

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

**Porovnání svalové aktivity ramenního pletence
u pacientů s víceúlomkovou frakturou proximálního
humeru v závislosti na typu zvolené fixace
(dlaha Philos a hřeb Targon)**

Diplomová práce

Autor: Bc. Magdalena Vančáková

Fyzioterapie

Vedoucí práce: MUDr. Petr Kolář

ANOTACE

Název práce v ČJ: Porovnání funkční svalové aktivity ramenního pletence u pacientů s víceúlomkovou frakturou proximálního humeru v závislosti na typu zvolené fixace (dlaha Philos a hřeb Targon)

Název práce v AJ: Comparison of functional shoulder girdle muscle activity of patients with multifragmental humeral fracture in according to chosen type of fixation (splint Philos and Targon nail)

Datum zadání: 2010-03-15

Datum odevzdání: 2013-05-17

Autor práce: Bc. Magdalena Vančáková

Instituce: Ústav fyzioterapie, Fakulta zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci

Vedoucí práce: MUDr. Petr Kolář

Abstrakt v ČJ:

Cílem diplomové práce je porovnat svalovou aktivitu ramenního pletence u pacientů s víceúlomkovou frakturou proximálního humeru v závislosti na typu zvolené fixace (dlaha Philos a hřeb Targon). V teoretické části jsou uvedeny souhrnné poznatky o ramenním pletenci, frakturách proximálního humeru a možném operačním řešení víceúlomkových zlomenin. Ve výzkumné části jsou pak analyzovány dvě skupiny probandů, jedna s dlahou Philos (n=6) a druhá s hřebem Targon (n=5), pomocí kineziologického rozboru a elektromyografického vyšetření.

Abstrakt v AJ:

The aim of diploma is to compare shoulder girdle muscle activity of patients with multifragmental humeral fracture in according to chosen type of fixation (splint Philos and Targon nail). Theoretical part contains the summary informations about shoulder girdle, fractures of proximal humerus and the possibilities of operative solutions of multifragmental fractures. Experimental part includes analyze of two groups of patients, one with splint Philos (n=6), the second one with Targon nail (n=5) using the kinesiological examination and electromyography.

Klíčová slova v ČJ: ramenní pletenec, víceúlomkové fraktury proximálního humeru, dlaho Philos, hřeb Targon

Klíčová slova v AJ: shoulder girdle, multifragmental fractures of proximal humerus, splint Philos, nail Targon

Počet stran: 92, přílohy 3

Místo zpracování: Olomouc

Místo uložení: Ústav fyzioterapie, Fakulta Zdravotnických věd UP – sekretariát/děkanát

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala zcela samostatně pod odborným vedením MUDr. Petra Koláře a uvedla veškeré použité odborné a literární zdroje.

V Olomouci dne 17.5.2013

.....

Bc. Magdalena Vančáková

Děkuji MUDr. Petru Kolářovi za odborné vedení, cenné připomínky a zkušenosti z praxe a dále Mgr. Kateřině Langové, Ph. D. za pomoc se statistickým zpracováním dat.

OBSAH

ÚVOD.....	8
1 PŘEHLED POZNATKŮ.....	10
1.1 Ramenní pletenec.....	10
1.1.1 Struktura kloubních spojení ramenního pletence.....	10
1.1.2 Svaly ramenního pletence.....	11
1.1.3 Svaly kolem ramenního kloubu.....	12
1.1.4 Inervace.....	13
1.1.5 Biomechanika ramenního pletence.....	14
1.1.6 Funkční kinematika.....	14
1.1.6.1 Abdukce.....	15
1.1.6.2 Flexe.....	16
1.1.6.3 Rotace.....	16
1.1.6.4 Skapulohumerální rytmus.....	17
1.1.6.5 Svalové funkční dvojice.....	18
1.1.6.6 Rotátorová manžeta a impingement syndrom.....	19
1.2 Fraktury proximálního humeru.....	22
1.2.1 Úvod – incidence, mechanismus vzniku.....	22
1.2.2 Historie.....	23
1.2.3 Diagnostika fraktur.....	24
1.2.4 Klasifikace zlomenin proximálního humeru.....	25
1.2.5 Terapie.....	26
1.2.6 Operativní řešení fraktur proximálního humeru.....	27
1.2.7 Operační postup a přístupy.....	28

1.2.8 Prognóza.....	29
1.2.9 Komplikace.....	29
1.3 Vybrané operační techniky – hřeb Targon a dlahá Philos.....	30
1.3.1 hřeb Targon PH.....	30
1.3.1.1 Operační technika.....	31
1.3.1.2 Pooperační péče.....	31
1.3.1.3 Dosažené výsledky a zkušenosti s hřebem Targon.....	32
1.3.2 dlahá Philos	33
1.3.2.1 Operační technika.....	34
1.3.2.2 Dosažené výsledky a zkušenosti s dlahou Philos.....	35
1.4 Rehabilitační strategie u pacientů po fraktuře proximálního humeru.....	36
1.4.1 Časový harmonogram, rozdělení čtyř fází rehabilitace.....	36
1.5 Použité přístrojové vyšetřovací metody – povrchová elektromyografie.....	41
1.5.1 Základní údaje o povrchové elektromyografii.....	41
1.5.2 Zpracování a hodnocení polyelektromyografického záznamu.....	42
1.5.3 Faktory ovlivňující elektromyografický signál.....	43
2 CÍLE A HYPOTÉZY.....	45
2.1 Cíle.....	45
2.2 Vědecké otázky a hypotézy.....	45
3 METODIKA.....	48
3.1 Charakteristika souboru.....	48
3.2 Kineziologické vyšetření.....	48

3.3 Postup měření.....	49
3.3.1 Snímání elektromyografické aktivity.....	49
3.4 Zpracování a vyhodnocování elektromyografického záznamu.....	50
3.5 Statistické zpracování dat.....	53
4 VÝSLEDKY.....	54
4.1 Výsledky k vědecké otázce č.1.....	54
4.2 Výsledky k vědecké otázce č.2.....	61
4.3. Výsledky k vědecké otázce č.3.....	68
5 DISKUZE	71
5.1 Diskuze k metodice.....	71
5.2 Diskuze k výsledkům.....	73
5.2.1 Diskuze k vědecké otázce č. 1.....	73
5.2.2 Shrnutí vědecké otázky č. 1.....	76
5.2.3 Diskuze k vědecké otázce č. 2.....	76
5.2.4 Shrnutí vědecké otázky č. 2.....	78
5.2.5 Porovnání rozsahů pohybů.....	78
ZÁVĚR.....	79
POUŽITÉ ZDROJE.....	80
PŘÍLOHY.....	86

ÚVOD

Fraktury proximálního humeru nepatří mezi nejčastější typ zlomenin, se kterými je možné se potkat, ale zvláště s přibývajícím věkem pacientů tvoří třetí nejčastější typ fraktur, hned po zlomeninách krčku femuru a zápěstí. Nejčastější příčinou vzniku jsou nízkoenergetická poranění při pádu na nataženou horní končetinu. Druhou možnou příčinou jsou pak úrazy sportovní. Velká část vzniklých fraktur proximálního humeru vyžaduje pouze konzervativní terapii. Některé z nich ale mají komplikovanější průběh a je nutné je řešit operačně, zejména pokud se jedná o zlomeniny dislokované či víceúlomkové. V rámci operačních technik se během vývoje moderní medicíny používalo mnoho různých materiálů a typů operací, například dráty, nitrodřeňové hřebky či dlahy přikládané zvenku na kost. Měnil se materiál, operační přístupy i doba nutné imobilizace. Vzhledem k tomu, že značnou část pacientů vyžadujících operační řešení fraktury proximálního humeru tvoří starší osoby, bylo třeba vytvořit systém, který by mohl být použit i u osob s osteopenickou kostní tkání, s vyloučením sekundárních komplikací. Dalším motivem pro vytváření nových operačních řešení bylo i zajištění co nejvčasnější stability proximálního humeru, k eliminaci dlouhodobé fixace končetiny spojené se srůsty kloubního pouzdra a výrazným oslabením svalů ramenního pletence.

V současné době se v rámci operačního řešení používají nejčastěji dvě metody. První z nich je použití hřebu Targon. Implantuje se do kostní dřeně operačním přístupem v horní části středních vláken musculus deltoideus a zajišťuje se šroubky. Ty jsou do kosti umístěny pod různými úhly tak, aby byla zajištěna fixovaná poloha všech segmentů zlomeniny a zároveň nemohlo dojít k pohybu hřebu uvnitř kosti. Druhou metodou je pak novější dlahy Philos, která se přikládá zvenku na kost. Operační přístup je deltoideopektorální či skrze přední část musculus deltoideus. Fixace dlahy je taktéž zajištěna uzamykatelnými šrouby, které pod různými úhly přichycují dlahu ke kosti. Tato dlahy je speciálně tvarovaná tak, aby svým tvarem odpovídala tvaru proximálního humeru a měla by zajišťovat stabilitu segmentů kosti.

Přesto, že by dlaha Philos měla mít jako nejmodernější operační technika nejlepší výsledky, u některých pacientů, kteří byli operováni pomocí této dlahy, bylo dosaženo rychlého návratu funkce ramenního pletence, ale u některých docházelo naopak k výsledkům, které lze označit jako neuspokojivé. Proto jsme se rozhodli uskutečnit tuto práci a porovnat dva nejčastěji používané operační přístupy při víceúlomkových frakturách, a s použitím polyelektromyografického a kineziologického vyšetření zjistit, zda nedochází po operaci k výpadku některého ze svalů ramenního pletence, ať už pouze v rámci funkčního útlumu, či celkově iatrogenním poškozením nervového zásobení některého ze svalů ramenního pletence.

Měření, kterého se zúčastnilo celkem jedenáct osob, proběhlo v Kineziologické laboratoři Kliniky rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Všichni probandi byli operováni ve Fakultní nemocnici Olomouc a tamtéž absolvovali i rehabilitační terapii. Naměřená data byla následně zpracována a porovnána. Součástí měření bylo i kineziologické vyšetření, zaměřené zejména na rozsahy pohybu ramenního pletence a svalovou sílu. V diskuzi se pak snažíme výsledná data zhodnotit a porovnat i s výsledky ostatních dostupných studií na toto téma.

1 PŘEHLED POZNATKŮ

1.1 Ramenní pletenec

1.1.1 Struktura kloubních spojení ramenního pletence

Ramenní pletenec má ze všech kloubů v lidském těle největší možnou pohyblivost. Ta je dána nejen anatomickou stavbou kloubní jamky a hlavice, ale i spoluúčastí ostatních kloubních struktur (skloubení akromioklavikulární a sternoklavikulární), které pak umožňují sdružený pohyb humeru a lopatky. Velký rozsah pohybů je do jisté míry spojen i se současnou kloubní nestabilitou a zranitelností. Proto je počet zranění tohoto skloubení relativně vysoký, zvláště co se týče zlomenin a opakujících se luxací, které vznikají po úrazech ramene (Bartoniček, Heřt, 2004). Kostěné segmenty jsou k trupu připojeny dvěma pravými klouby (akromioklavikulární a glenohumerální), ale specifická úprava připojení lopatky k hrudníku umožňuje vznik dalších pohyblivých spojů pletence (skapulothorakální a subdeltoideální). Jedná se o spoje, které dále zvyšují pohyblivost celé končetiny. Tato úprava však zároveň předurčuje přetížení celého závěsu s velkými nároky na svalový korzet pletence (Kolář, 2010).

Ramenní kloub je kloub jednoduchý, kulovitý a volný (artrodia), stýkají se v něm dvě kosti, caput humeri a cavitas glenoidalis scapulae. Významný je i vztah hlavice k okolním kostním strukturám, akromionu a processus coracoideus. Tyto výběžky jsou navzájem propojeny ligamentem coracoacromiale a dohromady vytváří tzv. korakoakromiální oblouk. Tato klenba, tvořená částečně kostí a částečně vazivem, slouží pro úpon několika svalů a vazů, a několik významných svalů zde také probíhá (m. supraspinatus, m. infraspinatus a caput longum m. bicipitis brachii). Tento anatomický útvar může být vytvořený velice variabilně a je důležitý z hlediska klinického nálezu. Při nesprávném postavení a pohybování v ramenním kloubu může být příčinou tzv. impingement syndromu. Nejstabilnější je ramenní kloub v abdukci a mírné elevaci (Bartoniček, Heřt, 2004; Dylevský, 2009).

1.1.2 Svaly ramenního pletence

Musculus trapezius propojuje hlavici humeru s osovým orgánem (obratle, lopatka, klíční kost) a dělí se na tři části s rozdílnou funkcí. Horní (descendentní) vlákna nadzvedávají ramenní pletenec a zamezují tak poklesu ramene. Při fixovaném ramenním pletenci způsobuje extenzi hlavy proti šíji a rotuje ji na opačnou stranu. Střední (horizontální) vlákna vedou od spinálních výběžků obratlů horní hrudní páteře a přitahují mediální okraj lopatky o 2-3centimetry blíže ke střední čáře a zároveň přitlačují lopatku k hrudníku. Dolní (ascendentní) vlákna provádí depresi lopatky. Jako celek přitlačuje m. trapezius obě lopatky k hrudníku a zpevňuje tak ramenní pletenec, zvláště při pohybu horních končetin či nesení těžšího břemene. Působí preventivně proti poklesu horní končetiny vlivem gravitace a odlepení lopatky od hrudníku. Současná kontrakce těchto tří částí táhne lopatku kaudálně a mediálně, rotuje ji o 20°, čímž se jako vedlejší sval účastní i abdukce paže. Zároveň se podílí na držení těla, protože je zapojen do několika funkčních řetězců, které propojují segmentovanou osu krční a hrudní páteře s hlavou a horními končetinami. Porucha funkce tohoto svalu současně ovlivní postavení hlavy, šíje, lopatky, ramenního pletence a celkově osového orgánu (Kapandji, 2007; Véle 2006).

Musculus rhomboideus spojuje dolní krční a horní hrudní páteř s lopatkou, kterou elevuje a rotuje. Tím se posouvá fossa glenoidalis směrem dolů. Zároveň fixuje dolní úhel lopatky na žebrech. Výpadek m. rhomboideus se projevuje odlepením lopatky od hrudníku, zvláště pak jejího dolního úhlu, který se stačí laterálně.

Musculus levator scapulae spojuje krční páteř s lopatkou a má podobnou funkci jako m. rhomboideus. Horní úhel lopatky táhne 2-3centimetry nahoru a k páteři, účastní se na laterální flexi krční páteře. Zpevňuje ramenní pletenec a je aktivní během nošení předmětu v ruce, jeho úpon proto může být často bolestivý, současně s úpony na krční páteři. Výpadek jeho funkce vede k poklesu ramenního pletence.

Musculus serratus anterior leží na vnitřní ploše lopatky, rozprostírá se nad posterolaterální plochou hrudníku a spojuje žebra s lopatkou. Je vytvořen ze tří částí. Horní část zvedá horní úhel lopatky a současně zabraňuje návratu lopatky zpátky, pokud horní končetina například odtlačuje těžký předmět. Střední část působí antagonisticky proti transverzálním vláknům m. trapezius. Dolní část táhne dolní úhel lopatky laterálně a tím klopí

fossa glenoidalis kraniálně a umožňuje tak provedení abdukce nad horizontálu. Aktivní je hlavně při flexi a abdukci paže a během nošení těžšího předmětu v ruce, pokud je současně paže abdukována více než třicet stupňů. Při poruše funkce tohoto svalu se lopatka odlepuje svou mediální hranou od hrudníku (scapula alata) a vážne abdukce nad horizontálu.

Musculus pectoralis minor spojuje žebra s processus coracoideus. Stahuje ramenní pletenec směrem dolů a tím sklápí i fossa glenoidalis lehce dolů. Provádí depresi ramenního pletence s abdukcí lopatky.

Musculus subclavius spojuje první žebro s klíčkem. Táhne klavikulu směrem dolů a tím současně celý ramenní pletenec, zároveň přitlačuje střední část klíčku k manubrium sterni a tím zajišťuje dobrý kontakt kloubních ploch ve sterno-kosto-klavikulárním skloubení (Kapandji, 2007; Věle 2006).

Výše uvedené svaly mají vliv na postavení lopatky a kloubní jamky, proto mají význam pro nastavení polohy segmentů v ramenním pletenci. Svaly ramenního pletence vytváří dvojice, jejichž vzájemné působení umožňuje nejen pohyb lopatky po hrudníku, ale i její fixaci v kterékoli poloze. Pro rotaci lopatky to jsou m. rhomboideus a m. serratus anterior, pro elevaci a depresi m. levator scapulae a ascendentní vlákna m. trapezius. Anteverzi a retroverzi lopatky působí m. pectoralis minor a descendentní vlákna m. trapezius a ve směru abdukce a addukce to jsou horní a střední část m. serratus anterior a střední část m. trapezius. Společně s ostatními svaly fixují polohu lopatky, potažmo kloubní jamky a tvoří tak při dobré funkci oporu pro hlavicí humeru při pohybu paže (Věle, 2006).

1.1.3 Svaly kolem ramenního kloubu

Skupinu svalů souvisejících s ramenním pletencem je možné rozdělit do dvou skupin, a to zevní povrchovou vrstvu (m. deltoideus) a hlubokou vrstvu, tvořenou svaly rotátorové manžety. Úpony těchto svalů zesilují kloubní pouzdro v jeho horní části, manžeta se průběhem dlouhé hlavy bicepsu dělí na laterální část, která je zevně rotační a mediální část, vnitřně rotační. Z mechanického hlediska je nejvíce namáhanou částí celé rotátorové manžety šlacha m. supraspinatus, a to asi 1,5centimetru od úponu na tuberculum majus. Během abdukce dochází v tomto místě ke stlačení šlachy mezi tuberculum majus humeru a anterolaterálním okrajem akromionu (Bartoniček, Heřt, 2004).

Musculus deltoideus spojuje klíční kost s lopatkou a humerem, je tvořen ze sedmi funkčních komponent. Anteriorní (klavikulární) skupinu tvoří dvě komponenty, střední (akromiální) jedna komponenta a zadní (spinální) je tvořena čtyřmi komponentami. Přední část provádí flexi paže, aktivní je i při horizontální addukci, anteverzii ramene, abdukci a vnitřní rotaci paže. Střední část abdukuje paži. Zadní část se účastní na horizontální abdukci paže, podporuje extenzi a zevní rotaci. Tonus tohoto svalu je důležitý pro udržení hlavičky humeru ve fossa glenoidalis a současně pro stabilizaci ramenního kloubu. Při paréze je problematický pohyb do abdukce nad devadesát stupňů a současně hrozí subluxace tohoto kloubu (Kapandji, 2007; Véle 2006).

Musculus supraspinatus spojuje lopatku s humerem, jeho hlavní funkcí je abdukce paže do 90°, dále pomáhá během pohybu paže do horizontální abdukce.

Musculus infraspinatus a **musculus teres minor** spojují lopatku s humerem, provádí pohyb do zevní rotace a účastní se horizontální extenze.

Musculus teres major spojuje lopatku s přední plochou humeru, provádí extenzi, addukci a vnitřní rotaci paže.

Musculus latissimus dorsi spojuje hrudní páteř (od obratlů Th 9 až po Th 12) s lopatkou a humerem. Účastní se extenze, addukce a zevní rotace paže.

Musculus pectoralis major se skládá ze tří komponent. Pars clavicularis se podílí na flexi, addukci a vnitřní rotaci paže, pars sternocostalis a abdominalis pak provádí extenzi, addukci a částečně se též účastní na vnitřní rotaci paže.

Musculus subscapularis spojuje lopatku s humerem, působí jako vnitřní rotátor paže, podílí se také na flexi, abdukci a addukci paže.

Musculus coracobrachialis spojuje lopatku s humerem. Jeho hlavním pohybem je horizontální flexe, účastní se i flexe, addukce a obou rotací paže (Kapandji, 2007; Véle 2006).

1.1.4 Inervace

Ramenní kloub i okolní svaly jsou zásobeny nervy z plexus brachialis. Nervus suprascapularis je tvořen ze suprascapulární části plexu, podél musculus omohyoideus se dostává do incisura scapulae pod ligamentum transversum scapulae superius a dále do fossa

supraspinata, kde odstupují větvičky inervující musculus supraspinatus. Pod tímto svalem probíhá nerv téměř kolmo. Proto může v tomto místě snadno dojít k poranění při luxacích či luxačních zlomeninách, popřípadě iatrogeně během operací v oblasti ramene. Dále nerv probíhá po dorsální straně lopatky, rozděluje se do několika větvíček a zásobuje m. infraspinatus. Tím se vyčerpává.

Nervus axillaris vychází z posteriorního fascikulu infraklavikulární části plexu, prochází foramen humerotricipitale, obkružuje collum chirurgicum, kde zároveň vysílá větev pro inervaci musculus teres minor, dále pokračuje mezi zevní plochou chirurgického krčku a vnitřní plochou m. deltoideus, větví se na tři až čtyři části a tento sval inervuje. K poranění tohoto nervu může docházet například při operačním řešení zlomenin chirurgického krčku s deltoideopektorálním přístupem, nebo při Neerově chirurgickém přístupu, tj. podélném rozčísnutí snopců m. deltoideus, bezpečná zóna se udává maximálně 3-5centimetrů distálně od laterálního okraje akromionu (Bartoníček, Heřt, 2004).

1.1.5 Biomechanika ramenního pletence

Na celý systém ramenního pletence působí dvě opačně orientované síly, které systém dokáže ve fyziologickém rozsahu plně absorbovat. První z nich je zátěž tahová, která se přenáší hlavně do sternoklavikulárního skloubení. Zároveň taktéž působí na kloubní pouzdro a tím dochází reflexně k aktivaci musculus pectoralis minor a musculus trapezius. Druhou je pak transmise tlakové zátěže, která obvykle směřuje do fossa glenoidalis, odkud se přes lopatku a vazy lopatky přenáší na hrudník a horní žebra. Tyto transmise hrají důležitou roli pro mechanismus jednotlivých zranění, jak ramenního pletence, tak i horních partií hrudníku (Whiting, Zernicke, 2008).

1.1.6 Funkční kinematika

Z hlediska funkční kinematiky se v rámci ramenního pletence rozlišuje primární a sekundární mobilita. Primární mobilitu ramenního kloubu zajišťuje připojení pletence k osovému orgánu, odehrává se v jediném skloubení, a to sternoklavikulárním. Sekundární

mobilita je pak daná vlastnostmi glenohumerálního kloubu, jakožto kloubu volného, kulovitého (Dylevský, 2009).

1.1.6.1 Abdukce

Tento pohyb se dle Kapandjiho (2007) uměle dělí do tří jednotlivých fází, které se ale navzájem prolínají. U každého jedince se pak mohou nacházet individuální rozdíly i ve fyziologickém provedení, proto je toto dělení čistě schematické, nicméně důležité pro znalost kinematiky tohoto pohybu.

Svaly zahrnuté do první fáze (0-60°) jsou hlavně m. deltoideus a m. supraspinatus, které utváří funkční dvojici na úrovni glenohumerálního kloubu, kde abdukční pohyb začíná. První fáze končí před dosažením 90°, ve chvíli, kdy tuberculus majus humeru naráží na margo superior fossa glenoidalis a tím se glenohumerální kloub jakoby uzamyká. Pomocí zevní rotace a lehké flexe se tuberculus majus humeru posouvá posteriorně. Tím se opozdí tento mechanický blok a abdukce se kombinuje s asi 30° flexí. Správný fyziologický pohyb se pak odehrává v rovině tvořené plochou lopatky (Kapandji, 2007).

Ve chvíli, kdy se glenohumerální kloub uzamkne, může pohyb pokračovat pouze s účastí celého ramenního pletence. Nastává druhá fáze abdukce (60-120°). Pohyb se skládá z rotace lopatky dolním úhlem zevně, což způsobí posun fossa glenoidalis více kraniálně, rozsah tohoto pohybu je asi 60°. Současně dochází k axiální rotaci v mechanicky provázaném sternoklavikulárním a akromioklavikulárním kloubu, v každém z nich je tento pohyb v rozsahu asi 30°. Svaly zahrnuté do této fáze jsou m. trapezius a m. serrator anterior. Tyto svaly tvoří funkční pár pro provedení abdukce v této fázi, a to na úrovni skapulo-thorakálního skloubení. Pohyb se zastavuje okolo 150° abdukce, kdy končí rotace lopatky a vzroste tah protažených adduktorů (m. latissimus dorsi a m. pectoralis major)(Kapandji, 2007).

Aby horní končetina mohla dosáhnout plné abdukce (do vertikální pozice), je pro třetí fázi (120-180°) důležitý pohyb páteře. Pokud je abdukována pouze jedna paže, dochází k laterální flexi trupu na opačnou stranu, kterou zajišťují kontralelaterální spinální svaly. Při

abdukci obou paží, mohou být obě maximálně abdukovány pouze za současné maximální flexe. Pro dosažení vertikální pozice je nutná aktivace paravertebrálních svalů (Kapandji, 2007).

Véle (2006) dělí abdukci na čtyři fáze, kdy na začátku abdukce do 45° zajišťuje pohyb hlavně m. supraspinatus a méně pak m. deltoideus. V průběhu pohybu od 45° do 90° pak m. deltoideus postupně jeho aktivitu přebírá a stává se hlavním abduktorem. Během abdukce od 90° do 150° se dále pohybu účastní svaly ramenního pletence, především m. trapezius a m. serratus anterior. Konečná fáze pohybu do 180° se odehrává za účasti trupového svalstva a jejich dlouhých smyček, což vede k hyperlordóze bederní páteře a úklonu trupu na opačnou stranu (Véle, 2006).

1.1.6.2 Flexe

Pohyb do flexe se opět dělí do několika fází. V první fázi do 60° se aktivuje zejména přední část m. deltoideus, m. coracobrachialis a klavikulární část m. pectoralis. Svaly, které tento pohyb brzdí, jsou m. teres major et minor a m. infraspinatus. Tato fáze je omezena dvěma faktory, prvním z nich jsou výše zmíněné svaly, které se protahují, druhým pak tah tvořený korakohumerálním vazem. Během druhé a třetí fáze (60-90° až 90-120°) se přidává m. trapezius a m. serratus anterior a ze svalů, které pohyb brzdí pak m. latissimus dorsi a kostosternální část m. pectoralis major. Dochází k rotaci lopatky, fossa glenoidalis se sklápí dopředu a směrem nahoru. Zároveň se rotuje klíček podél své axiální osy. Ve čtvrté fázi (120-180°) se přidávají svaly trupu. Ve chvíli, kdy je vyčerpán pohyb ve všech kloubech ramenního pletence, dochází současně s pohybem do flexe i k úklonu trupu a zvětšení lordózy bederní páteře (Kapandji, 2007; Véle, 2006).

1.1.6.3 Rotace

Vnitřní rotaci působí m. teres major, m. subscapularis, m. pectoralis major a m. latissimus dorsi. Zevní rotaci zajišťují m. supraspinatus, m. infraspinatus a m. teres minor. Během rotací se pohybuje i lopatka, její vnitřní rotaci zajišťuje m. serratus anterior

a m. pectoralis minor, zevní rotaci pak mm. rhomboidei a m. trapezius (Kapandji, 2007; Vélé 2006).

1.1.6.4 Skapulohumerální rytmus

Většina celkového pohybu paže vůči trupu se odehrává v glenohumerálním skloubení, ovšem ani tento poměrně velký rozsah pohybů by nebyl v některých případech dostatečný, navíc by nebyla zajištěna dostatečná stabilita v krajních polohách. Čistě tvar kloubních ploch a vazivový aparát by nebyl pro pohyb dostatečný, proto je stabilita zajištěna i dalším způsobem, a to existencí skapulohumerálního rytmu. Při abdukci, respektive elevaci paže dochází současně k rotaci lopatky po stěně hrudní, a to tak, že její laterální úhel nesoucí kloubní jamku se stačí kraniomediálně, čímž dochází k postupnému naklonění kloubní jamky více k horizontální ose (Bartoníček, Heřt, 2004).

Prvních 30 stupňů abdukce se odehrává pouze v glenohumerálním kloubu, mezi 30-ti a 170-ti stupni připadá na každých 10 stupňů v glenohumerálním kloubu i 5° ve spojení thorakoskapulárním. Z celkového rozsahu připadá asi 120° pohybu na kloub ramenní a zbylých 60° se odehrává mezi lopatkou a hrudníkem. Pro dosažení maximální elevace je nutná zevní rotace humeru. Pohybem lopatky je zajištěna lepší stabilita glenohumerálního kloubu, protože díky posunu lopatky a tudíž fossa glenoidalis horizontálněji mohou působit tlakové síly působit co nejvíce kolmo k jejímu povrchu. To zároveň ulehčuje práci kolemkloubním svalům. Rotační pohyb lopatky se odehrává díky současnému pohybu ve sternoklavikulárním a akromioklavikulárním skloubení, tyto klouby zároveň limitují celkový rozsah pohybu lopatky (Bartoníček, Heřt, 2004).

Při abdukci paže do horizontály je každých 10° pohybu v ramenním kloubu spojeno se 4° elevace laterální části klíčku. Tento pohyb se odehrává ve sternoklavikulárním skloubení. Při dosažení horizontály je tedy klíček rotován přibližně o 36° a jeho další pohyb je omezen napětím ligamentum costoclaviculare. Během zbývajících rotace lopatky nad horizontálou se klíční kost rotuje kolem podélné osy v akromioklavikulárním skloubení, a to tahem

ligamentum coracoclaviculare. Celkový rozsah rotace klíčku nutné k plné elevaci je asi 45-55°, proto jakékoli omezení pohyblivosti v akromioklavikulárním či sternoklavikulárním skloubení vede ke snížení rozsahu elevace paže či jinému kompenzačnímu mechanismu (Bartoníček, Heřt, 2004).

1.1.6.5 Svalové funkční dvojice

Svaly rotátorové manžety fungují během elevace v párové koaktivaci s m. deltoideus, aby byl humerus během pohybu dostatečně rovnoměrně přitlačován do fossa glenoidalis. Svalová síla m. deltoideus spolu s aktivním tahem rotátorové manžety směrem dovnitř a dolů zajišťuje svalovou koaktivaci, nutnou pro elevaci horní končetiny. Pokud je končetina volně podél těla, směr síly m. deltoideus směřuje nahoru a zevně vzhledem k humeru, zatímco síla m. infraspinatus, m. teres minor a m. subscapularis směřuje dolů a do vnitřní rotace. Aktivita m. deltoideus, která působí pod bodem otáčení, je opačná než síla těchto tří rotátorů, působících nad bodem otáčení a vytváří tak výkonnou dvojici sil (Neumann, 2002).

Při výpadku funkce samotného m. supraspinatus dochází ke značné ztrátě síly při větších rozsazích pohybu do abdukce. Při kompletní ztrátě funkce m. deltoideus může rotátorová manžeta nahradit tento sval a při abdukci paže vykonat až padesáti procent normální síly tohoto svalu. Obě složky jsou tedy zodpovědné za produkci točivého momentu síly kolem ramenního kloubu ve funkční rovině pohybu (Neumann, 2002).

Dalším příkladem dvojice sil je kombinovaný společný pohyb všech tří částí m. trapezius a m. serratus anterior. Tyto dva svaly vytváří funkční dvojici sil, kdy při pohybu dochází k rotaci fossa glenoidalis směrem nahoru, a to tahem lopatky anteriorně, laterálně a kraniálně (Hertling, Kessler, 2006).

Dlouhá hlava m. biceps brachii taktéž pomáhá táhnout hlavici humeru směrem dolů. Šlacha tohoto svalu zde funguje jako kladka okolo proximálního konce humeru. Pokud je paže zevně rotovaná, rýha pro m. biceps brachii se stáčí laterálně a dlouhá hlava tohoto svalu napomáhá paži do abdukce (Hertling, Kessler, 2006).

Pokud dochází k funkčnímu výpadku svalů ramenního pletence, je nutné si uvědomit funkci svalů rotátorové manžety při řízení pohybu v rameni. Pokud je prováděno vyšetření pasivního rozsahu pohybu v tomto kloubu, je třeba během pohybu nahradit funkci manžety a tlačit během flexe a abdukce hlavicí humeru dolů. Není-li tak učiněno, subakromiální tkáně mohou být vystaveny opakovaným traumatům. To může vysvětlovat začátek syndromu bolestivého ramene, který se vyskytuje u pacientů během zpětného pohybu paže do extenze (Hertling, Kessler, 2006).

1.1.6.6 Rotátorová manžeta a impingement syndrom

Rotátorová manžeta, respektive svaly, které jí tvoří, mají zásadní vliv na kineziologii ramenního pletence. Zajišťují dobrou dynamickou stabilitu ramenního pletence, a to v kraniokaudálním i ventrodorzálním směru. Podílí se až 80 -ti procenty na zevní rotaci (m. teres minor, m. infraspinatus) a z 30-ti až 50-ti procent na abdukci (m. supraspinatus). Stabilizace se účastní hlavně zevní rotátory, které během elevace horní končetiny působí tahem dolů na hlavicí humeru. Při nedostatečném zapojení a tahu rotátorové manžety směrem dolů může dojít k poškození kloubu a hrozí riziko vzniku impingement syndromu (David et al., 2000).

Nejčastější problémy v oblasti ramenního pletence a dysfunkce proximální části horní končetiny jsou uváděny v souvislosti s patologickými změnami rotátorové manžety. Vzniklé změny mohou být spojeny s mikrotraumaty v manžetě nebo impingement syndromem a mohou souviset se zrychleným stárnutím tkání. Ramenní impingement syndrom je charakterizován jako opakované mikrotrauma struktur obsažených v oblasti ramenního pletence, například subakromiální burzy. Ke vzniku tohoto subakromiálního typu impingement syndromu mohou přispívat některé dále zmíněné faktory. Ze strukturálních je to abnormální tvar akromionu či ztenčení šlach, které může vzniknout i iatrogeně právě na podkladě nepřesně umístěné fixace proximálního humeru kovovým materiálem. Funkčními faktory může být oslabení rotátorové manžety, nesprávný stereotyp skapulohumerálního rytmu či přílišné kapsulární napětí (Kasman, 1998).

Dle Neera se dělí tři stádia impingement syndromu rotátorové manžety. První stádium je reverzibilní proces, objevuje se edém a hemoragie. Nejčastěji bývá u mladých sportovců. Klinicky je možné nalézt palpačně citlivost struktur v okolí akromionu, objevuje se bolest při abdukci mezi 60-120°. Bolest se objevuje také v noci nebo během odporovaných aktivit v běžném denním životě. Ve druhém stadiu se díky opakování stejných mechanických podnětů objevují zánětlivé změny na šlachách, dochází k fibrotizaci měkkých tkání. V této chvíli se změny stávají nezvratné, typické je pro osoby středního věku, kteří si stěžují na vracející se bolest během denních aktivit a v noci. Mají lehké až střední omezení rozsahu pohybu v ramenním pletenci. Třetí fáze se většinou týká starších osob, s částečným či kompletním poškozením rotátorové manžety a případně i šlachy m. biceps brachii. Klinicky se objevuje bolestivost v oblasti ramenního oblouku během excentrického pohybu z abdukce, nejvíce v rozmezí mezi 120-70°, je možné palpat krepitus v subakromiální oblasti, objevuje se svalová slabost, hlavně zevních rotátorů (Kasman, 1998).

Příznaky impingement syndromu se mohou projevovat také jako nestabilní rameno, spojené s laxitou kloubních vazů a slabostí svalů rotátorové manžety. Přední nestability jsou spojeny s oslabením m. subscapularis, m. pectoralis major, m. coracobrachialis a dlouhou hlavou m. biceps brachii. U zadní nestability je možné nalézt oslabení m. infraspinatus, m. teres minor a zadní část m. deltoideus. U některých pacientů se může nestabilita projevit i ve více směrech zároveň či jako dolní nestabilita až subluxace, dávají se do souvislosti s oslabením m. deltoideus a m. supraspinatus (Kasman, 1998).

Ramenní impingement syndrom a instability spojené s glenohumerálním skloubením mají taktéž vztah k oslabeným svalům lopatky. M. serratus anterior, m. trapezius, m. levator scapulae a m. pectoralis minor jsou primárními stabilizátory lopatky během pohybu v glenohumerálním skloubení. Inkoordinace svalové síly mezi jednotlivými svaly lopatky vede k bolestivosti glenohumerálního skloubení a dysfunkci ramenního kloubu. Bolest v této oblasti je často doprovázena hyperaktivitou horních stabilizátorů lopatky (horní a střední část m. trapezius, m. pectoralis minor a případně i mm. rhomboidei) a naopak sníženou aktivitou dolních stabilizátorů lopatky (dolní část m. trapezius, m. serratus anterior). Zvýšená aktivita horních fixátorů zároveň působí tahem na struktury krční páteře. Inkoordinovaná aktivita svalů kolem lopatky tak může vést k posturálním dysfunkcím a kompresi struktur anteriorní

části hrudníku. Klinicky se může projevit jako zhoršené dýchání či thoracic outlet syndrom. Opakovaná zátěž spojená s posturálními abnormalitami, zkrácením či naopak patologickým protažením měkkých tkání, oslabení svalové síly a nekoordinované pohyby v ramenním pletenci se navzájem ovlivňují a zhoršují celkové problémy v rameni (Kasman, 1998).

Pohyb v ramenním pletenci je výsledkem koordinace komplexních kinetických vztahů. Je očividné, že impingement syndrom a instabilita jsou spojeny se svalovou nerovnováhou v ramenním pletenci. Monitorování ramenního pletence pomocí SEMG je v rámci kliniky poněkud náročné, je těžké izolovat svalovou aktivitu každého z přítomných svalů zvláště tak, aby mezi nimi nedocházelo k překrývání signálů. Přesto se povrchová elektromyografie ukázala být vysoce efektivním a neinvazivním nástrojem pro studium funkční svalové kontroly (David et al., 2000, Kasman, 1998).

1.2 Fraktury proximálního humeru

1.2.1 Úvod – incidence, mechanismus vzniku

Celková incidence fraktur proximálního humeru tvoří asi 4-5% ze všech zlomenin (Whiting, Zernicke, 2008). Někteří autoři uvádějí, že toto zranění může dosahovat dokonce až 7% všech zlomenin. Dvakrát až třikrát častěji se vyskytuje u žen, a to hlavně ve věkové kategorii nad 60 let. S přibývajícím věkem pak riziko těchto zlomenin stoupá, dává se do souvislosti s rozvojem osteoporózy (Costan, Ashwood, 2008).

Costan a Ashwood (2008) uvádí, že až 75% těchto zlomenin je nedislokovaných a mohou být léčeny konzervativně. Zbýlých 25% pak vyžaduje operační zásah, který vychází hlavně z mechanismu vzniku úrazu a kvality kostní tkáně daného jedince. Léčba těchto zlomenin nebývá snadná, špatné hojení dislokované hlavičky může vést například k avaskulární nekróze, pseudoartróze, nebo ke značnému omezení hybnosti a rozsahu pohybu ramenního pletence. U některých pacientů tak může zanechat trvalé následky v podobě omezení pohyblivosti kloubu a tím snížení funkční schopnosti dané končetiny (Costan, Ashwood, 2008).

Mechanismem vzniku zlomeniny proximálního humeru bývají nejčastěji nepřímá nízkoenergetická zranění, jednoduché pády na nataženou horní končetinu, či příměji na loket. U zlomenin proximálního humeru dochází častěji k tříštivým zlomeninám než u jiných zlomenin. Dalším možným typem vzniku těchto fraktur jsou pak vysokoenergetická zranění, která doprovází nejčastěji automobilové nehody a sportovní úrazy (snowboard, lyže, cyklistika, motorka). K těmto zraněním pak dochází častěji u mladších osob, většinou vedou k roztržení kosti a současnému roztržení okolních měkkých tkání. Dále je možné do této kategorie zařadit i úrazy vzniklé jako námahová zlomenina u sportovců, kteří používají silový vrh či hod – „overhead“ aktivitu, např. baseball či hod oštěpem (Whiting, Zernicke, 2008).

Charakter zlomeniny závisí na velikosti, lokaci a směru působících sil se segmentálním pohybem určeným akcí svalů v této oblasti. Například pokud se zlomenina

objeví blíže k místu úponu m. pectoralis major, proximální segment je abdukován a vnitřně rotován rotátorovou manžetou. Jestliže je místo zlomeniny umístěno mezi úpony m. pectoralis major a m. deltoideus, distální segment je abdukován činností m. deltoideus, zatímco proximální segment je tažen mediálně díky aktivitě m. pectoralis major a m. latissimus dorsi a m. teres major (Whiting, Zernicke, 2008).

1.2.2 Historie

Zlomeniny proximálního humeru patří společně se zlomeninami krčku a zápěstí k poměrně častým zraněním. Léčení těchto zlomenin bylo vždy komplikované a neřídka po něm zůstávaly významné následky v podobě ztráty plné funkčnosti končetiny. Způsob zacházení s tímto poraněním se vyvíjel od časných metod léčby, které dříve představovaly hlavně trakce, manipulace a závěsné sádry. První záznam o vnitřní (otevřené) fixaci pochází z roku 1770 z Francie, běžnějším postupem se operační řešení zlomenin proximálního humeru stává s pracemi Lambotta v Belgii a Lanea ve Velké Británii. Od těchto dob se používalo mnoho rozdílných typů fixace, včetně různých typů dlah, šroubů, nitrodřeňových i retrográdních hřebů, sponek, cerkláží či zevních fixátorů (Costan, Ashwood, 2008).

První metodou, která byla používána, byla otevřená repozice a osteosyntéza pomocí tažných kliček. Značnou nevýhodu představovala dlouhá doba potřebné fixace, která neumožňovala včasné zahájení rehabilitace. V roce 1970 AO Manual doporučuje interní pevnou fixaci při zlomenině proximálního humeru dlahou a šrouby. Ve stejném roce vzniká Neerova klasifikace zlomenin, Neer také obhajuje použití menší fixace, aby bylo možné lépe předcházet poranění cév, které zásobují hlavicí humeru. V průběhu 70. let se pak začaly používat speciální T-dlahy se šrouby, kdy osteosyntéza splňovala podmínky dostatečné stability, ale nebyla dostačující pro starší pacienty s osteoporotickým stavem kostí. V roce 1979 byla publikována metoda neanatomické rekonstrukce profesorem Čechem, která zahrnovala i rekonstrukci rotátorové manžety a používala se hlavně tam, kde u tříštivých zlomenin nebyla možná anatomická rekonstrukce a stabilní osteosyntéza (Nestrojil, 2008).

Na přelomu 20. a 21. století začala éra tzv. úhlově stabilních implantátů. Tato metoda přinesla revoluční změnu nejprve v operační terapii diafyzárních zlomenin a následně i v terapii metafyzárních zlomenin. Základním principem úhlově stabilních dlah je fixace

hlavice šroubu v dlaze pomocí závitů, a tím je zaručena tzv. úhlová stabilita, která brání mikropohybům a uvolnění šroubů. Klasické dlahy mají otvory pro šrouby zahlobené a hlavice šroubů jsou oblé, proto při zátěži dochází k mikropohybům šroubů v různých směrech, a tím i k jejich uvolnění. Rozdíly v konstrukci dlah a tzv. uzamykatelnost šroubů ve dlaze jsou patrné zejména u pacientů s osteoporotickými změnami kostí, kdy úhlově stabilní implantáty vykazují výrazně lepší stabilitu, což v případě zlomenin proximálního humeru umožní časnou rehabilitaci i u starších pacientů (Nestrojil, 2008).

Ruku v ruce s vývojem úhlově stabilních dlah pro zlomeniny proximálního humeru šel vývoj nitrodřeňové osteosyntézy s úhlově stabilními zajišťovacími prvky, šrouby a plošnými vrtulkami. U osteosyntézy proximálními humerálními hřebíky jsou úhlově stabilní zajišťovací šrouby zaváděny v různých rovinách přes oba hrboly a dále do hlavice humeru. Další nitrodřeňové implantáty se zajišťují do hlavice humeru pomocí „velkoplošné“ vrtulky, která je výhodná zejména u osteosyntéz v osteoporotickém terénu (Nestrojil, 2008).

S rozvojem technických možností současné medicíny došlo ke zlepšení vyšetřovacích metod a tím i diagnostiky a klasifikace jednotlivých typů zlomenin. Současně také došlo k rozvoji moderních metod osteosyntézy. Tím se zlepšila kvalita léčby i dosažené výsledky, včetně menšího omezení funkčních schopností dané končetiny. Pokrokem zde byl i rozvoj a používání úhlově stabilních dlah a nitrodřeňových hřebů s úhlovou fixací, které umožňují zkrácení nutné doby imobilizace končetiny a včasější zahájení rehabilitace. Součástí terapie pak zůstává doléčování pomocí ortéz a samozřejmě včasná a kvalitní rehabilitace (Costan, Ashwood, 2008).

1.2.3 Diagnostika fraktur

Z hlediska klinické diagnostiky může dojít při fraktuře proximálního humeru ke změně postavení končetiny, antalgickému držení, pacient udává bolest a pohyb v ramenním kloubu je omezen. Během prohlídky je nutné porovnávat celý ramenní kloub s nepostíženou stranou. Při vyšetření pasivního pohybu pak může být patrná krepitace úlomků kosti. Pokud dojde k luxaci, je možné nahmatat prázdnou kloubní jamku. Provádí se palpací pulzace arteria radialis a arteria ulnaris a taktéž se vyšetřuje zachování motorické a senzitivní inervace. Při subklavikulární luxaci hrozí poranění plexus brachialis či nervus axillaris. Poranění nervových struktur je častější u starších pacientů a také pokud je trauma spojené s krevním

hematomem. Další fází je pak rentgenové vyšetření, v antero-posteriorní projekci a speciální projekci na humeroskapulární skloubení, popřípadě axilární projekci, která může zobrazit dislokaci tuberculus minor a poranění hlavice. Vyšetření CT se většinou užívá až sekundárně při řešení komplikací, v akutní fázi nebývá nutné, jeho použití je však výhodné z hlediska orientace a interpretace zobrazených struktur (Pokorný, 2002).

1.2.4 Klasifikace zlomenin proximálního humeru

Klasifikace těchto zlomenin je poměrně složitá, neboť variabilita jednotlivých typů a množství úlomků se může velice lišit. Původní klasifikace zlomenin proximálního humeru byla podle Codmanna, který rozdělil hlavní čtyři sledované části kosti: hlavici humeru, velký a malý hrbol, a diafýzu humeru.

Další klasifikací, která se vžila, je klasifikace dle Neera (datuje se do roku 1970 a navazuje na dělení dle Codmanna), která zohledňuje postavení a postižení hlavice humeru z hlediska vitality a možného ohrožení vaskulární nekrózou, biomechanické hledisko, dislokace úlomků, i možnou závažnost poranění. Hlavním kritériem je dislokace úlomků a osová úchylna. Na základě tohoto dělení je pak možné stanovit navazující možnosti terapie (Nestrojil, 2008).

Klasifikace dle Neera

Typ 1. - bez ohledu na množství jednotlivých fragmentů, je jejich dislokace malá (menší než 1cm)

Typ 2. - dislokované dvouúločkové zlomeniny, ať už je zlom v úrovni krčku chirurgického či anatomického, nebo odlomení velkého trochanteru (úpon rotátorové manžety) či malého trochanteru (úpon musculus subscapularis)

Typ 3. - dislokované tříúločkové fraktury, dochází k významně velké dislokaci diafýzy společně s odlomením minimálně jednoho z tuberů, dochází k nezaklíněné zlomenině hlavice humeru s úhlovým a rotačním posunem

Typ 4. - čtyřúločkové zlomeniny s výraznou dislokací, dochází ke kombinaci rozlomení hlavice humeru s odlomením obou tuberů a dislokaci diafýzy, tyto zlomeniny často doprovází i luxace ramenního kloubu (Pokorný, 2002).

Klasifikace AO rozlišuje:

Zlomeniny typu A – extraartikulární dvouúlomkové (unifokální)

–11-A1 zlomenina velkého hrbolu

–11-A2 zaklíněná zlomenina chirurgického krčku

–11-A3 dislokovaná zlomenina chirurgického krčku

Zlomeniny typu B – extraartikulární víceúlomkové (bifokální)

–11-B1 zaklíněná zlomenina metafyzární

–11-B2 nezaklíněná metafyzární zlomenina

–11-B3 luxační metafyzární zlomenina

Zlomeniny typu C – intraartikulární zlomeniny víceúlomkové

–11-C1 zlomenina s mírným posunem

–11-C2 zaklíněná zlomenina s velkým posunem

–11-C3 luxační zlomenina (Pokorný, 2002).

1.2.5 Terapie

Asi 75-80% zlomenin je možné léčit konzervativně, a to hlavně zlomeniny typu A dle AO klasifikace či 1. typu dle Neera, tj. zlomeniny nedislokované, popřípadě dislokované, ale po reponování stabilní. Reponace se provádí v celkové anestezii, se snahou zaklínit úlomky, aby nedošlo k redislokaci. Je-li repozice úspěšná, je terapie podobná jako u nedislokovaných zlomenin. Na přibližně dva týdny se přikládá Desaultův obvaz, který je následně nahrazen šátkovým závěsem k časně postupné mobilizaci ramenního kloubu. Dlouhodobější imobilizace ramene v addukční poloze již není vhodná, neboť by mohla vést k adhezi kloubního pouzdra a tím k následnému omezení rozsahu pohybu. Abdukční dlaha (30° flexe a 60° abdukce) či sádrová spika se dnes již příliš nepoužívá, tato poloha je sice považována za vhodnou z hlediska následné rehabilitace, ale pro pacienta není příliš pohodlná. Navíc při ní dochází ke ztížení ventilace a je proto zcela kontraindikována u pacientů s poraněním hrudníku, starších či obézních (Pokorný, 2002).

Zbýlých 20% fraktur proximálního humeru je léčeno operativně. U víceúlomkových fraktur přináší konzervativní terapie méně než deset procent uspokojivých výsledků. Proto se tyto zlomeniny léčí operativně, pokud to celkový stav pacienta dovolí. Cílem je samozřejmě znovu obnovit anatomické poměry proximálního humeru, s nepoškozenou funkcí ramenního pletence a rotátorové manžety. Další péče musí být věnována tomu, aby nedocházelo k devaskularizaci jednotlivých fragmentů a aby použitý operační materiál nezavázal v pohybu (Costan, Ashwood, 2008).

Indikací k operační léčbě jsou typy zlomenin B a C dle AO klasifikace, tj. zlomeniny zavřené nereponovatelné či reponovatelné, ale neretinovatelne. Dalším typem jsou pak zlomeniny s rizikem vzniku avaskulární nekrózy hlavice, zlomeniny, u kterých došlo k sekundární komplikaci poraněním cévních nebo nervových struktur a posledně pak zlomeniny otevřené. Výběr jednotlivého typu operace a osteosyntézy je určován dle klasifikace zlomeniny, závisí také na množství a velikosti jednotlivých úlomků a taktéž na postavení hlavice (došlo-li k luxaci či nikoli). Je třeba brát v úvahu způsob, jakým zlomenina vznikla, dislokaci, kvalitu kostní tkáně, již existující poškození rotátorové manžety a celkový stav pacienta pro výběr správného terapeutického plánu (Costan, Ashwood, 2008).

1.2.6 Operativní řešení fraktur proximálního humeru

Významně dislokované zlomeniny, které nelze jednoduše vrátit do původního stavu, vyžadují zavřenou repozici a stabilizaci v celkové anestezii. Není-li toto dobře proveditelné, je nutné použít otevřenou repozici se současnou kontrolou měkkých tkání, které by mohly v repozici bránit. Pokud je repozice nestabilní, je třeba použít perkutánní dráty či nitrodřeňové hřebky, které se navzájem kříží a brání tak posunu fragmentů. Výhodou těchto hřebků je lepší zachování krevního zásobení kosti skrze nepřímou repozici, ale zároveň vzniká jisté riziko vzniku bolestivého ramene a poškození rotátorové manžety (Kazakos 2007).

Dvouúlomkové zlomeniny v oblasti anatomického krčku vyžadují zvláštní pozornost, neboť může dojít k úplnému přerušení krevního zásobení hlavičky humeru, což může vést k její nekróze. Zavřená repozice či použití hřebů je v tomto případě často nedostačující a je poté nutné zvážit možnost hemiartroplastiky, zvláště pokud jde o starší pacienty (Costan a Ashwood, 2008).

Tříúlomkové a čtyřúlomkové zlomeniny není možné léčit pouze zavřenou repozicí a nejlepší cesta, jak dosáhnout obnovy kosti a zachování rozsahu pohybu a funkčnosti ramene, je otevřená repozice a vnitřní fixace (Costan a Ashwood, 2008).

U zlomenin anatomického krčku s impakcí hlavičky, kde zavřená repozice fragmentů není možná a u tříštivých zlomenin se používá úhlově stabilní dlahy (dlahová osteosyntéza). Nejčastěji se uvádí T-dlahy a dlahy Philos (proximal humeral internal locking system). Pokud je fragment hlavičky větší a linie lomu zasahuje až laterálněji za hranici anatomického krčku, pak se častěji využívá nitrodřeňový hřeb s úhlově stabilním zajištěním šrouby (PHN-proximal humeral nail). Cervikokapitální náhrada je zvolena u tříštivých zlomenin, kde hrozí vznik avaskulární nekrózy stávající hlavičky humeru. U velkého roztříštění je možné zvolit i tzv. neanatomickou rekonstrukci, kdy malé volné úlomky, které by byly nejspíše avitální, jsou odstraněny a pro spojení hlavičky s diafýzou jsou použity jen zachovatelné fragmenty (Pokorný, 2008; Nestrojil, 2008).

1.2.7 Operační postup a přístupy

Poloha pacienta je v polosedu (beach chair position), poraněnou končetinu má svěřenou. U zlomenin, kde došlo k menším dislokacím, které zasahují jen do oblasti chirurgického krčku, se používá miniinvazivní transdeltoideální přístup. Při tomto řešení je třeba dbát zvýšené pozornosti a mít na paměti průběh n. axillaris ve střední části m. deltoideus, aby nedošlo k jeho poškození. Při otevřených repozicích je použit přední deltoideopectorální přístup, řez je veden od laterálního konce klavikuly šikmo distálně k úponu m. deltoideus. Lze jej rozšířit distálněji na humerus i proximálněji s dočasnou desinzercí m. deltoideus. Je nutné dát pozor na případné poškození vena cefalica. Pro nitrodřeňovou osteosyntézu se používá přístup přes rotátorovou manžetu (Costan a Ashwood, 2008).

1.2.8 Prognóza

Prognóza víceúlomkových zlomenin zůstává i do dnešních dní poněkud nejistá. Závisí na mnoha faktorech, jako je udržení cévního zásobení hlavičky humeru a celkový stav kosti, neboť samotná osteoporóza může vést k sekundárním změnám a případnému selhání osteosyntézy. Dalším faktorem je pak zajištění dobré funkce rotátorové manžety, což vyžaduje nepoškozené nervové struktury, volné kloubní pouzdro a dostatečně kvalitně vedenou rehabilitaci. Samozřejmostí je taktéž spolupráce pacienta (Nestrojil, 2008).

1.2.9 Komplikace

Z neurologického hlediska nastává až u 36 % pacientů neurologické poškození, nejčastěji je postižen nervus axillaris, dalšími možnými nervy, které mohou být postiženy, jsou pak nervus musculocutaneus, suprascapularis a radialis. Až devadesát procent těchto poškození se do čtyř měsíců zhojí samovolně. Poškození arteria axillaris se vyskytuje ve více než pěti procentech a asi u třiceti procent z tohoto počtu zůstane tep na distální části končetiny palpovatelný. Další komplikací může být rozvoj avaskulární nekrózy hlavičky. Vzniká nejčastěji na podkladě kompresního efektu některých fixačních technik tlakem na větévku arteria circumflexa, která vyživuje hlavičku humeru. Nedostatečná stabilita fixace může být pravděpodobně dalším negativním faktorem. Avaskulární nekróza souvisí se závažností zranění, u tříúlomkových fraktur se pohybuje mezi 5-15%, u čtyřúlomkových potom mezi 10-35%, nedávné studie ale uvádí, že tato čísla mohou být nadhodnocená (Hertel et al, 2004). Špatně zhojená zlomenina může vést k omezení pohyblivosti, kdy tuberculus majus naráží na ostatní struktury a tím limituje rozsah pohybu. Může se objevit celková svalová ztuhlost, myositis ossificans či špatné kostní hojení (Costan a Ashwood, 2008).

1.3 Vybrané operační techniky – hřeb Targon a dlaha Philos

1.3.1 Hřeb Targon PH

Hřeb Targon PH je nitrodřeňová fixace, která se nejčastěji používá při nestabilních zlomeninách v oblasti hlavice humeru se dvěma až čtyřmi úlomky, při nestabilních frakturách proximálního humeru nebo při vzniklých pseudoartrózách proximálního humeru. Kontraindikovaná je u stabilních zlomenin, dále u dislokovaných zlomenin s rupturou arterií zásobujících hlavici humeru a zlomenin s roztržitím hlavice. Relativní kontraindikací je nekompletní nebo neexistující kostní tkáň nebo její krevní zásobením okolo vstupního místa hřebu v oblasti hlavice humeru (Mathews a Lobenhoffer, 2007).

Jde o minimálně invazivní techniku, která kombinuje nepřímou redukci fraktury a perkutánní fixaci hřebem, která šetří měkké tkáně a obaly ramene a rovněž zde vzniká menší riziko poškození krevního zásobení hlavice humeru. Hřeb vedený hlavicí humeru zajišťuje rigidní fixaci jednotlivých fragmentů s vysokou úhlovou stabilitou proti posunu jednotlivých částí vůči sobě. K dosažení optimální stability fraktur jsou použity uzamykatelné (fixační) šrouby v oblasti hlavice humeru, vložené pod různými úhly shodnými s tuberkuly hlavice a ukotvené uvnitř hřebu, aby zajistily úhlovou stabilitu. Následkem toho je pozice jednotlivých fragmentů vzájemně vůči sobě fixována (Korner, 2001).

Impingement okrajů implantovaných materiálů může způsobit bolestivou iritaci tak velikou, že je pooperačně nemožné dobře vést rehabilitační terapii. To může mít vliv na následné zajizvení subakromiálního prostoru a větší ztrátu funkčního pohybu v ramenním pletenci. K prevenci těchto komplikací mají uzamykatelné šrouby u hřebu Targon speciálně upravený tvar, který umožňuje vložení hlouběji do kortikální kosti hlavice. Tím by mělo být umožněno pacientovi začít intenzivně rehabilitovat ihned poté, co ustoupí pooperační zánět, takže může být funkční pohyblivost subakromiální burzy a tím i ramenního pletence rychleji zregenerována (Korner, 2001).

U transversálních a zvláště pak krátkých šikmých zlomenin může inadekvátní kontakt mezi fragmenty vést k pomalejšímu hojení zlomeniny, či jí dokonce zcela bránit. Při implantaci hřebu vzniká kompresní tlak, který zajišťuje pevný kontakt. Díky tomu nedochází k rotaci v rámci fraktury a ke vzniku bolestivosti. Nebolestivá, stabilní horní končetina dovoluje časnější zahájení pooperační rehabilitační terapie a tím také podporuje rychlejší zhojení fraktury (Korner, 2001).

1.3.1.1 Operační technika

Odkrytí místa pro vstup hřebu na vrcholu humerální hlavice se děje rozhrnutím vláken musculus deltoideus a krátkou incizí šlachy musculus supraspinatus posteriorně od šlachy musculus biceps brachii. Poté je provedena otevřená nebo uzavřená redukce a extrakce cylindrické kostní tkáně. Tím je kost připravena pro inserci hřebu skrze hlavici humeru. Hřeb je vložen do diafýzy kosti a stabilizován v oblasti humerální hlavice čtyřmi proximálními šrouby a v oblasti diafýzy dalšími dvěma fixačními šrouby, které se vkládají s pomocí nastřelovacího zařízení. Za pomoci zobrazovacího zesilovače je prováděn exaktní monitoring pozice implantátu, aby bylo zaručeno, že implantát nikde nebude vyčnívat. Poté je sepnuta rotátorová manžeta a provedena transoseální refixace musculus deltoideus k akromionu (Korner, 2001).

1.3.1.2 Poperační péče

Doporučuje se bandáž na několik dní až čtyři týdny k eliminaci zatížení operované končetiny. Zevní rotace je omezená na 15° po šest týdnů. Všechny ostatní pohyby jsou povoleny do prahu bolesti. Samozřejmostí je doporučení k fyzioterapeutickému ošetření k prevenci adheze subakromiálního prostoru a obnovení funkčních rozsahů pohybu v ramenním kloubu (Mathews, Lobenhoffer, 2007).

1.3.1.3 Dosažené výsledky a zkušenosti s hřebem Targon

Úhlově stabilní implantát, jako je hřeb Targon, spolehlivě zvyšuje stabilitu i v osteoporotické kostní tkáni. Dobré výsledky, kterých je dosaženo po stabilizaci fraktur proximálního humeru pevným implantátem skrze omezený operační zásah, podporují názor, že adekvátní stabilní redukce a zachování mechanického klidu pro nerušenou revaskularizaci jsou nezbytným předpokladem pro úspěšné hojení (Mittlmeier 2003).

Mittlmeier (2003) ve své studii zkoumal 64 pacientů po roce od operace (operace proběhly během roku 2002). Výsledky dopadly tak, že průměrná dosažená hodnota měřená podle Constant score byla asi 80% v porovnání se zdravou končetinou. Pacienti se čtyřúlomkovou zlomeninou měli poněkud horší funkční výsledky v porovnání s pacienty s tříúlomkovou zlomeninou. Nejčastější komplikací bylo vyšroubování jednoho či více fixačních šroubů, s průměrnou prevalencí asi 22%. Problémy spojené s touto komplikací po odstranění šroubů zmizely (Mittlmeier, 2003).

Podobných výsledků bylo dosaženo i v další studii, kterou provedl Višňa (2007). Zde autoři sledovali 102 pacientů, kteří utrpěli dislokovanou zlomeninu proximálního humeru a byli ošetřeni pomocí úhlově stabilního nitrodřeňového hřebu (Targon PH). Po roce od operace byla hodnota relativního Constant score 83,5% oproti zdravé končetině. Horší funkční výsledky se objevily hlavně u složitějších a luxačních zlomenin. V této studii uvádí méně vzniklých komplikací, a to necelých 38%. Nejčastějším důvodem komplikace byla opět dislokace šroubu (12 pacientů), aseptická nekróza se objevila u osmi osob a redislokace velkého hrbolu u třech pacientů. U dvou pacientů byla provedena reoperace dlahou Philos, jednou kvůli pseudoartróze, jednou kvůli zlomení jisticích šroubů. Závěrem se autoři shodují, že tento terapeutický postup považují za vhodnou miniinvazivní techniku, která dokáže zajistit vysokou stabilitu, i v osteoporotické kosti a umožní včasnou pooperační mobilizaci ramenního kloubu (Višňa, 2007).

Gradl ve své studii z roku 2007 sledoval taktéž pacienty s frakturou proximálního humeru, a to opět po roce od operace. U všech 74 sledovaných osob došlo ke zhojení zlomeniny a po roce byly zaznamenány hodnoty Constant score 70,9%, \pm 19,3 oproti zdravé

končetině. Celkově se vyskytnula komplikace vyžadující operační zásah u 24 osob a zahrnovala uvolnění šroubů jisticích hřeb, protruzi šroubu do glenohumerálního kloubu a dislokaci tuberculus majus. Nicméně považuje operační řešení hřebem Targon za vhodné, zvláště pro dvouúlomkové a tříúlomkové zlomeniny, neboť vede k dobrým funkčním výsledkům. Pouze u čtyřúlomkových zlomenin zůstává riziko pooperačních komplikací a horších motorických schopností ramenního pletence (Gradl, 2007).

Souhrnem představuje nitrodřeňová stabilizace fraktur proximálního humeru s úhlově a smykově stabilními antegrádními uzamčenými šrouby minimálně invazivní postup, který poskytuje vysoký stupeň primární stability dokonce i v osteoporotické kosti a dovoluje bezprostřední pooperační mobilizaci. Technika je jednoduchá na provedení a vede k dobrým výsledkům u většiny pacientů, dokonce i přesto, že pooperační komplikace jsou časté. Bezprostřední a adekvátní pooperační fyzioterapie je doporučována k minimalizaci sekundárních změn a dosažení co nejlepších funkčních schopností pacienta po operaci (Mittlmeier 2003).

1.3.2 Dlahy Philos

Indikací k vyžití této dlahy mohou být všechny dvouúlomkové, tříúlomkové nebo čtyřúlomkové zlomeniny proximálního humeru, dále pseudoartrózy a osteotomie v oblasti proximálního humeru. Kontraindikací k použití této operační metody jsou jakékoli akutní infekční onemocnění a operace u dětí v období růstu. Dlahy Philos existuje ve dvou verzích, krátké a dlouhé, přičemž dlouhá dlahy (Philos long) je indikována pro komplikovanější typ zlomenin, které nemají dostatečnou středovou oporu nebo zasahují až do oblasti diafýzy. Samostatná zlomenina pouze v oblasti diafýzy je ovšem kontraindikací k použití této dlahy. K použití jsou dvě verze, titanová a z implantační oceli (Synthes, 2005).

Dlahy Philos kombinuje fixaci konvenční dlahou s uzamykatelnými šrouby. Dlahy je předem tvarovaná a vyprofilovaná pro proximální konec humeru. Výhodou tohoto implantátu je, že dodává lepší mechanickou páku osteopenické kosti. Po operaci tak nedochází ke ztrátě daného zpevnění, ani valgóznímu či varóznímu ohnutí. Uzamykatelné šrouby umístěné do dlahy poskytují úhlovou i osovou stabilitu dlahy (Acklin, 2009).

Uzamykatelná dlahy tak zajišťují úhlovou a podélnou osovou stabilitu a minimalizují riziko stržení závitu šroubu (screw toggle) a vytáhnutí. Divergentní nebo konvergentní zamykatelné šrouby zlepšují odolnost proti vytržení celé konstrukce (Fazal, Haddad, 2009).

Výhodou použití této techniky je umístění úhlově stabilní dlahy těsně nad povrchem kosti, v tunelu měkkých tkání, tedy paraosseálně. Tímto umístěním úhlově stabilních dlah nedochází k poškození periostální výživy kosti ani nutritivních kortikálních cév, proto jsou úhlově stabilní dlahy řazeny mezi tzv. vnitřní fixátory. Klasické dlahy byly podle zásad AO přikládány pod periost a přímo na zevní povrch kortikalis, takže při dotažení dlahy docházelo k poškození nutritivních arterií a k rozvoji nekrózy kortikalis pod dlahou. Pro osteosyntézu zlomenin proximálního humeru se používají speciální dlahy, jejichž tvar a rozložení otvorů pro jednotlivé šrouby sleduje anatomické poměry proximálního humeru a přídatné otvory v dlaze umožňují reinzerci úponů svalů rotátorové manžety (Acklin, 2009).

1.3.2.1 Operační technika

Při operaci je pacient v beach - chair pozici, nebo leží na zádech. Operační přístup je doporučován buď transdeltoideální nebo deltopectorální (Synthes,2005). Nicméně při těchto přístupech může vzniknout narušení cévního zásobení a tím i zvýšené riziko avaskulární nekrózy. Acklin et al.(2009) ve své studii mluví o zavedení miniinvazivního deltopectorálního přístupu, který by měl být pro pacienta šetrnější než klasický otevřený přístup. Tento postup ve studii indikovali u pacientů s nestabilní dvouúlomkovou až čtyřúlomkovou zlomeninou určenou k osteosyntéze dle Neerovy klasifikace, ostatní zlomeniny operovali klasickým otevřeným přístupem (hlavně dislokované zlomeniny a subkapitální dislokace). Ve své práci shledal tento miniinvazivní postup jako vhodný a elegantní pro vybrané zlomeniny proximálního humeru s dobrými funkčními výsledky (měřeno dle Constant score). Ze souboru 29 pozorovaných pacientů se objevila pouze u jednoho z nich léze ventrální části nervus axillaris a u žádného z nich nevznikla avaskulární nekróza (Acklin, 2009).

1.3.2.2 Dosažené výsledky a zkušenosti s dlahou Philos

Thyagarajan (2009) ve své studii používal při operaci dlahou Philos a porovnával jednotlivé věkové skupiny, kdy věkové rozmezí pacientů bylo 19-92 let. Z výsledků vyplývá, že při využití této metody bylo dosaženo dobrých funkčních výsledků hlavně u mladších osob. U starších pacientů nebyly výsledky tolik uspokojivé. Odůvodňuje to možným osteopenickým stavem kosti v kombinaci s tenčí či poškozenou rotátorovou manžetou, která může být predispozicí k nepředvídatelným klinickým výsledkům. Taktéž u starších pacientů častěji přetrvávala bolest a ztuhlost celého ramenního pletence, což ale může být vysvětleno i jako důsledek nižšího rehabilitačního potenciálu (Thyagarajan, 2009).

Na rozdíl od předchozí studie Koukakis (2006) ve své studii shledává operační postup dlahou Philos a hlavně následně dosažené výsledky jako uspokojivé pro všechny věkové kategorie. Sledoval skupinu dvaceti pacientů a průměrné dosažené Constant score bylo 76%, s rozmezím od 30 do 100. Tuto metodu tak doporučuje jako vhodný postup pro operační terapii nestabilních zlomenin proximálního humeru v jakémkoli věku (Koukakis, 2006).

1.4 Rehabilitační strategie u pacientů po zlomenině fraktur proximálního humeru

Hlavním úkolem rehabilitace po zlomeninách proximálního humeru je co nejrychlejší obnovení funkcí ramenního pletence a následný návrat k běžným činnostem denního života, k pracovní schopnosti a sportovním aktivitám. Prvním důležitým bodem je co nejčasnější ukončení absolutní imobilizace, hlavně jako prevence dystrofických změn a bolestivých srůstů, které následně mohou nepříznivě ovlivnit či znemožnit kvalitní pohyb v rameni. U pacientů s konzervativní terapií začíná rehabilitace první až třetí týden po úraze, na základě uspokojivě stabilizované fraktury, motivace a ukázněnosti pacienta. U komplikovanějších zlomenin a těch, které jsou řešeny pomocí operace, dochází většinou k započetí rehabilitace v rozmezí třetího až čtvrtého týdne. Výsledkem by měla být elevace paže minimálně do devadesáti stupňů a zároveň kvalitní svalová synergie pro posturálně-stabilizační i dynamické silově rychlostní funkce pletence (Bastlová et al., 2004).

1.4.1 Časový harmonogram, rozdělení čtyř fází rehabilitace

1) subakutní fáze

První fáze zahrnuje hlavně preventivní úkony, které mají za úkol minimalizaci nepříznivých dystrofických změn, které s sebou imobilizace ramenního kloubu přináší. Vzhledem k tomu, že v této době má pacient ještě stále fixovanou horní končetinu (většinou addukční ortézou), je kinezioterapeutický přístup převážně nespecifický. Spočívá v reflexní stimulaci a lymfodrenáži akra a paže. Z cílené kinezioterapie je pak vhodné se zaměřit na zlepšení segmentové motoriky páteře, facilitaci posturálních svalů břicha a zlepšení volní kontroly posturálně lokomočních a posturálně respiračních automatismů, s ohledem na kvalitu dynamické stabilizace lopatky. Funkčně se hodnotí schopnost napřimení hrudní páteře, například při nároku či vyvinutí tlaku trupem proti odporu terapeuta. Cílem je dosažení volní kontroly v ramenním pletenci a inhibice tendence k reflexním souhybům ramene do elevace a protrakce (Bastlová et al., 2004).

2) fáze rehabilitace lopatky

Tato fáze začíná ve chvíli, kdy je indikováno postupné, časově omezené odkládání fixace. Je možné využít cílenější manuální techniky pro úpravu posunlivosti a protažitelnosti měkkých tkání proximálně od místa zlomeniny. Důležitá je obnova pohybu lopatky po hrudníku, dále obnova fyziologické trofiky skapulokostálních tkání (burzy, ligamenta, fascie) a konečně obnova svalové synergie paraskapulárních svalů. Výsledkem by mělo být zvýšení pohyblivosti lopatky po hrudníku, a to hlavně ve smyslu mediolaterálního posunu a rotace po hrudníku při stabilizované pozici proximálního humeru (Bastlová et al., 2004).

S aktivním cvičením pacient začíná během druhého až čtvrtého týdne, jde o nácvik koordinovaných pohybů paže, klíčku a lopatky přes okraj stolu či lehátka, o který je pacient opřený druhou rukou. Zpočátku jde o kyvadlovité pohyby celou horní končetinou (Codmanovy cviky), cíleně vedené terapeutem, pomalu prováděné a vědomě kontrolované pacientem. Zpočátku kopíruje visící horní končetina pohyb pletencových kostí po hrudníku a akrum se tak pohybuje po osmičkové dráze. Následně je vyžadována volní kontrola se schopností pacienta zastavit končetinu v obou krajních pozicích, horní i dolní. Jako pomůcka pro lepší provedení se doporučuje držení předmětu v ruce, například lahve (Bastlová et al., 2004).

Dalším důležitým bodem této fáze je inhibice m. biceps brachii (caput longum) a m. subscapularis. Spolu s tím i edukace pacienta, aby nenechával horní končetinu dlouhodobě volně svěšenou podél těla, ale i v tomto období využíval ortézy pro odlehčení. Současně je důležitou částí i facilitace m. triceps brachii, který má tendenci k hypotonii a hypoaktivitě. Výhodnou pozicí pro facilitaci m. triceps brachii je pozice s horizontálním až překloněným trupem a aktivně drženou končetinou před trupem, tj. v elevaci. Při tom dochází k funkčnímu zvýhodnění kontraktlní funkce svalových vláken, oproti pozici v ortéze. Další modifikace jsou pak funkční zapojení m. triceps brachii v synergii s trupovými a končetinovými svaly, to jest oporné reakce o loket, předloktí či akrum s funkčním zapojením svalů v rámci balančních aktivit ramenního pletence (Bastlová et al., 2004).

3) fáze rehabilitace nervosvalové stabilizace ramene

Toto období nastává zpravidla kolem třetího týdne od úrazu, nastupuje rehabilitace motorických funkcí muskuloligamenózních struktur kolem fraktury, které byly poškozeny, z části i ireverzibilně úrazem, a nyní je nutné tyto pasivní stabilizátory ramene doplnit těmi aktivními, svaly. Hlavním motivem je reedukace funkčních synergií pletencových a končetinových svalů, které jsou potřeba pro kvalitní svalovou stabilizaci ramenního pletence. Z předchozí fáze se zde opět vyskytují cvičení v otevřeném řetězci, s předkloněným trupem, které dále zvyšují rozsah pohybu jednotlivých segmentů, především lopatky po hrudníku (Bastlová et al., 2004).

Dále se přidávají cvičení v uzavřených řetězcích, která dokáží více facilitovat svalovou koordinaci a cíleně kontrolovat pohyb paže do elevace a zastavit ji v antigravitačních polohách. Ze začátku je možné jako pomůcku využít váhu, o kterou se pacient opírá (po dobu alespoň 30 vteřin), konstantní silou (za začátku 6-10kg). Důležitým aspektem je zde postavení ramenního kloubu vůči hrudníku, respektive postavení paže vůči lopatce, které by mělo být centrované. Později se zvyšuje velikost tlaku do podložky do 1/3 až 1/2 váhy pacienta. Další možností je tlak horní končetinou do labilních ploch (míče různé velikosti), v různé vzdálenosti od těla, s neustálou kontrolou stabilní centrované polohy ramenního pletence i celkového postavení horní končetiny a hrudníku. Je možné využít kombinace více míčů a s pokračující funkční reedukací pacienta i vyšších poloh, kdy je paže elevovaná, se zevní rotací (Bastlová et al., 2004).

Rehabilitace v uzavřených řetězcích umožňuje taktéž terapeutovi vstupovat do řízení pohybu pacienta a tím individuálně reedukovat ty kvality, které jsou pro konkrétní osobu nejpotřebnější. Oním zasahováním se rozumí možnost plynulé či i nečekané a rychlé změny tlaku v ose diafýzy humeru. Při dynamické intermetní zátěži v axiální ose kosti byl rovněž prokázán pozitivní vliv na regeneraci skeletu. Plynulé změny koordinovaného zapojení kolemkloubních svalů, ať už ve smyslu isometrické ko-kontrakce či dynamického pohybu (koncentrický i excentrický) jsou považovány za nejdůležitější pro obnovu nervosvalové stabilizace kloubů (Bastlová et al., 2004).

4) rehabilitace specifické motoriky lopatkového pletence

Poslední fáze rehabilitace je zaměřená na individuální potřeby daného jedince (práce, sport). Cílem je maximální možná obnova motorických dovedností ramenního pletence a co možná nejlepší návrat k běžným aktivitám konkrétního jedince před úrazem. Pro zahájení této fáze je potřeba úspěšně projít předchozími fázemi tak, aby byla kvalita motoriky lopatky dostatečná, stejně tak svalová synergie nutná pro dosažení a udržení elevované paže s abdukcí (přibližně 135°). Charakteristickým prvkem této fáze je cílený dril svalů ramenního pletence, s důležitou obnovou excentrické funkce zevních rotátorů. Dobrou metodou pro tento trénink může být například technika zvratu antagonistů z metodiky PNF. Konkrétní formy antagonisticky laděných technik splňují požadavky na isometrický a koncentricko-excentrický či akceleračně-decelerační dril svalů pro dostatečný nábor svalové síly ve všech různých antigravitačních pozicích horní končetiny. Ze začátku se jedná pouze o mírný tlak zápěstí do zevní rotace proti lehkému odporu (Thera-Band) v sedu, s oporou předloktí pro zajištění stability. Postupně se náročnost zvyšuje, přechází se do stoje a jiných antigravitačně náročnějších pozic. Je taktéž dobré zapojit během cvičení obě horní končetiny současně a pracovat součinně v diagonálních směrech (Bastlová et al., 2004).

Další možností je cvičení s rehabilitační tyčí, používanou jako meč či sekera, kdy pacient pomalu kontrolovaně zvedá tyč v sagitální rovině nahoru a posléze „seká“ vzduch před sebou, čímž dochází k chtěné synkinetické zevní rotaci se supinací předloktí. Souběžně je taktéž třeba se zaměřit na cílený stretching posturálně významných svalů, jejichž zkrácení vede k destabilizaci ramenního pletence a znevýhodnění výchozí polohy pro zevně rotační pohyby. Jsou jimi v první řadě mm. pectorales major et minor, m. latissimus dorsi a m. biceps brachii, dále pak i stretching svalů pro provedení dobré lordotizace v thorakolumbálním přechodu, fyziologickou motoriku žeber a kvalitní respiračně-motorickou funkci břišních svalů (Bastlová et al., 2004).

Kromě obnovy rozsahu pohybu a brzdícího silového výkonu můžeme docílit nárůstu rychlosti kontrakce i při velmi rychlém, až nečekaném akceleračně-deceleračním zapojení svalů. Hromadně se pro tuto reedukovanou kvalitu pohybu používá termínu plyometrie. Zaměřuje se na obnovení časoprostorového zapojení svalů s přesně odhadnutou velikostí

použité síly. Cílovou skupinou jsou hlavně m. triceps brachii a zevní rotátory paže, které bývají funkčně utlumené. Začíná se v jednodušších pozicích, například vsedě s opřeným předloktím, kdy pacient odpinkává míček po podložce. Po zvládnutí koncentricko-excentrické koordinace s oporou paže nastává další část, samotný plyometrický dril, již v nezajištěné vzpřímené poloze. Může představovat například opět cvičení s Thera-Bandy, házení míčku proti zdi či „líný tenis“ nebo jiné sportovně-rekreační činnosti (Bastlová et al., 2004).

V návaznosti na tato cvičení pak přichází různé typy vzporů, jako silový a vytrvalostní trénink. Začíná se od těch jednodušších, jako je vzpor o stěnu ve stoji, o stůl, nebo později vleže v kliku s různou obtížností nastavením pozice horních končetin. Vzpor jako antigravitační koaktivace svalů ramenního pletence a trupu je považován za významný posturální rámec. Postupně se zvyšují nároky na funkci zevních rotátorů, zejména v excentrickém režimu, začíná se od nejjednodušších pozic s paží v addukci u těla, a postupně se přechází až k maximální možné elevaci paže, vždy s aktivním napřímením trupu, maximální možnou aktivací m. deltoideus a naopak co nejmenší aktivací sestupných vláken m. trapezius. Společně s tímto rovněž trénujeme abduktory paže pro dlouhodobější isometrickou výdrž a následně i excentrickou činnost, individuálně v souvislosti s profesí a sportovním zaměřením pacienta (Bastlová et al., 2004).

Rehabilitace se zpravidla ukončuje v průběhu třetího až čtvrtého měsíce od úrazu, a to v době, kdy je obnovena posturálně-dynamická funkce ramenního pletence a elevace končetiny dosahuje více než 135 stupňů. Kvalita motoriky je dostatečná pro běžné denní aktivity a méně náročnou profesní či sportovní zátěž. V dalším období, přibližně do šesti měsíců od úrazu může být pacient veden formou nepravidelných ošetření a doplňujících instruktáží k dalšímu zlepšování motorických funkcí. Pravidelná rehabilitace je indikována pouze u pacientů, u kterých došlo k rozvoji sekundárních komplikací, jako jsou entezopatie, úžinové neurovaskulární syndromy či jiná současná poranění (Bastlová et al., 2004).

1.5 Použité přístrojové vyšetřovací metody - povrchová elektromyografie

1.5.1. Základní údaje o povrchové elektromyografii

Povrchová elektromyografie (pEMG nebo SEMG – surface electromyography), je moderní neinvazivní metoda, která se používá k diagnostickým a vědeckým účelům. Pomocí povrchových elektrod snímá elektrické projevy svalu, které vznikají na základě překrytí sumačních akčních potenciálů většího počtu motorických jednotek během svalové kontrakce. Zdrojem snímaného elektrického signálu je transmembránový proud, který vzniká na úrovni sarkolemy. Jedná se o elektrický ekvivalent změněné výměny iontů na membráně během svalové kontrakce. Výsledný záznam se nazývá elektrogram a má podobu interferenčního vzorce, který vzniká překrytím sumačních potenciálů většího počtu motorických jednotek pod snímající elektrodou (Rodová et al., 2001).

Tato vyšetřovací metoda se používá v kineziologii k vyšetření svalové funkce (aktivity) během provádění selektivního či komplexního pohybu. Sleduje koordinaci jednotlivých svalů v rámci pohybu a posloupnost zapojování svalu v čase. Umožňuje hodnotit velikost zaznamenané elektrické aktivity svalu ve vztahu k síle, únavě a porovnat efekt terapeutických zásahů a metod v průběhu času. Souběžně s EMG je možné použít i další vyšetřovací metody, například posturograf či jiné funkční vyšetření (Rodová et al., 2001).

Povrchová elektromyografie poskytuje snadný přístup ke sledování fyziologických procesů, které se odehrávají ve svalu a souvisí se vznikem a produkováním síly. Nespornou výhodou je neinvazivnost této metody a relativně jednoduchý postup k provedení detekce. Mezi možná rizika patří ovlivnění velikosti naměřeného signálu v důsledku nerespektování technických požadavků v oblasti detekce a zpracování signálu, na úrovni vyhodnocení signálu pak může dojít k opomenutí vlivů dalších faktorů, které se na vzniku signálu podílejí a tím k zjednodušení výkladu a nesprávným závěrům (DeLuca, 1997).

1.5.2 Zpracování a hodnocení polyelektromyografického záznamu

Naměřený elektromyografický signál je pro hodnocení dále zpracováván. Mezi hlavní úpravy patří frekvenční filtrace k odstranění případných artefaktů v signálu, které mohou vzniknout při pohybu nedostatečně upevněných zesilovačů, dále normalizace signálů a kvantifikace amplitudy či frekvence pomocí získaných parametrů (Rodová et al., 2001).

Pro zpracování charakteristik amplitud lze využít rektifikaci, což je matematická úprava, která převede všechny hodnoty do absolutních hodnot. Normalizace je proces, při kterém se amplituda signálu číselně popisuje, kvantifikace amplitudy signálu se pak používají pro stanovení amplitudy signálu za různě stanovených podmínek, jako je maximální volní kontrakce, či během konkrétních prováděných testů či během elektrostimulace. Následný záznam je pak možné kvantifikovat jedním z následujících parametrů: RMS (root mean square) je parametr amplitudové kvantifikace, který vyjadřuje efektivní hodnotu amplitudy signálu a odpovídá druhé mocnině střední hodnoty kvadrátu napětí. Používá se hlavně k hodnocení statických činností. Pro zpracování dynamických svalových aktivit v závislosti na čase je možné použít IEMG (integrované EMG), které značí plochu pod křivkou plně usměrněného signálu. Dále je možné využít například mean amplitude, které značí průměrnou amplitudu záznamu či Peak to Peak, což je vzdálenost jednotlivých vrcholů amplitud.

Pro frekvenční vyhlazení záznamu lze použít filtr, který má buď horní či dolní propustnost. Pokud je záměrem sledování výkonu svalu, případně jeho únava, je možné použít Mean Frekvency a Median Frekvency, neboli průměrnou a střední frekvenci záznamu. Další možností je pak MNF, který odráží vztah kondukční rychlosti akčních potenciálů a nábory motorických jednotek či Total Power pro celkový spektrální výkon (DeLuca, 1997). Dále je pomocí elektromyografického záznamu možné určovat "timing" jednotlivých svalů, zda se postupně aktivují v daném časovém sledu či nikoli, případně koordinace více svalů v rámci provádění pohybu. Dle zaznamenané svalové aktivity lze odečíst, kdy pohyb začal, kdy skončil a jak probíhal. Aktivitou svalu se rozumí nárůst amplitudy minimálně o dvě směrodatné odchylky od klidové hodnoty amplitudy. Hranice pro rozlišitelnost timingu se uvádí 10 milisekund (De Luca, 1997).

1.5.3 Faktory ovlivňující elektromyografický signál

Hodnota jednotlivých výsledných parametrů elektromyografického signálu může být ovlivněna několika faktory, které lze rozdělit na faktory fyziologické a metodické, týkající se postupu detekce a zpracování signálu. Mezi fyziologické parametry patří například hloubka a umístění aktivních svalových vláken daného svalu, typ a průměr těchto svalových vláken, počet motorických jednotek, které lze detekovat, množství tkáně, které se nachází mezi elektrodou a aktivními svalovými vlákny, charakteristika náboru jednotek a rychlost jejich pálení. Z hlediska ovlivnění metodických parametrů je důležité umístění elektrod, které by mělo být na bříško svalu, kolmo k jejich průběhu, aby bylo zaznamenáno co nejvíce aktivních motorických jednotek (DeLuca, 1997; Rodová et al., 2001).

Uvádí se, že zvláště u plošně rozmístěných svalů se motorické jednotky nezapojují jako celek, ale pouze jednotlivé části svalu. Elektroda ovšem snímá pouze malou plošku svalu pod sebou, čímž může docházet ke zkreslení. Zároveň na druhou stranu může dojít k překrytí svalové aktivity vícero svalů, které může daná elektroda zaznamenat. Dále je technickým parametrem umístění elektrod a jejich vzájemná vzdálenost. Za optimální hodnoty pro biomechanické aplikace považuje De Luca délku elektrody 10 milimetrů, výšku 1 mm a vzdálenost mezi nimi 1 centimetr. Elektroda by se měla vyskytovat ve střední linii svalu přes největší bříško svalu, případně mezi motorickým bodem a šlachou a měla by být orientovaná kolmo na průběh svalových vláken. Další významné faktory, které mohou ovlivnit výsledná záznam, jsou typ měřeného svalu, jeho velikost, metabolismus, dále vzdálenost mezi elektrodou a uložením aktivních svalových vláken uvnitř svalu, množství tkáně uložené mezi elektrodou a svalem, které může pozměnit charakter amplitud signálu, dále stabilita náboru motorických jednotek atd. Dalším faktorem, který může negativně ovlivnit výsledný záznam, je posun kůže s elektrodou vůči snímaným vláknům, tento faktor lze eliminovat dostatečným fixováním elektrod (DeLuca, 1997; Rodová et al., 2001).

Absolutní hodnoty emg signálu zaznamenaného povrchovým elektromyografem, jsou obvykle v řádu desítek až stovek mikrovoltů. Je mnoho zdrojů elektrického šumu, které mohou zakrýt isopotenciály a učinit je nerozeznatelné od rušivého šumu. Nejčastěji se můžeme potkat s šedesátihertzovou frekvencí, používanou jako zdroj elektřiny v každé laboratoři. Dalším zdrojem jsou radiové vlny, které jsou zachycovány tělem probanda, které zde funguje jako anténa. K minimalizaci těchto šumů a ujištění, že snímaný signál není nahrazen jiným, se používá zemnicí indiferentní elektroda (Latash, 1998).

2 CÍLE A HYPOTÉZY

2.1 Cíle

Cílem této práce bylo porovnat svalovou aktivitu ramenního pletence u pacientů po fraktuře proximálního humeru, která byla řešena operativně použitím hřebu Targon nebo dlahou Philos pomocí povrchové elektromyografie.

Dílčí cíle:

- porovnat velikost elektromyografické aktivity operované strany u probandů s dlahou Philos a hřebem Targon
- porovnat velikost svalové aktivity svalů ramenního pletence mezi operovanou a zdravou stranou
- porovnat změnu rozsahu pohybů v ramenním kloubu mezi pacienty s ohledem na to, zda, byli operováni s použitím dlahy Philos či hřebem Targon

2.2 Vědecké otázky a hypotézy

Vědecká otázka č. 1:

„Existuje rozdíl mezi svalovou aktivitou operované a neoperované strany během počáteční fáze abdukce u pacientů, kteří podstoupili operační terapii za použití dlahy Philos a u pacientů s implantovaným hřebem Targon?“

Nulová hypotéza **H₀ 1** zní: Při srovnání operované strany obou skupin pacientů, s dlahou Philos a hřebem Targon, není žádný rozdíl ve svalové aktivitě hodnocených svalů během počáteční fáze pohybu do abdukce.

Nulová hypotéza **H₀ 2** zní: U skupiny pacientů s dlahou Philos není žádný rozdíl v aktivitě mezi hodnocenými svaly na operované a zdravé straně během provedení počáteční fáze abdukce.

Nulová hypotéza **H₀ 3** zní: U skupiny pacientů s hřebem Targon není žádný rozdíl ve svalové aktivitě mezi hodnocenými svaly operované a zdravé strany během provedení počáteční fáze abdukce.

Vědecká otázka č. 2:

„Existuje rozdíl mezi svalovou aktivitou operované a neoperované strany během pohybu v rámci opory v uzavřeném řetězci u pacientů, kteří podstoupili operační terapii za použití dlahy Philos a u pacientů s implantovaným hřebem Targon?“

Nulová hypotéza **H₀ 4** zní: Při provádění kliku není rozdíl mezi svalovou aktivitou u pacientů, kteří podstoupili operační terapii za použití dlahy Philos a u pacientů s implantovaným hřebem Targon.

Nulová hypotéza **H₀ 5** zní: U skupiny pacientů s dlahou Philos není během provádění kliku rozdíl mezi svalovou aktivitou při porovnání zdravé a operované strany.

Nulová hypotéza H_0 6 zní: U skupiny pacientů s implantovaným hřebem Targon není během provádění kliku rozdíl mezi svalovou aktivitou, pokud porovnáme zdravou a operovanou stranu.

Vědecká otázka č. 3

Existuje rozdíl mezi rozsahy pohybu v ramenním kloubu operované horní končetiny v závislosti na použité operační technice (dlaha Philos a hřeb Targon)?

Nulová hypotéza H_0 7 zní: „Při porovnání jednotlivých rozsahů pohybů během ventrální flexe a abdukce není rozdíl mezi:

- a) rozsahem pohybů operovaných stran při porovnání skupiny s dlahou Philos a hřebem Targon.“
- b) rozsahem pohybů zdravé a operované horní končetiny v rámci skupiny pacientů s dlahou Philos.“
- c) rozsahem pohybů zdravé a operované končetiny v rámci skupiny pacientů s hřebem Targon.“

3 METODIKA

3.1 Charakteristika souboru

První soubor tvořilo šest osob, u kterých došlo k víceúložkové fraktuře proximálního humeru a následnému operačnímu řešení dlahou Philos. Ve skupině byla zastoupena obě pohlaví v poměru 3 ženy a 3 muži. Průměrný věk pacientů byl 61,3 roku (v rozpětí od 48 let do 71 let). Průměrná doba od operace byla 18,6 měsíce (nejvíce 32 měsíců, nejméně 4 měsíce). Druhý soubor tvořilo pět osob, u kterých byla fraktura proximálního humeru řešena operačně s použitím hřebu Targon. Ve skupině byli dva muži a tři ženy. Průměrný věk tohoto souboru pacientů byl 45,4 roku (v rozpětí od 30 let do 57 let), průměrná doba od operace 12,4 měsíce (v rozpětí od sedmi do 24 měsíců).

V průběhu měření byli všichni pacienti zdraví a netrpěli žádným infekčním či jiným akutním onemocněním, které by bylo kontraindikací pro provedení měření. Před začátkem samotného vyšetření byli probandi seznámeni s účelem a průběhem celého měření a podepsali informovaný souhlas.

3.2 Kineziologické vyšetření

U všech osob byla na začátku odebrána anamnéza (jméno, věk, datum a typ operace, současné potíže) a proveden kineziologický rozbor. Ten obsahoval goniometrické vyšetření aktivních a pasivních rozsahů pohybu, svalový test dle Jandy k zaznamenání svalové síly, vyšetření funkčních pohybů a dotazník ohledně bolestivosti ramenního pletence. Tyto údaje byly doplněny do dotazníku, který je uveden v příloze (Příloha 1. – dotazník pro kineziologický rozbor pacienta, strana 87).

3.3 Postup měření

Měření probíhalo v Kineziologické laboratoři, na Klinice rehabilitace a tělovýchovného lékařství Fakultní nemocnice Olomouc v době od 7:00 do 16:00. Prostředí místnosti bylo klidné, aby pacienti nebyli ničím rušeni. Na počátku byli pacienti seznámeni s průběhem měření, se kterým souhlasili.

3.3.1 Snímání elektromyografické aktivity

a) Příprava pacienta

Před aplikací elektrod byla očištěna kůže v oblasti plánovaného umístění elektrod. K tomuto účelu byla použita abrazivní pasta. Poté se kůže otřela vlhkým ručníkem a nakonec suchým ručníkem. Poté jsme napalpovali svalové břicho během isometrické aktivity každého z měřených svalů a následně v této oblasti paralelně s průběhem svalových vláken umístili dvě samoadhezivní elektrody. Zemnicí elektroda byla umístěna na processus coracoideus levého ramene. K měření byl použit šestnáctikanálový elektromyograf Myosystem od firmy Noraxon, s programem Myovideo, propojený s kamerou umístěnou na stativu.

Bylo vybráno těchto pět svalů, na které byly elektrody umístěny a ze kterých byla měřena svalová aktivita, a to nejprve na levé a poté na pravé straně:

1. kanál: musculus trapezius, sestupná vlákna
2. kanál: musculus deltoideus, střední (akromiální) část
3. kanál: musculus supraspinatus
4. kanál: musculus triceps surae
5. kanál: musculus serratus anterior

b) Průběh vlastního měření

Nejprve jsme zkontrolovali správné zapojení elektrod. Následně jsme přilepili zesilovače každého kanálu páskou na kůži pacienta, aby nedocházelo k rušení emg signálu. Poté byla naměřena klidová svalová aktivita, a to v celkové době 20 s.

Pohybových aktivit, které proband prováděl, bylo zvoleno několik, a probíhaly v tomto pořadí:

- pomalá abdukce, v rámci celého možného rozsahu pohybu, pokud byl na operované horní končetině rozsah pohybu omezen, zdravá končetina pohyb dokončila až do plné abdukce
- klik – lehčí verze, pacient stál u okna, opíral se o parapet a měl provést klik ze stoje a zpět
- klik – těžší verze, pacient ustoupil o krok dál a měl provést stejný pohyb, tentokrát pod větším úhlem oproti stoji

3.4 Zpracování a vyhodnocování elektromyografického záznamu

Ke zpracování výsledků byl nejprve použit program Myoresearch a Myovideo. Nejprve byly všechny záznamy rektifikovány a vyhlazeny (použité RMS 25). V rámci záznamu jsme vybrali svaly, které budeme hodnotit, následně byly vybrané úseky určené k hodnocení označeny markery, a to vždy časový úsek, na který jsme se zaměřili ve všech třech opakováních, která proběhla.

Pro pohyb do abdukce byly vybrány tři svaly, a to m. supraspinatus, m. deltoideus, a m. trapezius. M. supraspinatus byl vybrán k posouzení, zda vlivem operace nedochází k výpadku jeho svalové aktivity, případně iatrogennímu poškození jeho nervového zásobení, což je zmiňováno jako jedna z možných komplikací operačního řešení zlomenin proximálního humeru (Šmejkal et al., 2011). Tento sval se dle některých autorů (Véle, 2006) podílí na první

fázi pohybu do abdukce, jakoby tento pohyb „startuje“. Dle Kapandjiho (2007) se na abdukci už od počátku spolupodílí jak musculus supraspinatus, tak i musculus deltoideus. Proto jsme se zaměřili i na něj, abychom posoudili oba dva hlavní abdukční svaly. Navíc musculus deltoideus je sval, který by potenciálně též mohl být poškozen operačním přístupem, ať už samotným poškozením měkkých struktur v oblasti operace, či poškozením nervového zásobení. Tento sval je inervován z nervus axillaris, který může být právě během operačního zásahu poškozen (Bartoniček, Heřt, 2004, Acklin, 2009). Třetím vybraným svalem byl musculus trapezius, neboť tento sval při poruše stereotypu abdukce přebírá funkci ostatních abduktorů ramenního pletence a vede patologickému souhybu (Janda, 2004). Chtěli jsme proto porovnat, zda se m. trapezius u obou skupin zapojuje více na operované straně či nikoli, abychom tím potvrdili či vyvrátili domněnku o používání m. trapezius v rámci potenciálně vzniklého chybného stereotypu pohybu do abdukce.

Vzhledem k omezení rozsahu pohybu u některých probandů bylo nutné pozorovanou abdukci omezit na prvních 45 stupňů, neboť výše už někteří probandi nebyli schopni končetinu zvednout. Navíc docházelo na konci pohybu ke zvýšení svalové aktivity, která ovšem byla způsobená pouze pohybem proti odporu s nemožností pokračovat v započatém pohybu, nikoli samotným pohybem, který pokračoval pouze na zdravé končetině. Tuto část záznamu jsme se snažili vyeliminovat, aby nezasahovala do námi zkoumaných záznamů, protože by mohla být zavádějící. Naším cílem bylo porovnat svalovou aktivitu pouze během probíhajícího pohybu a ne ve chvíli, kdy končetina již zůstává v jedné pozici a ke zvýšení svalové aktivity tak dochází pouze na základě práce svalu proti odporu a gravitaci.

U pohybu do kliku byly vybrány opět tři svaly, a to m. deltoideus, m. triceps brachii a m. serratus anterior. Chtěli jsme porovnat aktivitu svalů během pohybu v uzavřeném řetězci, v excentrické fázi brzdění těla proti gravitaci při pohybu směrem dolů do kliku. Během excentrické činnosti svalu se aktivuje více motorických jednotek (Máček, Vávra, 1988) a proto by mohl být rozdíl v zapojení jednotlivých svalů markantnější. Navíc v uzavřeném řetězci se přesouvá bod opory distálně a proximálně dochází k pohybu (Whiting, Zernicke, 2008), čímž se opět zvyšuje nárok na kontrolu řízení svalových souher. Musculus deltoideus

byl vybrán kvůli jeho stabilizační funkci a také ze stejných důvodů, které jsou uvedeny v předchozím odstavci. Dalším svalem byl musculus triceps brachii, což je hlavní sval, který brzdí pohyb dolů do kliku. Jako třetí sval byl vybrán musculus serratus anterior, který by měl jako dolní stabilizátor lopatky pomáhat ostatním svalům stabilizovat ramenní pletenec v rámci pohybu v uzavřeném řetězci.

Poslední částí bylo hodnocení rozsahů pohybů, kde jsme vybrali dva pohyby, a to aktivní rozsah pohybu do flexe a abdukce, neboť u ostatních pohybů nebyly rozdíly mezi rozsahy zřetelné. Hodnoty naměřených rozsahů pohybů jsou uvedeny v tabulce (Příloha 2. – tabulka s vyhodnocenými daty z kineziologického dotazníku – strana 89).

U obou pohybů, do abdukce i do kliku, jsme porovnávali velikost násobků svalové aktivity, a to nejprve u operovaných končetin skupiny s dlahou Philos a skupiny s hřebem Targon. Poté jsme hodnotili rozdíl mezi zdravou a operovanou končetinou, a to nejdříve u skupiny pacientů s dlahou Philos, poté u skupiny s hřebem Targon.

Abychom mohli pracovat s číselnými údaji, použili jsme v programu funkci Standart report, kde jsme jako první hodnotili klidovou aktivitu, a to se stepem 500 ms, a následně jednotlivé úseky, se stepem 10 ms. Data byla převedena do tabulky v programu MS Excel. Zde se nejprve počítala průměrná klidová aktivita ze všech stepů, následně funkce směrodatná odchylka (SMODCH) a aktivační hodnota (průměr klidové hodnoty plus dvakrát směrodatná odchylka klidové hodnoty). Následně se vypočítal násobek svalové aktivity (podíl elektrické aktivity svalu v daném momentě – momentální aktivita, ma a aktivační hodnota tohoto svalu). Vypočítané násobky aktivačních hodnot byly pro všechny testované situace dále zpracovány statisticky.

3.5 Statistické zpracování dat

Ke statistickému zpracování byl použit statistický software SPSS verze 15, SPSS Inc. Chicago USA a program Microsoft Excel 2010.

Při zpracování byly statisticky hodnoceny dvě skupiny pacientů - skupina probandů s operačním řešením fraktury proximálního humeru dlahou Philos (n=6) a skupina s operačním řešením hřebem Targon (n=5). Pro zpracování byly voleny neparametrické metody, které jsou vhodnější pro malé výběry. Statistické zpracování bylo provedeno pomocí popisné statistiky – výpočtem mediánu, 1. a 3. kvartilu, minima a maxima. Hypotézy byly ověřeny neparametrickými metodami - Mann-Whitney U-testem pro dva nezávislé výběry při porovnání skupiny s dlahou Philos a skupiny s hřebem Targon (hypotéza **H₀ 1, H₀ 4 a H₀ 7a**). Pro porovnání zdravé a operované strany u skupiny s dlahou Philos a skupiny s hřebem Targon byl použit Wilcoxonův test pro závislá data (hypotézy **H₀ 2, H₀ 3, H₀ 5, H₀ 6, H₀ 7b a H₀ 7c**).

Všechny testy byly provedeny na hladině statistické významnosti $p=0,05$. Statisticky významné p hodnoty jsou zvýrazněny tučným písmem.

4 VÝSLEDKY

Vědecká otázka č. 1 zněla: „Existuje rozdíl mezi svalovou aktivitou operované a neoperované strany během počáteční fáze abdukce u pacientů, kteří podstoupili operační terapii za použití dlahy Philos a u pacientů s implantovaným hřebem Targon?“

Nulová hypotéza H_0 1 zněla: „Při srovnání operované strany obou skupin pacientů, s dlahou Philos a hřebem Targon, není rozdíl ve svalové aktivitě hodnocených svalů během počáteční fáze pohybu do abdukce.“

Výsledky pro vyhodnocení hypotézy H_0 1 vědecké otázky č. 1 jsou uvedeny v tabulce základních statistických veličin (Tabulka 1.) a grafu průměrných hodnot násobků svalové aktivity (Graf 1.).

Tabulka 1. Základní statistické veličiny násobků svalové aktivity m. deltoideus, m. supraspinatus a m. trapezius operovaných stran u skupiny probandů s dlahou Philos a skupiny s hřebem Targon během počáteční fáze abdukce, vyhodnocené podle Mann-Whitney U-testu.

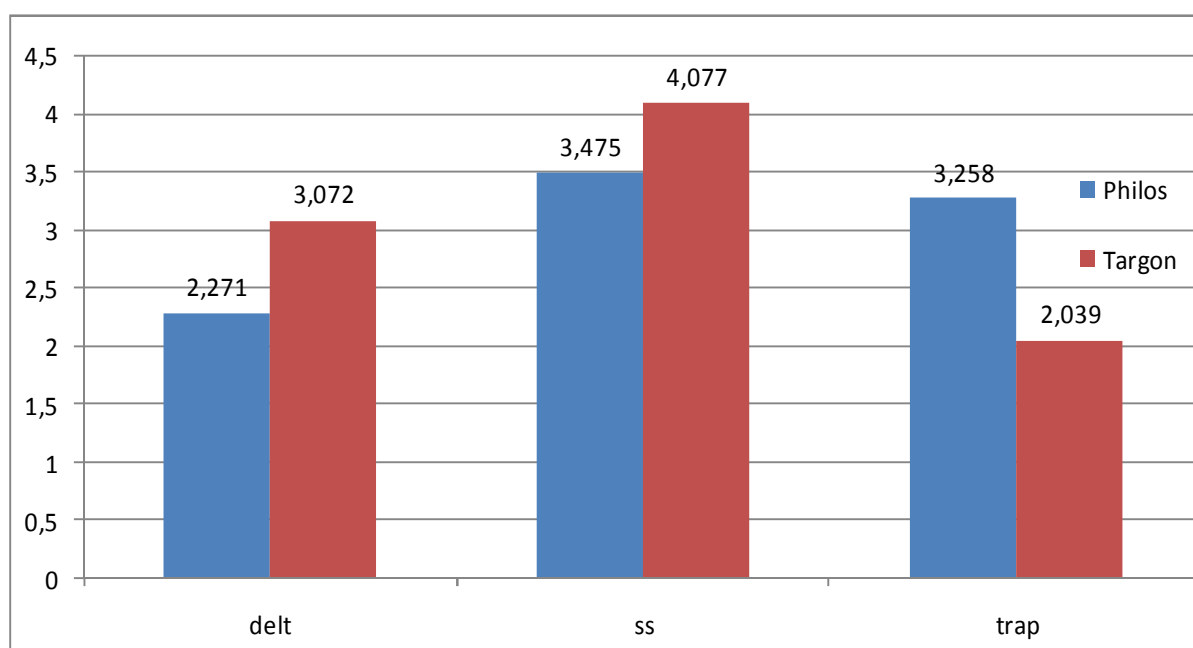
Operovaná strana	Skupina Philos (n = 6)					Skupina Targon (n = 5)					U-test	p hodnota
	Medián	1.kv.	3.kv.	min	max	Medián	1.kv.	3.kv.	min	max		
delt	2,271	0,983	3,273	0,748	3,878	2,717	1,246	5,077	1,150	6,428	12,000	0,584
ss	2,530	2,084	4,674	2,034	8,136	4,832	2,041	5,736	1,864	6,045	12,000	0,584
trap	3,749	1,794	4,314	1,032	4,832	2,120	1,344	2,694	1,020	3,246	7,000	0,144

Legenda k tabulce 1 : 1.kv – hodnota 1. kvartilu, 3.kv. – hodnota 3. kvartilu, min – minimum, max – maximum, U-test – hodnota testového kritéria Mann-Whitney U-testu, p hodnota – dosažená hladina statistické významnosti příslušného testu, delt A – m. deltoideus, ss – m. supraspinatus, trap – m. trapezius – sestupná vlákna

Mann-Whitney U-testy nebyly prokázány statisticky významné rozdíly mezi pacienty s dlahou Philos a hřebenem Targon ve svalové aktivitě hodnocených svalů na operované straně během počáteční fáze pohybu do abdukce, $p > 0,05$ ve všech případech.

Hypotézu H_0 1 nemůžeme zamítnout.

Graf 1. Grafické zobrazení průměrných hodnot násobků svalové aktivity operovaných stran u dlahy Philos a hřebu Targon během počáteční fáze abdukce.



Legenda ke Grafu 1.: delt – m. deltoideus, ss – m. supraspinatus, trap – m. trapezius – sestupná vlákna

Nulová hypotéza $H_0 2$ zněla: „U skupiny pacientů s dlahou Philos není žádný rozdíl v aktivitě mezi hodnocenými svaly na operované a zdravé straně během provedení počáteční fáze abdukce.“

Výsledky pro vyhodnocení hypotézy $H_0 2$ vědecké otázky č. 1 jsou uvedeny v tabulce popisné statistiky (Tabulka 2.), tabulce základních statistických veličin (Tabulka 3.) a grafu průměrných hodnot násobků svalové aktivity (Graf 2.).

Tabulka 2. Násobky svalové aktivity m. deltoideus, m. supraspinatus a m. trapezius u pacientů s dlahou Philos během počáteční fáze abdukce.

Philos	delt OP	delt ZD	ss OP	ss ZD	trap OP	Trap ZD
1. proband	0,748	1,840	2,100	8,245	2,048	0,740
2. proband	2,945	3,841	8,136	2,780	4,832	2,272
3. proband	1,061	3,251	2,855	1,270	1,032	1,445
4. proband	3,878	5,047	2,205	1,595	3,650	1,254
5. proband	3,071	3,167	3,520	2,281	3,847	2,020
6. proband	1,596	1,024	2,034	1,458	4,141	1,700
Průměr	2,217	3,028	3,475	2,938	3,258	1,572
Smodch	1,147	1,306	2,148	2,429	1,302	0,503

Legenda k tabulce 2.: delt – m. deltoideus, ss – m. supraspinatus, trap – m. trapezius – sestupná vlákna, OP – operovaná strana, ZD – zdravá strana

Tabulka 3. Základní statistické veličiny násobků svalové aktivity m. deltoideus, m. supraspinatus a m. trapezius u skupiny probandů s dlahou Philos během počáteční fáze abdukce vyhodnocené podle Wilcoxonova testu.

Skupina Philos	operovaná strana (n=6)					neoperovaná strana (n = 6)					Wilcoxon test	p hodnota
	Medián	1.kv.	3.kv.	min	max	Medián	1.kv.	3.kv.	min	max		
delt A	2,271	0,983	3,273	0,748	3,878	3,209	1,636	4,143	1,024	5,047	-1,782	0,075
ss	2,530	2,084	4,674	2,034	8,136	1,938	1,411	4,146	1,270	8,245	-0,943	0,345
trap	3,749	1,794	4,314	1,032	4,832	1,573	1,126	2,083	0,740	2,272	-1,992	0,046

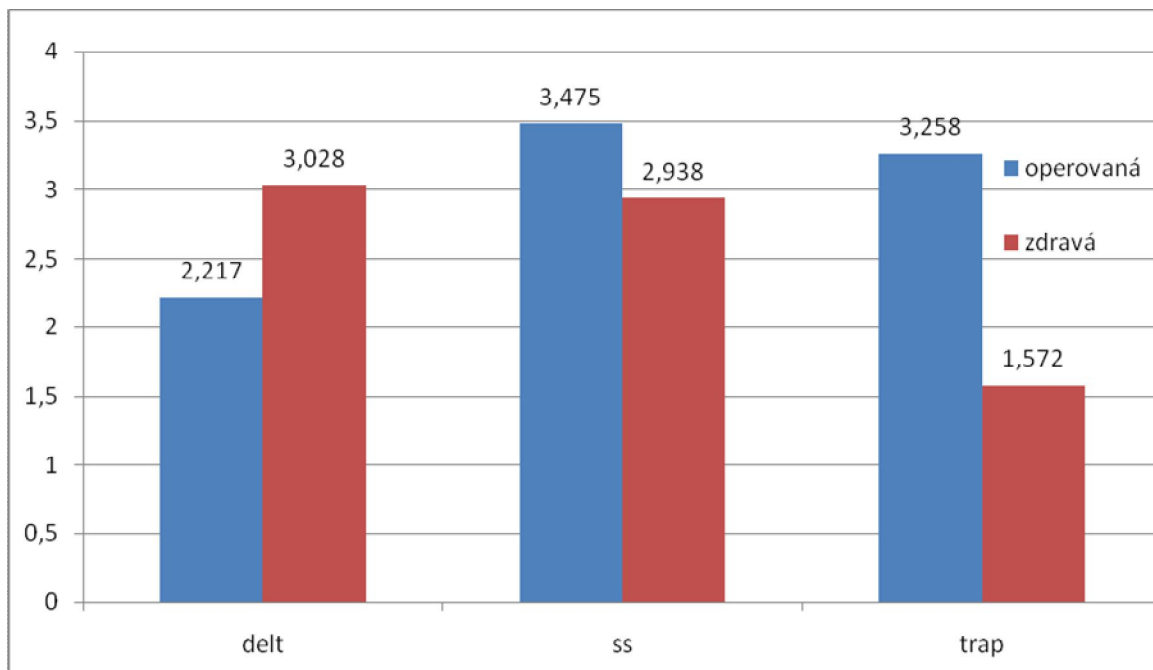
Legenda k tabulce 3 : 1.kv – hodnota 1. kvartilu, 3.kv. – hodnota 3. kvartilu, min – minimum, max – maximum, Wilcoxon test – hodnota testového kritéria Wilcoxonova testu, p hodnota – dosažená hladina statistické významnosti příslušného testu, delt A – m. deltoideus, ss – m. supraspinatus, trap – m. trapezius – sestupná vlákna

Wilcoxonovými testy byly prokázány statisticky významně vyšší hodnoty aktivity m. trapezius – sestupná vlákna na operované straně, $p = 0,046$. U ostatních svalů statisticky významné rozdíly prokázány nebyly.

U m. deltoideus byla zjištěna snížená hodnota statistické významnosti Wilcoxonova testu $p = 0,075$. Můžeme tedy konstatovat, že se zde vyskytuje určitý trend - na neoperované straně jsou vyšší hodnoty svalové aktivity.

Hypotézu $H_0 2$ tak pro m. trapezius zamítáme, pro m. supraspinatus a m. deltoideus nelze zamítnout.

Graf 2. Grafické zobrazení průměrných hodnot násobků svalové aktivity operované a zdravé strany u skupiny pacientů s dlahou Philos během počáteční fáze abdukce.



Legenda ke Grafu 2.: delt – m. deltoideus, ss – m. supraspinatus, trap – m. trapezius – sestupná vlákna

Nulová hypotéza $H_0 3$ zněla: „U skupiny pacientů s hřebem Targon není žádný rozdíl ve svalové aktivitě mezi hodnocenými svaly operované a zdravé strany během provedení počáteční fáze abdukce.“

Výsledky pro vyhodnocení hypotézy **$H_0 3$** vědecké otázky č. 1 jsou uvedeny v tabulce popisné statistiky (Tabulka 4.), tabulce základních statistických veličin (Tabulka 5.) a grafu porovnání průměrných hodnot násobků svalové aktivity (Graf 3.).

Tabulka 4. Násobky svalové aktivity m. deltoideus, m. supraspinatus a m. trapezius u pacientů s dlahou Philos během počáteční fáze abdukce.

Targon	delt OP	delt ZD	ss OP	ss ZD	trap OP	Trap ZD
1. proband	1,341	1,546	2,218	5,480	1,668	1,740
2. proband	2,717	5,648	4,832	3,293	2,120	1,412
3. proband	3,725	3,395	6,045	3,345	2,141	1,700
4. proband	1,150	2,661	1,864	1,000	3,246	1,684
5. proband	6,428	7,120	5,426	4,241	1,020	1,528
Průměr	3,072	4,074	4,077	3,472	2,039	1,613
Smodch	1,924	2,030	1,710	1,468	0,728	0,124

Legenda k tabulce 4.: delt – m. deltoideus, ss – m. supraspinatus, trap – m. trapezius – sestupná vlákna, OP – operovaná strana, ZD – zdravá strana

Tabulka 5. Základní statistické veličiny násobků svalové aktivity m. deltoideus, m. supraspinatus a m. trapezius u skupiny probandů s hřebem Targon během počáteční fáze abdukce, vyhodnocené podle Wilcoxonova testu.

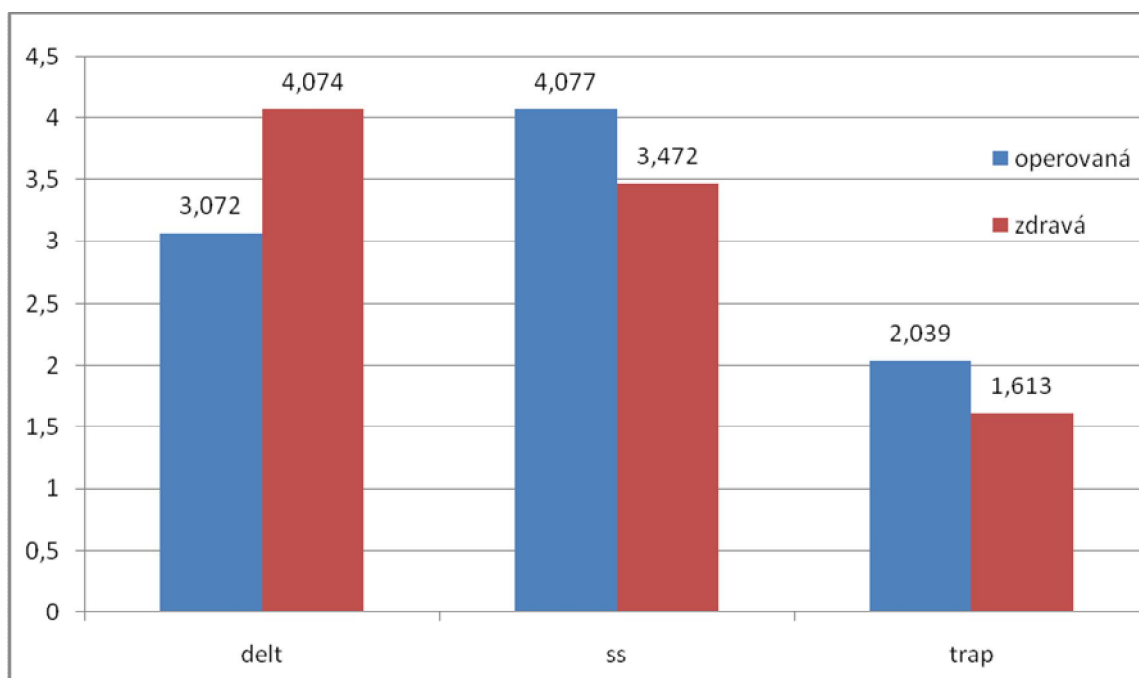
Skupina Targon	operovaná strana (n=5)					neoperovaná strana (n= 5)					Wilcoxon test	p hodnota
	Medián	1.kv.	3.kv.	min	max	Medián	1.kv.	3.kv.	min	max		
delt	2,717	1,246	5,077	1,150	6,428	3,395	2,104	6,384	1,546	7,120	-1,483	0,138
ss	4,832	2,041	5,736	1,864	6,045	3,345	2,147	4,861	1,000	5,480	-0,674	0,500
trap	2,120	1,344	2,694	1,020	3,246	1,684	1,470	1,720	1,412	1,740	-0,944	0,345

Legenda k tabulce 5 : 1.kv – hodnota 1. kvartilu, 3.kv. – hodnota 3. kvartilu, min – minimum, max – maximum, Wilcoxon test – hodnota testového kritéria Wilcoxonova testu, p hodnota – dosažená hladina statistické významnosti příslušného testu, delt – m. deltoideus, ss – m. supraspinatus, trap – m. trapezius – sestupná vlákna

Wilcoxonovými testy nebyly prokázány statisticky významné rozdíly ve svalové aktivitě mezi hodnocenými svaly operované a zdravé strany během provedení počáteční fáze abdukce.

Hypotézu **H₀ 3** nemůžeme zamítnout.

Graf 3. Grafické zobrazení průměrných hodnot násobků svalové aktivity operované a zdravé strany u skupiny pacientů s hřebem Targon během počáteční fáze abdukce.



Legenda ke Grafu 3.: delt – m. deltoideus, ss – m. supraspinatus, trap – m. trapezius – sestupná vlákna

Vědecká otázka č. 2 zněla: „Existuje rozdíl mezi svalovou aktivitou operované a neoperované strany během pohybu v rámci opory v uzavřeném řetězci u pacientů, kteří podstoupili operační terapii za použití dlahy Philos a u pacientů s implantovaným hřebem Targon?“

Nulová hypotéza H_0 4 zní: „Při provádění kliku není rozdíl mezi svalovou aktivitou u pacientů, kteří podstoupili operační terapii za použití dlahy Philos a u pacientů s implantovaným hřebem Targon.“

Výsledky pro vyhodnocení hypotézy **H_0 4** vědecké otázky č. 2 jsou uvedeny v tabulce základních statistických veličin (Tabulka 6.) a grafu průměrných hodnot násobků svalové aktivity (Graf 4.).

Tabulka 6.: Základní statistické veličiny násobků svalové aktivity m. deltoideus, m. supraspinatus a m. trapezius operovaných stran u skupiny probandů s dlahou Philos a skupiny s hřebem Targon během kliku, vyhodnocené podle Mann-Whitney U-testu.

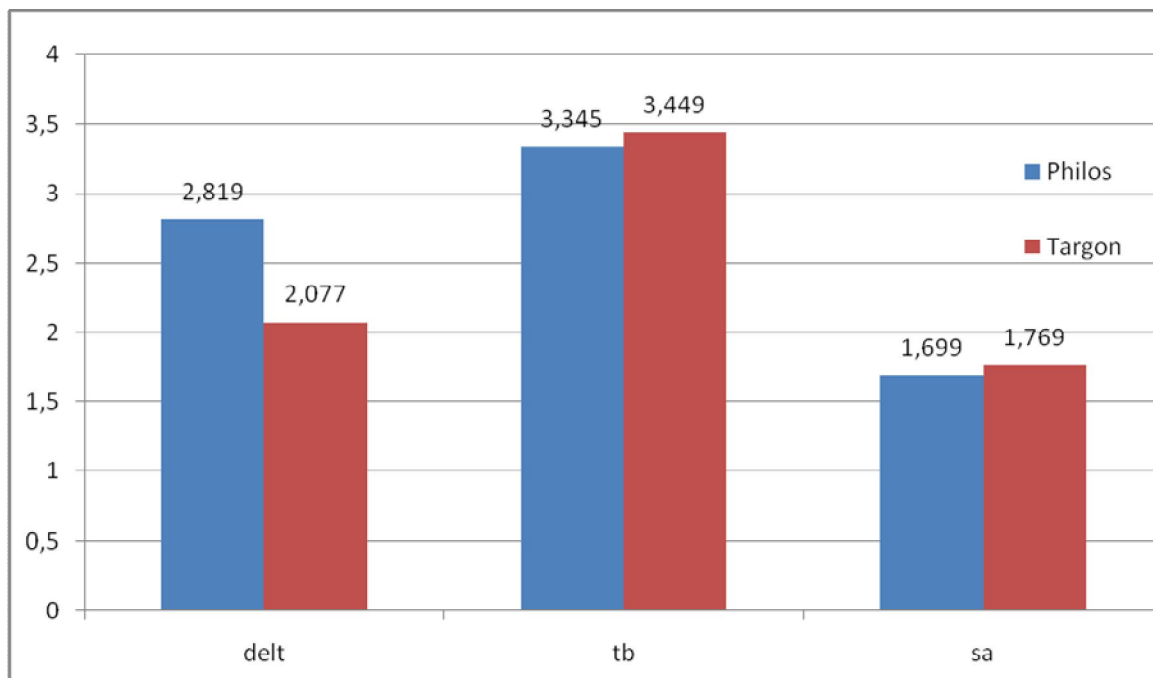
Operovaná strana	Skupina Philos (n = 6)					Skupina Targon (n = 5)					U-test	p hodnota
	Medián	1.kv.	3.kv.	min	max	Medián	1.kv.	3.kv.	min	max		
delt	2,271	0,983	3,273	0,748	3,878	2,717	1,246	5,077	1,150	6,428	12,000	0,584
ss	2,530	2,084	4,674	2,034	8,136	4,832	2,041	5,736	1,864	6,045	12,000	0,584
trap	3,749	1,794	4,314	1,032	4,832	2,120	1,344	2,694	1,020	3,246	7,000	0,144

Legenda k tabulce 1 : 1.kv – hodnota 1. kvartilu, 3.kv. – hodnota 3. kvartilu, min – minimum, max – maximum, U-test – hodnota testového kritéria Mann-Whitney U-testu, p hodnota – dosažená hladina statistické významnosti příslušného testu, delt A – m. deltoideus, ss – m. supraspinatus, trap – m. trapezius – sestupná vlákna

Mann-Whitney U-testy nebyly prokázány statisticky významné rozdíly mezi pacienty s dlahou Philos a hřebem Targon ve svalové aktivitě hodnocených svalů při provádění kliku

Hypotézu **H_0 4** nemůžeme zamítnout.

Graf 4. Grafické zobrazení průměrných hodnot násobků svalové aktivity operovaných stran u dlahy Philos a hřebu Targon během provádění kliku.



Legenda ke Grafu 4.: delt – m. deltoideus, tb – m. triceps brachii, sa – m. serratus anterior

Nulová hypotéza $H_0 5$ zněla: „*U skupiny pacientů s dlahou Philos není během provádění kliku rozdíl mezi svalovou aktivitou při porovnání zdravé a operované strany.*“

Výsledky pro vyhodnocení hypotézy **$H_0 5$** vědecké otázky č. 2 jsou uvedeny v tabulce popisné statistiky (Tabulka 7.), tabulce základních statistických veličin (Tabulka 8.) a grafu porovnání průměrných hodnot násobků svalové aktivity (Graf 5.).

Tabulka 7. Násobky svalové aktivity m. deltoideus, m. triceps brachii a m. serratus anterior během kliku u skupiny s dlahou Philos.

Philos	delt OP	delt ZD	tb OP	tb ZD	sa OP	sa ZD
1. proband	1,224	1,100	1,464	1,050	1,284	1,717
2. proband	3,902	2,292	4,191	4,020	1,411	4,112
3. proband	1,170	2,002	3,195	2,071	1,900	1,187
4. proband	4,596	2,397	4,792	3,154	1,497	2,640
5. proband	2,392	1,511	3,495	1,613	4,096	1,429
6. proband	3,245	3,021	2,365	1,748	2,035	3,958
Průměr	2,755	2,054	3,250	2,276	2,037	2,507
Smodch	1,287	0,621	1,103	1,006	0,958	1,171

Legenda k Tabulce 7: delt – m. deltoideus, tb – m. triceps brachii, sa – m. serratus anterior, OP – operovaná strana, ZD – zdravá strana

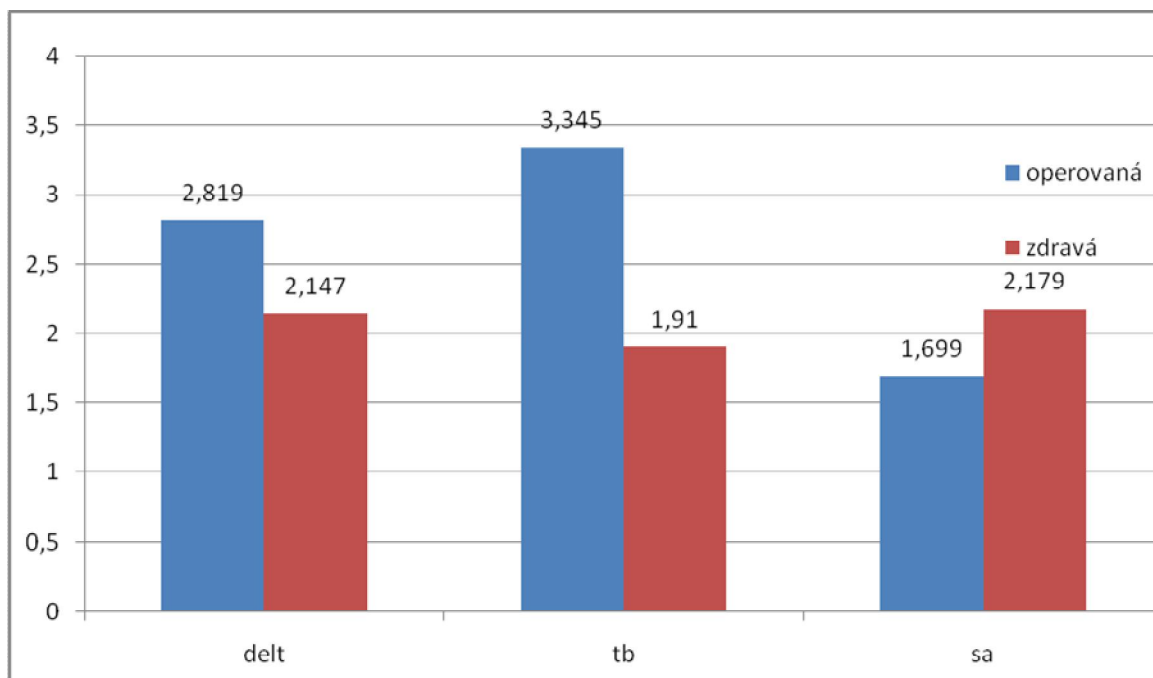
Tabulka 8. Základní statistické veličiny násobků svalové aktivity m. deltoideus, m. triceps brachii a m. serratus anterior u skupiny probandů dlahou Philos během kliku, vyhodnocené podle Wilcoxonova testu.

Skupina Philos	operovaná strana (n=6)					neoperovaná strana (n = 6)					Wilcoxon test	p hodnota
	Medián	1.kv.	3.kv.	min	max	Medián	1.kv.	3.kv.	min	max		
delt	2,819	1,211	4,076	1,170	4,596	2,147	1,408	2,553	1,100	3,021	-1,572	0,116
tb	3,345	2,140	4,341	1,464	4,792	1,910	1,472	3,371	1,050	4,020	-2,201	0,028
sa	1,699	1,379	2,550	1,284	4,096	2,179	1,369	3,997	1,187	4,112	-0,734	0,463

Legenda k tabulce 8 : 1.kv – hodnota 1. kvartilu, 3.kv. – hodnota 3. kvartilu, min – minimum, max – maximum, Wilcoxon test – hodnota testového kritéria Wilcoxonova testu, p hodnota – dosažená hladina statistické významnosti příslušného testu, delt A – m. deltoideus, ss – m. supraspinatus, trap – m. trapezius – sestupná vlákna

Wilcoxonovými testy byly prokázány statisticky významně vyšší hodnoty aktivity m. triceps brachii na operované straně, $p = 0,026$. U ostatních svalů statisticky významné rozdíly prokázány nebyly.

Graf 5. Grafické zobrazení průměrných hodnot násobků svalové aktivity m. deltoideus, m. triceps brachii a m. serratus anterior operované a zdravé strany u skupiny s dlahou Philos během provádění kliku.



Legenda ke Grafu 5.: delt – m. deltoideus, tb – m. triceps brachii, sa – m. serratus anterior

Nulová hypotéza H_0 6 zněla: „U skupiny pacientů s implantovaným hřebem Targon není během provádění kliku rozdíl mezi svalovou aktivitou, pokud porovnáme zdravou a operovanou stranu.“

Výsledky pro vyhodnocení hypotézy **H_0 6** vědecké otázky č. 2 jsou uvedeny v tabulce popisné statistiky (Tabulka 9.), tabulce základních statistických veličin (Tabulka 10.) a grafu porovnání průměrných hodnot násobků svalové aktivity (Graf 6.).

Tabulka 9. Násobky svalové aktivity m. deltoideus, m. triceps brachii a m. serratus anterior během kliku u skupiny s hřebem Targon.

Targon	delt OP	delt ZD	tb OP	tb ZD	sa OP	sa ZD
1. proband	1,212	4,568	2,214	2,705	1,930	1,365
2. proband	2,089	4,097	1,254	1,967	1,769	1,923
3. proband	2,077	1,664	3,449	5,749	3,229	2,294
4. proband	1,394	1,366	6,616	5,522	1,240	1,738
5. proband	3,377	2,075	4,170	2,827	1,173	3,817
Průměr	2,030	2,754	3,541	3,754	1,868	2,227
Smodch	0,761	1,317	1,836	1,566	0,741	0,849

Legenda k Tabulce 9: delt – m. deltoideus, tb – m. triceps brachii, sa – m. serratus anterior, OP – operovaná strana, ZD – zdravá strana

Tabulka 10. Základní statistické veličiny násobků svalové aktivity m. deltoideus, m. triceps brachii a m. serratus anterior u skupiny probandů s hřebem Targon během kliku, vyhodnocené podle Wilcoxonova testu.

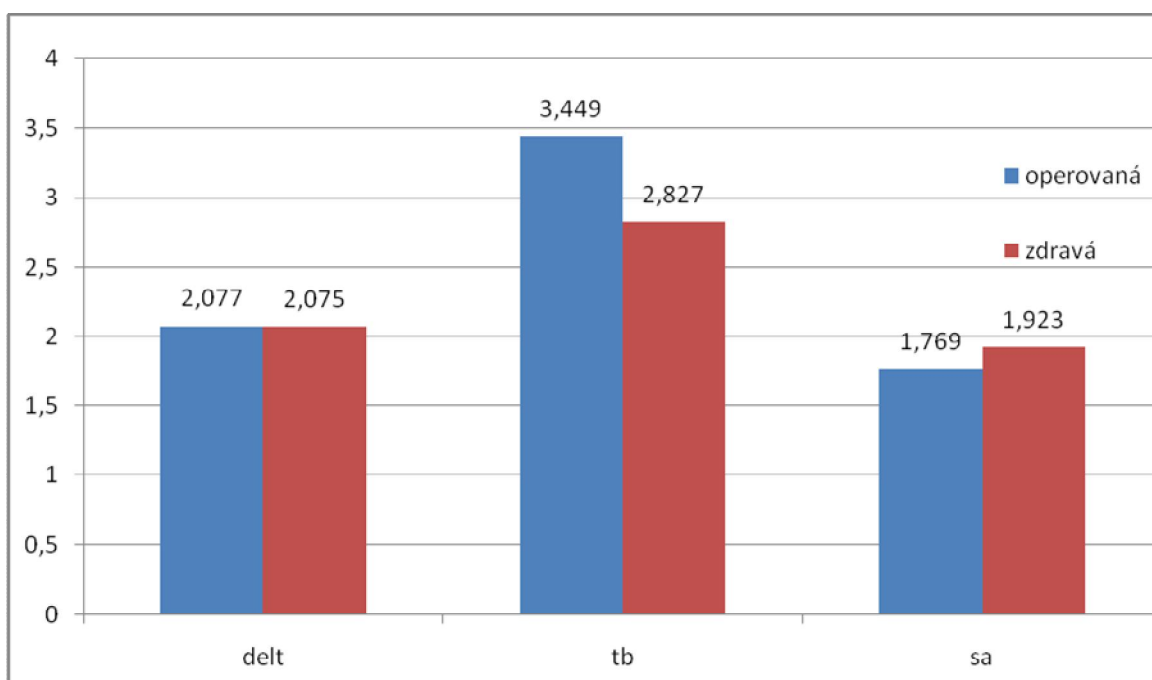
Skupina Targon	operovaná strana (n=5)					neoperovaná strana (n = 5)					Wilcoxon test	p hodnota
	Medián	1.kv.	3.kv.	min	max	Medián	1.kv.	3.kv.	min	max		
delt	2,077	1,303	2,733	1,212	3,377	2,075	1,515	4,333	1,366	4,568	-0,405	0,686
tb	3,449	1,734	5,393	1,254	6,616	2,287	2,336	5,636	1,967	5,749	-0,135	0,893
sa	1,769	1,207	2,580	1,173	3,229	1,923	1,552	3,056	1,365	3,817	-0,135	0,893

Legenda k tabulce 10 : 1.kv – hodnota 1. kvartilu, 3.kv. – hodnota 3. kvartilu, min – minimum, max – maximum, Wilcoxon test – hodnota testového kritéria Wilcoxonova testu, p hodnota – dosažená hladina statistické významnosti příslušného testu, delt – m. deltoideus, tb – m. triceps brachii, sa – m. serratus anterior

Wilcoxonovými testy nebyly prokázány statisticky významné rozdíly ve svalové aktivitě mezi hodnocenými svaly operované a zdravé strany během provádění kliku.

Hypotézu H_0 6 nemůžeme zamítnout.

Graf 6. Grafické zobrazení průměrných hodnot násobků svalové aktivity m. deltoideus, m. triceps brachii a m. serratus anterior operované a zdravé strany u skupiny s hřebem Targon během provádění kliku.



Legenda ke Grafu 6.: delt – m. deltoideus, tb – m. triceps brachii, sa – m. serratus anterior

Vědecká otázka č. 3 zněla: „Existuje rozdíl mezi rozsahy pohybu v ramenním kloubu operované horní končetiny v závislosti na použité operační technice (dlaha Philos a hřeb Targon)?“

Nulová hypotéza H_0 7a zněla: „Při porovnání jednotlivých rozsahů pohybů během ventrální flexe a abdukce není rozdíl mezi rozsahem pohybů operovaných stran při porovnání skupiny s dlahou Philos a hřebem Targon.“

Výsledky pro vyhodnocení hypotézy H_0 7a vědecké otázky č. 3 jsou uvedeny v tabulce popisné statistiky (Tabulka 11.) a znázorněny v grafu průměrných rozsahů pohybů aktivní abdukce a aktivní flexe (Graf 7.).

Tabulka 11. Základní statistické veličiny hodnot rozsahů pohybů aktivní abdukce a aktivní flexe operované strany u skupiny s dlahou Philos a skupiny s hřebem Targon, vyhodnocené podle Mann-Whitney U-testu.

Operovaná strana	Skupina Philos (n = 6)					Skupina Targon (n = 5)					U-test	p hodnota
	Medián	1.kv.	3.kv.	min	max	Medián	1.kv.	3.kv.	min	max		
A ABD	92,5	75,0	115,0	45,0	160,0	120,0	107,5	150,0	95,0	170,0	5,500	0,081
A F	120,0	95,0	137,5	80,0	160,0	150,0	125,0	160,0	100,0	170,0	7,500	0,165

Legenda k tabulce 11. : 1.kv – hodnota 1. kvartilu, 3.kv. – hodnota 3. kvartilu, min – minimum, max – maximum, U-test – hodnota testového kritéria Mann-Whitney U-testu, p hodnota – dosažená hladina statistické významnosti příslušného testu, A ABD – aktivní abdukce, A F – aktivní flexe

Mann-Whitney U-testy nebyly prokázány statisticky významné rozdíly mezi pacienty s dlahou Philos a hřebenem Targon v rozsahu pohybu během ventrální flexe a abdukce.

Hypotézu H_0 7a nemůžeme zamítnout.

U rozsahu pohybu do abdukce byla zjištěna snížená hodnota statistické významnosti Mann-Whitney U-testu $p = 0,081$. Můžeme tedy konstatovat, že se zde vyskytuje určitý trend – u pacientů s hřebenem Targon byly pozorovány vyšší hodnoty pohybových rozsahů.

Nulová hypotéza H₀ 7b zněla: „*Při porovnání jednotlivých rozsahů pohybů během ventrální flexe a abdukce není rozdíl mezi rozsahem pohybů zdravé a operované horní končetiny v rámci skupiny pacientů s dlahou Philos.*“

Výsledky pro vyhodnocení hypotézy **H₀ 7b** vědecké otázky č. 3 jsou uvedeny v tabulce popisné statistiky (Tabulka 12.) a znázorněny v grafu průměrných rozsahů pohybů aktivní abdukce a aktivní flexe (Graf 7.).

Tabulka 12. Základní statistické veličiny hodnot rozsahů pohybů aktivní abdukce a aktivní flexe zdravé a operované strany u skupiny s dlahou Philos.

Skupina Philos	operovaná strana (n=6)					neoperovaná strana (n = 6)					Wilcoxon test	p hodnota
	Medián	1.kv.	3.kv.	min	max	Medián	1.kv.	3.kv.	min	max		
A ABD	92,5	75,0	115,0	45,0	160,0	180,0	177,5	180,0	170,0	180,0	-2,207	0,027
A F	120,0	95,0	137,5	80,0	160,0	180,0	177,5	180,0	170,0	180,0	-2,207	0,027

Legenda k tabulce 12. : 1.kv – hodnota 1. kvartilu, 3.kv. – hodnota 3. kvartilu, min – minimum, max – maximum, Wilcoxon test – hodnota testového kritéria Wilcoxonova testu, p hodnota – dosažená hladina statistické významnosti příslušného testu, A ABD – aktivní abdukce, A F – aktivní flexe

Wilcoxonovými testy byly prokázány statisticky významně vyšší hodnoty pohybových rozsahů na neoperované straně, $p = 0,027$ v obou případech.

Hypotézu H₀ 7b můžeme zamítnout.

Nulová hypotéza H₀ 7c zněla: „*Při porovnání jednotlivých rozsahů pohybů během ventrální flexe a abdukce není rozdíl mezi rozsahem pohybů zdravé a operované horní končetiny v rámci skupiny pacientů s hřebem Targon.*“

Výsledky pro vyhodnocení hypotézy **H₀ 7c** vědecké otázky č. 3 jsou uvedeny v tabulce popisné statistiky (Tabulka 13.) a znázorněny v grafu průměrných rozsahů pohybů aktivní abdukce a aktivní flexe (Graf 7.).

Tabulka 13. Základní statistické veličiny hodnot rozsahů pohybů aktivní abdukce a aktivní flexe zdravé a operované strany u skupiny s hřebem Targon.

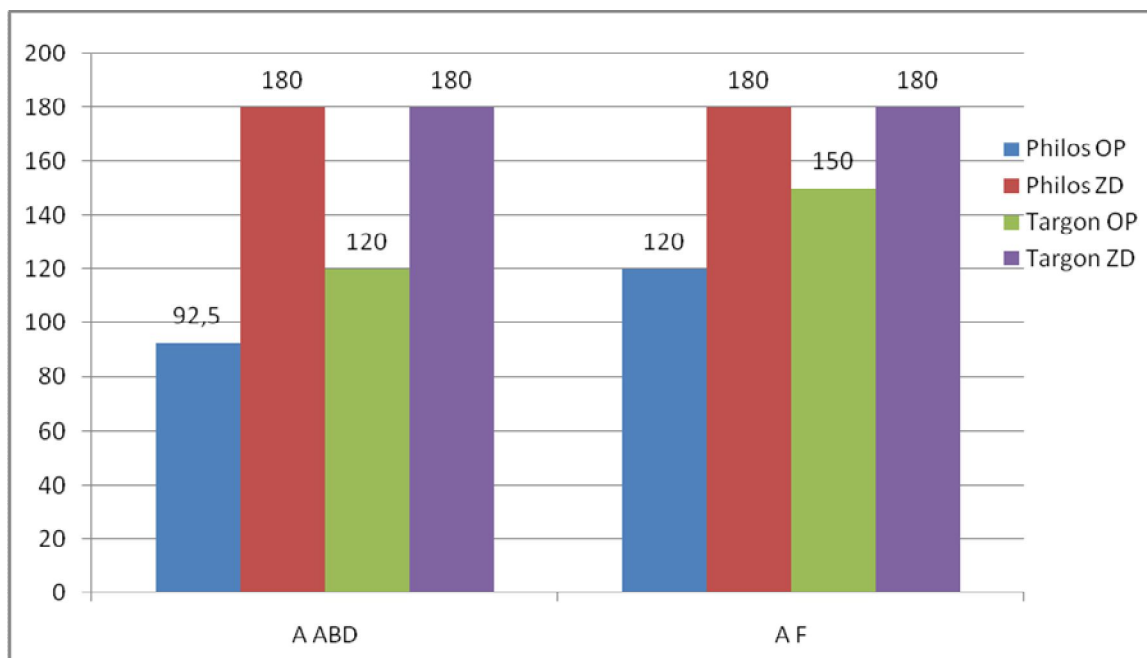
Skupina Targon	operovaná strana (n=5)					neoperovaná strana (n=5)					Wilcoxon test	p hodnota
	Medián	1.kv.	3.kv.	min	max	Medián	1.kv.	3.kv.	min	max		
A ABD	120,0	107,5	150,0	95,0	170,0	180,0	175,0	180,0	170,0	180,0	-2,032	0,042
A F	150,0	125,0	160,0	100,0	170,0	180,0	165,0	180,0	160,0	180,0	-2,032	0,042

Legenda k tabulce 12. : 1.kv. – hodnota 1. kvartilu, 3.kv. – hodnota 3. kvartilu, min – minimum, max – maximum, Wilcoxon test – hodnota testového kritéria Wilcoxonova testu, p hodnota – dosažená hladina statistické významnosti příslušného testu, A ABD – aktivní abdukce, A F – aktivní flexe

Wilcoxonovými testy byly prokázány statisticky významně vyšší hodnoty pohybových rozsahů na neoperované straně, $p = 0,042$ v obou případech.

Hypotézu H_0 7c můžeme zamítnout.

Graf 7. Graf průměrných rozsahů pohybů aktivní abdukce a aktivní flexe, u skupiny s dlahou Philos i u skupiny s hřebem Targon, a to na operované i zdravé straně.



Legenda ke Grafu 7.: A ABD – aktivní abdukce, A F – aktivní flexe, OP – operovaná strana, ZD – zdravá strana

5 DISKUZE

5.1 Diskuze k metodice

Cílem této práce bylo porovnat dva operační přístupy, které se v současné době používají pro operativní řešení komplikovaných zlomenin proximálního humeru, a to operační řešení těchto zlomenin pomocí dlahy Philos nebo nitrodřeňového hřebu Targon. Chtěli jsme zjistit, zda se zde nacházejí nějaké významné rozdíly, které by hovořili spíše pro použití jedné či druhé metody. Pokud se zaměříme na tuto problematiku, lze nalézt studie, které se zabývají jedním či druhým operačním přístupem a hodnotí jej veskrze kladně, ať už je předmětem studie dlahy Philos či hřeb Targon (Acklin, 2009, Gradl, 2007, Koukakis, 2006, Mittlmeier, 2003, Šmejkal, 2011, Višňa, 2007). Šmejkal (2011) ve své práci konstatuje, že neexistuje jednotný konsenzus ohledně preference konkrétního typu operačního řešení fraktur proximálního humeru, který by byl podpořen studiiemi v rámci EBM (Evidence based medicine). Navíc většina prací, která vznikla na toto téma, hodnotí dosažená procenta Constant score, v porovnání se zdravou končetinou. Tento test zahrnuje hodnocení rozsahů pohybů, svalovou sílu abdukce měřenou pomocí dynamometru a případně vzniklé limitace v rámci ADL (aktivit běžného denního života). Studie, které by porovnávaly operovanou a zdravou stranu, ať už u prvního či druhého operačního přístupu, z hlediska zapojení svalů ramenního pletence pomocí elektromyografie, se moc nevyskytují. Chtěli jsme zjistit, zda existuje nějaké omezení vyplývající jako následek prodělané operace, a to v závislosti na zvoleném operačním přístupu. První možností poškození, které potenciálně mohlo vzniknout, je iatrogenní poškození nervových struktur jednotlivých svalů ramenního pletence, další pak funkčního útlumu svalových struktur.

Zmíněné Constant score nebylo možné v rámci této práce naměřit a vyhodnotit, neboť jsme neměli k dispozici dynamometr standart spring balance, který se v tomto testu využívá. Jinak bychom mohli mnohem lépe porovnávat námi naměřené výsledky s výsledky ostatních studií.

Fraktury proximálního humeru sice patří mezi poměrně časté zlomeniny, přesto k operační terapii nedochází tak často (Costan, Ashwood, 2008). Proto bylo těžké získat soubor pacientů, kteří by měli podobné parametry, ať už by se jednalo o věk, pohlaví, či uplynulou dobu od operace. Ani mnoho ostatních studií nezahrnuje příliš velké soubory pacientů (Mittlmeier, 2003, Koukakis, 2006). Dalším faktorem, který může ovlivňovat naměřená data, je potom věk jednotlivých probandů. V některých studiích se vyskytuje údaj o využití té které operační metody v závislosti na věku (Thyagarajan, 2009, Koukakis, 2006). U skupiny probandů s dlahou Philos byl průměrný věk 61 let, zatímco u skupiny probandů s hřebem Targon 45. Tento rozdíl může mít vliv na hojení tkání po operaci a následnou rehabilitaci funkčních dovedností ramenního pletence, potažmo celé horní končetiny.

V této práci se nevyskytuje kontrolní skupina zdravých pacientů, porovnávali jsme pouze zdravou a operovanou horní končetinu. Důvod byl ten, že díky variabilitě jednotlivých probandů by bylo náročné vybrat pacienty s podobnou tělesnou konstitucí, jakou měly jednotlivé osoby. Přišlo nám proto vhodnější porovnat operovanou stranu se zdravou. Dalo se předpokládat, že vzhledem k náhlému traumatickému vzniku fraktury byl ramenní pletenec operované strany před úrazem a operací v podobném stavu jako ramenní pletenec zdravé strany. Svůj vliv mohla mít i lateralita jednotlivých pacientů a její vliv na následné zatěžování operované horní končetiny po operaci. Zkoumání laterality ale nebylo předmětem této práce.

Dalším faktorem, který je třeba zmínit, je velikost jizvy. U operační terapie s hřebem Targon dochází k menšímu poškození měkkých tkání. Oproti tomu u operačního přístupu s použitím dlahy Philos se používá deltoideopectorální, deltoideální či mikrodeltoideální přístup, který může více poškodit měkké struktury a vzniká větší jizva. Ta pak svou retrakcí může dále působit jednak sama o sobě inhibičně, zvláště na musculus deltoideus, odkud se utlumení tohoto svalu šíří dál, a jednak jako pasivní odpor při vykonávání některých pohybů, zvláště do zevní rotace a abdukce. Dále pak může následkem tohoto operačního přístupu dojít k poškození n. axillaris (Lewit, 2003).

Pozitivními vlivy, které naopak mohly ovlivnit výsledky v kladném smyslu, bylo stejné pracoviště, kde byli všichni probandi operováni a následně rehabilitováni. Operační terapie víceúlomkových zlomenin proběhla na Traumatologickém oddělení fakultní nemocnice Olomouc. Ucelená rehabilitační terapie pak po několik týdnů probíhala v rámci Kliniky rehabilitace a tělovýchovného lékařství FN Olomouc. Tím by mělo být zajištěno alespoň částečně homogenity jednotlivých probandů z pohledu operačního přístupu a následných faktorů rehabilitace, jako je doba imobilizace a aplikovaný rehabilitační přístup.

5.2 Diskuze k výsledkům

5.2.1 Diskuze k vědecké otázce č. 1

V této otázce jsme měřili a hodnotili zapojení svalů během počáteční fáze abdukce. Vybranými svaly byly m. deltoideus, m. supraspinatus a m. trapezius.

U **m. deltoideus** byly násobky svalové aktivity pouze nepatrně nižší u skupiny Philos ve srovnání se skupinou Targon, takže během počáteční fáze pohybu do abdukce se svalová aktivita tohoto svalu na operovaných stranách nijak výrazně nelišila ($p=0,584$). Tím můžeme vyloučit podezření, že tento sval by byl iatrogeně poškozen či plně funkčně utlumen, neboť se u obou skupin aktivuje, ale nemůžeme poukázat na to, že by u jednoho či druhého přístupu byla aktivita tohoto svalu významně snížena oproti druhé operační metodě.

Porovnáme – li však operovanou a zdravou stranu u každé skupiny (Philos a Targon) zvlášť, nalezneme rozdíly větší. U obou skupin (Targon a Philos) je aktivita m. deltoideus nižší na operované straně než na zdravé. U skupiny Philos lze dokonce konstatovat určitý trend, i když nedosáhl statistické významnosti ($p=0,075$). U skupiny s hřebem Targon již tento trend není ($p=0,138$). U obou skupin se tedy m. deltoideus zapojuje méně na operované straně než na zdravé a výraznější je tento rozdíl u skupiny Philos.

U **m. supraspinatus** můžeme pozorovat větší rozdíl v zapojení, u skupiny Philos je násobek svalové aktivity nižší oproti skupině s hřebem Targon ($p=0,584$). Porovnáme – li však hodnoty u operované a zdravé končetiny, jsou tyto hodnoty u obou skupin mírně vyšší na operované straně, u skupiny s dlahou Philos ($p=0,345$) i u skupiny s hřebem Targon ($p=0,5$). Z toho lze soudit, že tento sval taktéž nebyl nikterak poškozen a aktivuje se u obou skupin probandů. Nižší hladina statistické významnosti, a tudíž větší rozdíl se nachází u skupiny s dlahou Philos. Kelly (2005) ve své práci poukazuje na vyšší aktivitu tohoto svalu během pohybu do abdukce u osob s poškozením rotátorové manžety v porovnání se zdravými jedinci.

M. trapezius byla vyšší hodnota u skupiny probandů s dlahou Philos než u pacientů s hřebem Targon ($p=0,144$). Při porovnání zdravé a operované končetiny u skupiny s dlahou Philos byl prokázán statisticky významný rozdíl ($p=0,046$), na operované straně byl násobek svalové aktivity vyšší než na straně zdravé. U skupiny s hřebem Targon byly taktéž na operované straně zaznamenány vyšší hodnoty, tato data nebyla statisticky významná ($p=0,345$). Můžeme tak usuzovat na to, že dochází k většímu nárůstu svalové aktivity m. trapezius u skupiny probandů s dlahou Philos oproti zdravé straně a zároveň i oproti operované straně skupiny probandů s hřebem Targon. M. trapezius též Kelly (2005) měřil ve své práci a shledal signifikantně vyšší svalovou aktivitu u tohoto svalu u osob s poškozením rotátorové manžety.

Pro kvalitní provedení pohybu do abdukce je potřebná aktivní kontrola glenohumerálního kloubu a kvalitní svalová souhra. M. infraspinatus, m. subscapularis a teres minor zajišťují translaci hlavičky humeru směrem dolů a zevně ji rotují. M. supraspinatus pak působí kompresi humeru přímo do fossa glenoidalis, aby mohlo dojít k pohybu paže směrem nahoru. Pokud je funkce tohoto svalu neadekvátní, působí tah m. deltoideus proti akromionu a tím dochází ke ztížení či blokaci pohybu do abdukce (Neumann, 2002). Z výsledků vyplývá, že zde se m. supraspinatus zapojoval u obou skupin. Nicméně i tak byla hodnota zapojení m. deltoideus nižší u obou skupin na straně operované oproti zdravé, výraznější rozdíl byl u skupiny s dlahou Philos.

Pro pohyb do abdukce je taktéž důležitá souhra mezi m. serratus anterior a m. trapezius, a to zároveň jeho sestupná i vzestupná vlákna. Tyto tři jednotky společně rotují lopatku a tím fossa glenoidalis pro dobré provedení tohoto pohybu. Pokud je tato souhra narušena, vzniká abnormální pohyb paže a m. deltoideus a m. supraspinatus se snadněji unaví, neboť dochází k přílišnému zkrácení těchto svalů, tím se sníží silový potenciál a celkový rozsah pohybu (Neumann, 2002). Už při lehkém oslabení či poruše koordinace tak zde dochází k narušení kinematiky kloubu, což může mít souvislost se vznikem chronického impingement syndromu. Inkoordinace svalové síly mezi jednotlivými svaly lopatky vede k bolestivosti glenohumerálního skloubení a dysfunkci ramenního kloubu. Bolest v této oblasti je často doprovázena hyperaktivitou horních stabilizátorů lopatky (horní a střední část m. trapezius, m. pectoralis minor a případně i m. rhomboidei (Kasman, 1998). Yamaguchi (2000) popisuje ve své studii, že při poškození rotátorové manžety dochází během abdukce k předčasné migraci hlavice humeru směrem nahoru, zatímco u zdravých jedinců zůstává konstantní střed otáčení hlavice humeru uprostřed fossa glenoidalis. Přítomnost poškození rotátorové manžety byla spojena s poruchou normální kinematiky glenohumerálního skloubení. Pro dosažení abdukce tak bylo potřeba větší rotace ve skapulothorakálním spojení. Na poruchu této souhry bychom dle dosažených výsledků mohli poukazovat, hlavně pak u skupiny Philos, kde se vyskytuje statisticky významný rozdíl mezi hodnotami u sestupných vláken m. trapezius a násobky svalové aktivity jsou u této skupiny na operované straně vyšší než na zdravé. U skupiny s hřebem Targon je situace podobná, ale rozdíly mezi operovanou a zdravou stranou nejsou tak významné. Příčinou by mohlo být oslabení dolních fixátorů lopatky a m. serratus anterior, případně toto oslabení může být druhotné v rámci porušené funkce rotátorové manžety a zvýšené aktivity sestupných vláken m. trapezius. Yamaguchi (2000) dále upozorňuje i na to, že větší svalová únava může být predispozicí impingement syndromu.

. Při otevřených repozicích s použitím dlahy Philos je použit přední deltoideopectorální přístup. Řez je veden od laterálního konce klavikuly šikmo distálně k úponu m. deltoideus. Lze jej rozšířit distálněji na humerus i proximálněji s dočasnou desinzercí m. deltoideus. Při tomto řešení je třeba dbát zvýšené pozornosti a mít na paměti průběh n. axillaris ve střední části m. deltoideus, aby nedošlo k jeho poškození. Pro nitrodřeňovou osteosyntézu se používá přístup přes rotátorovou manžetu (Costan a Ashwood, 2008).

5.2.2 Shrnutí vědecké otázky č. 1

V první hypotéze nevyšla statisticky významná data, která by hovořila pro první či druhý typ operačního řešení fraktury proximálního humeru jako lepší volbu. Na základě porovnání operované a zdravé strany však lze usoudit, že u skupiny s hřebem Targon byly nalezeny menší rozdíly a tudíž lze usuzovat na lepší funkční zapojení naměřených svalů. U skupiny Philos byl naopak rozdíl mezi operovanou a zdravou stranou statisticky významný pro *m. trapezius* a pro *m. deltoideus* byla snížena hodnota statistické významnosti, takže můžeme poukazovat na určitý trend, kdy byl násobek svalové aktivity nižší na operované straně než na zdravé.

5.2.3 Diskuze k vědecké otázce č. 2

V této otázce jsme měřili a hodnotili zapojení svalů během pohybu do kliku. Vybranými svaly byly *m. deltoideus*, *m. triceps brachii* a *m. stratus anterior*.

Při porovnání *m. deltoideus* operovaných stran skupiny s dlahou Philos a skupiny s hřebem Targon nebylo dosaženo žádných statisticky významných hodnot ($p=0,465$). U skupiny s dlahou Philos dosahovala naměřená hodnota pouze mírně vyšších hodnot. Při porovnání operované a zdravé strany byl u skupiny Philos násobek svalové aktivity vyšší na operované straně oproti zdravé ($p=0,116$). U skupiny s hřebem Targon tomu tak nebylo, tato hodnota byla pro obě strany podobná ($p=0,686$). To poukazuje na to, že u skupiny Targon se při pohybu v uzavřeném řetězci *m. deltoideus* zapojuje souměrněji, zatímco u skupiny Philos je možné nalézt rozdíl, i když statisticky nedosahuje hladiny významnosti.

Naměřená hodnota *m. triceps brachii* se při porovnání operovaných stran příliš nelišila ($p=0,855$). Při porovnání rozdílu mezi násobky aktivační hodnoty zdravé a operované strany u skupiny Philos bylo dosaženo statisticky významně vyšších hodnot na operované straně ($p=0,028$). U skupiny s hřebem Targon je hodnota násobku svalové aktivity na operované straně vyšší než na straně zdravé, ale tento rozdíl je oproti skupině Philos menší a nedosahuje statistické významnosti ($p=0,893$). Tato data opět mohou poukazovat na větší

souměrnost zapojení svalů u skupiny Targon při pohybu do kliku než jaké bylo naměřeno u skupiny Philos.

Hodnoty pro **m. serratus anterior** se lišily pouze mírně. U skupiny Philos byla tato hodnota mírně snižená na operované straně oproti oproti skupině s hřebem Targon ($p=0,584$). Při porovnání operované a zdravé strany u skupiny Philos byla hodota pro **m. serratus anterior** nižší na oprované straně oproti zdravé ($p=0,463$). U skupiny s hřebem Targon byla taktéž nižší na straně operované, ale tento rozdíl byl minimální ($p=0,893$).

V této vědecké otázce jsme chtěli porovnat zapojení svalů ramenního pletence za změněných podmínek oproti pohybu v otevřeném řetězci, a proto jsme vybrali pohyb do kliku. Pohyb do kliku se odehrává v uzavřeném řetězci, což vyžaduje větší nároky na stabilizaci ramenního pletence. Odehrává se zde menší pohyb, ale kontrakce je excentrická a vyžaduje tak kromě koordinace i větší nároky na svalovou sílu. Kontrola jednotlivých segmentů začíná od trupu a pokračuje přes stabilizovanou lopatku, zpevněný glenohumerální kloub a paži na loket a ruku. Pro dobré provedení je nutná kvalitní ko-kontrakce jednotlivých svalů, hlavně svalů rotátorové manžety, **m. triceps brachii**, **m. deltoideus**, **mm. pectorales** a **m. serratus anterior** (Lehnan, 2006). Tím, že na operované straně byly naměřeny vyšší hodnoty u **m. deltoideus** a **m. triceps brachii**, bychom tak mohli poukázat na horší koordinaci svalů ramenního pletence, potažmo svalů rotátorové manžety, kdy zmíněné svaly jakožto svaly síly (Neumann, 2002) přebírají funkci svalů menších. Tyto rozdíly byl zřetelnější u skupiny Philos

Dle Čákové (2008) je pro kvalitní oporu nutná stabilizovaná lopatka, tuto souhru ve frontální rovině zajišťuje **m. serratus anterior** a **m. triceps brachii**. Následně dochází k horizontální abdukci a zevní rotaci. Zevní rotaci zajišťují svaly rotátorové manžety. Pro centrované postavení hlavice humeru vůči jamce je též důležitá koaktivace dlouhých hlav **m. triceps brachii** a **m. biceps brachii**. Proto pokud pozorujeme zvýšenou hodnotu násobku svalové aktivity u **m. triceps brachii** a **m. deltoideus**, a to ve větší míře u skupiny Philos, můžeme usuzovat na nedostatečnou stabilizaci ramene a lopatky, která by měla být zajištěna svaly rotátorové manžety a nedostatečnou ko-kontrakci **m. biceps brachii** a **m. triceps brachii**.

U skupiny Targon je tento trend též naznačen, ale rozdíly mezi operovanou a zdravou stranou jsou zde menší a nedosahují ani u jednoho svalu statistické významnosti.

5.2.4 Shrnutí vědecké otázky č. 2

Při provnání operovaných stran u dlahy Philos a hřebu Tragon nevyšla statisticky významná data, která by hovořila pro první či druhý typ operačního řešení fraktury proximálního humeru jako lepší volbu. Při porovnání operované a zdravé strany u obou skupin však lze konstatovat, že u skupiny s hřebem Targon byly nalezeny menší rozdíly. U skupiny Philos byl naopak rozdíl hodnot mezi operovanou a zdravou stranou statisticky významný pro m. triceps brachii.

5.2.5 Porovnání rozsahů pohybů

Pokud porovnáme rozsahy pohybu u jednotlivých probandů, zjistíme v první skupině osob s dlahou Philos široké spektrum rozdílných hodnot. U druhé skupiny tak výrazné rozdíly nenacházíme, ani v jednom ze zkoumaných rozsahů pohybů. Pokud ale porovnáme průměrné hodnoty, vychází v tomto ohledu skupina s hřebem Targon mnohem lépe. Je zajímavé, že při porovnání aktivního a pasivního rozsahu pohybu u skupiny s dlahou Philos lze pozorovat poměrně velké rozdíly, což by mohlo poukazovat na to, že omezený rozsah pohybu není způsoben strukturálními změnami.

Při porovnání aktivní abdukce a aktivní flexe u skupiny s dlahou Philos a skupiny s hřebem Targon nedosahují data statisticky významných hodnot. Pro aktivní abdukci je možné konstatovat, že se zde vyskytuje určitý trend a u pacientů s hřebem Targon bylo dosaženo vyšších hodnot. Při porovnání operované a zdravé strany byly prokázány statisticky významné rozdíly u skupiny s dlahou Philos i skupiny s hřebem Targon. U skupiny s dlahou Philos bylo dosaženo nižší p hodnoty ($p=0,027$) pro pohyb do ventrální flexe i abdukce než u skupiny s hřebem Targon ($p=0,042$). U skupiny Philos tak byly naměřeny větší rozdíly mezi rozsahy těchto pohybů.

ZÁVĚR

V této práci jsme se zaměřili na porovnání dvou operačních přístupů, které se používají u víceúlomkových zlomenin, které je nutné řešit operačně. Prvním z nich byla dlahu Philos, které se přikládá zvenku na kost, druhým pak nitrodřeňový hřeb Targon. Cílem této práce bylo podat souhrnné informace o ramenním pletenci, frakturách proximálního humeru a operačním řešení těchto zlomenin. Dále pak pomocí polyelektromyografie porovnat, která z těchto dvou metod je v rámci následného funkčního zapojení ramenního pletence po prodělané operaci vhodnější.

U skupiny probandů s implantovanou dlahou Philos byly naměřeny větší rozdíly mezi hodnotami operované a zdravé strany než u skupiny s hřebem Targon. Pro pohyb do abdukce byla hodnota pro m. deltoideus u skupiny Philos nižší na operované straně a naopak hodnota pro m. supraspinatus a m. trapezius vyšší. Pro m. trapezius u skupiny Philos dosáhl hladiny statistické významnosti. U skupiny s hřebem Targon byly tyto rozdíly mezi zdravou a operovanou stranou též pozorovány u výše zmíněných svalů, ale tyto rozdíly byly menší a nedosáhly statistické významnosti. Pro pohyb do kliku byla u skupiny Philos hodnota pro m. serratus anterior na operované straně nižší a naopak pro m. triceps brachii vyšší. Rozdíl mezi operovanou a zdravou stranou m. triceps brachii u skupiny Philos dosáhl statistické významnosti. U skupiny Targon zde byly též pozorovány rozdíly mezi hodnotami zdravé a operované strany, ale tyto rozdíly byly menší. Aktivní rozsahy pohybů do abdukce a ventrální flexe byly na operované straně horší u skupiny s dlahou Philos.

Můžeme tedy poukázat na porušenou koordinaci svalů, která je výraznější u skupiny Philos, s poškozením rotátorové manžety a používáním náhradního stereotypu pohybu. Dále pak v rámci neadekvátního průběhu pohybu může být vysvětlením těchto výsledků vznik impingement syndromu, který brání provedení kvalitního pohybu. Mezi autory studií na toto téma se uvádí impingement syndrom jako jedna z možných komplikací, která může po tomto operačním zákroku nastat. V celkovém zhodnocení proto vychází operační zákrok s implantací hřebu Targon jako výhodnější pro dosažení optimálnějšího funkčního zapojení po prodělaném traumatu.

Použité zdroje

- Acklin, M. et al.: Minimal Invasive PHILOS-Plate Osteosynthesis in Proximal Humeral Fractures, *European Journal of Trauma and Emergency Surgery Original*, 2009, 35/1
Dostupné na internetové adrese:
<http://www.springerlink.com/content/821wnq1514880695>
- Aesculap orthopaedics: Intramedullary Nail System for the Proximal Humerus and the Humeral Shaft, 2009
Dostupné na internetové adrese:
http://www.aesculap-extra.net/public/frame_doc_index.html?med_id=100052449
- Bartoníček, J., Heřt, J.: *Základy klinické anatomie pohybového aparátu*, 1. vydání, Praha: Maxdorf, 2004
ISBN: 80-7345-017-8
- Bastlová et al.: Strategie rehabilitace po frakturách porximálního humeru, *Rehabilitace a fyzikální lékařství* 2004, 1, 3 - 18
- Cailliet, R.: *Shoulder pain*, 3. vydání, USA: F. A. Davis Company, 1991
ISBN: 0-8036-1614-7
- Copeland, S. A.: Fractures of the proximal humerus. *Current Orthopaedics*, 1995:9:241-8
- Costan, L., Ashwood N.: Injuries to the proximal humerus, *Trauma* 2008; 10: 175–182
- Čápková, J.: *Terapeutický koncept "Bazální programy a podprogramy"*, 1. vydání, Ostrava: Repronis, 2008
ISBN: 978-80-7329-180-8
- David, G., et al.: EMG and strenght correlates of selected shoulder muscles during rotations of the glenohumeral joint. *Clinical Biomechanics*, 2000,15
- De Luca, C. J.: The use of surface electromyography in biomechanics, *Journal of applied biomechanics*, 1997, 13, 135-163
- Dylevský, I. : *Speciální kineziologie*, 1. vydání, Praha: Grada, 2009

ISBN: 80-7345-017-8

- Fazal, M. A., Hadad, F. S.: Philos plate fixation for displaced proximal humeral fractures, *Journal of Orthopaedic Surgery* 2009,17/1

Dostupné na internetové adrese:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19398786>

- Gradl, G. et al.: Angular and sliding stable antegrade nailing (Targon PH) for the treatment of proximal humeral fractures, *Archives of Orthopaedic&Trauma Surgery*, 2007, 127

Dostupné na internetové adrese:

<http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=2&hid=10&sid=f747b296-d6ca-446e-b5b7-3e8900e84f45%40sessionmgr4&bdata=JnNpdGU9ZWhvc3QtbGl2%3d#db=s3h&AN=27081294>

- Hamill, J., Knutzen, K. M.: *Biomechanical basis of human movement*, 3. vydání, USA: Lippincott Williams&Wilkins, 2009

ISBN: 978-0-7817-9128-1

- Hertel, R. et al.: Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus, *Journal of shoulder and elbow surgery*, 2004, 13

Dostupné na internetové adrese:

[http://www.jshoulderelbow.org/article/S1058-2746\(04\)00079-5/](http://www.jshoulderelbow.org/article/S1058-2746(04)00079-5/)

- Hertling, D., Kessler, R. M.: *Management of common musculoskeletal disorders: physical therapy principles and methods*, 4. vydání, USA: Lippincott Williams&Wilkins, 2006

ISBN: 978-0-7817-3626-9

- Janda, V., Pavlů, D.: *Goniometrie*, 1. vydání, Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1993

ISBN: 80-7013-160-8

- Janda, V.: *Svalové funkční testy*, 1. vydání, Praha: Grada, 2004

ISBN: 80-247-0722-5

- Kapandji, A. I.: *The physiology of the joints, volume 1 - The upper limb*, 6. vydání, London: Churchill livingstone elsevier, 2007
ISBN-13: 978-0-4431-0350-6
- Kasman, G. S. et al.: *Clinical application in surface electromyography*, 1. vydání, Maryland: An Aspen Publication, 1998
ISBN:0-8342-0752-4
- Kazakos K. et al.: Internal fixation of proximal humerus fractures using the Polarus intramedullary nail, *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 2007, 89
Dostupné na internetové adrese:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17619889>
- Kelly et al.: Differential patterns of muscle activation in patients with symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears, *Journal of shoulder and elbow surgery*, 2005, 165 – 171
Dostupné na internetové adrese:
<http://www.jshoulderelbow.org/article/S1058-2746%2804%2900188-0/fulltext>
- Korner J. et al.: Crossed screw osteosynthesis of proximal humerus fractures, *Zeitschrift fur orthopedie und Unfallchirurgie*, 2001, 104
Dostupné na internetové adrese:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11572128>
- Koukakis, A. et al.: Fixation of Proximal Humerus Fractures Using the PHILOS Plate: Early Experience, *Clinical Orthopaedic and Related Research*, 2006, 442
Dostupné na internetové adrese:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16394749>
- Latash, L. M.: *Neurophysiological Basis of Movement*, 1. vydání, USA: Human Kinetics, 1998
ISBN: 0-88011-756-7
- Lehnan, G. J.: Shoulder muscle EMG acitivity during push up variations on and off a Swiss ball, *Dynamic medicine*, 2006, 5:7

- Lewit, K.: *Manipulační léčba*, 5. vydání, Praha: Sdělovací technika, 2003
ISBN: 80-86645-04-5
- Máček, M., Vávra, J.: *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže*, 2. vydání, Praha: Avicenum, 1998
ISBN: není uvedeno
- Mathews, J., Lobenhoffer, P.: The Targon PH nail as an internal fixator for unstable fractures of the proximal humerus, *Operative Orthopädie und Traumatologie*, 2007, 19
Dostupné na internetové adrese:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17728984>
- McRae, R., Esser, M.: *Practical fracture treatment*, 4. vydání, London: Churchill livingstone elsevier, 2002
ISBN: 0-443-07037-7
- Mittlmeier, W. F. et al.: Stabilization of proximal humeral fractures within an angular and sliding stable antegrade locking nail (Targon PH), *The Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*, 2003,85
Dostupné na internetové adrese:
http://www.ejbs.org/cgi/content/extract/85/suppl_4/136
- Nestrojil, P.: Použití úhlově stabilních implantátů u zlomenin proximálního humeru, *Medical tribune*, 2008, 35
Dostupné na internetové adrese:
<http://www.tribune.cz/clanek/13120>
- Neumann, D. A.: *Kinesiology of the musculoskeletal system*, 1. vydání, USA: Evolve, 2002
ISBN: 0-8151-6349-5
- Oatis, C. A.: *Kinesiology : The biomechanic and pathomechanics of human movement*, 2. vydání, USA: Wolters Kluwer, 2009
ISBN: 978-0-7817-7422-2

- PHILOS + PHILOS Long. The anatomic fixation system for the proximal humerus with angular stability, Surgical technique, *manuál firmy Synthes*, Switzerland: Stratec Medical, 2005

Dostupné na internetové adrese:

<http://www.shoulderdoc.co.uk/documents/Philos.pdf>

- Pokorný, V.: *Traumatologie*, 1. vydání, Praha: Triton, 2002
ISBN: 80-7254-277-X
- Rodová et al.: Současné možnosti využití povrchové elektromyografie, *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2001, 4
- Schffpinger G., Szyszkowitz R., Selbert F. J.: Current concepts in the treatment of proximal humeral fractures, *Current Orthopaedics*, 1997, 11
Dostupné na internetové adrese:
[www.medicinepublishing.com/periodicals/ycuor/article/S0268-0890\(97\)90035-9/pdf](http://www.medicinepublishing.com/periodicals/ycuor/article/S0268-0890(97)90035-9/pdf)
- Šmejkal, K. et al.: Operační léčba zlomenin proximálního humeru, *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae*, 2011, 321 - 327
- Thyagarajan, D. S. et al.: Functional outcome following proximal humeral interlocking system plating for displaced proximal humeral fractures, *International Journal of Shoulder Surgery*, 2009, 3
Dostupné na internetové adrese:
<http://www.internationalshoulderjournal.org/article.asp?issn=0973-6042;year=2009;volume=3;issue=3;spage=57;epage=62;aulast=Thyagarajan>
- Věle, F.: *Kineziologie – Přehled kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*, 2. vydání, Praha: Triton, 2006
ISBN: 80-7254-837-9
- Věle, F.: *Obecná kineziologie*, 1. vydání, Praha: Grada, 2007
ISBN: 978-80-247-1649-7
- Vojta, V., Peters, A.: *Vojtův princip*, 3. vydání, Praha, 2010

ISBN: 978-80-247-2710-3

- Višňa P. et al.: Ošetření zlomenin proximálního humeru pomocí úhlově stabilního antegrádního zajištěného nitrodřeňového hřebu – prospektivní studie, *Rozhledy v Chirurgii*, 2007, 4

Dostupné na internetové adrese:

<http://www.prolekare.cz/rozhledy-v-chirurgii-clanek?id=2294>

- Whiting, W. C., Zernicke, R. F.: *Biomechanics of musculoskeletal injury*, 2. vydání, USA: Human Kinetics, 2008

ISBN-13: 978-0-7360-5442-3

- Yamaguchi et al.: Glenohumeral motion in patients with rotator cuff tears: A comparison of asymptomatic and symptomatic shoulders, *Journal of shoulder and elbow surgery*, 2000, 6 – 11

Dostupné na internetové adrese:

<http://www.jshoulderelbow.org/article/S1058-2746%2800%2990002-8/fulltext>

- Žvák, I. et al.: *Traumatologie ve schématech a RTG obrazech*, 1. vydání, Praha: Grada, 2006

ISBN: 80-247-1347-0

Příloha 1. – dotazník pro kineziologický rozbor pacienta

Vyšetřovací protokol pro diplomovou práci

datum:

Jméno pacienta:.....ročník.....

typ osteosyntézy: Targon / Philos

datum operace:

1) měření kloubních rozsahů ramenního kloubu (metoda SFTR)

levá		Rozsah pohyblivosti kloubní	pravá	
aktivní	pasivní	Ramenní kloub	Aktivní	pasivní
		FLEXE 0 - 180		
		EXTENZE 0 - 50		
		ABDUKCE 0 - 180		
		HORIZONTÁLNÍ ABDUKCE 0 - 125		
		VNITŘNÍ ROTACE 0 - 95		
		ZEVNÍ ROTACE 0 - 80		

Poznámky:

2) svalový funkční test (dle Jandy)

levá	Svalový funkční test	pravá
	m. trapezius (<i>sestupná vlákna – horní část</i>)	
	m. deltoideus (<i>střední – abdukční část</i>)	
	m. triceps brachii	
	m. biceps brachii	
	m. supraspinatus	
	m. infraspinatus	
	m. serratus anterior	
	m. latissimus dorsi	

Poznámky:

Příloha 1. – dotazník pro kineziologický rozbor pacienta – druhá strana

3) funkční vyšetření aktivních pohybů ramenního kloubu

zevní rotace

pacient /-ka dosáhne na:

ústa	čelo	temeno hlavy	zátylek	trn C 7
------	------	--------------	---------	---------

vnitřní rotace

pacient /-ka dosáhne na:

sakrum	zadní křisty	trn L 5	trn Th 10
--------	--------------	---------	-----------

addukce

pacient /-ka dosáhne na zdravé končetině na:

klíček	akromion	zadní plochu ramene	vnitřní hranu lopatky
--------	----------	---------------------	-----------------------

4) bolest

- trvalý charakter bolesti

ANO / NE

- bolest interminentní, únavová po zátěži

ANO / NE

- bolest v noci

ANO / NE

- bolest občasná, nezávislá na vnějších okolnostech

ANO / NE

Příloha 2. – tabulka s vyhodnocenými daty z kineziologického dotazníku

	Věk	Op str	AF OP	AF ZD	AAB OP	AAB ZD	Bolest trvalá	Bolest po zátěži	Bolest v noci
Philos									
1.	71	L	95	180	100	180	A	A	A
2.	48	P	45	180	80	180	N	A	N
3.	65	L	160	180	160	170	N	A	N
4.	65	P	90	180	130	180	N	N	A
5.	56	L	85	170	110	180	N	A	A
6.	63	P	100	180	130	180	A	A	N
Targon									
7.	38	P	120	180	150	180	N	N	N
8.	57	P	130	170	150	180	N	A	N
9.	48	P	95	180	100	160	N	A	A
10.	30	L	170	180	170	180	A	A	N
11.	54	L	120	180	150	170	N	N	A

Příloha 3. - Obr. 1. Klasifikace zlomenin proximálního humeru dle Neera

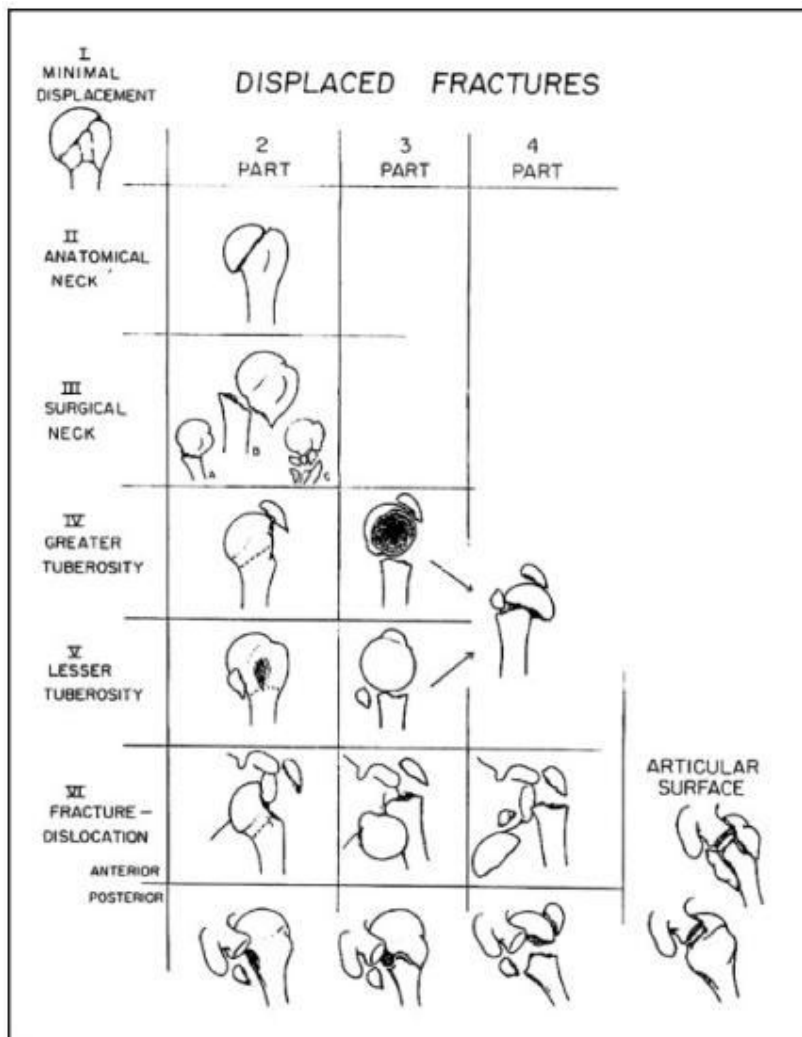


Figure 1. Neer classification of proximal humerus fractures.

(dostupné na internetové adrese www.achot.cz)

Příloha 3. - Obr. 2. AO klasifikace zlomenin proximálního humeru

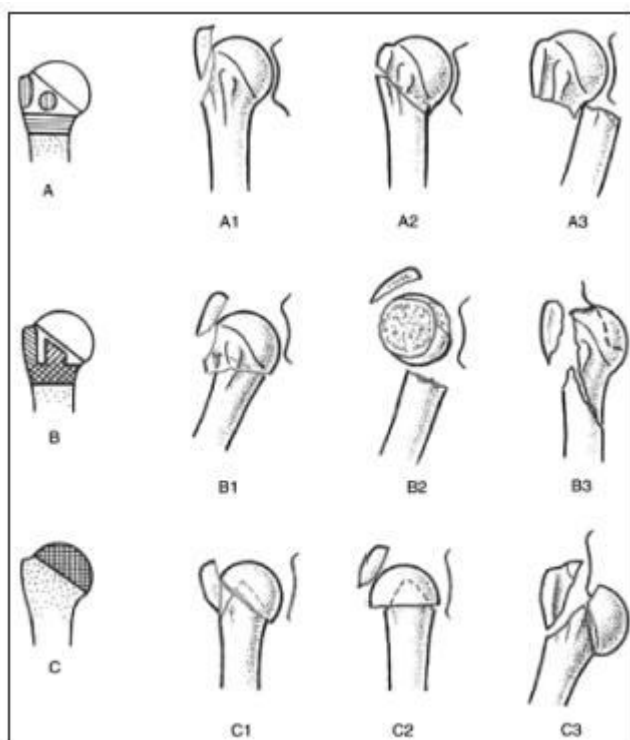


Figure 2. AO classification of proximal humerus fractures.

(dostupné na internetové adrese www.achot.cz)

Příloha 3. - Obr. 3. Nitrodřeňový hřeb Targon PH



(obrázek dostupný na webové adrese www.bbraun.com)

Příloha 3. - Obr. 4. Dlahy Philos



(dostupné na internetové adrese www.synthes.com)