocházelo ke vzniku srůstům (viz výše).

Zvyšování rozsahu pohybu do extenze v loketním kloubu se zpočátku provádí s předloktím v neutrálním postavení, ve kterém dochází k menší kompresi na hlavici radia. Bano a Kahlon (2006) doporučují mít při pohybu do extenze předloktí v mírné pronaci. Tlak na hlavici radia se tak snižuje vlivem sníženého valgózního napětí v kloubu. Obnovení pohybu do flexe se děje poměrně spontánně a je tedy vhodné se zaměřit spíše na ovlivnění extenze a rotačních pohybů předloktí. Pro zvýšení pohybu do extenze je ze začátku vhodné využít působení gravitace, kdy pacient sedí s paží a loktem opřeným o lehátko a působením zemské tíže dochází k extenzi v lokti. Současně také dochází k excentrické kontrakci m. biceps brachii. Pro zvýšení pohybu do flexe, za využití stejného principu, pacient leží na zádech s 90° flexí v ramenním kloubu a nechává předloktí klesat vlivem zemské tíže dolů. U obou těchto cvičení je nutné dbát na stabilizované postavení lopatky a důkladnou edukaci pacienta, aby nedocházelo k její kompenzační protrakci. V obou těchto případech se dá navíc využít technik popsaných níže.

Před zvyšováním rozsahů pohybu do pronace a supinace, by se měl fyzioterapeut informovat u lékaře, zda jsou v rámci těchto pohybů nějaká specifická omezení. Při samotném rozvíčováním je pak nutné eliminovat souhyby do abdukce a addukce v rameni (Bano & Kahlon, 2006).

Po třech až čtyřech týdnech od úrazu či operace je u všech tří typů zlomenin (podle Masonovy klasifikace) možné provádět mobilizace jednotlivých kloubů. Důležité je si uvědomit, že mobilizace jsou možné pouze za předpokladu, že zlomenina i loketní kloub jako celek jsou stabilní. Mobilizujeme klouby, ve kterých byla během vyšetření nalezena blokáda. V případě omezení pohybu do supinace z důvodu blokády v proximálním radioulnárním kloubu se provádí mobilizace hlavice radia ventrálním směrem. Pokud je tento pohyb omezen blokádou v distálním radioulnárním kloubu, mobilizuje se v tomto místě radius vůči ulně dorzálně. U omezení pronace provádíme postup opačně. Po celkovém odstranění a endoprotetickém nahrazení hlavice radia je mobilizace v proximálním i distálním radioulnárním kloubu kontraindikována pro možné zvýšení instability či uvolnění endoprotézy. Po částečném odstranění hlavice radia je mobilizace kontraindikována pouze při současné laterální instabilitě (Bano & Kahlon, 2006).

Za předpokladu, že je zlomenina i kloub stabilní, můžeme po čtyřech až šesti týdnech začít s pasivním zvyšováním rozsahu pohybu. Při pasivním pohybu do extenze je opět nutné minimalizovat valgózní násilí, které vyvíjí nežádoucí tlak na hlavici radia.

Flowers a LaStaya (1994) zmiňuje, že pohyb by měl být vedený pomalu a malým tlakem s prolongovanou výdrží v krajních polohách. Takto vedený pohyb má na plasticitu měkkých tkání lepší účinek nežli pohyb vedený rychle a větším tlakem. Aby byl pacient co nejvíce relaxovaný, je nutné stabilizovat humerus a lopatku. Proto je vhodné pasivní pohyby do flexe a extenze provádět v leže, kdy jsou souhyby v ramenním kloubu omezeny. Pasivní zvyšování rozsahu do pronace a supinace se provádí v 90° flexi v loketním kloubu za současné dostatečné stabilizace paže. Rotační síla vyvíjená terapeutem by měla být v oblasti distálního radioulnárního skloubení, nikoliv v oblasti ruky, aby nedocházelo k přetěžování zápěstních ligament. Ze začátku je nutné vyhnout se výrazné pronaci, kde dochází k přiblížení hlavice radia a hlavičky kosti pažní.

Je také zapotřebí odlišit, zda je omezený rozsah pohybu způsobený tuhostí kloubního pouzdra či zkrácenými svaly. Pokud se jedná o omezení pohybu z důvodu tuhosti kloubního pouzdra a okolních ligament, je vhodné před protažením aplikovat horké sáčky (aplikací tepla dojde ke zvýšenému prokrvení a uvolnění tkání) nebo kontinuálního ultrazvuku. Pokud jde o svalové zkrácení, lze k jeho uvolnění použít některou z následujících technik.

Postfacilitační inhibice (PFI)

Postfacilitační inhibice slouží k protažení celého svalu. Využívá reflexních mechanismů na úrovni míšního segmentu, kdy po maximální izometrické kontrakci svalu dojde k reflexnímu útlumu jeho aktivity (následné indukci). Vychází se ze středního postavení v kloubu, kdy pacient vyvine maximální izometrickou kontrakci proti manuálnímu odporu terapeuta v opačném směru, než je omezení pohybu. Doba kontrakce je zhruba 7 s, poté pacient sval uvolní a terapeut jej protáhne do požadovaného směru a vydrží v maximálním nebolestivém protažení svalu po dvojnásobně dlouhou dobu, než byla doba kontrakce. V rámci jedné terapie je možné provést 3-5 opakování.

Postizometrická relaxace (PIR)

Metoda postizometrické relaxace se využívá k uvolnění lokalizovaných spasmů (reflexní změny typu trigger points a tender points, které vznikají chronickým přetěžováním či funkčními poruchami pohybového systému) ve svalu, což může následně vést k ovlivnění rozsahu pohybu. Využívá stejných mechanismů jako

postfacilitační inhibice (následná indukce). Výchozí polohou je svalové předpětí (první bariéra) ošetřovaného svalu ve směru protažení. Pro aktivaci nejdráždivějších vláken pacient z tohoto postavení vyvine minimální izometrickou kontrakci proti manuálnímu odporu terapeuta po dobu deseti sekund. S výdechem následuje uvolnění a terapeut pouze vede pohyb ve správném směru (neprotahuje ani aktivně nezvětšuje rozsah pohybu). Doba relaxace trvá tak dlouho, dokud dochází k prohlubování bariéry. Následně se celý proces opakuje 3–5krát, kdy neztrácíme dosažené postavení a vycházíme z nově dosažené polohy. K prohloubení účinku lze využít dechovou synkinézu či facilitaci, respektive inhibici navozenou pohledem.

Muscle energy technique (MET)

Muscle energy technique se používá k ošetření svalu s větším počtem reflexních změn nebo svalu s celkovým hypertonem. Praktické provedení je obdobné jako u postizometrické relaxace, s tím rozdílem, že síla izometrické kontrakce je o něco větší a s následným uvolněním terapeut sval aktivně protáhne.

Antigravitační relaxace (AGR)

Zbojanova technika antigravitační relaxace je v podstatě modifikací postizometrické relaxace, kdy je odpor kladený terapeutem nahrazen působením gravitace. Tato technika má kontrakční a relaxační fázi. Kontrakční fáze trvá 21-28 s a pacient při ní nehybně nese hmotnost ošetřovaného segmentu proti gravitaci. Následuje fáze relaxační, která opět trvá 21-28 s a protažení je opět provedeno za pomoci gravitace.

Agisticko-excentrická kontrakce (AEK)

Agisticko-excentrická kontrakce slouží k uvolnění lokalizovaných spasmů ve svalu za využití reciproční inhibice (současný reciproční útlum hypertonických svalových vláken při aktivitě antagonisty). Výchozí poloha je stejně jako u PIR ze svalového předpětí ošetřovaného svalu. Z tohoto postavení pacient vyvine kontrakci antagonisty takovou silou, aby ho terapeut byl schopen přetlačit ve směru aktivity ošetřovaného svalu.

Stretching

Tato technika využívá prostého protažení zkrácených měkkých tkání do krajní polohy v kloubu. Stretching slouží k protažení celého svalu a můžeme ho rozdělit na statický a balistický (dynamický) či podle aktivity ošetřovaného na pasivní, pasivně-aktivní, aktivně asistovaný a aktivní. Při rehabilitaci se hojně využívá statického stretchingu. Výhodou je, že oproti balistickému není tak velké riziko vzniku mikrotraumat. Při statickém stretchingu se po dosažení krajní pozice v kloubu setrvává minimálně 20 s v této poloze. Krajní poloha by měla být taková, kdy pacient cítí tah nikoliv bolest.

Mobilizace a manipulace

Během imobilizace může dojít k omezení kloubní vůle nejen v postiženém kloubu, ale i v ostatních kloubech horní končetiny. Pokud zjistíme kloubní blokádu či blokádu v pohybovém segmentu, můžeme využít mobilizační a manipulační léčby. Cílem je obnovení joint play a pohyblivosti kloubu (Hájková, 2014). Terapie začíná dosažením bariéry (předpětím) a následnou manipulací či mobilizací. Při mobilizaci provede terapeut po dosažení bariéry měkké repetitivní pružení ve směru blokády nebo může v bariéře vyčkat a dosáhnout tak uvolnění. Při manipulaci provede terapeut po dosažení bariéry náraz ve směru blokády. Nárazová manipulace se využívá spíše v případech, kdy nedošlo k uvolnění blokády pomocí mobilizace. Dochází po ní ke značnému uvolnění, ale i přechodné hypermobilitě (Lewit, 2003).

4.6.3 Zvýšení svalové síly

Během hojení zlomeniny je velmi důležité zachovat svalovou sílu horní končetiny. Pro následné obnovení svalové síly a rozsahu pohybu v loketním kloubu, předloktí a zápěstí je zcela zásadní schopnost svalů lopatky vytvořit tzv. punctum fixum (pevný, stabilní bod) pro horní končetinu. Z tohoto důvodu se již od prvního týdne od úrazu zařazuje posilování celého ramenního pletence a jeho mobilita do všech směrů. Pohyb do zevní rotace v ramenním kloubu zvyšuje napětí na laterálním kolaterálním ligamentu a v případě výskytu bolesti je tak vhodné se těmito pohyby ze začátku vyhnout.

Časné zařazení izometrických cvičení může kromě posílení svalů, tak přispět ke snížení otoku. Izometrická cvičení prováděná submaximální silou pomáhají udržet kvalitu a tonus svalů a tím pádem se tak vyhnout jejich atrofii. Tato cvičení se mohou v ramenním kloubu a zápěstí cvičit již první týden od úrazu či operace. Izometrické posilování loketního kloubu a pohybů v předloktí submaximální silou se zařazuje tři až čtyři týdny po úrazu či operaci, kdy je zlomenina dostatečně stabilní. Park a Ahmad (2004), ve své studii uvádí, že m. flexor carpi ulnaris a m. flexor digitorum superficialis jsou významnými dynamickými stabilizátory a snižují tak valgózní napětí v loketním kloubu.

Od čtvrtého do šestého týdne po úrazu či operaci je možné zařadit postupné progresivní odporová cvičení lokte a předloktí. Posilování svalových skupin provádějících flexi a extenzi v loketním kloubu je dáván pouze mírný odpor a celá cvičení se provádí pouze v takovém rozsahu, který je pro pacienta nebolestivý. Stejně zásady platí i pro pohyby do pronace a supinace, kdy je opět horní končetina v 90° flexi v loketním kloubu. Po dostatečném posílení a zvýšení rozsahu pohybu se zařazují cvičení simulující specifické pohyby při výkonu práce či každodenních činnostech konkrétního pacienta (většinou u sportovců a manuálně pracujících lidí) (Bano & Kahlon, 2006).

Cvičení dle svalového testu

Jedná se o analytické cvičení vycházející z polohy a ze směru pohybu používaného u svalového testu s vyloučením iradiace aktivity do dalších svalů. Intenzitu a délku cvičení je nutné přizpůsobit stavu pacienta tak, aby nevedla k velké únavě, vyčerpání a nedocházelo při provedení pohybu k nežádoucím synkinézám. Cvičení dle svalového testu je vhodné využít u svalů, které mají svalovou sílu do stupně 3. V případě použití syntetické metody na takto oslabený sval hrozí nahrazení jeho svalového výkonu svaly silnějšími a prohloubení tak poruchy daného svalu. Od svalové síly stupně 3 dle svalového testu již volíme cvičení syntetické, kdy sval zapojujeme do komplexních pohybových projevů (Dvořák, 2003).

Cvičení s využitím pomůcek

Tento způsob cvičení vychází ze svalového testu, kdy odpor kladený fyzioterapeutem je nahrazen cvičebními pomůckami. Výhodou tohoto cvičení je

možnost působení většího odporu, než který by vynaložil terapeut či její využití formou autoterapie, kdy si pacient může cvičit sám doma. V tomto případě je však nutná důkladná instruktáž, aby nedošlo ke zranění vlivem špatného provedení cviku. Mezi nejběžněji používané pomůcky patří závaží připevněná přímo na končetinu, thera-band, činky a další (Dvořák, 2003).

Izometrické cvičení

T. Hettinger popsal, že zatížení svalu na 50 % jeho maximální síly vede k jeho hypertrofii, zatímco při jeho zatěžování na méně než 20 % jeho maxima vede k atrofii tohoto svalu. Zatížení svalu z 20-30 % potom udržuje objem a sílu svalu na konstantní úrovni. Pro výše popsané principy zatížení stačí sval izometricky posilovat po dobu jedné minuty denně, důležitá je však pravidelnost.

Na práci T. Hettingera navázal Müller metodou tréninku svalové síly jednotlivých svalových skupin. Tento způsob posilování využívá krátkých izometrických cvičení s použitím 90 % zjištěné svalové síly pro danou svalovou skupinu. Cvičení pak probíhá v deseti sériích po šestisekundových intervalech, mezi kterými je 5-10 s pauza (Dvořák, 2003).

Progresivní odporové cvičení dle De Lorma

Jedná se o izotonické koncentrické cvičení využívající submaximálního až maximálního odporu. Velikost odporu je stanovena jako maximální zatížení, které je daná svalová skupina schopna zvednout 10x za sebou (desetinásobné opakovací maximum – 10RM). Samotné cvičení pak probíhá po dobu pěti dnů, kdy pacient provádí 3 sady cvičení po deseti opakováních. Zátěž v jednotlivých sadách odpovídá 50 %, 75 % respektive 100 % stanovené maximální zátěže (10RM). Pauza mezi jednotlivými sadami je 1 až 1,5 minuty. Po pěti dnech následují dva dny pauzy a stanoví se nová hodnota 10RM. Výrazné zvyšování síly a svalové hypertrofie je patrné po 6-8 týdnech cvičení tohoto typu (Dvořák, 2003).

4.6.4 Proprioreceptivní neuromuskulární facilitace (PNF)

Základy proprioreceptivní neuromuskulární facilitace vypracoval americký lékař a neurofyziolog dr. Herman Kabat a na jejím rozvoji se podílely fyzioterapeutky M. Knottová a D. Vossová. Jde o komplexní metodu, kterou lze ovlivnit jak rozsahy pohybu, tak svalovou sílu a koordinaci pohybu. Neurofyziologický mechanismus PNF

vychází ze zásady, že mozek myslí v pohybech, nikoliv v jednotlivých svalech. PNF tak využívá základních pohybových vzorců, které odpovídají pohybům vykonávaných při běžných každodenních činnostech. Tyto pohybové vzorce jsou zakomponovány do jednotlivých diagonál a obsahují v sobě pohyby ve všech třech rovinách. Pro horní končetinu jsou popsány dvě diagonály, z nichž každá obsahuje dva antagonistické pohybové vzorce (flekční a extenční) (Holubářová, 2017).

Podstatou této techniky je ovlivnění motorických neuronů předních rohů míšních pomocí aferentních impulzů ze svalových, šlachových a kloubních proprioreceptorů a z taktilních, zrakových a sluchových exteroceptorů.

Dalším významným mechanismem, který PNF využívá, je fenomén následné indukce a iradiace, kdy aktivita silnějších svalů facilite aktivitu svalů oslabených či inaktivních. Mezi hlavní facilitační metody, této techniky patří protažení, manuální kontakt, optimální odpor, zraková kontrola pohybu, verbální stimulace, trakce a komprese (Kolář et al., 2015).

V rámci samotného provedení jednotlivých pohybů lze využít několika technik typických pro PNF mezi které patří: rytmická iniciace, opakované kontrakce, dynamický zvrát, stabilizační zvrát, rytmická stabilizace, kombinace izotonických kontrakcí, kontrakce – relaxace a výdrž – kontrakce (Bastlová, 2018).

4.6.5 Měkké techniky

Poruchy na úrovni měkkých tkání jsou ve vztahu ke kloubní či svalové poruše označovány jako sekundární. Jejich porucha se projevuje odporem proti posouvání či protažení. Lewit (2003) do technik měkkých tkání zahrnuje protažení kůže, protažení pojivové řasy, působení tlakem a posun (protažení) fascií.

Protažení kůže provedeme jejím uchopením podle velikosti okrsku mezi prsty, špičky prstů nebo ulnární hrany překřížených dlaní. Lehkým protažením dosáhneme bariéry, ve které vyčkáme, dokud se nedostaví fenomén uvolnění.

U techniky protažení pojivové řasy se uchopí tkáň mezi palec a ukazováček obou rukou s následným protažením pojivové řasy. Pokud nelze vytvořit kožní řasu, lze měkké tkáně ošetřit působením tlakem. Nepatrným tlakem dosáhneme bariéry, ve které vyčkáme na fenomén uvolnění, kdy cítíme, jak se prst vnořuje do tkáně. Důležitá je relaxace pacienta, proto volíme takový tlak, aby nedošlo k reflexnímu zvýšení svalového napětí. Ošetření fascií probíhá stejným principem, akorát jejich protažení provádíme plošněji, za použití celé dlaně.

Nedílnou součástí rehabilitace u operativně řešených zlomenin hlavice radia je péče o jizvu, která začíná po odstranění stehů. Nejprve se jako prevence rozevření jizvy provádí její přelepení speciální náplastí. Po třech až čtyřech týdnech od operace se začíná s působením na jizvu pomocí měkkých technik. Tahem a tlakem dochází k snižování hypertrofie jizvy a její remodelaci. Aby nedocházelo k vysychání jizvy je důležité ji pravidelně mazat, v ideálním případě za použití silikonových krémů či gelů (Rabello, Souza & Farina, 2014).

4.6.6 Fyzikální terapie

ULTRAZVUK

Terapie ultrazvukem se řadí mezi mechanoterapie. Podélným vlněním dochází k rozkmitávání tkáňové struktury a tím k její mikromasáži. Aplikace ultrazvuku má významné antiedematózní, trofotropní a myorelaxační účinky. V rámci fyzioterapie se využívá ultrazvuku o frekvenci 1 MHz (pro hlouběji uložené tkáně) a 3 MHz (pro povrchněji uložené tkáně).

Laser terapie

Terapie laserem se řadí mezi fototerapie. Využívá optického elektromagnetického záření. Působení laseru ovlivňuje průběh biochemických reakcí na makromolekulární úrovni. Jeho účinky můžeme rozdělit na přímé (termické, fotochemické) a nepřímé (biostimulační, protizánětlivé a analgetické). Laser se ve fyzioterapii využívá zejména k léčbě jizev (Poděbradský & Poděbradská, 2009).

Magnetoterapie

Při magnetoterapii se využívá působení magnetické složky elektromagnetického pole. Magnetoterapie zvyšuje aktivitu osteoklastů, což urychluje proces hojení kostní tkáně. Mezi další využití magnetoterapie se řadí její antiedematózní, analgetické, trofotropní, disperzní a myorelaxační účinky (Poděbradský & Poděbradská, 2009).

Iontoforéza

Využívá průchodu stejnosměrného proudu ke vpravování iontů a léčiv do tkáně. U operativně řešených zlomenin hlavice radia se jí využívá k vpravování jodidových

iontů k urychlení hojení jizvy (Bano & Kahlon, 2006). Při aplikaci se polarita iontu musí shodovat s polaritou elektrody. V případě jodidového iontu se tedy použije katoda.

Kombinovaná terapie

Tato terapie využívá současného myorelaxačního účinku ultrazvuku a kontaktní elektroterapie (nejčastěji TENS – transkutánní elektrická nervová stimulace). Ultrazvuková hlavice je současně využívána jako diferentní elektroda. Kombinovaná terapie se využívá k vyhledání a odstranění lokalizovaných reflexních změn ve svalu (Poděbradský & Poděbradská, 2009).

5 KAZUISTIKA

Jméno: P. V.

Pohlaví: žena

Rok narození: 1988

Stranová dominance: Pravá

Anamnéza

OA: 1998 zlomenina hlavice radia vpravo řešená chirurgicky osteosyntézou, nyní bez omezení

RA: Otec diabetes mellitus 2. typu

SA: žije s manželem a synem

PA: pracuje v reklamní agentuře

SpA: rekreačně volejbal, kolečkové brusle, posilovna, plavání

AA: neudává

FA: neudává

Abusus: alkohol příležitostně

NO: Pacientka 10. 5. 2020 upadla při jízdě na kolečkových bruslích. Pro bolest a stále se zvětšující otok v oblasti levého loketního kloubu se po dvou hodinách dostavila na oddělení urgentního příjmu FN Olomouc. Vyšetření RTG neprokázala žádná poškození, odeslána na MRI, kde byla diagnostikována nedislokovaná fraktura hlavice radia na levé HK. Léčeno konzervativně, vysokou dlahou po dobu 3 týdnů. 12. 6. 2020 nastoupila do rehabilitačního centra SHAPE v Olomouci.

Vyšetření - 19. 6. 2020

Aspekce: Obě horní končetiny bez otoku. LHK ve vnitřně rotačním postavení v ramenním kloubu, loketní kloub v semiflexi. Hypotrofie mediální části levého předloktí, na první pohled výraznější asymetrie oproti pravé straně.

Palpace: Kůže v oblasti levého loketního kloubu má normální barvu i teplotu. Přítomnost TrPs v m. supraspinatus, m. trapezius, m. levator scapulae a m. subscapularis vlevo. Palpace v oblasti loketního kloubu a předloktí bez bolesti.

Tabulka 2

Naměřené obvody horní končetiny (měřeno krejčovským metrem)

	LHK (cm)	PHK (cm)
Obvod relaxované paže	29,5	29
Obvod paže při kontrakci	31	30
Obvod loketního kloubu	25,5	26,5
Obvod předloktí	24	26
Obvod zápěstí	16,5	16,5
Obvod přes hlavičky metakarpů	19	19

Goniometrie

Rozsah pohybu byl měřený jak při aktivních, tak i pasivních pohybech v jednotlivých kloubech HK dle metody SFTR. Rozsahy aktivních i pasivních pohybů však byly totožné, proto bude uvedena pouze jedna tabulka. Při měření bylo zjištěno omezení do extenze v loketním kloubu a do supinace v předloktí. Při měření byl použit plastový goniometr.

Tabulka 3

Naměřené rozsahy pohybu horní končetiny

Rozsahy pohybu v jednotlivých kloubech HK		
	LHK (°)	PHK (°)
Ramenní kloub		
Sa	50 – 0 - 180	50 – 0 – 180
Fa	180 -0 - 0	180 -0 – 0
Ra	75 – 0 - 90	90 – 0 – 90
Loketní kloub		
Sa	0 – 30 - 150	10 – 0 – 150
Předloktí		
Ra	70 – 0 - 90	90 – 0 - 90
Zápěstí		
Sa	80 – 0 - 80	80 – 0 - 80
Fa	35 – 0 - 25	35 – 0 - 25

Vyšetření svalové síly

Tabulka 4

Vyšetření svalové síly dle Jandy v glenohumerálním kloubu

Vyšetření svalové síly svalů ovlivňujících pohyby v glenohumerálním kloubu			
	hlavní svaly	LHK	PHK
flexe	m. deltoideus, m. coracobrachialis	5	5
extenze	m. latissimus dorsi, m. teres major, m. deltoideus	5	5
abdukce	m. deltoideus, m. supraspinatus	5	5
extenze v abdukci	m. deltoideus	5	5
flexe v abdukci	m. pectoralis major	5	5
zevní rotace	m. infraspinatus, m. teres minor	4	5
vnitřní rotace	m. subscapularis, m. pectoralis major, m. latissimus dorsi, m. teres major	5	5

Tabulka 5

Vyšetření svalové síly dle Jandy v loketním kloubu

Vyšetření svalové síly svalů ovlivňujících pohyby v loketním kloubu			
	hlavní svaly	LHK	PHK
flexe	m. biceps brachii, m. brachialis, m. brachioradialis	4	5
extenze	m. triceps brachii, m. anconeus	5	5

Tabulka 6

Vyšetření svalové síly dle Jandy v předloktí

Vyšetření svalové síly svalů ovlivňujících pohyby v předloktí			
	hlavní svaly	LHK	PHK
supinace	m. biceps brachii, m. supinator	4	5
pronace	m. pronator teres, m. pronator quadratus	5	5

Tabulka 7

Vyšetření svalové síly dle Jandy v zápěstí

Vyšetření svalové síly svalů ovlivňujících pohyby v zápěstí			
	Hlavní svaly	LHK	PHK
Flexe s addukcí	m. flexor carpi ulnaris	4	5
Flexe s abdukcí	m. flexor carpi radialis	5	5
Extenze s addukcí	m. extensor carpi ulnaris	5	5
Extenze s abdukcí	m. extensor carpi radialis longus et brevis	5	5

Při vyšetření svalové síly do flexe v levém loketním kloubu byla při značném vnějším odporu, odpovídajícímu stupni 5 dle Jandy, limitujícím faktorem bolest v oblasti loketního kloubu, která se objevila již při počátku pohybu. Podobně tomu bylo i při testování svalové síly supinátorů předloktí, kdy se však bolest při větším vnějším odporu objevila při pohybu do supinace až ve 45°. U testování svalové síly při pohybu do flexe s ulnární dukcí se již při středně velkém vnějším odporu objevila bolest jdoucí po celé ulnární hraně předloktí, pro kterou nebylo možné vykonat pohyb v celém rozsahu.

Vyšetření kloubní pohyblivosti

Vyšetření joint play (kloubní hry) v articulatio humeroulnaris, humeroradialis, radio ulnaris proximalis et distalis a v drobných kloubech zápěstí bez nalezené blokády.

Vyšetření periferních nervů

Orientační vyšetření povrchového cití neprokázalo žádný deficit povrchového cití. Při zkoušce rozlišení ostrých a tupých podnětů pacientka správně rozlišila 10/10 podnětů na obou končetinách, stejně tak při dvoubodové diskriminaci testované v oblasti předloktí do hranice 4 cm. Problémy s rozeznáváním teplých a studených podnětů pacientka neudává.

Vyšetření funkčních pohybů a stability kloubu

Pacientka bez problému zvládla všechny testované úchopy: nehtový, bříškový, pinzetový, špetku, klíčový, kulový, válcový a hákový. Při pohybu levé ruky v supinaci ke stejnému rameni pacientka udává mírnou bolest v konečné fázi pohybu. Valgus i Varus stress test negativní.

Krátkodobý rehabilitační plán

Hlavním cílem krátkodobého rehabilitačního plánu je zvýšení rozsahu pohybu loketního a ramenního kloubu a zvětšení svalové síly svalů, u kterých byl zjištěn silový deficit. Dále je třeba ošetřit reflexní změny v oblasti ramenního kloubu a věnovat se úpravě patologických pohybových stereotypů a zlepšení vzájemné svalové koordinace při pohybech LHK. Pro dosažení výše zmíněných cílů, využijeme následujících metod: PNF, PIR, AGR, PFI stretching a cvičení v otevřených kinematických řetězcích s využitím thera-bandu.

Pro zvýšení rozsahu pohybu využijeme jednotlivých technik z konceptu PNF, a to zejména pohybů v rámci 1. diagonály pro zvýšení rozsahu pohybu do extenze v loketním kloubu (extenční vzor, extenční varianta) a supinace (flekční vzor, flekční varianta). Pro zlepšení koordinace a zvýšení rozsahu pohybu do supinace předloktí a zevní rotace v ramenním kloubu využijeme 2. diagonálu, flekční vzor, extenční variantu. Dále k ovlivnění rozsahu pohybu využijeme stretchingu a metody PFI na pronátory a flexory loketního kloubu.

Pro zvýšení svalové síly supinátorů a flexorů loketního kloubu a zápěstí zařadíme z technik PNF pohyby v 1. diagonále flekčním vzoru a flekční variantě. Využijeme také cvičení dle svalového testu a cvičení s thera-bandem.

Ošetření reflexních změn v m. supraspinatus, m. trapezius, m. levator scapulae a m. subscapularis pomocí kombinované terapie, PIR a AGR s instruktáží pacienta, jak tyto techniky využívat formou autoterapie.

Dlouhodobý rehabilitační plán

Cílem dlouhodobého rehabilitačního plánu je obnovení plné extenze v loketním kloubu s využitím výše zmíněných technik a návrat nejen ke sportovním činnostem, které byla pacientka zvyklá dělat před úrazem. Pacientka bude po skončení rehabilitace ve cvičení pokračovat v domácím prostředí.

6 DISKUZE

U zlomenin hlavice kosti vřetenní představují největší komplikace zlomeniny typu III podle Masonovy klasifikace, tedy zlomeniny obtížně rekonstruovatelné či nerekonstruovatelné. U těchto typů zlomenin jsou také častá souběžná poranění okolních měkkých tkání, kolaterálních ligament, roztržení membrány interossea (poranění Essex-Lopresti) a luxace loketního kloubu. U těžších poranění může dojít i ke zlomenině olecranon ulnae či processus coronoideus ulnae. Jako terrible triad se označuje zlomenina hlavice kosti vřetenní se současným odlomením processus coronoideus ulnae a luxací lokte.

Zlomeniny hlavice radia typu Mason I se ve většině případů řeší konzervativně, avšak často diskutovaným tématem je názor na dobu imobilizace, který bývá nejednotným. Ve studii (Smits, Giannakopoulos & Zuidema, 2014) bylo prokázáno, že z dlouhodobého hlediska dosáhli nejlepších výsledků pacienti s krátkou dobou imobilizace. V této studii bylo rozděleno 81 pacientů do tří skupin s různou dobou imobilizace: S1 1-7 dní (40 pacientů), S2 8-14 dní (23 pacientů) a S3 déle než 14 dní (18 pacientů). Vyhodnocení proběhlo pomocí DASH skóre postižení/příznaků, kdy skupina S1 dosáhla v tomto testu průměrné hodnoty 4,6, S2 hodnoty 5,8 a S3 hodnoty 9,3. Z uvedených hodnot DASH skóre je patrné, že nejhorší hodnocení měla skupina S3, zatímco u skupiny S1 byl výsledek dvojnásobně lepší, a proto doporučují imobilizaci trvající maximálně po dobu jednoho týdne. Dalším významným vlivem na dobu a kvalitu hojení je u konzervativně řešených zlomenin typu Mason I odstranění hematomu v oblasti loketního kloubu. Podle Mahmoud et al. (2014) časná odsátí hematomu, nejlépe do 6 hodin od úrazu, z této oblasti a následná 48 h imobilizací v šátkovém závěsu výrazně zlepšil výsledek. Po této době se doporučuje začít s aktivním cvičením a zvyšováním rozsahu pohybu pomocí stretchingu do extenze. Dále uvádí, že po jednom týdnu od úrazu by pacienti měli přijít na kontrolu k posouzení, zda nedošlo k současnému poranění kolaterálních ligament. V případě, že se jedná pouze o zlomeninu hlavice radia bez poškození ligament, doporučuje pacientovi již samostatné rehabilitace v domácím prostředí. Pokud by u pacienta nedocházelo ke zlepšení do šesti týdnů provádí se rtg vyšetření loketního kloubu a řeší se následná terapie.

Zlomeniny typu Mason II se léčí buď konzervativně či chirurgicky metodou otevřené repozice a vnitřní fixace (ORIF). Dlouhodobě výborné výsledky metody ORIF

byly prokázány ve studii Pearce a Gallannauga (1996), ve které je uvedeno, že 90 % pacientů s takto léčenou zlomeninou neudává žádné subjektivní potíže. Se zvolením metody ORIF při léčbě zlomenin typu Mason II také souhlasí studie Khalfayana, Culpa a Alexandera (1992), která zmiňuje až o polovinu lepší výsledky oproti stejnému typu zlomenin, avšak řešených konzervativním přístupem. Opačný názor zastávají Lindenhovius et al. (2009), kteří ve své studii nezmiňují žádný znatelný přínos oproti konzervativně řešeným zlomeninám. Navíc se u takto léčených pacientů ve 44 % objevily komplikace v podobě heterotopických osifikací. Studie porovnává výsledky u zlomenin typu Mason II řešených metodou ORIF s odstupem 22 let s výsledky studie Åkesson et al. (2006), která popisuje výsledky stejného typu zlomeniny řešených konzervativně s odstupem 19 let. Neutrální postoj k této problematice zaujímají Yoon, King a Grewal (2014), kteří nezjistili žádný klinicky významný rozdíl v deficitu ROM, svalové síly ani funkčních schopností či jiných komplikací mezi zlomeninami typu Mason II řešenými konzervativně a metodou ORIF s odstupem čtyřech až pěti let.

Největší komplikaci představují zlomeniny typu Mason III a Mason & Johnston IV, u kterých se názory na jejich léčbu i podle současných odborných publikací liší. Tyto zlomeniny lze řešit resekci hlavice radia, osteosyntézou či implantací endoprotézy.

Resekce hlavice radia se využívala dříve u většiny případů. Již v 80. letech 20. století se objevily první studie zabývající se pozdními komplikacemi, které tuto léčebnou metodu doprovázejí. Mezi tyto komplikace patří zejména artróza, valgózní deformita a výrazné omezení rozsahu pohybu v loketním kloubu, synostóza v proximální části radia a ulny, proximalizace radia spojená s instabilitou distálního radioulnárního skloubení (Sutro & Sutro 1985). Mikic a Vukadinovic (1983) uvádí, že se tyto pozdní komplikace mohou rozvinout až u 50 % pacientů.

Studie z posledního desetiletí metodu resekce hlavice radia schvalují za předpokladu, že je zachována stabilita loketního kloubu. V takovém případě může vést resekce hlavice radia k dlouhodobě dobrým výsledkům u více než 90 % případů (Antuña, Sánchez-Márquez & Barco, 2010). Studie Yu et al. (2015) a Solarino et al. (2015) zmiňují resekci hlavice radia jako metodu první volby u pacientů starších 65 let. Vlivem častých osteoporotických změn u těchto pacientů dochází v případě náhrady hlavice radia endoprotézou k jejímu uvolňování a následně je nutné provést její resekci. Dále pak uvádí, že při zachování stability loketního kloubu je resekce hlavice radia u zlomenin typu Mason II a III možnou alternativou namísto endoprotetické náhrady i u mladších pacientů.

Nejednotné jsou také názory odborných publikací, zda se při těžších zlomeninách hlavice radia pokoušet o osteosyntézu, či indikovat její endoprotetickou náhradu. Zwingmann et al. (2015) ve své práci doporučuje hlavici radia nahradit endoprotézou v případě víceúlomkových zlomenin. Naopak Braunsteinerovu techniku extrakorporální osteosyntézy označuje za nevhodnou kvůli možným následkům, jako je například osteonekróza či rozvoj artrózy. Uvádí, že u víceúlomkových zlomenin není možné při osteosyntéze zachovat hladkou kloubní plochu bez jakýchkoliv nerovností, což časem vede k rozvoji artrózy. Z části s tímto přístupem souhlasí i Ring (2004), který ve své práci také upřednostňuje implantaci endoprotézy, ale pouze u zlomenin typu Mason III s více než třemi fragmenty. Uvádí, že osteosyntézou prováděnou u těchto zlomenin bylo dosaženo neuspokojivých výsledků v porovnání s frakturami se dvěma až třemi fragmenty, u kterých však bylo dosaženo osteosyntézou výsledků dobrých. Chen et al. (2011) ve své práci porovnávali výsledky pacientů s nestabilní frakturou hlavice radia léčenou osteosynteticky s pacienty, u kterých byla provedena endoprotetická náhrada. Závěrem shledali výrazné zlepšení u pacientů s implatovanou endoprotézou po dvou letech. Zároveň ale upozorňují, že jejich studie zohledňuje pouze krátkodobé a střednědobé výsledky. Touto problematikou se zabývá i Kodde et al. (2015), který říká, že většina studií zkoumající výsledky po endoprotetických náhradách hlavice radia zahrnují pouze krátkodobý až střednědobý časový horizont, ale vlivem stárnutí dochází k uvolňování a opotřeбенí náhrady, a tím i vzniku závažných komplikací, což tyto studie neberou v potaz.

Největší problém představuje u všech typů zlomenin hlavice radia obnovení rozsahu pohybu, a proto se v rámci rehabilitace primárně věnuje této oblasti. Zejména plná extenze v loketním kloubu bývá často omezena, a to i u méně závažných zlomenin. Dle výše uvedených zdrojů k tomu často dochází z důvodu dlouhodobé imobilizace a pozdně zahájené rehabilitace. U zlomenin typu Mason I a konzervativně řešených zlomenin typu Mason II se s aktivními a aktivně-asistovanými pohyby začíná ihned po odeznění otoku a bolesti, což bývá zpravidla již třetí den po operaci. U složitějších zlomenin typu II a III dle Masonovy klasifikace řešených operativně se k imobilizaci nejčastěji využívá vysoké dlahy či dlah zabraňujícím rotačním pohybům a propnutí do plné extenze. Moro et al. (2001) doporučuje tyto dlahy nosit pouze jako prevenci proti přetížení při každodenních aktivitách, maximálně však po dobu tří týdnů, aby nedocházelo ke vzniku srůstů. S aktivním a aktivně-asistovaným cvičením se v tomto případě doporučuje začít nejpozději desátý den po operaci (Morrey, 2002). Při

zvyšování rozsahu pohybu do extenze se z počátku využívá neutrálního či mírně pronačního postavení předloktí, kdy se vlivem sníženého valgózního napětí snižuje i tlak na hlavici radia (Bano & Kahlon, 2006). V případě, že je zlomenina i loketní kloub stabilní, je možné po třech až čtyřech týdnech od úrazu či operace provádět mobilizace jednotlivých kloubů. Mobilizace v proximálním i distálním radioulnárním skloubení jsou kontraindikovány: a) pokud byla provedena exstirpace hlavice radia b) pokud byla hlavice radia nahrazena endoprotézou c) pokud současně se zlomeninou hlavice radia došlo také k porušení membrána interosea. Mobilizací by mohlo dojít ke zvýšení instability v této oblasti či k uvolnění endoprotézy (Bano & Kahlon, 2006).

V rámci rehabilitace je také důležité dbát na zachování a obnovu svalové síly. Již první týden od úrazu se zařazují cvičení pro posílení ramenního pletence a zvýšení jeho mobility do všech směrů. Zvýšenou pozornost je však třeba dávat při pohybech do zevní rotace, kdy dochází ke zvýšení napětí na laterálním kolaterálním ligamentu a v případě výskytu bolesti je vhodné se těmito pohyby zpočátku vyhnout. K posílení svalů, ale také ke snížení otoku je vhodné včasné zařazení izometrického posilování prováděné submaximální silou. V rámci ramenního kloubu a zápěstí je toto cvičení možné zařadit již týden po operaci či úrazu. V loketním kloubu po třech až čtyřech týdnech, kdy je zlomenina dostatečně stabilní (Park & Ahmad, 2004). Postupně progresivní odporová cvičení lokte a předloktí je možné začít cvičit od čtvrtého do šestého týdne. Je nutné dbát na zvolený odpor a rozsah pohybu, aby pacient nepocíťoval bolest (Bano & Kahlon, 2006).

7 ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem se zabýval problematikou zlomenin hlavice radia, které tvoří až třetinu všech zlomenin v oblasti loketního kloubu. Z hlediska klasifikace dělíme zlomeniny dle Masonovy škály do tří typů, nicméně tato škála byla rozšířena Johnstonem o typ IV.. Nejčastějšími zlomeninami hlavice radia jsou zlomeniny typu Mason I s výskytem 73 %. Jedná se o zlomeniny nedislokované nebo pouze s minimálním posunem (do 2 mm). Dislokované zlomeniny typu II jsou zastoupeny z 19 % a kominutivním zlomeninám typu III a IV připadá zbylých 8 %.

I když názory odborné společnosti na způsob léčby i následné délky imobilizace nejsou jednotné, většina studií potvrzuje nejlepší dlouhodobé výsledky u léčených pacientů s následnou krátkodobou imobilizací (do jednoho týdne). Bylo prokázáno, že z dlouhodobého hlediska je vhodnější konzervativní způsob léčby u pacientů s méně závažnou zlomeninou typu Mason II. Na druhou stranu, u závažnějších zlomenin se 2-3 kostními fragmenty typu Mason II, Mason III a Mason a Johnston IV mají přednost osteosyntetické techniky. Za předpokladu, že kostních úlomků je čtyři a více, je dosaženo dlouhodobě lepších výsledků implantováním endoprotetické náhrady. Resekce hlavice radia je v současných studiích doporučována zejména pro pacienty starších 65 let, nebo jako alternativa u mladších pacientů, avšak pouze tehdy, pokud u nich není narušena stabilita loketního kloubu. Nejčastějším deficitem u pacientů s diagnostikovanou zlomeninou hlavice radia je i po následné rehabilitaci omezení ROM zejména do extenze v loketním kloubu a supinace předloktí. Z rešerše vyplývá potřeba se zaměřit na zvýšení ROM, svalové síly a stability kloubu jako celku. Cílem fyzioterapie je tedy co možná největší obnova všech funkcí a navrácení pacienta do života, na který byl zvyklý, ať už v oblasti pracovní, volnočasové či sportovní.

8 SOUHRN

Tématem práce je fyzioterapie po zlomeninách hlavice radia. Práce se zaměřuje shrnutím aktuálních poznatků týkajících se léčby i následné rehabilitace v rámci dané problematiky. V první části práce je popsán stručný anatomický přehled a biomechanické zákonitosti oblasti loketního kloubu. Dále se zabývá mechanismem vzniku těchto zlomenin, jejich klasifikací a léčebnými postupy využívanými u jednotlivých typů zlomenin hlavice radia. V práci je zmíněna problematika heterotopických osifikací, jakožto časté komplikace doprovázející tyto zlomeniny.

V druhé části se práce zaměřuje na úlohu fyzioterapeuta, konkrétně na vyšetření a možnosti následných rehabilitačních postupů. Nedílnou součástí práce je kazuistika pacienta se zlomeninou hlavice radia typu Mason I s konzervativním léčebným postupem. Dle daných poznatků vyplývajících z rešerše byl vypracován návrh krátkodobého i dlouhodobého rehabilitačního plánu.

9 SUMMARY

The main topic of this thesis is physiotherapy after radial head fracture. It focuses on summary of up-to-date knowledge of treatment and subsequent rehabilitation within the stated issue. The first part of the thesis contains a brief anatomic overview and a biomechanical regularity of the elbow joint region. It subsequently deals with an origin mechanism of these fractures, their qualification and treatment procedures used with particular types of radial head fractures. The issue of heterotopic ossification is also mentioned, as a frequent complication accompanying the fractures.

In the second part of the thesis, the focus is on the role of a physiotherapist, particularly on the examination and the possibility of subsequent rehabilitation methods. The casuistry of a patient with a Mason type I radial head fracture, including conservative treatment procedure, is as well an essential part of this work. A proposal of a rehabilitation strategy was prepared according to information implied by the research.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Antuña, S. A., Sánchez-Márquez, J. M., & Barco, R. (2010). Long-term results of radial head resection following isolated radial head fractures in patients younger than forty years old. *JBJS*, 92(3), 558-566.
- Åkesson, T., Herbertsson, P., Josefsson, P. O., Hasselius, R., Besjakov, J., & Karlsson, M. K. (2006). Primary nonoperative treatment of moderately displaced two-part fractures of the radial head. *JBJS*, 88(9), 1909-1914.
- Bano, K. Y., & Kahlon, R. S. (2006). Radial Head Fractures-Advanced Techniques in Surgical Management and Rehabilitation. *Journal of Hand Therapy*, 19(2), 114-35.
- Bartoníček, J. & Heřt, J. (2004). *Základy klinické anatomie pohybového systému*. Praha: Maxdorf.
- Bastlová, P. (2018). *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Beingessner, D. M., Dunning, C. E., Gordon, K. D., Johnson, J. A., & King, G. J. W. (2005). The effect of radial head fracture size on elbow kinematics and stability. *Journal of Orthopaedic Research*, 23(1), 210-217.
- Broberg, M. A., & Morrey, B. F. (1986). Results of delayed excision of the radial head after fracture. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 68(5), 669-674.
- Coleman, D. A., Blair, W. F., & Shurr, D. (1987). Resection of the radial head for fracture of the radial head. Long-term follow-up of seventeen cases. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 69(3), 385—392.
- Čihák, R. (2004). *Anatomie 3: Druhé, upravené a doplněné vydání*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Čihák, R. (2011). *Anatomie 1: Třetí, upravené a doplněné vydání*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Dvořák, R. (2003). *Základy kinezioterapie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Flowers, K. R., & LaStayo, P. (1994). Effect of total end range time on improving passive range of motion. *Journal of Hand Therapy*, 7(3), 150-157.
- Geissler, W. B., & Freeland, A. E. (1992). Radial head fracture associated with elbow dislocation. *Orthopedics*, 15(7), 874-7.
- Garland, D. E. (1991). A clinical perspective on common forms of acquired heterotopic ossification. *Clinical orthopaedics and related research*, 263, 13—29.
- Haladová, E. & Nechvátalová L. (2008). *Vyšetřovací metody hybného systému*. (2nd ed.). Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů.

- Hart, R., Janeček, M., Klusáková, I. & Buček, P. (2012), *Loketní kloub: ortopedie a traumatologie*. 2. vyd. Praha: Maxdorf.
- Hájková, S., Novotná, I., & Salabová, L. (2014). *Mobilizace periferních kloubů*. České vysoké učení technické.
- Holubářová, J. & Pavlů D. (2017). *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace*. Praha: Univerzita Karlova v Praze.
- Chen, X., Wang, S. C., Cao, L. H., Yang, G. Q., Li, M., & Su, J. C. (2011). Comparison between radial head replacement and open reduction and internal fixation in clinical treatment of unstable, multi-fragmented radial head fractures. *International orthopaedics*, 35(7), 1071-1076.
- Janda, V. (2004). *Svalové funkční testy*. Praha: Grada.
- Johnston GW. A follow-up of one hundred cases of fractures of the head of the radius with a review of the literature. *Ulster Med J* 1962;31:51–56.
- Josefsson, P. O., Johnell, O., & Gentz, C. F. (1984). Long-term sequelae of simple dislocation of the elbow. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 66(6), 927—930.
- Kapandji, I. A. (1982). *The Physiology of the Joints* (5th ed, Vol. 1). Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Khalfayan, E. E., Culp, R. W., & Alexander, A. H. (1992). Mason type II radial head fractures: operative versus nonoperative treatment. *Journal of orthopaedic trauma*, 6(3), 283-289.
- Kodde, I. F., Kaas, L., Flipsen, M., van den Bekerom, M. P., & Eygendaal, D. (2015). Current concepts in the management of radial head fractures. *World journal of orthopedics*, 6(11), 954.
- Kolář, P. et al. (2012). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.
- Kolář, P., Máček, M. et al. (2015). *Základy klinické rehabilitace*. Praha: Galén.
- Lewit, K. (2003). *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. Praha: Sdělovací technika.
- Lindenhovius, A. L., Felsch, Q., Ring, D., & Kloen, P. (2009). The long-term outcome of open reduction and internal fixation of stable displaced isolated partial articular fractures of the radial head. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 67(1), 143-146.
- Mahmoud, S. S., Moideen, A. N., Kotwal, R., & Mohanty, K. (2014). Management of Mason type 1 radial head fractures: a regional survey and a review of literature. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, 24(7), 1133-1137.
- Mikic, Z. D., & Vukadinovic, S. M. (1983). Late results in fractures of the radial head treated by excision. *Clinical orthopaedics and related research*, (181), 220-228.

- Moro, J. K., Werier, J., MacDermid, J. C., Patterson, S. D., & King, G. J. (2001). Arthroplasty with a metal radial head for unreconstructible fractures of the radial head. *JBJS*, 83(8), 1201-1211.
- Morrey, B. F. (1995). Current concepts in the treatment of fractures of the radial head, the olecranon, and the coronoid. *Instructional course lectures*, 77(2), 316-327.
- Morrey, B. F. (2002). *The elbow*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Morrey, B. F. (2009). *The elbow and its disorders*. Elsevier Health Sciences.
- Müller, M. E., Nazarian, S., & Schatzker, J. (1996). *CCF comprehensive classification of fractures. Pamphlet I and II*. Berne: ME Mueller Foundation.
- Netter, F. H. (2005). *Anatomický atlas člověka* (2nd ed.). Praha: Grada Publishing.
- Park, M. C., & Ahmad, C. S. (2004). Dynamic contributions of the flexor-pronator mass to elbow valgus stability. *JBJS*, 86(10), 2268-2274.
- Pearce, M. S., & Gallannaugh, S. C. (1996). Mason type II radial head fractures fixed with Herbert bone screws. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 89(6), 340P-344P.
- Poděbradský, J., & Poděbradská, R. (2009). *Fyzikální terapie: manuál a algoritmy*. Praha: Grada.
- Rabello, F. B., Souza, C. D., & Farina Júnior, J. A. (2014). Update on hypertrophic scar treatment. *Clinics*, 69(8), 565-573.
- Ring, D. (2004). Open reduction and internal fixation of fractures of the radial head. *Hand clinics*, 20(4), 415-427.
- Smits, A. J., Giannakopoulos, G. F., & Zuidema, W. P. (2014). Long-term results and treatment modalities of conservatively treated Broberg–Morrey type 1 radial head fractures. *Injury*, 45(10), 1564-1568.
- Solarino, G., Vicenti, G., Abate, A., Carrozzo, M., Picca, G., & Moretti, B. (2015). Mason type II and III radial head fracture in patients older than 65: is there still a place for radial head resection?. *Aging Clinical and Experimental Research*, 27(1), 77-83.
- Sutro, C. J., & Sutro, W. H. (1985). Fractures of the radial head in adults with the complication "cubitus valgus". *Bulletin of the Hospital for Joint Diseases Orthopaedic Institute*, 45(1), 65-73.
- Tichý, M. (2008). *Dysfunkce kloubu*. (1st ed.). Praha: Miroslav Tichý.
- Yasin, N. F. & Singh, V. A. (2012). Fracture Dislocation of the Radial Head: Radial head excision or replacement? *The Internet Journal of Orthopedic Surgery*, 8(1), 2–5.
- Yu, S. Y., Ruan, H. J., Wang, W., & Fan, C. Y. (2015). Comparative study of radial head resection and prosthetic replacement in surgical release of stiff elbows. *International orthopaedics*, 39(1), 73-79.

- Wheeless, C. R. (2015), Radial Head Frx: Type II. *Wheeless'textbook of orthopaedics*. Retrieved 14. 3. 2020 from the World Wide Web: http://www.wheelessonline.com/ortho/radial_head_frx_type_ii
- Włodarski, K. H. (1991). Bone histogenesis mediated by nonosteogenic cells. *Clinical orthopaedics and related research*, 272, 8—15.
- Yoon, A., King, G. J., & Grewal, R. (2014). Is ORIF superior to nonoperative treatment in isolated displaced partial articular fractures of the radial head?. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, 472(7), 2105-2112.
- Zwingmann, J., Bode, G., Hammer, T., Südkamp, N. P., & Strohm, P. C. (2015). Radial head prosthesis after radial head and neck fractures—current literature and quality of evidence. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*, 82, 177-185.