

Katedra: Katedra tělesné výchovy

Studijní program: Tělesná výchova a sport

Studijní obor: Tělesná výchova se zaměřením na vzdělávání

(kombinace): Anglický jazyk se zaměřením na vzdělávání

SLEDOVÁNÍ EFEKTIVITY POÚRAZOVÉ REHABILITACE POMOCÍ 3D VIDEOANALÝZY

Monitoring of post-traumatic rehabilitation efficiency when using 3D videoanalysis

Bakalářská práce: 10-FP-KTV- 11

Autor:

Kateřina Nováková

Podpis:

Adresa:

Zd. Nejedlého 1019

511 01, Turnov

Vedoucí práce: doc. PhDr. Soňa Vodičková, Ph.D

Konzultant:

Počet

stran	grafů	obrázků	tabulek	pramenů	příloh
55	12	13	8	19	6 + CD

V Liberci dne: 30. 7. 2010

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

V Liberci dne: 30. 7. 2010

Kateřina Nováková

Poděkování

V první řadě bych ráda poděkovala vedoucí své bakalářské práce doc. PhDr. Soně Vodičkové, Ph.D. za možnost bližšího seznámení s 3D videoanalýzou a jejím využitím, a také za cenné rady a připomínky ohledně formy a obsahu práce.

Největší dík však patří mé rodině a přátelům, kteří mě podporovali během celého studia a psaní této bakalářské práce.

Anotace:

Titul: *Sledování efektivity poúrazové rehabilitace pomocí 3D videoanalýzy.*

Hlavním cílem této bakalářské práce je ukázat využití 3D videoanalýzy při hodnocení efektivity pooperační rehabilitace zlomeniny proximálního humeru. Tato práce vznikla za spolupráce s rehabilitačním oddělením Krajské nemocnice Liberec, kde bylo měření sledovaného souboru prováděno. Humerus, nebo-li kost pažní tvoří spolu s lopatkou ramenní kloub, jeden z nejsložitějších kloubů lidského těla. V první části práce je vysvětlena jeho anatomická stavba včetně nejběžnějších poškození a způsobu léčby ramenního kloubu. Dále je zde popsána 3D videoanalýza, její základní princip a využití. V praktické části práce se nachází okomentované vyhodnocení naměřených dat a závěrečné hodnocení shrnující získané výsledky a možnost uplatnění použité vyšetřovací metody v lékařské praxi.

Klíčová slova: Ramenní kloub, kost pažní, abdukce, 3D videoanalýza, rehabilitace.

Summary:

Title: *Monitoring of post-traumatic rehabilitation efficiency when using 3D videoanalysis.*

The main aim of this bachelor thesis is to show the utilization of 3D videoanalysis in evaluation of rehabilitative efficiency of postoperative treatment of proximal humerus fracture. The thesis was developed from cooperation with physiotherapy at Krajska nemocnice Liberec, where the survey of examined group was realized. Proximal humerus together with scapula create a shoulder joint, one of the most complicated joints in human body. Anatomical structure of shoulder joint including common injuries and treatments is mentioned in the first part of the thesis. Hereafter 3D videoanalysis, its basic principles and utilization is described. Annotated evaluation of data acquired by the survey of the examined group is found in the practical part of the thesis. The discussion about gained results and possible usage of the 3D videoanalysis in practice of medicine is placed at the end of the thesis.

Key words: Shoulder joint, humerus, abduction, 3D videoanalysis, rehabilitation.

Zusammenfassung:

Titel: *Das Aufmerken der Effektivität der posttraumatischen Rehabilitation durch die 3D Videoanalyse.*

Das Hauptziel dieser Bakkalaureats-Arbeit ist das Auswerfen der 3D Videoanalyse in der Bewertung der Effektivität der Rehabilitation nach der Operation des Oberarmbeins zeigen. Die Arbeit entstand Dank der Zusammenarbeit mit Krajska nemocnice Liberec, wo die Messung der beobachteten Gruppe stattgefunden hat. Das Oberarmbein zusammen mit dem Schulterblatt bilden das Schultergelenk, eines der kompliziertesten Gelenken im Körper. Der anatomische Aufbau des Schultergelenks, meiste Schädigung und Therapie inbegriffen sind im ersten Teil der Bakkalaureats-Arbeit erwähnt. Danach ist die 3D Videoanalyse mit ihren Grundgedanken und Auswerfen erklärt. Der praktische Teil der Arbeit widmet sich dem Auswerten der gemessenen Daten, der Diskussion über erworbenen Ergebnisse und Möglichkeit die 3D Videoanalyse in Medizin zu benutzen.

Schlüsselwörter: das Schultergelenk, das Oberarmbein, die Abduktion, 3D Videoanalyse, die Rehabilitation.

Obsah

Obsah	7
1 Úvod	9
2 Ramenní kloub	11
2.1 Anatomie ramenního kloubu	11
2.1.1 Kostí ramenního kloubu	11
2.1.2 Svaly ramenního kloubu	13
2.1.3 Ligamenta ramenního kloubu	16
2.2 Pohyby v ramenním kloubu	17
2.3 Postižení ramenního kloubu	18
2.3.1 Chronická, zánětlivá a degenerativní onemocnění	18
2.3.2 Úrazy ramenního kloubu	20
2.4 Možnosti léčení poškození ramenního kloubu	24
2.4.1 Artroskopie	24
2.4.2 Obstríik ramenního kloubu	25
2.4.3 Fixace	25
2.4.4 Alopastika a hemiartroplastika ramenního kloubu	25
2.4.5 Fyzioterapie, rehabilitace	25
3 Kinematografická vyšetřovací metoda	27
3.1 2D videoanalýza	28
3.2 3D videoanalýza	28
3.2.1 Kamery	28
3.2.2 Identifikační značky	29
3.2.3 Vyhodnocení záznamu, odečet souřadnic	30
3.2.4 Kalibrace	31

3.2.5	Úprava vyhodnocených dat	31
3.2.6	Typy výstupů	31
4	Praktická část	33
4.1	Použitá Metodika	33
4.2	Sledovaný soubor	33
4.3	Vyhodnocení výsledků	38
4.3.1	Grafy	39
4.3.2	Kinogram	43
4.3.3	Hodnocení	44
5	Závěr	46
A	RTG pacientky D. B. před operací.	50
B	RTG pacientky D. B. po operaci.	51
C	RTG pacientky M. J. před operací.	52
D	RTG pacientky M. J. po operaci.	53
E	RTG pacientky S. K. před operací.	54
F	RTG pacientky S. K. po operaci.	55

Kapitola 1

Úvod

Pohyb je jednou ze základních vlastností všech živých organismů. V rostlinné říši je svázán s růstem rostliny, který probíhá zpravidla velmi pomalu a je pro běžné oko téměř neviditelný. Naopak u živočichů je pohyb závislý nejenom na růstu jejich vlastního těla, ale i na řídicím centru, které ovládá pohyb celého těla nebo jeho částí. U člověka dochází od narození ke zdokonalování motorických schopností a dovedností, tedy činností, při kterých vykonáváme pohyb. Některé z nich jsou základem každodenního života většiny populace, např. chůze. Jiné jsou vysoce specializované a vyžadují dlouhodobý trénink. Do této skupiny řadíme nejrozličnější druhy sportovních aktivit prováděné na různé výkonnostní úrovni, kde je dosahováno nejlepších výsledků v závislosti na precizně a často také na co nejrychleji provedeném pohybu.

S rostoucí náročností pohybových úkonů, zejména ve vrcholovém sportu, vzrůstá i potřeba provedení pohyb co nejpřesněji analyzovat, aby byl výsledný pohyb co nejpřesnější. K tomuto účelu slouží různé metody. Jednou z nich je 3D videoanalýza, která umožňuje pomocí sledovaných parametrů daný pohyb vhodně popsat a umožňuje tak provedení pohybu v maximální možné kvalitě.

V této bakalářské práci je zkoumáno využití 3D videoanalýzy při zjišťování efektivity rehabilitační léčby tří pacientek Krajské nemocnice Liberec, kterým byla operována zlomenina horního konce kosti pažní. Měření se uskutečnila celkem 2 krát v intervalu přibližně jednoho měsíce po sobě. Cvičení bylo prováděno na traumatologickém oddělení pod dohledem rehabilitační sestry, kde byla sledována současná abdukce pravé i levé horní končetiny. Z pořízených videozáznamů se pomocí speciálního počítačového programu provedl odečet souřadnic sledovaných bodů na obou horních končetinách a získaná data byla zpracována do podoby grafů a tabulek.

Bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části je popsána nejprve anatomie ramenního kloubu včetně pohybů, nejčastějších poškození a způsobů

jejich léčby. Nachází se zde také stručná charakteristika 3D videoanalýzy, kterou jsme při zkoumání kvality provedení pohybu použili. V praktické části práce jsou zobrazeny výstupy dat v podobě okomentovaných grafů a tabulek, jež reflektují prováděný pohyb u jednotlivých pacientek. Z těchto výstupů lze velmi snadno zhodnotit kvalitu prováděného pohybu a doporučit tak vhodná opatření, která by vedla k maximální efektivitě rehabilitační léčby.

Kapitola 2

Ramenní kloub

Ramenní kloub, *articulatio humeri* je hlavním a největším kloubem nacházejícím se v oblasti ramene. Je to kulovitý volný kloub spojující kost pažní, *humerus* s pletencem horní končetiny, resp. s lopatkou (*scapulou*). Vlastní kloub tvoří hlavice kosti pažní (*caput humeri*) a jamka lopatky (*cavitas glenoidalis*), která je po obvodu doplněna kloubním lemem (*labrum glenoidale*). Tento tuhý fibrózní prstenec rozšiřuje plochu jamky o jednu třetinu, nicméně hlavice je mnohem větší a naléhá, tak na jamku pouze čtvrtinou až třetinou své celkové plochy. Kloub je na povrchu opatřen volným kloubním pouzdra, které začíná na obvodu jamky a upíná se na anatomický krček kosti pažní (*collum anatomicum humeri*). Nejslabším místem pouzdra je jeho přední strana. Pouzdro obsahuje vrstvu fibrózní a vrstvu synoviální vystýlající celý kloub a produkující vazkou synovii, která má výživnou a lubrikační funkci. Zesílení kloubního pouzdra zajišťují šlachy svalů začínajících na lopatce, které přiléhají k pouzdru a kloubní vazy. Systém podpůrných šlach a vazů obklopující ramenní kloub se nazývá rotátorová manžeta (Abrahams a Druga (2003); Čihák (2001); Dylevský (2009)).

2.1 Anatomie ramenního kloubu

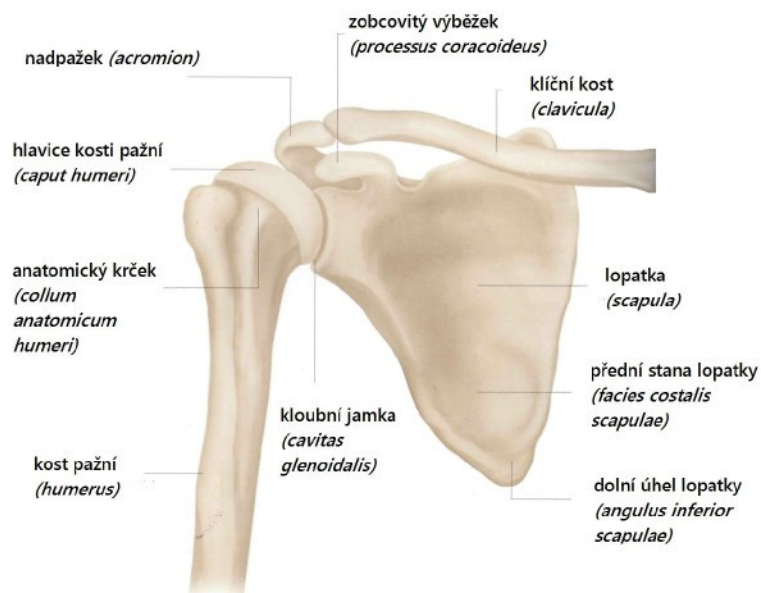
2.1.1 Kosti ramenního kloubu

Jak bylo řečeno v předchozím textu, ramenní kloub (obr. 2.1) vzniká spojením dvou kostí - lopatky a kosti pažní. V následující části jsou uvedeny detailnější informace o jejich anatomické stavbě podle Čiháka (2001).

- *Humerus, kost pažní* je typická dlouhá kost u níž rozlišujeme tři části. Proximální konec tvořený hlavicí kosti pažní, (*caput humeri*), tělo kosti pažní (*corpus humeri*) a distální konec, který vybíhá v kloubní výběžek (*condylus humeri*). Hlavice kosti pažní má kulovitý

tvár o velikosti jedné třetiny až dvou pětín plochy koule. Zevně od ní se nachází mělké zúžení, tzv. anatomický krček (*collum anatomicum humeri*), který odděluje hlavici od dvou kostěných hrbolků (*tuberculum majus et minus*) sloužících pro úpon svalů. Oba hrbolky pokračují vyvýšenými hranami (*crista tuberculi majoris et minoris*), kde se upínají některé další svaly ramenního kloubu. Mezi oběma hrbolky se nachází proměnlivě hluboký žlábek (*sulcus intertubercularis*), kde je umístěna šlacha dvohlavého svalu. Místo nejčastějších zlomenin, které dělí hlavici kosti pažní od těla, se nazývá chirurgický krček (*collum chirurgicum*). Tělo kosti těsně pod krčkem je válcovité a směrem do středu nabývá trojbokého tvaru. Na přední straně se přibližně v polovině délky objevuje nápadná drsnatina (*tuberositas deltoidea*), kam se upíná deltový sval. Po zadní straně se táhne spirálovitý žlábek (*sulcus nervi radialis*), v němž probíhá *nervus radialis* a *arteria profunda humeri*. Distální konec se plynule rozšiřuje ve dva výběžky *epicondylus lateralis et medialis*, pod nimiž se nachází kloubní plocha loketního kloubu, kterou tvoří kladka (*trochlea*) a hlavička (*capitulum*).

- *Scapula, lopatka* je plochá kost trojúhelníkového tvaru. Spolu s klavikulou vytváří pletenec horní končetiny a s kostí pažní ramenní kloub. Její tělo je ohraničeno třemi okraji: horní okraj (*margo superior*), postranní okraj (*margo lateralis*) a vnitřní okraj (*margo medialis*), které se stýkají ve třech úhlech. Na lopatce rozlišujeme dále stranu přední (*facies anterior/costalis*) a stranu zadní (*facies posterior*). Zadní strana je rozdělena šikmo napříč vyvýšeným hřebenem (*spina scapulae*) na dvě části. Horní část se nazývá nadhřebenová jáma (*fossa supraspinata*) a spodní část podhřebenová jáma (*fossa infraspinata*). Do těchto dvou mělkých jam se upínají stejnojmenné svaly. *Spina scapulae* ústí na laterální straně v plochý výběžek tzv. nadpažek (*acromion*), který je součástí akromioklavikulárního kloubu. Akromion je hmatným bodem na lidském těle, který slouží k určení šířky ramen a délky horní končetiny. Druhým, taktéž hmatným výběžkem lopatky je výběžek zobcovitý (*processus coracoideus*), který vystupuje z horního okraje lopatky a slouží jako důležité místo pro úpon některých svalů a ligament. Přední strana je tvořena velkou prohlubní *fossa subscapularis*, kde se od mediálního okraje táhnou tři až čtyři mírně zvýšené hrany *linae musculares* pro úpon svalu *musculus subscapularis*. Na laterálním úhlu lopatky se nachází kloubní jamka ramenního kloubu (*cavitas glenoidalis*). Nad a pod jamkou se nachází hrbolky *tuberculum supraglenoidale* (začátek dlouhé hlavy svalu *m. biceps brachii*) et *infraglenoidale* (začátek dlouhé hlavy *m. triceps brachii*). Mezi kloubní jamkou a lopatkou je nepatrně zúžené místo zvané *collum scapulae*.



Obrázek 2.1: Ramenní kloub

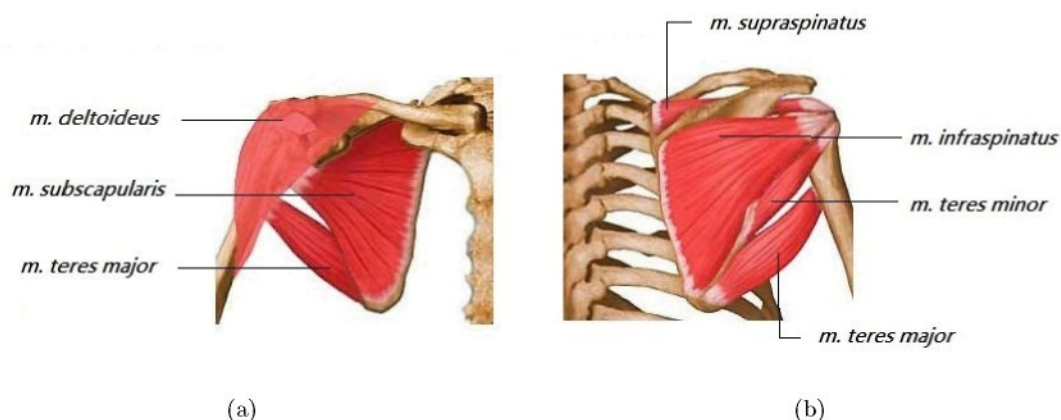
Pramen: Abrahams a Druga (2003).

2.1.2 Svaly ramenního kloubu

Nejdůležitější skupinou svalů zajišťující správnou funkci ramenního kloubu jsou svaly ramenní a lopatkové (obr. 2.2). Jak uvádí Abrahams a Druga (2003), čtyři svaly z této skupiny, m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor a m. subscapularis, tvoří svými úpony na humeru tzv. **rotátorovou manžetu**, která stabilizuje hlavici v kloubní jamce a zpevňuje tak celý ramenní kloub. Rotátorová manžeta je nezbytná pro zvednutí ramena nad 60 stupňů. Vedle skupiny ramenních a lopatkových svalů, které mají přímou spojitost s ramenním kloubem, jsou významné svaly thorakohumerální a spinokostální patřící vývojově ke svalům horní končetiny. Podle Dylevského (2009) mají vliv na pohyb v ramenním kloubu také m. biceps brachii a m. triceps brachii (caput longum). V následujícím textu je uvedeno základní členění a charakteristika svalů ovlivňujících pohyb v ramenním kloubu podle Dylevského (2009), jehož poznatky doplňují někteří další autoři, např. Čihák (2001).

Svaly ramenní a lopatkové

- *Musculus deltoideus*, sval deltový, má název je odvozený od řeckého písmene delta. Je to mohutný sval pokrývající ramenní kloub a úpony svalů m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor et major a m. subscapularis. Podle začátku se sval rozlišuje na část



Obrázek 2.2: Svaly ramenní a lopatkové

Pramen: Flusserová (2003b).

spinální, akromiální a klavikulární. Každá z těchto částí plní různou funkci při pohybu. ZAČÁTEK: laterální strana lopatky (spina scapulae), akromion, zevní konec klavikuly, ÚPON: tuberositas deltoidea humeri, FUNKCE: spinální část - extenze, akromiální část - abdukce, klavikulární část - flexe, INERVACE: nervus axillaris;

- *Musculus supraspinatus*, sval nadhřebenový leží nad spinou scapulae v nadhřebenové jámě. ZAČÁTEK: fossa supraspinata, ÚPON: po zadní straně ramenního kloubu na tuberculum majus humeri (horní faseta), FUNKCE: zevní rotace, pomocná abdukce, INERVACE: nervus suprascapularis;
- *Musculus infraspinatus*, sval podhřebenový leží pod spinou scapulae v podhřebenové jámě. ZAČÁTEK: fossa infraspinata, ÚPON: po zadní straně ramenního kloubu na tuberculum majus humeri (střední faseta), FUNKCE: zevní rotace, INERVACE: nervus suprascapularis;
- *Musculus teres minor*, malý sval oblý je menší vřetenovitý sval táhnoucí se pod m. supraspinatus et infraspinatus od lopatky k humeru, kde kříží zadem m. triceps brachii. ZAČÁTEK: střed laterálního okraje lopatky, ÚPON: po zadní straně ramenního kloubu na tuberculum majus humeri (dolní faseta), FUNKCE: zevní rotace, INERVACE: nervus axillaris;
- *Musculus teres major*, velký sval oblý je silný vřetenovitý sval uložený pod m. teres minor, avšak na rozdíl od něj vede na přední stranu humeru. K dolní části šlachy je připojena šlacha m. latissimus dorsi tak, že m. teres major vypadá jako jeho součást. ZAČÁTEK: dorsální plocha dolního úhlu lopatky a přilehlá část laterálního okraje lopatky, ÚPON:

po přední straně ramenního kloubu na crista tuberculi minoris humeri, FUNKCE: vnitřní rotace a addukce, INERVACE: nervus subscapularis;

- *Musculus subscapularis*, sval podlopatkový je velký plochý sval na vnitřní straně lopatky zpevňující ramenní kloub zepředu. ZAČÁTEK: celá vnitřní strana lopatky, ÚPON: tuberculum minus humeri na přední straně humeru, FUNKCE: vnitřní rotace, INERVACE: nervus subscapularis;
- *Musculus coracobrachialis* patří vývojově a topograficky ke svalům pažním, ale z hlediska funkce ho řadíme ke svalům kloubu ramenního. ZAČÁTEK: processus coracoideus (za caput breve m. biceps brachii), ÚPON: tělo humeru, v pokračování crista tuberculi minoris, FUNKCE: pomocná addukce a ventrální flexe, podpora vnitřní a zevní rotace paže, INERVACE: nervus musculocutaneus.

Svaly spinohumerální

- *Musculus trapezius*, sval trapézový je široký plochý sval zádový nacházející se v horní části trupu. ZAČÁTEK: protuberantia occipitalis externa a linea nuchalis superior až linea nuchalis suprema, lig. nuchae a trnové výběžky krčních a hrudních obratlů po Th12, ÚPON: sestupné snopce - zevní konec klavikuly, akromion a spina scapulae, příčné snopce a vzestupné snopce - spina scapulae, FUNKCE: fixace a stabilizace lopatky, deprese, elevace a addukce lopatky, zevní vytočení dolního úhlu lopatky, zvihání paže nad horizontálu, INERVACE: nervus accessorius;
- *Musculus latissimus dorsi*, široký sval zádový je velký plochý sval trojúhelníkovitého tvaru umístěný na zadní části trupu. ZAČÁTEK: páteřní část - prostřednictvím aponeurózy na trnech šesti hrudních a všech bederních obratlů až po křížovou kost, kyčelní část - crista illiaca, žeberní část - třetí až čtvrté kaudální žebro, ÚPON: humerus - crista tuberculi minoris, FUNKCE: addukce, rotace, vnitřní extenze, INERVACE: nervus thoracodorsalis;
- *Musculus rhomboideus major et minor*, svaly rhombické tvoří tenkou vrstvu rozprostírající se mezi trny dolních krčních a horních hrudních obratlů až po mediální okraj lopatky. ZAČÁTEK: m. rhomboideus minor - C6 až C7, m. rhomboideus major - Th1 až Th4, ÚPON: margo medialis scapulae, FUNKCE: addukce a elevace lopatky, INERVACE: nervus dorsalis scapulae;
- *Levator scapulae*, zvedáč lopatky zajišťuje spojení mezi krční páteří a lopatkou, ZAČÁTEK: tubercula dorsalia příčných výběžků C1 až C4, ÚPON: od horního úhlu lopatky po začátek

spina scapulae, FUNKCE: zdvihání horního úhlu lopatky (kloubní jamka rotuje směrem dolů), INERVACE: nervus dorsalis scapulae.

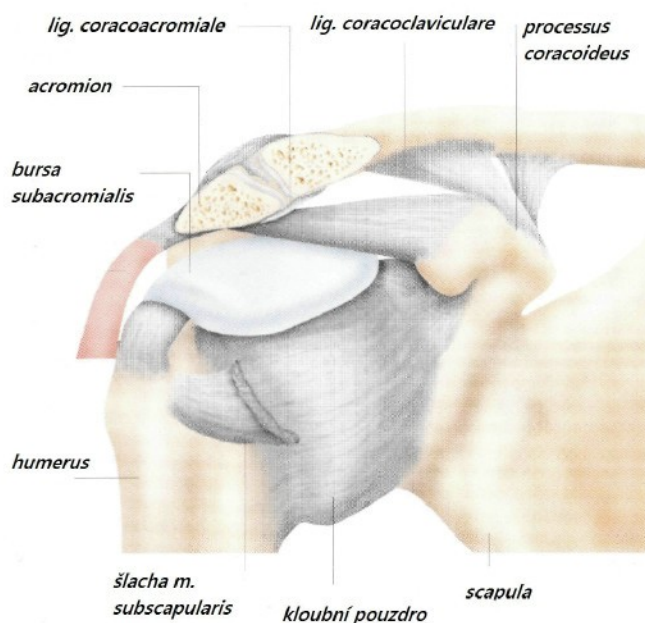
Svaly thorakohumerální

- *Musculus pectoralis major, velký sval prsní* je mohutný sval přední strany hrudníku, který podle svého širokého začátku rozdělujeme na tři části. Směrem k úponu se sval výrazně zužuje. ZAČÁTEK: část klavikulární, část hrudní - od sternu až po chrupavky druhého až pátého žebra a část abdominální - pochva šikmých břišních svalů, ÚPON: crista tuberculi majoris humeri, FUNKCE: část klavikulární - flexe, část hrudní a abdominální - addukce, vnitřní rotace, INERVACE: nervi pectorales, lateralis et medialis;
- *Musculus pectoralis minor, malý sval prsní* je štíhlejší trojúhelníkovitý sval umístěný pod m. pectoralis major. ZAČÁTEK: třetí, čtvrté a páté žebro ÚPON: proc. coracoideus, FUNKCE: tah lopatky dopředu a dolů - lopatka se dostává do polohy při flexi v ramenním kloubu, INERVACE: nervus pectoralis medialis;
- *Musculus subclavius, sval podklíčkový* je drobný sval. ZAČÁTEK: spodní plocha klavikuly, ÚPON: první žebro, FUNKCE: tah klíční kosti dolů, INERVACE: nervus subclavius;
- *Musculus serratus anterior, pilovitý sval přední* je plochý sval jdoucí od žeber k mediálnímu okraji lopatky. ZAČÁTEK: první až deváté žebro, ÚPON: z vnitřní strany lopatky na její mediální okraj, FUNKCE: vytočení lopatky zevně - nutné pro abdukci paže nad horizontálu, přidržování lopatky u hrudníku, INERVACE: nervus thoracicus longus.

2.1.3 Ligamenta ramenního kloubu

Spolu se šlachami okolních svalů tvoří ligamenta výrazné posílení pouzdra ramenního kloubu (obr. 2.3). Mezi nejdůležitější patří Ligamentum coracohumerale a ligamenta glenohumeralia (Abrahams a Druga (2003)).

- *Ligamentum coracohumerale* je přibližně 3 cm široké a nachází na přední straně ramenního kloubu. Jeho úponem je tuberculum majus et minus humeri.
- *Ligamenta glenohumeralia* jsou tři slabé vazy probíhající těsně pod synoviální výstelkou přední strany pouzdra.



Obrázek 2.3: Vazy ramenního kloubu

Pramen: Abrahams a Druga (2003).

2.2 Pohyby v ramenním kloubu

Ramenní kloub je nejpohyblivějším kloubem lidského těla, jeho rozsah je až 360 stupňů. Jak uvádí Dylevský (2009), jednotlivé pohyby (flexe, extenze, addukce, abdukce a vnitřní či vnější rotace) znázorněné na obrázku 2.4 jsou prováděny okolo tří os:

1. předozadní - *flexe, extenze*
2. čelní - *addukce, abdukce (elevace)*
3. osa humeru - *vnitřní a zevní rotace*

Kombinací těchto pohybů vzniká kruhovitý pohyb zvaný cirkumdukce.

- **Flexe**(předpažení) je prováděna v rozsahu do 80 stupňů. Hlavními svaly provádějící pohyb jsou m. deltoideus, m. coracobrachialis a m. biceps brachii (caput breve). Vedle těchto hlavních svalů se pohybu dále účastní pomocné svaly (m. pectoralis major), stabilizační svaly (m. trapezius a m. subclavius) a neutralizační svaly (m. infraspinatus a m. teres minor), které ruší nežádoucí působení předchozích svalů.
- **Extenze** (zapažení), nebo-li dorzální flexe, je prováděna v rozsahu 120 stupňů. Na ex-

tenzi se podílí svaly m. latissimus dorsi, m. teres major a m. deltoideus. Pomocnými svaly jsou m. triceps brachii (caput longum), m. teres minor, m. subclavius a m. pectoralis major. Pohyb je stabilizován prostřednictvím působení svalů m. triceps brachii, m. coracobrachialis, mm. rhomboidei, mm. intercostales, mm. abdominis a m. erector trunci. Neutralizační svaly jsou m. deltoideus, m. infraspinatus a m. teres minor.

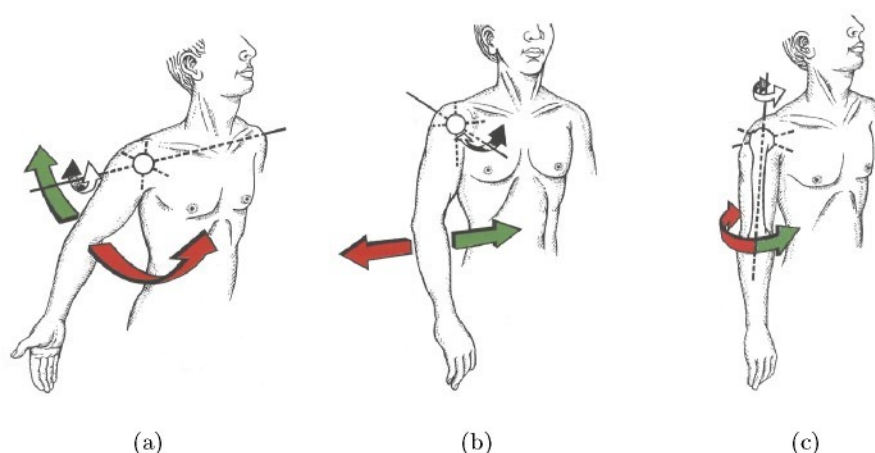
- **Addukce** (připázení) je v ramenním kloubu prováděna do 90 stupňů. Hlavními svaly jsou m. pectoralis major, m. latissimus dorsi a m. teres major. Pomocné svaly tvoří m. teres minor, m. subscapularis a m. triceps brachii (caput longum). Stabilizačními svaly jsou m. serratus anterior a m. trapezius. Neutralizační roli při addukci hrají zevní rotátoři a druhostranné svaly provádějící addukci.
- **Abdukce** (upažení) je prováděna do 90 stupňů. Pokračování abdukce nad horizontálu až do vzpažení se nazývá **elevace**¹. Upažení horní končetiny provádějí m. deltoideus, m. supraspinatus a m. serratus anterior. Pomocnými svaly jsou m. deltoideus, m. infraspinatus, m. pectoralis major a m. biceps brachii (caput longum). Stabilizátorem je m. trapezius a neutralizačními svaly m. infraspinatus a m. teres minor.
- **Vnitřní rotace** je opět prováděna v rozsahu do 90 stupňů. Je prováděna svaly m. subscapularis, m. latissimus dorsi a m. teres major. Pomocnými svaly jsou m. pectoralis major, m. deltoideus, m. biceps brachii a m. coracobrachialis. Pohyb je stabilizován prostřednictvím m. pectoralis major a m. serratus superior. Neutralizačními svaly jsou m. deltoideus, m. coracobrachialis, m. pectoralis major, m. latissimus dorsi a m. teres major.
- **Vnější rotace** je prováděna ve stejném rozsahu jako rotace vnitřní. Hlavními svaly účastnící se pohybu jsou m. infraspinatus a m. teres minor. Pomocným svalem je m. deltoideus. Pohyb je stabilizován působením m. trapezius a mm. rhomboidei.

2.3 Postižení ramenního kloubu

2.3.1 Chronická, zánětlivá a degenerativní onemocnění

Chronická onemocnění ramenního kloubu jsou zpravidla velmi bolestivá a jejich příčinou mohou být zánětlivé nebo degenerativní změny. V některých případech může bolest souviset

¹Elevace je kombinovaný pohyb, na jehož celkovém rozsahu se ze 2/3 podílí ramenní kloub a z 1/3 thorako-humerální spojení. Při elevaci dochází k horizontalizaci kloubní jamky lopatky.



Obrázek 2.4: Pohyby v ramenním kloubu - a) flexe a extenze; b) abdukce a addukce; c) vnitřní a vnější rotace

Pramen: Dylevský (2009).

i s poruchami krční páteře. Objevují se zpravidla u pacientů středního věku jako následek drobných úrazů, sportovní aktivity v mládí nebo mohou vzniknout i jednorázově při velké zátěži. Častým chronickým onemocněním je impingement syndrom (syndrom uskrípnutí rotátorové manžety), který může vyústit až v tzv. **zmrzlé rameno**².

LÉČBA: Při léčbě chronických onemocnění je třeba být velmi trpělivý, protože výsledky se mohou projevit až po delší době. Na začátku léčení bývá indikován klidový režim a fyzioterapie. Vhodným prostředkem je léčba teplem, kryoterapie a obstříky (při zánětlivých onemocněních) nebo léčebný tělocvik (chronická onemocnění). Jako léky jsou vhodná nesteroidní antirevmatika a analgetika. Pokud selže konzervativní léčba, je nutno přejít k operačnímu řešení pomocí artroskopie.

Impingement syndrom

Dle Müllera (2005) dochází ke vzniku impingement syndromu vlivem uskrípnutí šlachy rotátorové manžety mezi nadpažkem a hlavicí kosti pažní při abdukci a flexi v ramenním kloubu. Při tomto pohybu dochází k opakovaným nárazům části rotátorové manžety na kostěnné části, a následnému poškození šlachy svalu m. supraspinatus. Syndrom je typickým jevem zejména u mladých sportovců, kteří provádějí pohyb se vztyčenými pažemi (hod oštěpem, tenis, basketbal...), může se však objevit i u některých typů zaměstnání. Příznaky se liší podle rozsahu poškození tkáně. V časném stádiu se objevuje otok a noční bolestivost, které však lze klidovým

²Jak uvádí Flussarová (2003a), zmrzlé rameno se projevuje nesnesitelnou bolestí v rameni při jakémkoli pokusu o pohyb. Názory na jeho vznik se poměrně různí, často bývá připisován neléčenému impingement syndromu.

režimem odstranit. Typickým příznakem je bolestivá abdukce mezi 60 až 120 stupni, která při pohybu mimo tento úhel vymizí. Pokud došlo k výraznému poškození šlachy nebo její ruptuře, je doporučováno zvolit operativní léčbu.

LÉČBA: V počátečním stádiu impingement syndromu se přistupuje většinou ke konzervativní léčbě prostřednictvím fyzioterapie, pokud však došlo k rozsáhlejšímu poškození, je nutné postupovat operativně. Pro okamžitou úlevu od bolesti se používá obstřík lokálním anestetikem.

Osteoporóza

Osteoporóza, nebo-li řídnutí kostí je degenerativní onemocnění typické u starších lidí, kdy dochází k úbytku kostní hmoty. Jak uvádí Koudela et al. (2003), tento úbytek vede ke změně kostní architektiky, jejíž narušení vede k vyššímu riziku zlomenin. Pacienti stížení osteoporózou trpí obtížemi při chůzi, sezení či stání, bolestmi v zádech a zvýšenou únavou.

LÉČBA: Optimálním způsobem léčby je podávání hormonálních preparátů, které jsou doplněny příívodem vápníku a vitamínu D.

2.3.2 Úrazy ramenního kloubu

Úrazy ramenního kloubu vznikají nejčastěji přímým pádem na rameno, zejména u starších lidí, nebo prudkým pohybem. Vyskytují se často ve sportovních odvětvích, kde je dosahováno vysoké rychlosti (lyžování, jezdectví, cyklistika, apod.) nebo velkého zatížení oblasti ramene (zápasníci, vrhači, oštěpaři...). Postiženy mohou být jak kosti, tak i šlachy a svaly. Při velkých zraněních, jako jsou například autonehody, bývají poškozeny všechny tři části současně.

V následujícím textu si přiblížíme nejčastější zlomeniny v oblasti ramene, jak je prezentuje Typovský et al. (1972).

Zlomenina klíční kosti.

Klíční kost je součástí pletence horní končetiny. Není vlastní kostí ramenního kloubu, ale tvoří akromioklavikulární spojení zajišťující oporu lopatky a je také místem úponu důležitých svalů, které mají přímý vztah k pohybům ramene. Při zlomenině klíční kosti dochází k poklesu ramene a vyvýšení lopatky. Místo zlomeniny je zduřelé a obvykle dobře viditelné, zraněný není schopen pozvednout paži do horizontály.

Zlomenina lopatky

Zlomeniny lopatky nejsou díky hlubšímu uložení a značné pohyblivosti zraněním příliš častým. Vznikají obvykle závałem nebo pádem ve velké rychlosti. Zlomeniny lopatky dělíme na zlomeniny těla, hřebene a krčku lopatky, dále pak na zlomeninu kloubní jamky a výběžků proc. coracoideus a akromion.

Zlomenina proximálního konce kosti pažní

Tento typ zlomeniny se vykytuje poměrně hojně, zejména u lidí vyššího věku, ale lze se s ním setkat i u mladých lidí. Vyjímkou není výskyt ani u novorozenců, kdy může dojít k poškození během porodu. Nejčastěji se zlomeniny vyskytují v 5. až 7. dekádě života a trpí jimi až třikrát častěji ženy než muži. Zlomenina proximálního humeru bývá závažným léčebným problémem z důvodu časté tříštivosti, proto je také ve většině případů indikována operační léčba. Mezi základní typy zlomenin patří zlomeniny hlavice, anatomického krčku, chirurgického krčku a zlomeniny jednoho nebo obou hrbolků kosti pažní. Jeden typ však může přecházet v jiný, proto se používají ještě jiná rozdělení, např. podle dynamiky vzniku poranění, která lépe vystihuje charakter poranění.

- ZLOMENINA HLAVICE KOSTI PAŽNÍ nebývá příliš častým poraněním. Obvykle vzniká pádem na nataženou končetinu nebo na pokrčený loket. Zlomenina může být nepatrná, ale může dojít i k úplnému roztržení hlavice, kdy je obvykle zasažen i anatomický krček. Hlavním příznakem je bolestivost a omezení pohybů ramene. Přesný rozsah poškození zjišťujeme rentgenologickým vyšetřením.
- ZLOMENINA ANATOMICKÉHO KRČKU KOSTI PAŽNÍ je taktéž poraněním málo běžným. Vyskytuje se zejména u starších lidí, nejčastěji po pádu na rameno nebo přímým nárazem. Klinické příznaky jsou velmi podobné zlomenině chirurgického krčku.
- ZLOMENINA CHIRURGICKÉHO KRČKU KOSTI PAŽNÍ se dělí na typ addukční a abdukční. Pro addukční typ jsou typické dvoufragmentové zlomeniny vyskytující se zejména u dětí a mladších osob. Klinickým příznakem je rozsáhlý krevní výron zbarvující kůži modře. Poraněná končetina bezvládně visí a každý její pohyb je provázen bolestí. Rentgenové snímky je nutné vyhotovit jak v rovině axilární tak v rovině předozadní. Abdukční zlomeniny se vyskytují obvykle u dospělých a bývají zpravidla trojúhelníkové. Nejkomplikovanějším typem je abdukční zlomenina luxační, kdy dochází k luxaci ulomené hlavice směrem dopředu a dolů, odlomení velkého hrbolu nebo rozlomení hlavice na několik úlomků.

- ZLOMENINA JEDNOHO NEBO OBOU HRBOLŮ KOSTI PAŽNÍ vzniká často při luxaci nebo její následné repozici. Zřídka se s ním můžeme setkat jako s poraněním izolovaným vznikajícím obvykle následkem pádu, úderu na rameno nebo nekoordinovanou svalovou činností. Hlavním příznakem je neschopnost a bolestivost vnitřní rotace.

LÉČBA: Léčba zlomeniny proximálního konce kosti pažní závisí na charakteru poranění, možná je jak léčba konzervativní, tak operační, při které je obvykle prováděna osteosyntéza pomocí různých implantátů. Rapala a Obrebski (2003) provedli zhodnocení metod konzervativní a operativní léčby na 138 pacientech, kteří byli sledováni v období 18 měsíců až 10 let mezi lety 1988-1999. Nejhorší výsledky konzervativní léčby byly prokázány při použití Desaultova obvazu, nejlepší pak při použití závěsu. U operativní léčby bylo dosaženo nejlepších výsledků při fixaci prostřednictvím Kirschnerových drátů, naopak nevhodnou metodou se ukázalo použití šroubů a plátů. Při zhodnocení získaných výsledků provedeného výzkumu byly doporučeny následující léčebné metody. U dislokovaných dvou- až tříúlomkových zlomenin je vhodné použít fixaci pomocí Kirschnerových drátů, u zlomenin bez dislokace je optimální volbou závěs a včasná rehabilitace. U postarších pacientů s těžkou čtyřúlomkovou zlomeninou proximálního humeru je doporučována hemiartroplastika.

Poranění rotátorové manžety

Vedle zlomenin bývá typickým poškozením způsobeným úrazem poranění rotátorové manžety. Rotátorová manžeta je systémem zajišťujícím stabilitu ramenního kloubu a umožňuje zvednutí paže nad 60 stupňů. K poranění dochází obvykle následkem pádu na rameno, jeho podvrtnutím, nebo prudkým pohybem. Další příčinou jsou degenerativní změny způsobující opotřebení manžety v oblasti mezi hrotem velkého hrbolu kosti pažní a akromionem. Manžeta může být poškozena v různém rozsahu. Malé trhlinky v oblasti úponu m. supraspinati způsobují pouze bolestivé píchnutí v rameni bez výrazného omezení hybnosti, větší trhliny nebo úplné odtržení manžety mohou být příčinou částečné nebo úplné ztráty abdukce. Dalším příznakem poranění je intenzivní noční bolestivost.

LÉČBA: Rychlíková (2002) doporučuje při léčbě nejprve obstřík lokálním anestetikem. Při menších trhlínkách je podle Faltuse (2010) vhodný klid minimálně po dobu 4 týdnů a ortéza. Pokud jsou trhliny většího charakteru, pak je nutné artroskopické ošetření nebo otevřená operace.

Poškození šlachy m. bicipitis

Jak uvádí Typovský et al. (1972), nejčastějším poškozením šlachy m. bicipitis bývají ruptury, které se ve většině případů vyskytují u hlavy dlouhého bříška. Vzácně se pak může jednat o rupturu šlachy krátké hlavy nebo úponovou šlachou u kosti vřetenní. Vznikají následkem těžkých traumat nebo u lidí staršího věku. Nápadným projevem je zduření svalu ve střední části paže. Poškození šlachy dvouhlavého svalu však může být způsobeno i zánětem, který je obvykle spojený s impingement syndromem. Typickým příznakem je bolestivost v oblasti ramene zejména při pohybu paže nad hlavou. Další příčinou poškození může být nestabilita šlachy způsobená mělkým žlábkem, ve kterém je šlacha uložena, nebo rupturou ligament, které ji ve žlábků přidržují. V tomto případě dochází k vysunutí šlachy mimo žlábek, tzv luxaci, která bývá v některých případech také spojena s impingement syndromem. Luxace šlachy dvouhlavého svalu se projevuje slyšitelným lupnutím při zevní rotaci abdukované paže.

LÉČBA: Osvědčeným způsobem léčení poškození šlachy m. bicipitis je kombinace klidu a lehkého cvičení pod dohledem fyzioterapeuta. Po určité době se může začít s rehabilitací. Jako léky se užívají nesteroidní antirevmatika.

Luxace

Ramenní kloub je díky své anatomické stavbě poměrně nestabilním systémem náchylným k vykloubení. Luxace ramenního kloubu je častým poraněním vyskytujícím se u 2 až 8 procent populace, především u robustnějších mužů mezi 22 až 50 lety. Vzniká obvykle pádem na nataženou abdukovanou končetinu nebo následkem prudkého pohybu horní končetiny vzad, který je typický zejména pro zápasníky a brankáře.

U Typovského et al. (1972) najdeme 4 základní typy luxací:

1. Přední luxace
2. Zadní luxace
3. Dolní luxace
4. Horní luxace

Nejběžnějším typem je luxace přední. Hlavice kosti pažní se dostává pod proc. coracoideus (luxatio subcoraciodea), kde může poškodit m. subscapularis, nebo se může následkem velkého násilí dostat až pod klíční kost (luxatio subclavicularis). Druhou nejčastější luxací je luxace dolní, kdy hlavice kosti pažní vnikne do podpažní jamky. Typickým příznakem je horizontální

postavení paže (*luxatio horizontalis*) nebo její úplné vzpřímení (*luxatio erecta*). Při uvolnění svalstva může dojít k přesunu hlavice dopředu, čímž dojde k přeměně v luxaci přední. Zbývající dva typy luxací se vyskytují velmi vzácně.

LÉČBA: Léčba luxací se uskutečňuje buď operativní cestou, nebo konzervativním způsobem. Při léčbě luxace se u pacientů mladších 20 let doporučuje operativní řešení, jinak hrozí riziko recidiv, a to až v 80 procentech případů. S narůstajícím věkem pacientů naopak riziko recidiv klesá a doporučuje konzervativní způsob léčby. Pro fixaci končetiny se používá Desaultův obvaz.

2.4 Možnosti léčení poškození ramenního kloubu

Pokud dojde k poškození v oblasti ramenního kloubu, ať už následkem úrazu nebo z důvodu chronické či zánětlivé příčiny, máme na výběr ze dvou možností léčby. Při méně závažných případech bývá indikována tzv. **konzervativní léčba**, jejímž základem je podávání vhodných léků (antirevmatika, analgetika...), fyzioterapie, rehabilitace, obstrík a samozřejmě dostatečný klid zajištěný vhodnou fixací (např. Desaultův obvaz). V případě selhání tohoto způsobu léčení, je nutné přistoupit k **operační léčbě**.

2.4.1 Artroskopie

Artroskopická operace je moderní miniinvazivní metoda, při níž je do ramenního kloubu zavedena kamera, která snímá nitrokloubní prostor. Jak uvádí Sosna et al. (2001), zákrok se provádí nejčastěji v celkové anestézii, kdy je do kloubu pomocí dvou malých řezů vpravena optika a příslušné nástroje. Hlavními výhodami, kterými artroskopie disponuje, jsou malé jizvy, rychlejší rehabilitace, menší riziko infekce a také menší bolestivost.

Využití artroskopie:

- Stabilizace ramene;
- Vyjmutí volných tělísek, tzv. myšek;
- Ošetření rotátorové manžety;
- Ošetření poraněných chrupavek, svalů nebo vazů;
- Odstranění subakromiální bursy = uvolnění prostoru pod nadpažkem;
- Rozrušení srůstů u zmrzlého ramene.

2.4.2 Obstřík ramenního kloubu

Tématu léčebných obstříků a jejich aplikaci se věnuje Javůrek (1997), který doporučuje tento způsob léčby při bolestivých stavech ramene, zejména pak při léčbě impingement syndromu nebo zmrzlého ramene. Jako účinná látka je podáváno lokální anestetikum nebo anestetikum v kombinaci s lokálně aplikovaným kortikoidem. Obstřík je aplikován buď z dorzální, nebo z ventrální strany ramenního kloubu.

2.4.3 Fixace

Po většině operací je nezbytné ramenní kloub vhodným způsobem fixovat, aby nedocházelo k nežádoucím pohybům a zajistila se tak imobilizace kloubu. Nejběžnějším způsobem fixace podle Typovského (1972) je **Desaultův obvaz**, další variantou např. **Gilchristova ortéza** nebo **abdukční dlaha**, která se využívá zejména při zlomeninách proximálního konce kosti pažní.

2.4.4 Aloplastika a hemiartroplastika ramenního kloubu

Při vážném poškození hlavice nebo jamky ramenního kloubu je vhodným řešením hemiartroplastika (náhrada hlavice) nebo aloplastika (náhrada hlavice i jamky). Podle Javůrkové (2010) bývá aloplastika indikována v případech destruktivních zánětlivých revmatikých onemocnění, jež nelze dále léčit farmakoterapeutickými prostředky a která způsobují nezvladatelnou bolest provázenou omezením hybnosti. Mezi hlavní indikace aloplastiky patří:

- Omartróza III. a IV. stupně (= degenerativní onemocnění ramenního kloubu);
- Revmatická destrukce ramena;
- Aseptická nekróza hlavice kosti pažní;
- Tříštivé a luxační zlomeniny proximálního konce kosti pažní (zejména troj- a čtyřúhelníkové zlomeniny);
- Jiná poškození (stavy při systémových chorobách, tumorózní afekce ramene,...).

2.4.5 Fyzioterapie, rehabilitace

Fyzioterapeutické a rehabilitační postupy jsou nedílnou součástí většiny ozdravných procesů při poškození pohybového aparátu. Obsah rehabilitační a fyzioterapeutické léčby je závislý na

druhu poranění a typu provedené operace, obvykle se doporučuje nejprve klid v kombinaci s fixačními technikami, a poté cvičení pod dohledem kvalifikované osoby.

Amirfeyz a Sarangi zkoumali ve své studii (2008) využití konzervativního rehabilitačního režimu po hemiartroplastice. Standardní rehabilitační režim začíná obvykle velmi brzy po operaci z důvodu prevence ztuhlého ramene, může však vést ke komplikacím z hlediska špatného zhojení. Pozdní rehabilitace však může ohrozit hybnost v rameni v důsledku jeho ztuhnutí. Teorie pozdní rehabilitace byla zkoumána na vzorku 40 pacientů s tříúložkovou nebo čtyřúložkovou zlomeninou proximálního humeru. Pacientům byla imobilizována operovaná část po dobu čtyř týdnů od operace, poté byla zahájena rehabilitační cvičení. Po 55 měsících byli pacienti pozváni na vyšetření, kde byla hodnocena bolestivost, rozsah pohybu a schopnost provádět běžné denní aktivity.

Výsledky prokázaly, že pooperační imobilizace operované končetiny a následná pozdější rehabilitace nevedly k nadměrné ztuhlosti ramene, naopak u pacientů mladších 70 let byla prokázána vynikající funkčnost v rameni.

Další šetření v oblasti fyzioterapeutických metod při léčbě zlomeniny proximálního humeru provedli Bertoft, Lundh a Ringqvist (1984). Výzkum byl proveden na pacientech rozdělených do dvou skupin. První skupina byla léčena pod dohledem rehabilitační sestry, pacientům z druhé skupiny byly dány instrukce k domácímu cvičení, jehož výsledky byly hodnoceny na pravidelných kontrolách. Sledování obou skupin bylo provedeno pětikrát v období jednoho roku po operaci. Největší zlepšení bylo pozorováno u obou skupin ve 3. až 8. týdnu. Po 8. týdnu byli pacienti schopni vykonávat běžné denní činnosti.

Výzkum neprokázal výraznější odlišnosti mezi oběma pozorovanými skupinami. Lze tedy tvrdit, že cvičení s pravidlenými kontrolami dle instrukcí bez dohledu rehabilitačního pracovníka je adekvátní rehabilitační metodou.

Kapitola 3

Kinematografická vyšetřovací metoda

Pohyb můžeme definovat jako jednu ze základních vlastností, která je společná všem živým organismům. Jak uvádí Janura a Zahálka (2004), k tomu, abychom mohli daný pohyb popsat a kvantifikovat, je třeba použít vhodnou vyšetřovací metodu. Kinematografická vyšetřovací metoda, jinak také videoanalýza, je kvantitativní metoda založená na sledování základních parametrů - dráha, úhel - a jejich závislost na čase. Z těchto parametrů vhodnou úpravou získat další veličiny (lineární rychlost, lineární zrychlení, úhlová rychlost, úhlové zrychlení), které nám slouží k podrobnému popisu zkoumaného pohybu (tab. 3.1).

Veličina	Značka	Jednotka	Značka
čas	t	sekunda	s
dráha	s	metr	m
lineární rychlost	v	metr za sekundu	$m.s^{-1}$
lineární zrychlení	a	metr za sekundu na druhou	$m.s^2$
úhel	φ	radián	rad
úhlová rychlost	ω	radián za sekundu	$rad.s^{-1}$
úhlové zrychlení	ε	radián za sekundu na druhou	$rad.s^{-2}$

Tabulka 3.1: Fyzikální veličiny používané při kinematografické vyšetřovací metodě

Pramen: Janura a Zahálka (2004).

Výstupem jsou tedy číselné hodnoty. Podstatou této metody je analýza videozáznamu sledovaného pohybu a její uplatnění můžeme najít například v lékařství, rehabilitaci, fyzioterapii,

ve vrcholovém sportu a v dalších oblastech, kde se zkoumá provedení pohybové činnosti. Při aplikaci této metody je prováděna analýza vybraných bodů, segmentů nebo celého těla na základě vyhodnocení pořízeného videozáznamu. Pro tyto body je však nejprve nutné nalézt vhodný souřadný systém pro výpočet jejich polohy. Nejčastěji se volí kartézský systém souřadnic.

3.1 2D videoanalýza

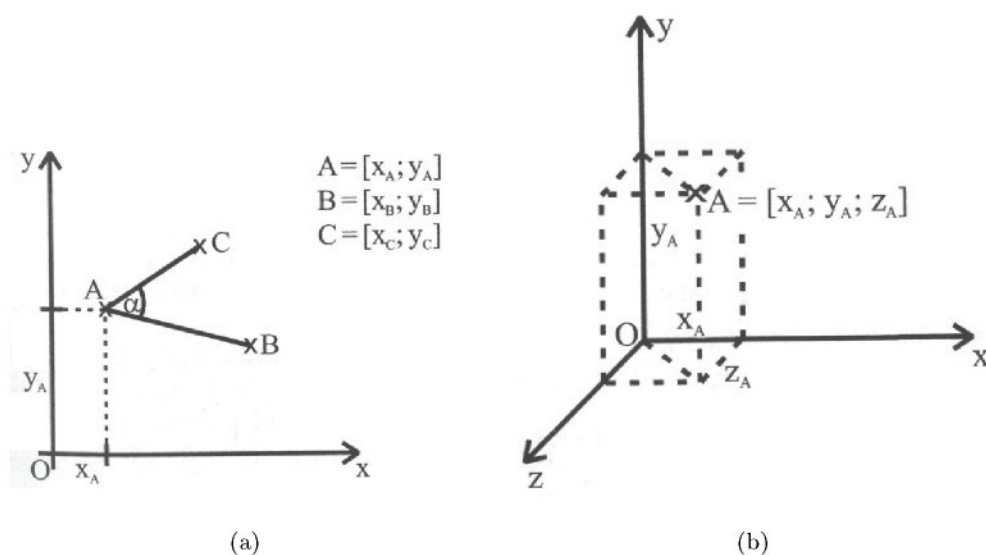
Obecně rozeznáváme 2 typy videoanalýzy. Prvním typem je tzv. 2D videoanalýza, která slouží pro vyhodnocení pohybu prováděného v rovině. Podmínkou je, aby tato rovina bylo kolmá na optickou osu kamery. Z praktického hlediska však využití 2D videoanalýzy není příliš široké, protože pohyb probíhá obvykle v prostoru a ne v rovině. Mnohem výhodnější je tedy využití prostorové 3D videoanalýzy, kterou jsme použili v této bakalářské práci.

3.2 3D videoanalýza

Jak bylo řečeno v úvodní části, 3D videoanalýza se zabývá vyhodnocením pohybu prováděného v prostoru. Při transformaci rovinného zobrazení do prostorového musíme k osám x a y připojit ještě osu z tak, aby jakýkoli bod soustavy byl charakterizován trojicí souřadnic, které jednoznačně určují jeho polohu. Hlavním úskalím této metody je však skutečnost, že záznamové médium (videokamera, fotoaparát) umí poskytnout pouze rovinné zobrazení. Pro správný výpočet naměřených dat však potřebujeme toto rovinné zobrazení přetransformovat do zobrazení prostorového. Řešení tohoto problému spočívá ve vhodném počtu a vzájemném nastavení záznamových médií, v našem případě videokamer.

3.2.1 Kamery

Při využití jednoho záznamového zařízení ke sledování označených bodů je možné získat pouze 2D souřadnice. Pokud však využijeme více záznamů rovinných souřadnic, které si vzájemně odpovídají v čase a poloze zkoumaného bodu (synchronizace záznamů), můžeme jejich transformací vytvořit prostorové souřadnice daného bodu (obr. 3.1). Tuto transformaci rovinných souřadnic na prostorové provedli poprvé Abdel, Aziz a Karara v roce 1971. Pro vytvoření prostorového zobrazení je zapotřebí minimálně dvou odpovídajících si snímků, to znamená, že k provedení 3D videoanalýzy je zapotřebí minimálně 2 kamer. Abychom docílili nejlepších výsledků, je zapotřebí kamery vhodně rozmístit. Základním kritériem pro vhodné rozmístění je viditelnost všech vyhodnocovaných bodů, aby byl každý bod zachycen minimálně na dvou odpovídajících



Obrázek 3.1: Rovinné a prostorové souřadnice bodu

Pramen: Janura a Zahálka (2004).

si snímcích. Pokud nedojde k ohrožení této podmínky, je vhodné rozmístit kamery takovým způsobem, aby se úhel mezi optickými osami jednotlivých přístrojů blížil 90 stupňů. Mezi další faktory pro umístování kamer patří:

- Vzdálenost kamer od sledovaného objektu;
- Prostorové možnosti pro záznam;
- Světelné podmínky;
- Pozadí za objektem;
- Vlivy počasí.

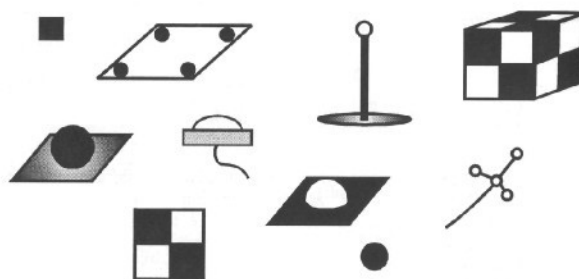
3.2.2 Identifikační značky

V praxi dle Janury a Zahálky (2004) většinou používáme pro označení vyhodnocovaných bodů značky, které pomáhají snadněji sledovat vybraný bod při pohybu (obr. 3.2). Hlavními charakteristikami značek jsou jejich velikost, barva a tvar. Při analýze pohybu lidského těla jsou nejvíce využívány značky ve tvaru koule nebo polokoule, u nichž lze jednoznačně určit střed značky při pohledu z různého úhlu. Umístění značek na tělo je nutno provádět po tzv. vypalování, kdy je zkoumaný bod nejdříve nahmatán a poté označen. Ačkoli identifikační značky jsou velkým pomocníkem při určení polohy bodů, v některých případech nelze značky použít. Jedná se zejména o vrcholový sport a nebo o zkoumání pohybu v kloubech, kdy se střed otáčení kloubu

mění a nelze ho tedy povrchovou značkou jednoznačně určit. Kromě označení bodů na těle bývá příslušnými značkami označen také prostor, ve kterém je pohyb prováděn. K tomuto účelu se používají terčíky tvaru čtverce, které se skládají z protilehlých černých a bílých polí, jejichž společným bodem je střed terčíku.

Značky dělíme na:

- Pasivní - základní prvky různých tvarů z běžných materiálů;
- Aktivní - většinou infračervené LED umožňující okamžitou identifikaci značek.



Obrázek 3.2: Druhy identifikačních značek

Pramen: Janura a Zahálka (2004).

3.2.3 Vyhodnocení záznamu, odečet souřadnic

Po přenesení dat do počítače, můžeme přistoupit k určení obrazových souřadnic bodů. Odečtení souřadnic se provádí manuálním nebo automatickým způsobem. Manuální odečet souřadnic plně závislý na subjektivním uvážení vyhodnocovatele. Cílem této metody je co nejpřesněji označit kurzorem středy značek jednotlivých bodů na monitoru. Pokud značky chybí, je označování bodů složitější a vyžaduje větší soustředění. V některých případech je to však nevyhnutelné. Někdy je možné zadat pouze oblast, ve které se značka nachází a počítač přesnou polohu již vyhodnotí sám, přesto je však nutná manuální korekce, která odstraní riziko záměny polohy blízkých bodů. V případě zakrytí značky se bod označí s přihlédnutím na předchozí a následující snímek. Při automatickém odečtu souřadnic je používán automatický identifikátor značek, tzv. vyhledávač, který dokáže určit značku na základě jejího barevného nebo jasového odlišení od pozadí. Tento způsob odečtu je velice rychlý, je však obvykle vázán na laboratorní podmínky.

3.2.4 Kalibrace

Provedení kalibrace slouží k určení vztahů mezi skutečnými velikostmi a velikostmi, které jsme získali z provedených záznamů. Kalibrací prostoru nazýváme určení souřadnic bodů o definované vzdálenosti, které nám poslouží ke stanovení měřítka mezi reálnou a obrazovou soustavou souřadnic. Vedle kalibrace prostoru je třeba provést také kalibraci kamery. Ta se provádí nalezením odchylek mezi souřadnicemi, které jsme získali ze záznamu a reálnými souřadnicemi. Pro kalibraci se používají různé typy zařízení, mezi nejčastější patří tyče, řetězy, pevné rámy (krychle, kvádr) nebo skládací rámy.

3.2.5 Úprava vyhodnocených dat

Výstupem kinematografické metody jsou číselná data. Tato data mohou být ovlivněna množstvím faktorů, z nichž některé se dají eliminovat pečlivým měřením a jiné jsou závislé na úrovni použité techniky. Tyto faktory mohou zkreslit výsledné hodnoty, proto je vhodné pokusit se o maximální eliminaci těchto faktorů pomocí jejich vyhlazení.

3.2.6 Typy výstupů

Při zpracování vyhodnocovaného videozáznamu můžeme získat několik typů výstupů. Základním hlediskem jejich třídění je rychlost poskytnutí informace, účel zpracování materiálu, požadavky příjemce, limity použitého systému atd. Mezi základní typy výstupů při použití kinematografické metody dle Janury a Zahálky (2004) patří:

- Kinogram pohybu sestavený z vybraných poloh sledované pohybové aktivity;
- Kinogram pohybu (stick figure) získaný analýzou videozáznamu;
- Kinogram pohybu vybraného segmentu nebo bodu na lidském těle;
- Vybraná klíčová poloha nebo kinogram pohybu doplněný o číselné údaje;
- Číselné údaje charakterizující funkční závislost sledovaných parametrů (zpravidla na čas);
- Grafické vyjádření nebo porovnání závislostí vybraných parametrů;
- Kombinace výstupů uvedených v předchozích bodech.

Funkční svalový test: Mezi další vyšetřovací metody, které se používají k zjišťování rozsahu pohyblivosti, patří vedle kinematografické metody například funkční svalový test podle Jandy (1996). Tento test je založen na určení síly jednotlivých svalů nebo svalových skupin, které se podílejí na provádění určitého pohybu. Dalším výstupem funkčního svalového testu vedle určení svalové síly jsou informace o lokalizaci a rozsahu léze motorických nervů, dále o analýze jednoduchých hybných stereotypů a pracovní výkonnosti testované části. Slouží také k analýze vybraných léčebně tělovýchovných postupů reedukace oslabených svalů. Janda (1996) používá k označení svalové síly následující stupnici:

1. „N“ - *normální* - 100 procent síly normálního svalu;
2. „G“ - *dobrý* - odpovídá přibližně 75 procentům síly normálního svalu;
3. „F“ - *slabý* - vyjadřuje přibližně 50 procent síly normálního svalu;
4. „P“ - *velmi slabý* - odpovídá pouze 25-ti procentům síly normálního svalu;
5. „T“ - *stopa/zášku* - odpovídá 10 procentům síly normálního svalu;
6. „0“ - nulová reakce svalu.

Kapitola 4

Praktická část

4.1 Použitá Metodika

Při vyhodnocení efektivity poúrazové rehabilitace jsme použili metodu 3D videoanalýzy. Při jednotlivých vyšetřeních všech tří pacientek jsme pořídili videozáznamy ze dvou kamer typu JVC 357 s frekvencí snímání 25 Hz (obr. 4.1). Tyto kamery jsme umístily tak, aby jejich osy svíraly přibližně úhel 90 stupňů. Prostor byl zkalibrován pomocí kalibrační krychle o rozměrech $1 \times 1 \times 1 \text{ m}$ (obr. 4.2).

Pořízené videozáznamy jsme zpracovali v programu SIMI Motion a následně vyhodnotili. Měření proběhlo ve dvou termínech - 14. 4. 2009 a 18. 5. 2009 - na traumatologickém oddělení Krajské nemocnice v Liberci pod vedením rehabilitační sestry. Patientky byly posazeny na lůžku a pod dohledem sestry vykonávaly pohyb do upažení (vzpažení). V průběhu cvičení jsme sledovali celkem šest bodů na těle pacientek, které představují relativní středy otáčení jednotlivých segmentů. Po převedení videozáznamu do počítače byl proveden ruční odečet souřadnic jednotlivých bodů v pořadí - levé zápěstí, levý loket, levé rameno, pravé rameno, pravý loket, pravé zápěstí. Digitalizaci prováděla jedna osoba. Poté jsme provedli transformaci rovinných souřadnic na prostorové pomocí synchronizace odpovídajících snímků. Výsledná data jsme pak vyhladili pomocí metody klouzavých průměrů. Zpracováním vyhodnocovaného videozáznamu jsme získali data, která jsme převedli do podoby grafů, tabulek a kinogramů.

4.2 Sledovaný soubor

V následujícím textu jsou podrobně popsány rehabilitační postupy prováděné u jednotlivých pacientek uvedené ve zprávě o ambulantním vyšetření traumatologického oddělení Krajské nemocnice Liberec.



Obrázek 4.1: Zobrazení sledovaného objektu dvěma kamerami



Obrázek 4.2: Kalibrační krychle

Pacientka D. B.

DIAGNÓZA: Zlomenina horního konce pažní kosti

OPERACE: Osteosyntéza dlahou Philos, 1. 4. 2009

Rehabilitace:

4. 4. 2009 - pasivní cvičení ramenního kloubu vleže, cvičení ramene s vyloučením působení gravitace, cvičení CPM (motorová dlahy) + měkké techniky v oblasti pletence ramenního a paže, aktivní cvičení akra a lopatky operované končetiny;

- použita kryoterapie, analgetika, ortéza na rameno (postupně odkládána dle subjektivních pocitů);

6. 4. 2009 - propuštění z nemocniční péče, cvičení doma dle instrukcí;

8. 4. 2009 zahájeno ambulantní rehabilitační cvičení - aktivní cvičení akra a lokte operované končetiny, cvičení s vyloučením gravitace, pasivní cvičení ramene do abdukce a flexe, izometrická kontrakce zevněrotačních svalů - aktivace stabilizátorů lopatky, motorová dlaha + měkké techniky;

- pasivně abdukce 60 stupňů, flexe 70 stupňů;

- po šesti týdnech zjištěna neschopnost aktivní abdukce a flexe, atrofie deltového svalu a porucha rotátorové manžety

20. 10. 2009 - REOPERACE: Extirpace fragmentu, sutura rotátorové manžety ;

10. 11. 2009 - pasivní cvičení (pasivní flexe - 100°, pasivní abdukce - 90°), cvičení v odlehčení, v předklonu - kyvadlový pohyb;

- rameno v klidu bez bolestí, otok minimální, cvičení prováděno v odlehčení, v předklonu - kyvadlový pohyb;

10. 12. 2009 - zjištěna oslabená abdukce a aktivní flexe způsobená minimální aktivitou m. deltoideus;

12. 1. 2010 - asistované cvičení v odlehčení, posilování svalů pletence ramenního a paže;

2. 2. 2010 - ukončení rehabilitace, doporučeno domácí cvičení a návštěva lázní.

Pacientka M. J.

DIAGNÓZA: Zlomenina horního konce levé pažní kosti

OPERACE: Osteosyntéza Targon PH, 2. 4. 2009

Rehabilitace:

3. 4. 2009 - pasivní cvičení ramenního kloubu vleže, nácvik kyvadlového pohybu, cvičení ramene s vyloučením gravitace, cvičení CPM (motorová dlaha) + měkké techniky v oblasti pletence ramenního a paže, aktivní cvičení akra a lopatky operované končetiny;

- použita kryoterapie, analgetika, ortéza na rameno (postupně odkládána podle subjektivních pocitů);

7. 4. 2009 - propuštění z nemocniční péče, cvičení doma dle instrukcí + zahájeno rehabilitační cvičení ambulantně - aktivní cvičení akra a lokte operované končetiny, cvičení s vyloučením gravitace, pasivní cvičení ramene do abdukce a flexe, izometrická kontrakce zevněrotačních svalů - aktivace stabilizátorů lopatky, motorová dlaha a měkké techniky;

- rozsah pohybu pasivně do abdukce 70 stupňů a do flexe 90 stupňů;

9. 4. 2009 - pasivní cvičení ramene do horizontály vleže, cvičení s dopomocí zdravé horní končetiny, v odlehčení, v předklonu, cvičení pomocí motorové dlahy;

30. 4. 2009 - zjištěno pomocí RTG přechýlení hřebů do kloubu a tím následné dráždění

kloubu při pohybu a způsobující bolestivost;

18. 5. 2009 - zaznamenána omezená aktivní hybnost, doporučeno cvičení v odlehčení

- v září provedena reoperace (dotlučení hřebů), pokračování v ambulantní rehabilitaci na jiném pracovišti;

12. 10. 2009 - ukončení rehabilitace, cvičení doma dle instrukcí;

- po šesti týdnech uvolnění šroubu dlaha, na vyšetření RTG zjištěno dráždění kovu do kloubu omezující pohyb.

Pacientka S. K.

DIAGNÓZA: Zlomenina horního konce pravé pažní kosti

OPERACE: Osteosyntéza Targon PH, 31. 3. 2009

Rehabilitace:

1. 4. 2009 - pasivní cvičení ramenního kloubu vleže, polohování končetiny ve zvýšené poloze, nácvik kyvadlového pohybu ramene cvičení ramene s vyloučením působení gravitace, cvičení CPM (motorová dlaha) + měkké techniky v oblasti pletence ramenního a paže, aktivní cvičení akra a lopatky operované končetiny;

- kryoterapie, analgetika, ortéza na rameno (postupně odkládána dle subjektivních pocitů);

5. 4. 2009 - propuštění z nemocniční péče, cvičení doma dle instrukcí;

7. 4. 2009 - ambulantní rehabilitační cvičení - aktivní cvičení akra a lokte operované končetiny, cvičení s vyloučením gravitace, pasivní cvičení ramene do abdukce a flexe, izometrická kontrakce zevněrotačních svalů - aktivace stabilizátorů lopatky, motorová dlaha + měkké techniky;

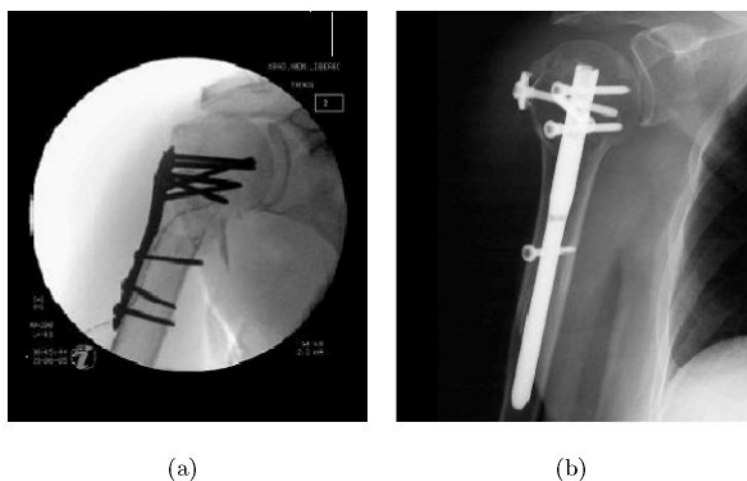
- rozsah pohybu pasivně do abdukce 50 stupňů a do flexe 60 stupňů, elevace možná při asistenci zdravé končetiny;

20. 5. 2009 - flexe vleže 110 stupňů (pasivně i aktivně), abdukce vleže pasivně 100 stupňů, aktivně 60 stupňů, v rameni stále omezená hybnost a bolestivost, cvičení v bazénu po dohledem fyzioterapeuta, cvičení doma podle instrukcí;

16. 6. 2009 - po kontrole doporučena další ambulantní rehabilitace pro neuspokojivé výsledky pooperační léčby - omezená hybnost, bolestivost, oslabení svalové síly, neschopnost spojit ruce za zády, degenerativní procesy u některých dalších kloubů, pesimistický přístup pacientky;

- zaznamenány pokroky v síle do elevace a abdukce vleže;

29. 6. 2009 - aktivnímu posilování paže, lopatek, cvičení a ADL (activity of daily living), doporučena návštěva lázní, zaznamenáno zlepšení svalové síly, elevace do 100 stupňů současně však s elevací ramene, abdukce vleže do 90 stupňů, ve stoji 80 stupňů, rotace v rameni omezena



Obrázek 4.3: Použití úhlově stabilních implantátů - a) dlahu Philos, b) Targon PH

Pramen: Lukáš (2008).

o dvě třetiny, bolesti v paži (zejména v noci).

Jak jsme uvedli, všechny tři pacientky byly operovány se zlomeninou horního konce kosti pažní. U pacientky D. B. byla provedena osteosyntéza dlahou Philos, u ostatních dvou byl použit hřeb Targon PH. Pro lepší orientaci mezi oběma typy operací předkládáme prospektivní studii týkající se srovnání uvedených osteosyntéz.

Použití úhlově stabilních implantátů při ošetření zlomenin proximálního humeru - prospektivní studie - Lukáš et al. (2008) .

Zlomenina horního konce kosti pažní představuje z hlediska způsobu léčby závažný problém. Druh léčby závisí na mnoha faktorech, jako jsou typ zlomeniny, věk, kvalita skeletu, poranění okolních měkkých tkání, další onemocnění pacienta, apod. V řadě případů podává konzervativní léčba srovnatelné, nebo dokonce lepší výsledky než léčba operační. Konzervativní léčba je vhodná především u nedislokovaných zlomenin. U operační léčby se osvědčila osteosyntéza pomocí úhlově stabilních implantátů, které zamezují migraci kloubu nebo jeho částí. Cílem této studie bylo porovnat dva implantáty - dlahu Philos (obr. 4.3(a)) a Targon PH (obr. 4.3(b)) - na souboru pacientů a stanovit optimální indikace pro jejich použití.

Průměrný věk u pacientů operovaných dlahou Philos, z nichž 63 procent tvořily ženy, byl 57,4. V souboru, kde byl použit Targon PH, dosahoval průměrný věk 65,3 let a ženy tvořily 67 procent z tohoto souboru. Všichni pacienti byli sledováni podle jednotných sledovacích protokolů, kde byly hodnoceny různé faktory (věk, mechanismus úrazu, typ zlomeniny, doba mezi úrazem a operací, délka operace a rtg. osvit, počet a typ použitých šroubů, délka hospitalizace

implantát	muži	ženy	celkem
Philos	18	31	49
Targon PH	16	32	48

Tabulka 4.1: Soubor pacientů

a případné komplikace). Naměřená data byla následně podrobena statistické analýze.

Závěr: Při porovnání použití obou implantátů nebyly zjištěny významné statistické rozdíly v téměř žádné sledované oblasti. Jediným statisticky významným rozdílem byla kratší operační doba u implantátu Targon PH.

4.3 Vyhodnocení výsledků

Jak jsme uvedli výše, měření v Krajské nemocnici Liberec probíhala celkem dvakrát přibližně v rozmezí tři týdnů v měsíci dubnu a květnu 2009. Všechny tři pacientky prováděly při obou měřeních abdukci do maxima pravou i levou rukou současně. Dle instrukcí rehabilitační sestry měl být pohyb prováděn tak, aby nedocházelo k vychylování ramenní osy v důsledku zvedání ramene operované končetiny. Schéma správně prováděné abdukce je znázorněno na obrázku 4.4, kde jednotlivá písmena označují svaly provádějící pohyb.

$S = M. \textit{supraspinatus}$

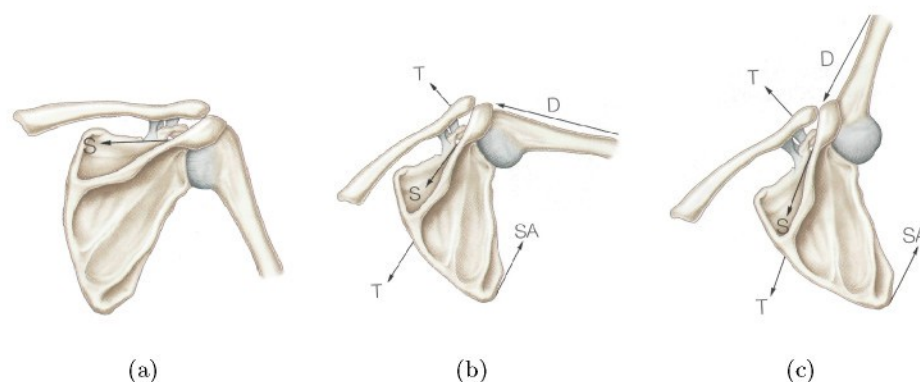
$D = M. \textit{deltoideus}$

$T = M. \textit{trapezius}$

$SA = M. \textit{serratus anterior}$

Prvním svaem účastnícím se pohybu je m. supraspinatus. Ten provede vychýlení humeru do upažení, ve kterém dále pokračuje m. deltoideus. Při upažení nad horizontálu dochází ke kontaktu akromionu s částí humeru, což zabraňuje další abdukci. K pokračování pohybu je nutná rotace lopatky způsobená svaly m. trapezius a m. serratus anterior, se kterou rotuje současně i akromion, jehož pohyb umožňuje provést upažení nad horizontálu.

Po operaci ramenního kloubu však bývá rozsah pohyblivost v rameni značně omezený bolestivostí, vzniká tak situace, kdy se ke svalům provádějícím abdukci přidají i jiné svaly, které pomáhají ulevit bolesti při prováděném pohybu. Dochází tak k nepřírozenému zvedání ramene zapříčiněným zapojením svalů, které se u zdravého člověka na abdukci nepodílí nebo je jejich účast minimální. Tento způsob cvičení je však nežádoucí, protože nedochází k procvičení požadovaných svalů a rehabilitace tak ztrácí na své účinnosti. Naším úkolem bylo prostřed-



Obrázek 4.4: Abdukce ramene

Pramen: Abrahams a Druga (2003).

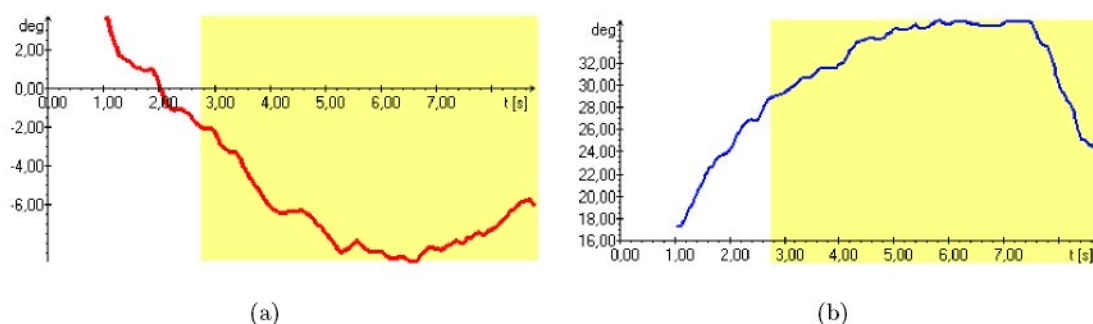
nictvím naměřených dat zhodnotit kvalitu prováděného pohybu u jednotlivých pacientek a vypracovat doporučení pro rehabilitační praxi.

4.3.1 Grafy

Ze získaných dat jsme vypracovali dva typy grafů:

1. Graf vyjadřující výchylku osy ramen od horizontální osy;
2. Graf vyjadřující velikost úhlu mezi abdukovanou paží a vertikální osou.

Z prvního typu grafů jsme si nejdříve u každé pacientky určili krizový bod, který nám rozdělil oblast grafu na dvě části. Bílá část grafu vyznačuje interval, kdy je vychýlení osy ramen v normě a nedochází k jednostranné elevaci ramene. Žlutá část naopak ukazuje, kdy pacientka provádí cvičení nesprávně a zlehčuje provedení pohybu zvedáním ramene. Stejně barevné označení časově odpovídající prvnímu typu grafů najdeme i u druhého typu. Zde krizový bod určuje maximální úhel, mezi abdukovanou končetinou a vertikální osou, při kterém ještě dochází k efektivnímu cvičení. Při provádění rozsahu pohybu nad tento úhel dochází k vychýlení ramenní osy a zapojení nevhodných svalů. Jedinou výjimkou v barevném označení najdeme u dubnového měření pacientky M. J. (viz. graf 4.7(a)), kdy je naopak barevně vyznačen interval, ve kterém pacientka provádí pohyb správně. Každá dvojice grafů je doprovozena tabulkou zachycující čtyři základní hodnoty - počáteční hodnota, krizový bod, maximální hodnota výchylky ramen, maximální hodnota abdukce a koncová hodnota. V těchto čtyřech bodech jsme z grafu na podélné ose odečetli čas a na svislé ose příslušný úhel. Výjimku tvoří opět dubnový graf pacientky M. J., který stejně jako ostatní grafy blíže okomentujeme v následující části.



Obrázek 4.5: Graf prvního měření pacientky D. B.

Pacientka D. B.: U první pacientky vidíme, že pohyb byl při prvním měření prováděn zpočátku správně, ale velmi brzy došlo ke zdvihání ramene operované končetiny, a tedy k nesprávnému cvičení (graf: 4.5). Krizový bod jsme určili jako okamžik, kdy se ramenní osa vychýlí od vodorovné polohy přibližně o dva stupně (viz. tabulka 4.2). Tomuto bodu odpovídá přibližně abdukce v úhlu 29° . Provádění pohybu nad tento úhel můžeme tedy označit za nevhodné (v grafu označeno žlutě).

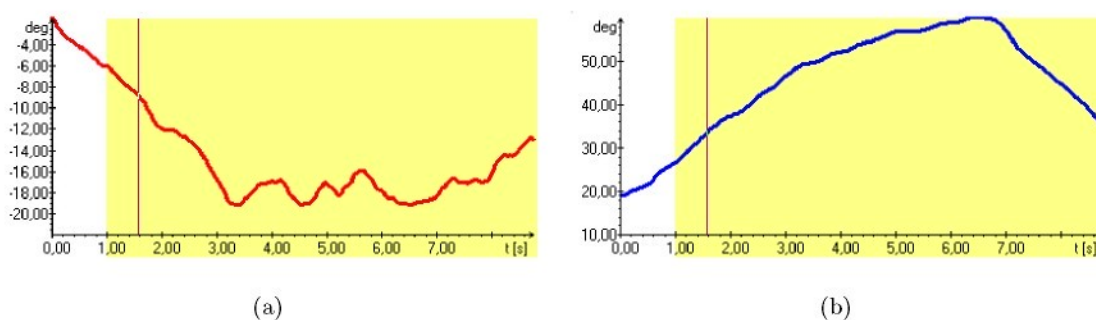
V grafu 4.6 druhého měření v porovnání s prvním nenajdeme žádný výraznější rozdíl. Z tabulky 4.3 je však patrné, že maximální rozsah abdukce, ač nesprávně provedené, se výrazně zvýšil.

	Poč. h.	Krizový b.	Max. výchylka ramen	Max. abdukce	Konc. h.
t (s)	1	2,78	6,52	5,93	8,70
výchylka ramen ($^\circ$)	3,37	- 2,01	- 8,95	-	-6.08
abdukce ($^\circ$)	17,19	28,93	-	35,81	24,63

Tabulka 4.2: Naměřené hodnoty pacientky D. B. - první měření

	Poč. h.	Krizový b.	Max. výchylka ramen	Max. abdukce	Konc. h.
t (s)	0	2,8	6,54	5,80	8,70
výchylka ramen ($^\circ$)	3,68	-2,04	- 8,93	-	-5,85
abdukce ($^\circ$)	17,22	29,01	-	52,86	24,46

Tabulka 4.3: Naměřené hodnoty pacientky D. B. - druhé měření



Obrázek 4.6: Graf druhého měření pacientky D. B.

Pacientka M. J.: Úsek grafu 4.7 prvního měření pacientky M. J. je označen zelenou barvou na rozdíl od grafů ostatních. Toto označení jsme zvolili z následujícího důvodu. Na počátku cvičení je ramenní osa již vychýlena nad povolený úhel a až v průběhu pohybu se dostává do akceptovatelné polohy. Ke konci pohybu dochází opět k jejímu nadměrnému vychýlení. Zelený úsek grafu tedy označuje rozsah správně prováděného pohybu.

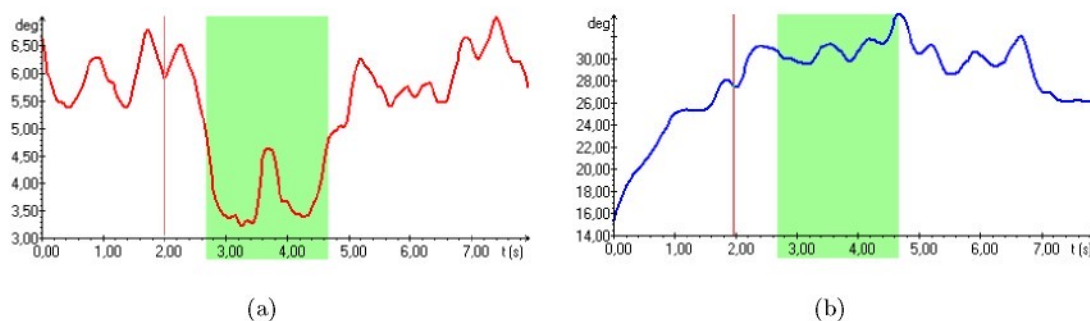
Při druhém měření (graf 4.8) bylo bohužel cvičení prováděno chybně již od začátku měření. Pacientka dokázala provést abdukci správným způsobem až v úplném závěru měření. Kvůli problematickému provádění pohybu jsme zvolili krizový bod určující vychýlení ramenní osy o šest stupňů. Z grafu znázorňujícího změnu úhlu abdukované končetiny tedy můžeme vyčíst, že správně byla abdukce prováděna až při poklesu paže pod 28° .

	Poč. h.	Opt. interval	Max. výchylka ramen	Max. abdukce	Konc. h.
t (s)	0	2,64 - 4,62	1,64	4,68	7,91
výchylka ramen ($^\circ$)	6,66	4,86 - 4,62	6,82	-	5,72
abdukce ($^\circ$)	15,37	30,57 - 33,91	-	34,05	20,09

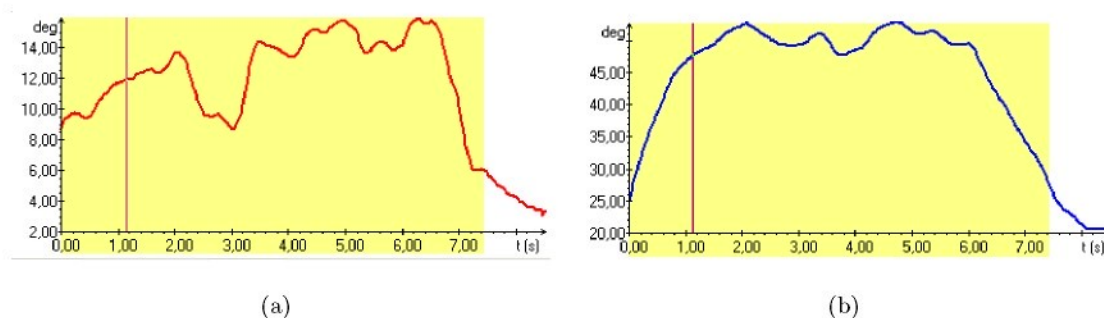
Tabulka 4.4: Naměřené hodnoty pacientky M. J. - první měření

	Poč. h.	Krizový b.	Max. výchylka ramen	Max. abdukce	Konc. h.
t (s)	0	7,40	6,28	4,72	8,48
výchylka ramen ($^\circ$)	8,67	6,08	15,92	-	3,08
abdukce ($^\circ$)	24,94	28,21	-	52,86	20,68

Tabulka 4.5: Naměřené hodnoty pacientky M. J. - druhé měření



Obrázek 4.7: Graf prvního měření pacientky M. J.



Obrázek 4.8: Graf druhého měření pacientky M. J.

Pacientka S. K.: Z prvního měření je patrné, že počátek pohybu probíhal požadovaným způsobem až do třetí vteřiny, kdy vychýlení ramenní osy přesáhlo dva stupně (graf: 4.9). Tento krizový bod jsme promítli do grafu vyjadřujícího velikost úhlu abdukované končetiny a získali tak mezní úhel správného provedení abdukce.

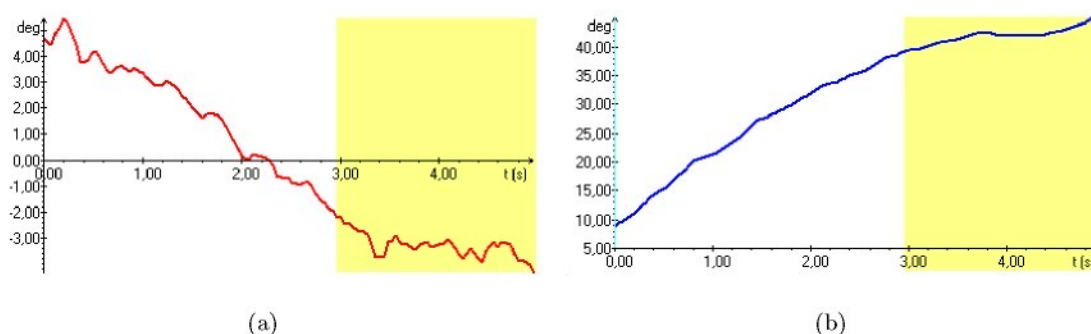
Při druhém měření je z grafu 4.10 patrné zhoršení, neboť žlutě označená část začíná již na polovině druhé vteřiny cvičení.

	Poč. h.	Krizový b.	Max. výchylka ramen	Max. abdukce	Konc. h.
t (s)	0	2,96	0,22	5,00	5
výchylka ramen (°)	4,96	-2,22	5,43	-	-4,35
abdukce (°)	8,76	39,32	-	45,32	45,32

Tabulka 4.6: Naměřené hodnoty pacientka S. K. - první měření

	Poč. h.	Krizový b.	Max. výchylka ramen	Max. abdukce	Konc. h.
t (s)	0	1,44	2,60	7,76	10,36
výchylka ramen (°)	0,73	-2,27	-7,53	-	-3,30
abdukce (°)	11,83	41,14	-	61,32	50,89

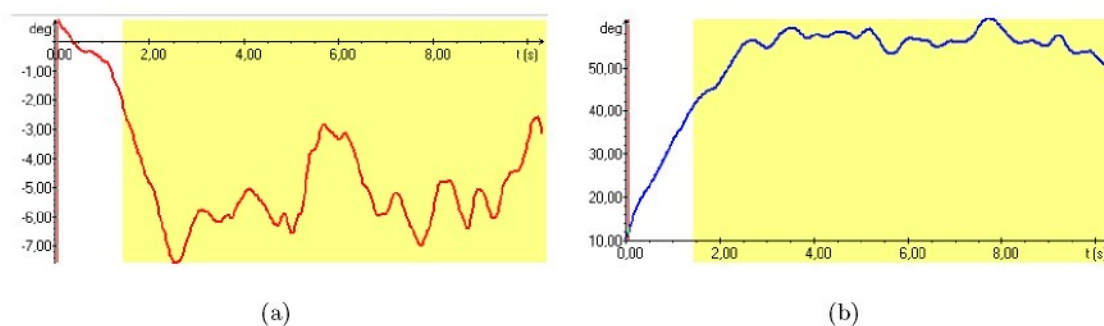
Tabulka 4.7: Naměřené hodnoty pacientky S. K. - druhé měření



Obrázek 4.9: Graf prvního měření pacientky S. K.

4.3.2 Kinogram

Při zpracování dat jsme vytvořili uvedené grafy, které nám udávají číselné hodnoty ve vybraných polohách prováděného pohybu. V programu SIMI Motion však lze vytvořit i model znázorňující pohyb vybraných segmentů lidského těla, tzv. kinogram sloužící k vizuálnímu porovnání prováděných pohybů. Základem kinogramu je lomená čára, která představuje spojnice jednotlivých bodů, jejichž pohyb jsme analyzovali. Modrý úsek značí operovanou horní končetinu, červený úsek představuje ramenní osu a zelený zdravou horní končetinu. Počáteční a maximální poloha abdukce je označena barevně zvýrazněnou linií.



Obrázek 4.10: Graf druhého měření pacientky S. K.

Pacientka D. B.: Z prvního měření je patrné, že rozsah pohybu je značně omezen a dochází k upažování pod malým úhlem při mírné elevaci operovaného levého ramene. Druhé měření již ukazuje větší rozsah pohybu, ale zároveň je z kinogramu patrné také výraznější zvedání ramene, kterému by se pacientky měly vyvarovat (obr. 4.11).

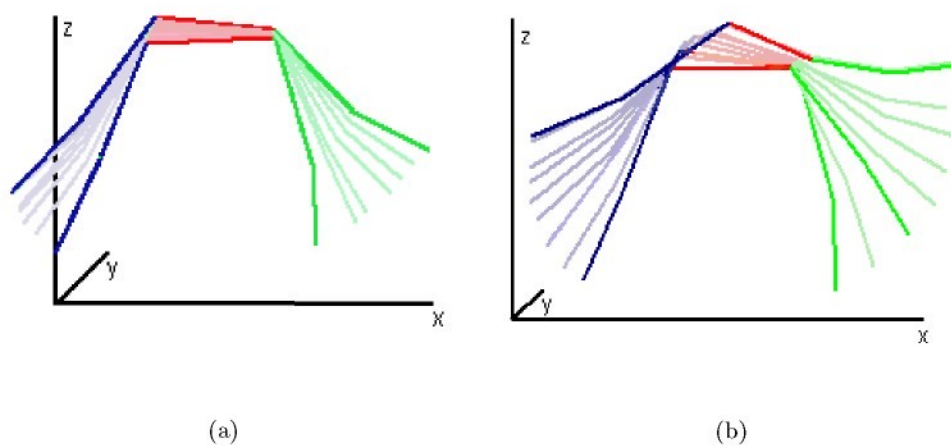
Pacientka M. J.: U pacientky M. J. bylo operováno levé rameno. Na kinogramu z prvního měření vidíme, že pohyb obou paží je prováděn pod malým úhlem. Při druhém měření sice pacientka provádí zdravou končetinou abdukci vysoko nad horizontálu, avšak na operované straně nedochází k výraznému zlepšení rozsahu pohybu. Z obou kinogramů (obr. 4.12) je zřetelně vidět špatné výchozí postavení ramen, o kterém jsme se již zmínili v předchozí části věnované grafům.

Pacientka S. K.: Stejně jako předchozích dvou pacientek, je i v tomto případě zjevná elevace operovaného ramene, která se při druhém měření mírně zvětšuje (obr. 4.13). Z druhého měření je patrný mírný pokrok v rozsahu prováděného pohybu.

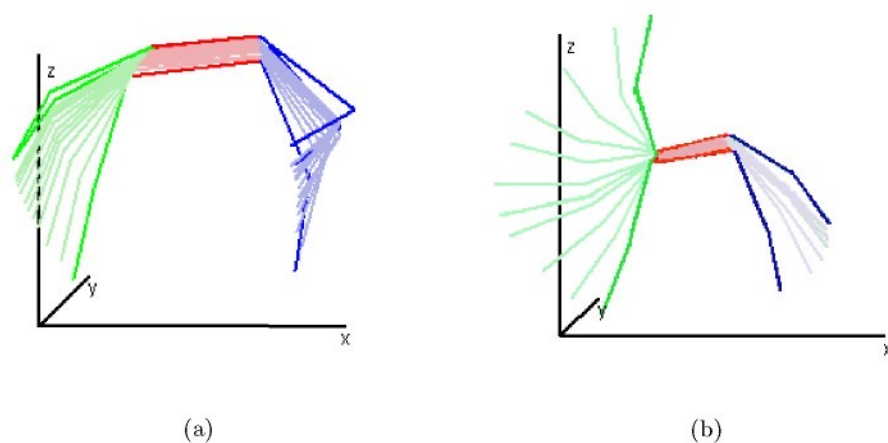
4.3.3 Hodnocení

Z uvedených výsledků je zřejmé, že ke každému sledovanému subjektu musíme přistupovat individuálně. Cílem rehabilitačního cvičení je, aby se maximálně obnovila pohyblivost postižené části a zároveň minimalizovala případná bolest při provádění pohybu. Operace ramenního kloubu je však i při použití nejmodernější techniky stále velmi riziková. Část pacientů získá po operaci plný rozsah hybnosti, mnozí však i při dlouhodobé rehabilitaci nikdy nedosáhnou stejného rozsahu pohybu jako před operací. Tímto případem jsou bohužel i tři pacientky, na kterých jsme prováděli měření pomocí 3D videoanalýzy.

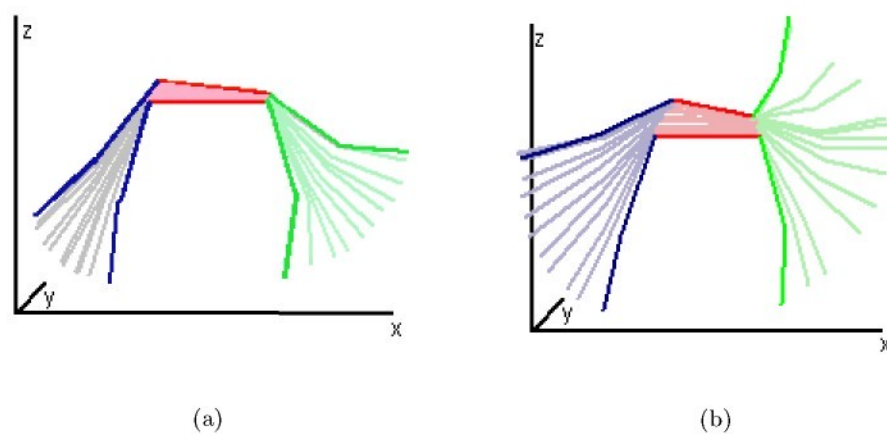
Z uvedených výsledků je patrné, že druhé měření nezaznamenalo žádný výraznější pokrok oproti předchozímu. Prostřednictvím 3D videoanalýzy však můžeme detailně sledovat průběh pohybu a kvalitu jeho provedení v závislosti na naměřených údajích. Tímto způsobem můžeme provést rozbor pohybu a nalézt optimální řešení pro každého pacienta a zdokonalit tak rehabilitační cvičení.



Obrázek 4.11: Srovnání diagramů záznamu pohybu u pacientky D. B.



Obrázek 4.12: Srovnání diagramů záznamu pohybu u pacientky M. J.



Obrázek 4.13: Srovnání diagramů záznamu pohybu u pacientky S. K.

Kapitola 5

Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit využití 3D videoanalýzy při pooperační léčbě zlomeniny horního konce kosti pažní. Jak bylo uvedeno v teoretické části práce, hlavice kosti pažní je součástí ramenního kloubu, nejpohyblivějšího kloubu lidského těla. Jakékoli poranění této složité struktury je závažným léčebným problémem a v mnoha případech nevede k plnému uzdravení. Zlomenina horní části kosti pažní je jedním z nejčastějších zranění, která ramenní kloub postihují. Vyskytuje se zejména u starších lidí, převážně žen a nejčastěji je způsobena pádem v domácnosti nebo na ulici.

Věk všech tří pacientek, na kterých bylo prováděno měření, spadl do 5.-7. dekády života. V tomto věku již obvykle dochází k osteoporóze, která zhoršuje kvalitu kostí, a snižuje tak procento úspěšnosti při léčbě zlomeniny. U žádné z pacientek nedošlo k plnému obnovení hybnosti. Tento výsledek se vzhledem k pokročilému věku a nastalým komplikacím dal očekávat. Přestože výsledky rehabilitační léčby nedopadly ze zdravotního hlediska optimálně, neměla tato skutečnost vliv na použití 3D videoanalýzy.

Tato metoda se osvědčila ve vrcholovém sportu, kde je požadována maximální přesnost pohybů, kterou lze prostřednictvím 3D videoanalýzy snadno zachytit. Jak ukazuje tato bakalářská práce, lze tuto metodu s úspěchem použít i v lékařském prostředí. Z dat získaných při jednotlivých měřeních jsme v programu SIMI Motion vytvořili vhodné typy výstupů, ve kterých jsme následně určili hledané body. Díky detailní analýze celého pohybu jsme z grafů snadno zjistili, v jaké poloze je abdukce prováděna správně, a kdy se již do pohybu zapojují nesprávné svaly, a dochází k vychýlení ramenní osy. Velkou předností této metody je, že můžeme v počítači pozorovat určitý okamžik pohybu v jednotlivých výstupech současně. Sledujeme-li tedy například hodnotu grafu v třetí vteřině, bude z videozáznamu vybrán snímek odpovídající třetí vteřině, neboť jednotlivé výstupy jsou časově provázány. Z grafu tedy vyčteme hledanou

hodnotu a na snímku okamžitě zjistíme, jaké poloze tato hodnota odpovídá. Díky tomu lze velmi snadno určit polohu, ve které je daný pohyb ještě prováděn správným způsobem a ve které již dochází k nežádoucímu provedení pohybu. Je zřejmé, že 3D videoanalýza je poměrně náročnou metodou jak na čas, tak i na technické provedení, nelze ji tedy aplikovat vždy. Tato bakalářská práce však ukazuje, že v rehabilitační a fyzioterapeutické léčbě pohybového ústrojí by 3D videoanalýza, zejména pokud se jedná o výzkum, měla mít své nezastupitelné místo.

Literatura

- ABRAHAM, P. – DRUGA, R. *Lidské tělo: Atlas anatomie člověka*. 1. vyd. Praha : OTTOVO NAKLADATELSTVÍ, 2003. ISBN 80-7181-955-7.
- AMIRFEYZ, R. – SARANGI, P. *Shoulder hemiarthroplasty for fracture with conservative rehabilitation regime* [online], 2008. Dostupné z: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez>>. [cit. 2009-04-09].
- BERTOFT, E. – LUNDH, I. – RINGQVIST, I. *Physioterapy after fracture of proximal end of the humerus. Comparison between two methods*. [online], 1984. Dostupné z: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez>>. [cit. 2009-04-09].
- ČIHÁK, R. *Anatomie 1*. 1. vyd. Praha : Grada, 2001. ISBN 80-7169-970-5.
- DYLEVSKÝ, I. *Speciální kineziologie*. 1. vyd. Praha : Grada, 2009. ISBN 80-247-1648-0.
- FALTUS, Z. *Poranění rotátorové manžety* [online], 2010. Dostupné z: <<http://www.zfaltus.cz/poraneni-rotatorove-manzety>>. [cit. 2010-07-14].
- FLUSSEROVÁ, Š. *Zázračné lidské tělo...rameno (V.)* [online], 2003a. Dostupné z: <<http://medicina.ronnie.cz/c-4055-zazracne-lidske-telo-rameno-v.html>>. [cit. 2009-09-03].
- FLUSSEROVÁ, Š. *Svaly ramenní a lopatkové* [online], 2003b. Dostupné z: <<http://medicina.ronnie.cz/c-481-svaly-ramenni-a-lopatkove.html>>. [cit. 2009-09-03].
- JANDA, V. *Funkční svalový test*. 1. vyd. Praha : Grada, 1996. ISBN 80-7169-208-5.
- JAVŮREK, J. *Malý atlas léčebných obstrůvků*. 1. vyd. Praha : Grada, 1997. ISBN 80-7169-449-5.
- JAVŮRKOVÁ, M. *Náhrady ramenních kloubů u revmatických pacientů v rehabilitační praxi* [online], 2010. Dostupné z: <<http://www.zdn.cz/clanek/sestra/>>

- nahrady-ramennich-klobu-u-revmatickyh-pacientu-v-rehabilitacni-praxi-449682>.
[cit. 2010-03-04].
- KOUDELA, K. *Ortopedie*. 1. vyd. Praha : Univerzita Karlova v Praze, 2003. ISBN 80-246-0654-2.
- LUKÁŠ, R. et al. *Použití úhlově stabilních implantátů při ošetření zlomenin proximálního humeru – prospektivní studie* [online], 2008. Dostupné z: <http://www.achot.cz/dwnld/0803_212.pdf>. [cit. 2010-07-18].
- MÜLLER, I. *Bolestivé syndromy pohybového ústrojí v ordinaci praktického lékaře*. 2. vyd. Brno : Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2005. ISBN 80-7013-415-1.
- RAPALA, K. – OBREBSKI, M. *Evaluation of various methods treatment of proximal humerus fractures*. [online], 2003. Dostupné z: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez>>. [cit. 2009-04-09].
- RYCHLÍKOVÁ, E. *Funkční poruchy kloubů končetin*. 1. vyd. Praha : Grada, 2002. ISBN 80-247-0237-1.
- SOSNA, A. et al. *Základy ortopedie*. 1. vyd. Praha : Triton, 2001. ISBN 80-7254-202-8.
- TYPOVSKÝ, K. et al. *Traumatologie pohybového ústrojí*. 1. vyd. Praha : Avicenum, 1972. ISBN 978-80-7309-571-0.
- ZAHÁLKA, F. – JANURA, M. *Kinematická analýza pohybu člověka*. 1. vyd. Olomouc : Univerzita Palackého, 2004. ISBN 80-244-0930-5.

Příloha A

RTG pacientky D. B. před operací.



Obrázek A.1: RTG - zlomenina pravého konce kosti pažní

Příloha B

RTG pacientky D. B. po operaci.



Obrázek B.1: RTG - osteosyntéza dlahou Philos

Příloha C

RTG pacientky M. J. před operací.



Obrázek C.1: RTG - zlomenina levého konce kosti pažní

Příloha D

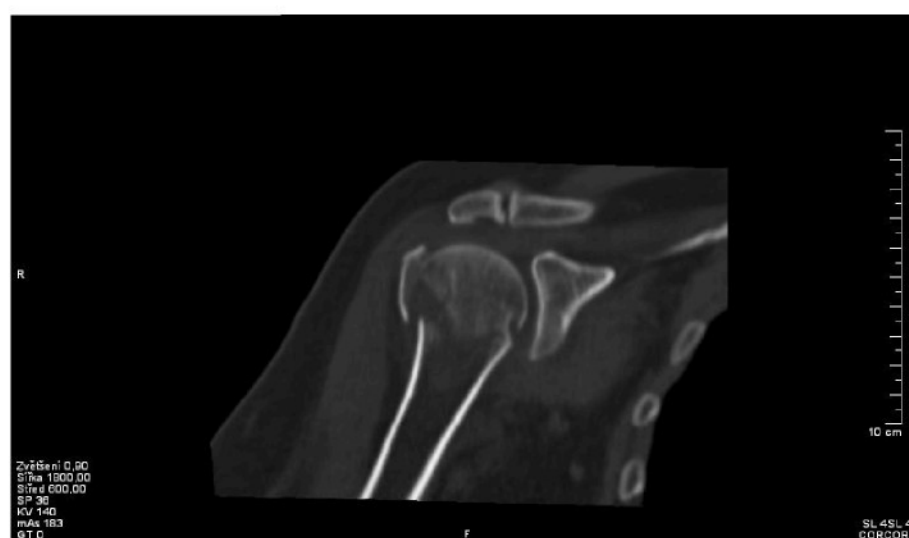
RTG pacientky M. J. po operaci.



Obrázek D.1: RTG - osteosyntéza Targon PH

Příloha E

RTG pacientky S. K. před operací.



Obrázek E.1: RTG - zlomenina pravého konce kosti pažní

Příloha F

RTG pacientky S. K. po operaci.



Obrázek F.1: RTG - osteosyntéza Targon PH