

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury

REHABILITACE RAMENNÍHO PLETENCE U BASEBALLOVÝCH NADHAZOVAČŮ  
Bakalářská práce

Autor: Kristýna Horáková  
Vedoucí: Mgr. David Smékal, Ph.D.  
Olomouc 2016

**Jméno a příjmení autora:** Kristýna Horáková

**Název bakalářské práce:** Rehabilitace ramenního pletence u baseballových nadhazovačů

**Pracoviště:** Katedra fyzioterapie

**Vedoucí bakalářské práce:** Mgr. David Smékal, Ph.D.

**Rok obhajoby bakalářské práce:** 2016

**Abstrakt:** Bakalářská práce se zabývá problematikou pohybu nadhazovače, kdy dochází k velkému chronickému přetěžování struktur ramenního pletence. Součástí práce je shrnutí anatomických a kineziologických poznatků, které jsou klíčové k porozumnění mechanismu nadhozu baseballového nadhazovače. Popis jednotlivých fází nadhozu umožňuje pochopení kinematiky pohybu, rizikových faktorů vzniku zranění ramenního pletence a možností jejich prevence. Ve speciální části je popsáno klinické vyšetření a možnosti terapie ramenního pletence.

**Klíčová slova:** rameno, baseball, overhead, prevence, fyzioterapie, mechanismus nadhozu

Souhlasím s půjčováním bakalářské práce v rámci knihovních služeb.

**Author's Name and Surname:** Kristyna Horakova

**Title of the Bachelor's Thesis:** Rehabilitation of the Shoulder Girdle of Baseball Pitchers

**Institution:** Department of Physiotherapy

**Thesis Supervisor:** Mgr. David Smekal, Ph.D.

**Year of Thesis Defense:** 2016

**Abstract:** This Bachelor's thesis deals with overhead pitching movement during which the shoulder girdle structures are being heavily and chronically overloaded. The thesis includes a summary of the anatomical and kinesiological insights crucial for the understanding of the pitching mechanism in baseball. A description of the various pitching stages allows for the understanding of the movement kinematics, risk factors connected to injuries of the shoulder girdle, and possible ways of prevention. The final part of the thesis describes the clinical examination and possible options of shoulder girdle therapy.

**Keywords:** shoulder, baseball, overhead, prevention, physiotherapy, pitching mechanics

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

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Davida Smékala, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 26. 4. 2016

.....



Děkuji Mgr. Davidu Smékalovi, Ph.D. za rady při psaní bakalářské práce a baseballovému nadhazovači Draků Brno Radimovi Chroustovi za pomoc při zpracování práce.

# OBSAH

<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>2 TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Fylogeneze a ontogeneze.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Anatomie ramenního pletence .....</b>	<b>10</b>
2.2.1 Kostí .....	10
2.2.1.1 Klavikula .....	10
2.2.1.2 Skapula .....	10
2.2.1.3 Humerus.....	11
2.2.2 Kloubní a vazivová spojení.....	12
2.2.2.1 Articulatio sternoclavicularis.....	12
2.2.2.2 Articulatio acromioclavicularis.....	13
2.2.2.3 Torakoskapulární spojení .....	13
2.2.2.4 Subdeltoideální kloub .....	14
2.2.2.5 Articulatio humeri .....	14
2.2.3 Podporující struktury glenohumerálního kloubu.....	15
2.2.5 Svaly .....	16
2.2.5.1 Svaly ramenního pletence.....	16
2.2.5.2 Skapulohumerální svaly .....	17
2.2.5.3 Torakohumerální svaly.....	19
2.2.6 Inervace svalů a kloubů ramenního komplexu .....	19
<b>2.3 Kineziologie ramenního komplexu .....</b>	<b>21</b>
2.3.1 Kinematika akromioklavikulárního (AC) a sternoklavikulárního (SC) skloubení .....	21
2.3.2 Kinematika skapulotorakálního skloubení.....	22
2.3.3 Kinematika glenohumerálního kloubu.....	23
2.3.4 Pohybové stereotypy a rytmy.....	24
2.3.5 Dynamické stabilizátory ramenního kloubu .....	25
2.3.6 Otevřený a uzavřený kinematický řetězec.....	26
2.3.7 Svalové smyčky a řetězce .....	26
2.3.7.1 Řetězce mezi trupem a lopatkou .....	27
2.3.7.2 Řetězce mezi ramenním pletencem a trupem.....	28
2.3.7.3 Zkřížené dlouhé řetězce trupu .....	28
<b>2.4 Baseball.....</b>	<b>30</b>
2.4.1 Pozice nadhazovače v poli .....	30
2.4.2 Fáze nadhozu .....	30
2.4.2.1 „Wind-up“ .....	31
2.4.2.2 „Early-cocking“/ „stride“.....	32
2.4.2.3 „Late cocking“ .....	34
2.4.2.4 „Acceleration“ .....	35
2.4.2.5 „Deceleration“ .....	35
2.4.2.6 „Follow through“.....	36
2.4.3 Rizikové faktory poranění nadhazovačů.....	36
2.4.3.1 Špatná mechanika pohybu.....	36
2.4.3.2 Přetížení .....	38
<b>2.5 Nejčastější zranění nadhazovačů .....</b>	<b>39</b>
2.5.1 Přední instabilita glenohumerálního (GH) kloubu .....	39
2.5.2 Zadní instabilita glenohumerálního (GH) kloubu.....	39
2.5.3 Subakromiální impingement syndrom .....	40
2.5.4 Parciální a celkové ruptury rotátorové manžety .....	42
2.5.5 Tendinóza šlachy dlouhé hlavy m. biceps brachii.....	43
2.5.6 SICK syndrom .....	43
2.5.7 SLAP léze ramene (Superior Labral Tear from Anterior to Posterior).....	45

2.5.8 GIRD (Glenohumeral internal rotation deficit) .....	46
2.5.9 Vnitřní glenoideální impingement .....	47
2.5.10 Bennetova léze .....	47
<b>3 SPECIÁLNÍ ČÁST .....</b>	<b>49</b>
<b>3.1 Klinické vyšetření ramenního pletence .....</b>	<b>49</b>
3.1.1 Anamnéza .....	49
3.1.2 Aspekce .....	50
3.1.3 Palpace .....	51
3.1.4 Vyšetření rozsahu pohybu .....	52
3.1.5 Speciální vyšetřovací testy .....	53
3.1.5.1 Impingement syndrom .....	53
3.1.5.2 Instabilita glenohumerálního kloubu .....	56
3.1.5.2.1 Testy na anteriorní instabilitu .....	56
3.1.5.2.2 Test na inferiorní instabilitu .....	58
3.1.5.2.3 Testy na posteriorní instabilitu .....	59
3.1.5.3 Patologie rotátorové manžety .....	59
3.1.5.3 Patologie šlachy dlouhé hlavy bicepsu .....	60
3.1.5.4 Testy na lézi labrum glenoidale .....	61
3.1.6 Testování hypermobility .....	63
<b>3.2 Terapie .....</b>	<b>64</b>
3.2.1 Léčebná rehabilitace .....	64
3.2.1.1 Léčebná rehabilitace po již vzniklé patologii ramenního pletence .....	65
3.2.2 Prevence .....	70
3.2.2.1 Protahování .....	70
3.2.2.2 Dynamická a statická stabilizace ramene .....	72
3.2.2.3 Stabilita trupu .....	74
3.2.2.4 Kineziotaping .....	76
3.2.2.5 Lokální kryoterapie .....	77
3.2.3 Autoterapie .....	78
3.2.3.1 Protahování kloubního pouzdra .....	78
3.2.3.2 Thrower's ten exercise program .....	78
<b>4 KAZUISTIKA PACIENTA .....</b>	<b>79</b>
<b>5 DISKUZE .....</b>	<b>83</b>
<b>6 ZÁVĚR .....</b>	<b>88</b>
<b>7 SOUHRN .....</b>	<b>89</b>
<b>8 REFERENČNÍ SEZNAM .....</b>	<b>91</b>
<b>9 PŘÍLOHY .....</b>	<b>100</b>

## 1 ÚVOD

Baseball patří v jižní Americe, USA či ve východní Asii mezi nejoblíbenější sporty vůbec. V České republice stále ještě patří mezi sporty méně známé a sledované. Jeho obliba ovšem pomalu stoupá, také díky úspěchům českých baseballistů, jak na evropské, tak na světové úrovni.

Tvrdí se, že baseballový nadhoz je jeden z nejrychlejších sportovních pohybů vůbec. K provedení nadhozu je zapotřebí vyvinutí extrémní rychlosti, síly, flexibility, koordinace a neuromuskulární kontroly. Repetitivní nadměrné zatížení, které je během pohybu kladeno na ramenní pletenec často končí jeho zraněním. Znalost kinematiky pohybu nadhazovače je pro fyzioterapeuta esenciální k pochopení případného mechanismu zranění a k nastolení správného preventivního režimu.

Ráda bych se proto v bakalářské práci zabývala problematikou jednotlivých fází nadhozu, jejich správným provedením a zraněními, které mohou během konkrétních fází vznikat. Pro správné provedení, dostatečnou rychlost a efektivitu nadhozu je potřeba určité rovnováhy mezi adekvátní laxitou kloubu, pro dosažení požadovaných extrémních rozsahů pohybů a dostatečnou stabilitou kloubu, která brání vzniku subluxace nebo instability ramene. Tato vyváženost bývá nazývána jako „throwers paradox“.

V terapii nadhazovače, ať už preventivní nebo symptomatické, je potom důležité z výše zmíněného „throwers paradox“ vycházet. Je nutné najít střední cestu mezi udržováním potřebného rozsahu pohybu a stabilizací ramenního pletence.

## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Fylogeneze a ontogeneze

„Končetiny se vyvinuly ve fylogenezi z tzv. ploutvičkovitého lemu, což byla pohyblivá, vlnovitě se prohýbající řasa po bocích těla u nejprimitivnějších, ve vodě se pohybujících obratlovců“ (Bartoníček, 2004, 26). Postupně došlo k redukci jeho střední části a zůstala horní a dolní končetina odpovídající prsní a břišní ploutvi ryb. Postupně se tedy primitivní ploutev přestavila v končetiny čtvernožců (Čihák, 2011).

Během přechodu z kvadrupedální lokomoce na bipedální, prošel ramenní pletenec množstvím změn. Oba páry končetin odpovídají párovým hrudním a břišním ploutvím prvohorních ryb, takže mají původně stejnou lokomoční funkci. Rozdíl v jejich stavbě pak vyplývá z jejich rozdílné funkce. S výjimkou útlého dětství ztrácí horní končetina většinu lokomočních funkcí (Dylevský, 2009).

Ontogenetický vývoj horní končetiny začíná o něco dříve než vývoj končetiny dolní. Jednotlivé fáze postupují proximodistálně. Kolem čtvrtého týdne po oplození se začíná tvořit končetinový pupen, který je pod vrstvou ektodermu tvořen mezenchymem. Během dalšího vývoje se pupen hodně rychle zvětšuje a začíná se morfologicky diferencovat. Postupně tak vznikají základy skeletu, cév a svalů. Na začátku 2. měsíce se tvoří chrupavčitý model budoucí kosti. Svalová vlákna vznikající z myotomů se za normálních okolností tvoří až v době fetální (3. až 4. měsíc).

Kloubní spojení se zakládá ve 2. měsíci nitroděložního života. Na konci embryonálního období, respektive začátku fáze fetální jsou končetiny morfologicky dotvořeny včetně diferenciací všech komponent (volné prsty) (Bartoníček, 2004).

## 2.2 Anatomie ramenního pletence

Ramenní kloub má největší pohyblivost ze všech kloubů lidského těla. Ta je dána jak anatomickou stavbou, tak účastí ostatních kloubů pažního pletence. Volná končetina je řetězcem různě pohyblivých segmentů.

### 2.2.1 Kostí

Mezi kostěné segmenty ramenního pletence patří klíční kost (clavicula), lopatka (scapula) a kost pažní (humerus).

#### 2.2.1.1 Klavikula

Je štíhlá, povrchově uložená kost dosahující délky až 16 cm. Díky esovitému zakřivení umožňuje zvýšení rozsahu elevace ramene. Mediální okraj klíčku (facies articularis sternalis) je kloubně spojen s manubrium sterni (incisura clavicularis), laterální okraj klíční kosti (facies articularis acromialis) je sklouben s akromionem (Čihák, 2001).

„Při pohybu v ramenním kloubu opisuje klíček jakoby tvar kužele s vrcholem ve sternoklavikulárním kloubu.“ Klíček při pohybu v ramenním kloubu rotuje přibližně v rozsahu 45° (Kolář, 2009, 144).

#### 2.2.1.2 Skapula

Lopatka je trojúhelníková kost, která svou přední plochou naléhá na zadní stranu hrudníku. Zadní strana lopatky je spinou scapulae rozdělena napříč. Spina scapulae pokračuje nad laterální úhel lopatky a vyčnívá směrem dopředu jako plochý výběžek - acromion (nadpažek). Lopatka s klíční kostí svírají úhel asi 60°. Když je lopatka v neutrální pozici, leží mezi 2. a 7. žebrem. Dolní úhel lopatky je vytočen zevně od sagitály a margo medialis se sagitální rovinou svírá úhel 3 - 5° (Kolář, 2009).

Na horním okraji lopatky nacházíme processus coracoideus, který vyčnívá dopředu a je úponem lig. coracoacromiale a některých svalů ramenního pletence. Incisura scapulae je zářez na horním okraji mediálně od proc. coracoideus, který je

doplněn pomocí lig. transversum scapulae superius v otvor, kudy prochází n. suprascapularis (Čihák, 2001).

Dle Biglianiho rozlišujeme 3 typy akromionu, v závorce uvedena incidence v populaci:

- 1. typ - rovný (17 %)
- 2. typ - oblý (43 %)
- 3. typ - hákovitý (39 %)

Tvar akromionu ovlivňuje velikost subakromiálního prostoru a akromion typu 3 je pak uváděn jako možná příčina impingement syndromu. Výskyt ruptury rotátorové manžety u akromionu typu 3 je dle Koláře (2009) až 70 %.

Lopatka je schopna elevace (40°), deprese (10°), protrakce (30°), retrakce (25°), laterální rotace spodního úhlu (60°) - úhel se vzdaluje od původní polohy asi o 10 cm laterálně a horní úhel 2 - 3 cm inferomediálně a rotace kolem příčné osy (až o 23°) – naklonění lopatky horní hranou dorsálně (Kolář, 2009).

Lopatka artikuluje s pažní kostí pomocí cavitas glenoidalis, která tvoří zakončení laterálního úhlu lopatky. Jamka je k rovině lopatky skloněna asi 9° dorsálně. Celková plocha jamky bez labra tvoří pouze 1/4 až 1/3 povrchu kloubní plochy hlavičky humeru (Bartoníček, 2004).

### 2.2.1.3 Humerus

Je dlouhá kost, na které rozlišujeme caput humeri, corpus humeri a condylus humeri. Distální konec pažní kosti je oproti proximální části zevně rotován. Během změny postavení lopatky v průběhu vývoje jedince se torzní úhel zmenšuje ze 60° (novorozenec) na 16° (Kolář, 2009).

Na caput humeri rozlišujeme tuberculum majus et minus, na které se upínají svaly začínající na lopatce. Mezi nimi se nachází sulcus intertubercularis, kterým prochází šlacha dlouhé hlavy bicepsu. Průměrná šířka žlábků se uvádí dle různých autorů rozdílně, 8,7 mm (Urita, 2016), 11,6 mm (Pfahler, 1999), 10,1 mm (Wafae, 2010). Hloubka žlábků se pohybuje od 4,0 mm (Wafae, 2010) po 4,2 mm (Urita, 2016). Šlacha dlouhé hlavy bicepsu je dle Pfahlera (1999) asi 4,1 mm tlustá. Sklon vnitřní hrany žlábků je značně variabilní, pohybuje se v rozmezí 30°- 90°, při kombinaci mělkého žlábků s malým sklonem vnitřní hrany se vytváří vysoká pravděpodobnost luxace šlachy (Dylevský, 2009). Dle Phalera (1999) u 65 % pacientů s patologií dlouhé

hlavy m. biceps brachii byl přítomen příliš ostrý úhel žlábků nebo naopak příliš mělký žlábek.

Pfahler (1999) uvádí sklon mediálního okraje žlábků v rozmezí 9°-74°. Celkový úhel rozepjatý mezi oba okraje žlábků je v průměru 105°- 106° (Pfahler, 1999; Wafae, 2010).

Hlava humeru směřuje kraniálně, mediálně a dorzálně a odpovídá 1/3 koule o poloměru 3 cm. Kapitodiazfyzární úhel je 130° (Kolář, 2009).

## 2.2.2 Kloubní a vazivová spojení

### 2.2.2.1 Articulatio sternoclavicularis

Složený kloub, kde se stýká incisura claviculae sterni, discus articularis a facies articularis sternalis claviculae je hlavním spojením pletence s osovou kostrou. Discus je po celém obvodu srostlý s kloubním pouzdrům, takže dělí kloubní štěrbinu na dvě části. Sternální konec klavikuly přesahuje ventrálně přes jamku a prohlubuje incisura jugularis sterni (Čihák, 2001).

Tvarově odpovídají kloubní plochy sedlovitému kloubu. Incisura claviculae sterni je konkávní a facies articularis sternalis konvexní. Kloubní pouzdro je krátké a silné a je vyztuženo pevnými vazy: ligamentum sternoclaviculare anterius et posterius, která srůstají s kloubním pouzdrům, ligamentum interclaviculare, spojující obě klavikuly podél horního okraje sternu a nejsilnější z těchto vazů je ligamentum costoclaviculare, probíhající zevně od kloubu, spojuje klavikulu s 1. žebrem (Čihák, 2001; Kapandji, 2005; Petrovický, 2001). Pouzdro a vazy jsou velmi pevné, proto při nárazech přenesených z horní končetiny dochází k fraktuře klavikuly na hranici zevní a střední třetiny a dislokaci jejího zevního fragmentu kaudálně díky tahu lig. coracoclaviculare.

Pohyby ve sternoklavikulárním kloubu se odehrávají společně s pohyby v kloubu akromioklavikulárním a glenohumerálním. Jsou možné všemi směry, ale v omezeném rozsahu. Při abdukci paže zde dochází k rotaci, kdy sternální konec klouže laterálně a kaudálně. Tento pohyb je omezen napětím kostoklavikulárního vazů a m. subclavius (Kapandji, 2005; Petrovický, 2001).



### 2.2.2.2 Articulatio acromioclavicularis

Jde opět o složený kloub, kdy je mezi facies articularis acromialis claviculae a facies articularis acromii vložený discus. Kloubní pouzdro je krátké a tuhé a shora je vyztuženo vazivovými pruhy zvanými ligamentum acromioclaviculare. Spojení mezi akromionem a proc. coracoideus zajišťuje lig. coracoacromiale, které má k akromioklavikulárnímu kloubu funkční vztah. Tento vaz má dvě odlišitelné části vějířovitého tvaru: přední lig. trapezoideum a zadní lig. conoideum (Dylevský, 2009; Petrovický, 2001). Mezi oběma ligamenty bývá vmezeřená bursa mucosa a při úzkém kontaktu proc. coracoideus s klavikulou může vzniknout malý kloub (Čihák, 2001). Ligamentum coracoacromiale vytváří spolu s nadpažkem korakoakromiální oblouk, tzv. fornix humeri. Ten funguje jako střecha glenohumerálního kloubu a omezuje upažení humeru nad horizontálu. Tento funkčně důležitý subakromiální prostor vyplňuje šlacha m. supraspinatus, subakromiální burza, šlacha dlouhé hlavy m. biceps brachii a část kloubního pouzdra ramenního kloubu. U zdravého člověka je mezi povrchem oblouku a hlavicí pažní kosti 6-7 mm prostoru, přičemž šlacha rotátorové manžety, procházející prostorem obnáší kolem 6 mm, z čehož vyplývá, že i za fyziologických okolností je prostor velice těsný.

Pohyby v akromioklavikulárním kloubu doplňují pohyby sternoklavikulárního skloubení. Jde o tuhý kloub, proto jsou pohyby omezené. Během abdukce lopatky je úhel mezi klavikulou a lopatkou rozšířen o 70° a klavikula je posteriorně rotována až o 45°. Během extenze ramenního kloubu je úhel mezi klíčkem a lopatkou o 10° zmenšen (Kapandji, 2005).

### 2.2.2.3 Torakoskapulární spojení

Torakoskapulární spojení je uskutečněno pomocí vmezeřeného řídkého vaziva, které vyplňuje štěrbiny mezi svaly na přední ploše lopatky a hrudní stěnou (Dylevský, 2009).

Nejde tedy o pravý kloub jako takový, spíše o bod kontaktu výše zmíněných struktur. Normálně se lopatka nachází mezi druhým a sedmým žebrem. Horní úhel odpovídá výškou obratli Th1 a dolní úhel obratli Th7-Th8 (Kapandji, 2005). Uskutečňuje se zde klouzavý pohyb, který je předpokladem pro posun lopatky. Jedná

se tedy o funkční spoj, kde hrají důležitou stabilizační roli svaly pletence (Dylevský, 2009).

#### 2.2.2.4 Subdeltoideální kloub

Společně s předchozím kloubem patří subdeltoideální kloub mezi funkční spojení. Je tvořen subdeltoideální a subakromiální burzou. Bursa subacromialis leží mezi m. supraspinatus a akromiem a chrání zranitelnou šlachou svalu před drsným povrchem akromionu. Bursa subdeltoidea je laterální prodloužení výše zvýšené bursy, která zabraňuje vzniku tření mezi m. deltoideus, m. supraspinatus a hlavicí humeru.

Tato oblast bývá často bolestivým zdrojem a příčinou omezení pohybu do abdukce.

#### 2.2.2.5 Articulatio humeri

Neboli glenohumerální kloub je kulovitý volný kloub spojující pažní kost s pletencem horní končetiny. Je to nejpohyblivější kloub v těle, schopný velkého rozsahu pohybu ve všech směrech. Nicméně při pohybu v ramenním kloubu musíme přihlídnout ke skutečnosti, že zahrnuje 3 další klouby respektive oblasti. Ramenní komplex se skládá z výše zmíněného akromioklavikulárního a sternoklavikulárního skloubení, kloubu glenohumerálního a torakoskopulárního spojení (Lippert, 2006).

Artikulují zde dvě struktury, caput humeri a cavitas glenoidalis scapulae, která je prohloubená kloubním lemem, labrum glenoidale. Lem je nejmohutnější na předním okraji jamky, asi 5 mm (Dylevský, 2009). Kloub je pohyblivý do flexe, extenze, abdukce, addukce, vnitřní a zevní rotace a horizontální abdukce a addukce.

Povrch fossa glenoidalis zakrývá pouze asi třetinu povrchu kloubní plochy hlavice humeru. Stabilita ramenního kloubu je dosažena pasivním napětím periartikulární vazivové tkáně a aktivní silou produkovanou svaly (Neumann, 2002).

V ramenním kloubu jsou dva typy vazů: ligamentum coracohumerale a ligamenta glenohumeralia (superior, medium, inferior). Lig. coracohumerale je napjato mezi laterální částí proc. coracoideus a tuberculum majus humeri. Splývá s kloubním pouzdem, natahuje se v extrémní vnější rotaci, flexi a extenzi a zabraňuje inferiorní dislokaci hlavice humeru (Neumann, 2002).

Ligg. glenohumeralia probíhají těsně pod synoviální výstelkou kloubu a brání extrémním translačním a zevně rotačním pohybům hlavice.

Zesílení ramenního kloubu zajišťují svaly tzv. rotátorové manžety. Jedná se o m. subscapularis, m. supraspinatus, m. infraspinatus a m. teres minor. Šlacha m. subscapularis prochází po přední straně kloubního pouzdra a šlachy ostatních svalů rotátorové manžety leží superiorně a posteriorně (Neumann, 2002). Ke stabilitě glenohumerálního kloubu přispívá také šlacha dlouhé hlavy bicepsu, procházející skrz sulcus intertubercularis humeri.

Dle Dylevského (2009) je ramenní kloub nejstabilnější v abdukci až mírné elevaci. U volně visící končetiny působí většina sil kaudálním směrem a končetina je proto nestabilní.

### 2.2.3 Podporující struktury glenohumerálního kloubu

Mělká fossa glenoidalis je jedním z faktorů přispívajících k instabilitě ramenního kloubu. Labrum glenoidale pomáhá zvyšovat stabilitu glenohumerálního kloubu, jelikož prohlubuje kloubní jamku. Je to vazivová tkáň prstencovitého tvaru, obklopující okraj fossa glenoidalis. Díky němu je povrch kloubní jamky zvýšen asi dvojnásobně (Oatis, 2009). Mechanické testy prokázaly, že vazivový prstenec je nejslabší anteriorně a inferiorně. Anteriorní trhliny jsou ovšem nejčastější (Hara, 1996).

Glenohumerální kloub je obklopen vazivovým pouzdrém, které odděluje vnitřní kloubní štěrbinu od okolních tkání. Pouzdro je napjato mezi okrajem fossa glenoidalis a colum anatomicum humeri. Vnitřní stěna pouzdra je vystlána synoviální membránou, která obklopuje intraartikulární část šlachy dlouhé hlavy m. biceps brachii. Kloubní pouzdro je dost pružné a umožňuje tedy velký rozsah translačních pohybů ramenního kloubu. Hlava humeru může být také odtažena z jamky do výrazné vzdálenosti bez zapříčinění bolesti nebo traumatu.

Při držení horní končetiny v anatomickém postavení je spodní část pouzdra zřasena do tzv. axilárního vaku (Neumann, 2002). Kloubní pouzdro zesilují zepředu ligamentum glenohumerale a zeshora ligamentum coracohumerale. Ligamentum glenohumerale vytváří svými třemi pruhy na přední straně pouzdra tvar písmene „Z“. Mezi těmito pruhy se vyskytují dvě oslabená místa, Weitbrechtův foramen je otevřený do fossa subscapularis, a skrze Rouvierův foramen komunikuje synoviální štěrbinu se subcoracoideální bursou (Kapandji, 2005). Vazy zabraňují přehnanému translačnímu pohybu hlavy humeru. Konkrétně ligg. glenohumeralia zabraňují přední dislokaci hlavičky.

## 2.2.5 Svaly

Dle Čiháka (2001) ke svalům horní končetiny z vývojového hlediska patří svaly spinohumerální, thorakohumerální a svaly vlastní horní končetiny. Optimální funkce ramenního komplexu je závislá na určité funkční vzájemné kooperaci těchto skupin. Díky vzájemně propojeným aktivitám svalů ramenního pletence a svalů paže, nelze jednoznačně určit funkci jednotlivého svalu bez přihlídnutí k aktivitě svalu jiného.

Zde budou stručně shrnuty anatomické poznatky o svalech ramenního komplexu. Jejich specifické funkce a interakce budou popsány dále.

### 2.2.5.1 Svaly ramenního pletence

Mezi svaly pletence patří těchto 6 svalů: m. trapezius, m. levator scapulae, m. rhomboideus major et minor, m. serratus anterior a m. pectoralis minor.

*Musculus trapezius* je velký povrchový sval, který je funkčně rozdělený na 3 části. Pars descendens, transversa et ascendens. Směr vláken jednotlivých porcí svalu naznačuje jejich rozdílnou funkci. Pars descendens začíná na protuberancia occipitalis externa a lig. nuchae a upíná se na laterální část klavikuly a na akromion. Tato část je zodpovědná hlavně za elevaci a zevní rotaci lopatky. Pars transversa začíná od lig. nuchae, spinálních výběžků C7 a horních hrudních obratlů a upíná se na mediální část akromionu a podél spina scapulae. Linie tahu střední části m. trapezius je horizontální, proto způsobuje retrakci (addukci) lopatky. Pars ascendens začíná od spinálních výběžků středních a dolních hrudních obratlů a upíná se na bazi spina scapulae. Díky sestupné linii tahu způsobuje hlavně depresi lopatky a pomáhá její zevní rotaci.

*Musculus levator scapulae* dostal své jméno podle jeho funkce, elevace lopatky. Leží těsně pod m. trapezius a probíhá od transversálních výběžků obratlů C1- C4 k angulus superior scapulae. Způsobuje nejen elevaci, ale i rotaci dolního úhlu lopatky k páteři.

*Musculi rhomboidei* jsou dva, m. rhomboideus major et minor. Anatomicky je těžké je od sebe odlišit, navíc plní i stejnou funkci. Leží pod m. trapezius a při jeho relaxaci se dají palpat. Začínají od lig. nuchae a spinálních výběžků C7- Th1 a

upínají se na margo medialis scapulae. Jsou hlavní svaly plnící retrakci a elevaci lopatky.

*Musculus serratus anterior* se nachází na laterální části hrudníku. Spojuje lopatku s hrudním košem. Vede od vertebrálního okraje lopatky po její přední straně k horním 8 žebřům. Jeho primární funkcí je protrakce lopatky. Při jeho oslabení nebo výpadku funkce odstává mediální okraj lopatky od hrudní stěny a vzniká pak tzv. scapula alata.

*Musculus pectoralis minor* leží hluboko pod *m. pectoralis major* a je jediný ze svalů pletence nacházející se na přední straně hrudníku. Začíná na 3.- 5. žebřu a upíná se na proc. coracoideus. Působí hlavně jako depresor lopatky a při fixovaném pletenci je pomocný nádechový sval.

*Musculus subclavius* je malý sval spojující klavikulu s prvním žebřem a zajišťuje stabilizaci klavikuly proti silám táhnoucím klíček vzhůru (Čihák, 2001; Lippert, 2006; Oatis, 2009).

#### 2.2.5.2 Skapulohumerální svaly

Mezi svaly obklopující ramenní kloub patří *m. deltoideus*, *m. supraspinatus*, *m. teres minor*, *m. teres major*, *m. infraspinatus*, *m. teres minor*, *m. subscapularis*, *m. coracobrachialis*, *m. biceps brachii* a dlouhá hlava *m. triceps brachii*.

*Musculus deltoideus* je sval tvaru trojúhelníku a dle funkčních rozdílů je rozdělen na tři části, pars spinalis, pars acromialis et pars clavicularis. Pars clavicularis je jeho přední část začínající na zevní třetině klavikuly. Obklopuje přední stranu kloubu a jeho funkcí je flexe, abdukce a vnitřní rotace ramene. Při 90° elevaci horní končetiny působí jako horizontální adduktor. Pars acromialis začíná na laterální části akromionu a způsobuje abdukci ramenního kloubu. Pars spinalis zakrývá kloub zezadu a začíná na laterálním okraji spina scapulae. Její funkcí je abdukce, extenze, hyperextenze a zevní rotace v rameni. Při 90° elevaci končetiny způsobuje horizontální abdukci. Všechny tři části se upínají na tuberositas deltoidea humeri (Lippert, 2006).

Jak napovídá jeho název, *Musculus supraspinatus* leží ve fossa supraspinata nad spinou scapulae. Prochází pod akromionem a upíná se na tuberculum majus humeri. Působí jako abduktor ramene, ale také má důležitou stabilizační funkci hlavice humeru proti jamce (Lippert, 2006).

*Musculus teres major* začíná na laterálním okraji lopatky a upíná se na crista tuberculi minoris. Bývá nazýván „little helper“ širokého zádového svalu, jelikož mimo hyperextenzi plní stejnou funkci, akorát v menším měřítku. Mezi bříšky *m. teres minor et major* probíhá dlouhá hlava *m. triceps brachii*. Funkčně sval pomáhá vnitřní rotaci, extenzi a addukci proti odporu, ovšem jeho aktivita bez účasti odporu nebyla prokázána. Obecně lze říci, že pomáhá při stabilizaci lopatky, např. při zvedání břemen nad hlavu (Oatis, 2009).

*Musculus infraspinatus* je uváděn jako důležitý a nejefektivnější zevní rotátor paže. Začíná z fossa infraspinata a fascia infraspinata a upíná se na tuberculum majus humeri. Jeho funkcí je rovněž pomocná horizontální abdukce paže (Oatis, 2009).

*Musculus teres minor* je sval funkčně i anatomicky podobný svalu *m. infraspinatus*. Začíná od axilárního okraje lopatky a upíná se spolu s *m. infraspinatus* na tuberculum majus humeri. Funguje jako pomocný zevní rotátor a adduktor paže (Lippert, 2006).

*Musculus subscapularis* je největší ze svalů rotátorové manžety. Nachází se na přední straně lopatky, odtud vede laterálně přes přední část hlavice humeru a upíná se na tuberculum minus humeri. Jeho hlavní funkce je vnitřní rotace ramene, ovšem také bývá aktivován při většině aktivních pohybů v glenohumerálním kloubu, což poukazuje na jeho stabilizační funkci (Lippert, 2006; Oatis, 2009).

Název svalu *musculus coracobrachialis* je odvozen od struktur, mezi kterými je napjat, tj. processus coracoideus a brachium (paže). Jeho vlákna probíhají téměř vertikálně, proto většina jeho síly je směřována zpět do kloubu a stabilizuje tak hlavici proti jamce. Nicméně směr jeho vláken naznačuje, že jeho funkcí je hlavně flexe a pomocná addukce ramene (Lippert 2006).

*Musculus biceps brachii* jak již naznačuje jeho název má dvě hlavy. Caput longum prochází uvnitř kloubního pouzdra skrze sulcus intertubercularis a upíná se na tuberculum supraglenoidale. Šlacha bývá zařazována do svalů rotátorové manžety a fixuje hlavici humeru proti jamce. Dle Kapandjiho (2005) touto fixací pomáhá šlacha provedení abdukce v ramenním kloubu. Při ruptuře šlachy je síla abdukce omezená až o 20 %. Caput breve začíná na processus coracoideus a po spojení se obě hlavy upínají na tuberositas radii a do lacertus fibrosus. Sval je tedy dvoukloubý. Jeho hlavní funkcí je flexe v ramenním kloubu.

*Caput longum musculi tricipitis brachii* začíná na tuberculum infraglenoidale scapulae. Jak již bylo výše zmíněno, dlouhá hlava prochází mezi *m. teres minor et*

major a topograficky tak vytváří 2 otvory komunikující s axilou, foramen omotricipitale et humerotricipitale, kterými prochází cévy a nerv.

### 2.2.5.3 Torakohumerální svaly

*Musculus pectoralis major* je velký povrchový sval, který je rozdělován na 3 části. Pars clavicularis začíná na mediální třetině klavikuly. Když je rameno extendované, působí v první fázi flexe ramene jako flexor, dle Lipperta (2006) jde o flexi do 60°. Pars sternalis začíná na sternu a okolních chrupavkách žeber. Jelikož její vlákna vedou horizontálně, uplatňuje se při extenzi ramene z jeho plné flexe. Pars abdominalis jde od prvních šesti žeber a pochvy přímého břišního svalu. Všechny 3 části se pak upínají na crista tuberculi majoris a jejich primární funkcí je addukce, vnitřní rotace a horizontální addukce ramene. Snopce úponových šlach se kříží tak, že klavikulární část se upíná vepředu a nejdistaněji a pars abdominalis vzadu a nejproximálněji (Čihák, 2001).

*Musculus latissimus dorsi* je široký sval zádový rozpínající se od spinálních výběžků Th7- L5, dorsum ossis sacri, crista iliaca ossis coxae a třech kaudálních žeber ke crista tuberculi minoris humeri. V uzavřeném kinematickém řetězci se sval při stabilizovaných pažích uplatňuje v elevaci pánve. V řetězci otevřeném je to agonista extenze, hyperextenze, addukce a vnitřní rotace ramene (Oatis, 2009).

### 2.2.6 Inervace svalů a kloubů ramenního komplexu

V podstatě celá horní končetina je inervována primárně z brachiálního plexu. Výjimku tvoří m. trapezius, který je inervován XI. hlavovým nervem. Plexus brachialis je tvořen spojením předních kořenů spinálních nervů z kořenů C5-Th1 a sahá z krční páteře skrze fisura scalenorum až do axily. Kořeny C5 a C6 tvoří truncus superior, kořen C7 pokračuje jako truncus medius a kořeny C8 a Th1 se spojují v truncus inferior. Trunci dále sestupují kaudálně a laterálně za klavikulu a rozdělí se na přední a zadní větve. Větve se mezi sebou znovu spojí a vytváří fasciculi plexus brachialis.

Dle vztahu k a. axillaris se dělí na fasciculus lateralis (C5-C7), fasciculus medialis (C8-Th1) a fasciculus posterior (C5-Th1).

Podle vztahu ke klavikule se dělí na pars supraclavicularis et infraclavicularis.

- Pars suprascapularis:

*Nervus dorsalis scapulae* (C5, C6) míří k mediálnímu okraji lopatky, přes mm. scaleni a m. levator scapulae. Inervuje m. levator scapulae a mm. rhomboidei. *Nervus thoracicus longus* (C5, C6) prochází ve střední axilární čáře a inervuje m. serratus anterior. *Nervus subclavius* (C5, C6) je slabý nerv, zásobující stejnojmenný sval. *Nervus suprascapularis* (C4-C6) probíhá podél m. omohyoideus k hornímu okraji lopatky a prochází pod ligamentum transversum scapulae do fossa supra et infraspinata. Zásobuje m. supraspinatus, infraspinatus a kloubní pouzdro glenohumerálního kloubu. *Nervus pectoralis medialis et lateralis* (C5-Th1) směřují mezi oba prsní svaly a inervují je. *Nervus subscapularis* (C5-C7) tvoří několik větviček, které různě odstupují z plexus brachialis a inervuje m. subscapularis a m. teres major. *Nervus thoracodorsalis* (C6-C8) sbíhá po vnitřní ploše m. latissimus dorsi, který také zásobuje.

- Pars infraclavicularis:

Z této části plexu se ramenního kloubu týkají 3 nervy. *Nervus musculocutaneus* (C5- C7) proráží m. coracobrachialis a vstupuje mezi m. biceps brachii a m. brachialis. Zásobuje tedy m. coracobrachialis a m. biceps brachii. *Nervus axillaris* (C5, C6) vychází z axily skrz foramen humerotricipitale a inervuje m. deltoideus a m. teres minor. *Nervus radialis* je uložen v zadní stěně axily a distálně sestupuje v sulcus nervi radialis po zadní straně paže mezi mediální a laterální hlavu m. triceps brachii. Odtud pokračuje na předloktí. Zásobuje m. triceps brachii (Petrovický, 2002).



## 2.3 Kineziologie ramenního komplexu

Ramenní komplex je termín užívaný k zahrnutí všech struktur zapojujících se v pohybech ramene. Kapandji (2005) dělí jednotlivé klouby ramenního pletence do 2 skupin. Do první skupiny patří anatomicky hlavní kloub, kloub glenohumerální, mechanicky spojený s fyziologickým (nepravým) subdeltoideálním kloubem. Tyto dva klouby jsou navzájem propojeny, protože pohyb v jednom nemůže být uskutečněn bez pohybu v druhém kloubu. Do druhé skupiny pak patří kloub skapulotorakální, akromioklavikulární a sternoklavikulární. Tyto tři skloubení jsou také navzájem propojeny a musejí fungovat společně.

Ramenní kloub je skrze lopatku a klíček připojen k hrudníku a axiálnímu skeletu, proto nelze pohyb v něm brát jako pohyb obyčejného kulovitého kloubu. Je to pohyb komplexní a zahrnuje mnoho okolních struktur, proto i z terapeutického hlediska by neměl být pohled cílený pouze na samotné rameno.

### 2.3.1 Kinematika akromioklavikulárního (AC) a sternoklavikulárního (SC) skloubení

Pohyby v AC kloubu jsou zejména rotační a posuvné. Čisté pohyby v akromioklavikulárním kloubu jsou značně omezené ligamenty. V praxi jde zejména o pohyby lopatky proti klíčku. Primární pohyby jsou rotace lopatky, tzv. anteverze a retroverze. V klinické praxi se rozsah pohybu v AC skloubení neměří. Aktivní pohyb mezi klavikulou a skapulou nastává při současném pohybu ve skapulotorakálním skloubení. Dle Neumanna (2010) dochází při elevaci končetiny nad hlavu až ke 30° vzestupné rotaci lopatky oproti laterálnímu klíčku. K rotaci opačným směrem dochází při abdukci lopatky. V AC kloubu jsou také pozorovány malé krouživé a otáčivé pohyby.

Dle Kapandjiho (2005) dochází během abdukce končetiny k elevaci mediálního konce klíčku o 10°, úhel mezi lopatkou a klíční kostí se zvýší z 60° na 70° a klavikula je rotována posteriorně až o 45°. Při extenzi končetiny je klavikuloskapulární úhel zmenšen na 10°.

Pohyby v SC skloubení jsou možné ve směrech elevace, deprese, protrakce a retrakce a osové rotace klíčku. V podstatě všechny funkční pohyby ramene vyvolávají pohyb v SC kloubu. Technicky je kloub považován za sedlový, ale protože má laxní kloubní pouzdro a pohyblivý discus, funkčně lze považovat za kloub tří-osý (Kaltenborn, 2007). Elevace dosahuje maximálně 45° a deprese 10°. Elevace a deprese klavikuly je spojená se stejným pohybem ve skapule. Stejně tak protrakce a

retrakce probíhá zároveň s pohyby lopatky a je možná v rozsahu 15°- 30° oběma směry. Při abdukci nebo flexi ramene dochází v klíčku k rotaci kolem vlastní osy posteriorně asi o 40°- 50° (Neumann, 2002).

### 2.3.2 Kinematika skapulotorakálního skloubení

Pohyby ve skapulotorakálním skloubení jsou klíčovým elementem v kineziologii ramene. Široký rozsah pohybu v rameni může být uskutečněn díky velkému rozsahu skapulotorakálního kloubu. Klouzání lopatky po hrudníku je výsledkem kooperace mezi SC a AC klouby. Mezi primární pohyby lopatky patří 2 translační a 3 rotační pohyby. Elevace a deprese, abdukce a addukce, antevertze a retrovertze, vnitřní a vnější rotace a skapulární náklon (Oatis, 2009).

Elevace (55°) je schopná lopatka díky m. trapezius a m. levator scapulae, pomocnými svaly jsou mm. rhomboidei. Mm. scaleni zastávají stabilizační funkci. Deprese (5°) je posun dolního úhlu lopatky směrem kaudálním a provádí ji pars ascendens musculi trapezii a m. latissimus dorsi s pomocným m. pectoralis minor a m. subclavius. Abdukce neboli protrakce (10°) je posun lopatky laterálním směrem a hlavní sval, který způsobuje protrakci a zároveň antevertzi skapuly, je m. serratus anterior. Pomocným svalem je pars descendens musculi trapezii. Addukce (10°) neboli retrakce je mediální posun lopatky a provádí jej hlavně pars transversa musculi trapezii a mm. rhomboidei. Během pohybu je elevační tendence mm. rhomboidei neutralizována depresí funkcí spodní části m. trapezius (Dylevský, 2009; Neumann, 2002).

Antevertze lopatky (až 30°) je klíčová k provedení elevačního pohybu paže. Svaly uskutečňující antevertzi lopatky jsou v synergistickém vztahu, působí různými směry, ale v konečném stádiu vykonávají stejný pohyb. Horní a dolní vlákna m. trapezius a dolní vlákna m. serratus anterior tvoří synergistický pár, který rotuje spodní úhel lopatky zevně (Lippert, 2006).

Retrovertze lopatky (30°) je pohyb, kdy se dolní úhel lopatky posunuje směrem k páteři. Způsobují jej m. levator scapulae, mm. rhomboidei, m. pectoralis minor a střední část m. trapezius.

### 2.3.3 Kinematika glenohumerálního kloubu

Ačkoli je glenohumerálním kloub často uváděn jako ramenní kloub, je třeba si uvědomit, že „rameno“ je tvořeno celkem 4 klouby a GH kloub tvoří jen jeho část, i když podstatnou. Proto i pohyb prováděný v ramenním kloubu je ovlivněn funkcí ostatních kloubů (viz výše) (Oatis, 2009).

Pohyb v glenohumerálním kloubu je možný ve všech rovinách a to v rovině sagitální, frontální, transversální i rotační.

Elevace horní končetiny představuje pohyb zvednutí končetiny nad hlavu bez přesného dodržení roviny pohybu. Při elevaci se zapojují 3 skupiny svalů, flexory a abduktory GH kloubu, svaly způsobující anteverzi a protrakci lopatky (viz 2.3.2) a svaly rotátorové manžety, jež zajišťují dynamickou stabilitu a správnou kinematiku kloubu (Neumann, 2002).

Hlavní abduktory GH kloubu jsou střední a přední porce m. deltoideus a m. supraspinatus. Flekční elevaci paže zajišťují v první řadě přední vlákna m. deltoideus, m. coracobrachialis a krátká hlava m. biceps brachii. Co se týče izolovaného pohybu glenohumerálního kloubu bez souhybů lopatky, je schopné 60°- 90° flexe a až 90° abdukce.

Opačný pohyb zajišťují adduktory a extenzory paže. Tyto svaly jsou schopny vygenerovat největší svalovou sílu izometrické kontrakce ze všech svalů ramene. M. latissimus dorsi a m. pectoralis major jsou největší adduktory paže a zároveň zastávají i funkci jejich extenzorů. Sternální porce m. pectoralis zajišťuje extenzi flektované paže v rozsahu 180°- 120° (Lippert, 2006). M. latissimus dorsi zajišťuje addukci a extenzi kloubu, ale v uzavřeném kinetickém řetězci je schopen díky úponu na páni její elevaci. Mezi ostatní svaly zajišťující extenzi a addukci patří m. teres major, dlouhá hlava m. triceps brachii, zadní část m. deltoideus a m. teres minor (Neumann, 2002).

Do poslední skupiny patří vnitřní a zevní rotátory ramene. Primární vnitřní rotátory jsou m. subscapularis, přední část m. deltoideus, m. pectoralis major, m. latissimus dorsi a m. teres major. Svalová masa vnitřních rotátorů je o hodně větší než rotátorů zevních. Opět zde záleží na punktu fixum, při fixované lopatce tyto svaly rotují humerus vnitřně. Ovšem při fixovaném humeru způsobují rotaci trupu vůči paži. Mezi zevní rotátory GH kloubu patří m. infraspinatus, m. teres minor a zadní část m. deltoideus. Tato skupina je oproti ostatním svalům ramenního komplexu nejslabší,

přesto je konkrétně při baseballovém nápřahu (cocking) nucena vygenerovat velice rychlou koncentrickou kontrakci. Tyto stejné svaly se ovšem podílejí i na brzděném pohybu vnitřní rotace při „release“ fázi. Takto vysoké nároky na tak malou skupinu svalů mohou způsobit jejich ruptury a vedou poté k poškození manžety rotátorů (Neumann, 2002).

Pohyb, který kombinuje elementární pohyby ve všech třech rovinách, se jmenuje cirkumdukce. V maximálním rozsahu cirkumdukce paže opisuje nepravidelný kónický tvar. V praxi se prakticky nesetkáme s analytickým pohybem v jedné rovině, což prakticky dokazuje tzv. Codmanův paradox. Z výchozí polohy s paží spuštěnou podél těla a palcem směřujícím ventrálně abdukujeme paži do 180°. Při extenzi paže zpět do polohy podél těla palec směřuje dorsálně. Tento jev popsal Codman roku 1934 a od té doby se problémem zabývalo mnoho studií, které se paradox snažily matematicky vyřešit. Došlo se k závěru, že Codmanův „paradox“ je pouze výsledek uzavřené smyčky tří rotací podélné osy pažní kosti (Lee, 2014).

#### 2.3.4 Pohybové stereotypy a rytmy

Jak již bylo zmíněno výše, během abdukce paže dochází k anteverzi lopatky. Kinematická interakce mezi lopatkou a pažní kostí byla poprvé pojmenována v roce 1934 Codmanem jako skapulohumerální rytmus. Dle Inmana (1944) na každé 2° elevace humeru připadá 1° rotace lopatky, tzn. poměr pohybů v glenohumerálním kloubu a pohybů ve skapulotorakálním kloubu (GH/ST) byl stanoven na 2:1. Při 180° elevaci paže dochází ke 120° v glenohumerálním kloubu a ke zbylým 60° ve skapulotorakálním skloubení. V porovnání s tím, mnoho autorů uvádí poměr rozsahu GH kloubu nižší. Poppen a Walker (1976) uvádí poměr pohybu glenohumerálního kloubu ku skapulotorakálnímu skloubení 5:4 při abdukci ve skapulární rovině nad 30°. Dle McClurea (2001) byl stanoven poměr GH/ST při abdukci paže ve skapulární rovině na 1,7:1 (in Oatis, 2009).

Yoshizaki et al. (2009) uvádí, že není signifikantní rozdíl mezi skapulotorakálním rytmem u dominantní a nedominantní končetiny. Hosseinimehr et al. (2015) také nezjistili velkou asymetrii ve skapulotorakálním rytmu levé a pravé paže u nesportovců, ovšem u nadhazovačů byla u dominantního ramene zjištěna větší retroverze lopatky při výchozí pozici lopatky a vyšší anteverze lopatky při abdukci mezi 90° a 135° než u ramene nedominantního. Z toho plyne, že u dominantní paže

nadhazovačů je GH/ST poměr nižší než u paže nedominantní. Všechny tyto rozdíly se vyskytují i u porovnání nadhazovačů s nesportovci.

Při poruše funkce ramenního komplexu dojde nejčastěji ke zrychlení rotace lopatky vůči rozsahu pohybu paže, tzn. zvýšení poměru GH/ST.

Abdukce v ramenním kloubu se dle Kapandjiho (2005) dělí na 3 fáze. V první fázi (0°- 60°) jsou zapojeny m. deltoideus a m. supraspinatus. Musculus supraspinatus fixuje hlavici v jamce a umožňuje tak začátek abdukce. Proto při paréze m. deltoideus je m. supraspinatus schopný provedení úplné abdukce v GH kloubu, ovšem při poruše m. supraspinatus je dosažení plné abdukce téměř nemožné (Neumann, 2002). Tato fáze končí při přiblížení k 90° abdukci, kdy dochází ke kontaktu tuberculum major s fornice humeri a tím k zabránění další elevace končetiny. V této fázi se aktivuje rotační komponenta pohybu, která způsobí přesun tuberculum major distálně a uvolní tak mechanický blok. 2. fáze (60°- 120°) se již neobejde bez účasti ramenního pletence. Svaly zapojující se v této fázi pohybu jsou m. serratus anterior a m. trapezius (pars ascendens et descendens). Ve 3. fázi (120°- 180°) dochází k elevaci paže do vertikální pozice, což se neobejde bez účasti pohybu bederní páteře (Kapandji, 2005; Neumann, 2002).

Flexe v ramenním kloubu je dle Kapandjiho (2005) také rozdělena na 3 fáze. V první fázi (0°- 60°) se zapojují přední vlákna m. deltoideus, m. coracobrachialis a pars claviculární m. pectoralis major. Tento pohyb je limitován napětím coracohumerálního vazů a odporem m. teres minor et major a m. infraspinatus. Druhá fáze (60°- 120°) je skutečně 60° rotací lopatky, takže glenoideální jamka směřuje kranálně a ventrálně. Také dochází k osové rotaci ve sternoklavikulárním a akromioklavikulárním kloubu v rozsahu 30°. Zapojené svaly jsou stejné jako v druhé fázi abdukce, tj. m. serratus anterior a m. trapezius (pars ascendens et descendens) a m. pectoralis major. Při třetí fázi je stejně jako u abdukce nezbytný pohyb bederní páteře.

### 2.3.5 Dynamické stabilizátory ramenního kloubu

Dynamickou stabilizaci ramenního kloubu zajišťují úponové šlachy svalů, tzv. rotátorové manžety. Jedná se o m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor, m. subscapularis a šlacha dlouhé hlavy m. biceps brachii.

Nejvíce zatíženým úsekem rotátorové manžety bývá úpon m. supraspinatus, jehož šlacha je při abdukci utlačována mezi tuberculum majus humeri a akromion (Dylevský, 2009).

Musculus supraspinatus zajišťuje kompresi hlavy humeru do kloubní jamky, m. subscapularis, m. infraspinatus a m. teres minor produkují dorsálně směřující translační pohyb caput humeri a m. infraspinatus s m. teres minor zároveň rotují hlavu humeru zevně (Neumann, 2002).

### 2.3.6 Otevřený a uzavřený kinematický řetězec

Vařeka (2002) definuje otevřený kinematický řetězec (OKC) jako takový, kde je možné změnit postavení v jednom kloubu beze změny postavení v ostatních. Například právě pohyb segmentu horní končetiny ve stoji. Naopak při pohybu v řetězci uzavřeném (CKC) je změna postavení v jednom kloubu možná pouze za současné změny postavení v dalších kloubech. Například přesun těžiště z horních na dolní končetiny v poloze na čtyřech (Vařeka, 2002).

Pohyb baseballového nadhazovače je typický model pohybu segmentů v otevřeném kinematickém řetězci, které se zapojují v proximodistálním pořadí. Cílem pohybu nadhozu je předat distálnímu segmentu co nejvyšší rychlost a sílu. Konečná rychlost distálního segmentu závisí na proximálním segmentu a na interakci mezi nimi. Proximální segment, tj. v případě nadhazovače trup, akceleruje pohyb a postupně přenáší pohybovou energii k distálnímu segmentu, tj. ruka.

Pohyby v uzavřeném kinematickém řetězci jsou hojně užívány v rehabilitaci, hlavně v brzkých stádiích rehabilitace ramenního pletence. Cviky v CKC pomáhají zlepšit stabilitu kloubu, podporují kokontrakci svalů rotátorové manžety a tím správnou kinematiku lopatky (McMullen, 2000).

### 2.3.7 Svalové smyčky a řetězce

„Většina běžných pohybů neprobíhá v základních rovinách nebo v testovaných směrech, ale nejčastěji diagonálně a ve více segmentech současně, protože při pohybu působí vždy několik svalů současně a tvoří tím svalové skupiny se společnou funkcí“ (Véle, 2006, 313).

Důležité je proto nevycházet v klinické praxi z analytických pohybů dle Svalového testu, ale brát v potaz svalové smyčky a řetězce, které působí zároveň na více segmentů těla.

Svalovou smyčku tvoří skupina dvou svalů upínajících se na dvě vzdálená místa, mezi které je včleněn pohyblivý kostní segment. Svalový řetězec vzniká vzájemnou fyzikální a funkční vazbou několika svalů nebo smyček propojených mezi fasciálními, šlachovými a kostními strukturami do řetězce, jehož funkce je programově řízena z CNS (Véle, 2006).

### 2.3.7.1 Řetězce mezi trupem a lopatkou

Smyčky napojení pohyblivé lopatky, související s klíční kostí a humerem, na žebra hrudníku a obratle tvoří dynamický závěs lopatky, který zajišťuje stabilizaci i pohyb lopatky a paže. Jejich činnost lze rozdělit, ale funkčně se podílení na fixaci společně (Véle, 2006).

Dle Čákové (2008) jakýkoliv pohyb horní končetinou považujeme za fyziologický tehdy, když jeho realizaci předchází stabilizace lopatky. Hlavními aktéry této stabilizace jsou svaly, které se v posturálních situacích chovají jako antagonisté. Jejich vyváženou aktivitou se pak lopatka uvede a udržuje v neutrálním postavení.

*Smyčka pro abdukci a addukci lopatky:*

VERTEBRAE – mm. rhomboidei – SCAPULA – m. serratus anterior – COSTAE

Oba svaly této smyčky dynamicky vyvažují polohu lopatky. Při jejich rozdílné aktivitě vzniká nerovnováha vedoucí ke změně polohy lopatky. Vznikne-li v této smyčce nerovnováha, změna polohy lopatky ovlivní klidové postavení pletence a dochází k decentraci glenohumerálního kloubu (Véle, 2006).

Čáková (2008) také uvádí koaktivaci mm. rhomboidei a kaudálních snopců m. serratus anterior, díky níž dochází k neutralitě mezi abdukci a addukci dolního úhlu lopatky.

*Smyčka fixující lopatku:*

VERTEBRAE – m. trapezius medialis – SCAPULA – m. serratus anterior – COSTAE

Tato smyčka je důležitá pro nastavení polohy jamky glenohumerálního kloubu a tím i pro funkci celého ramenního pletence a paže. Ve hře jsou také svaly rotátorové manžety, přičemž změna napětí v některém z nich mění vychozí postavení v ramenním kloubu a dochází k jeho decentraci (Véle, 2006).

### 2.3.7.2 Řetězce mezi ramenním pletencem a trupem

*Řetězec paže – hrudník:*

PŘEDNÍ STRANA HRUDNÍKU – m. pectoralis major – HUMERUS – m. latissimus dorsi – ZADNÍ STRANA HRUDNÍKU

Svalové vlákna m. pectoralis jsou v neutrálním postavení zkřížené a při elevaci paže nezkřížené. Protážení svalu při vzpažení posiluje následný úder. Díky tomuto řetězci se pletenec sklání vpřed a vzad ve spolupráci s m. pectoralis minor. Tato smyčka pracuje při hodů (Véle, 2006).

### 2.3.7.3 Zkřížené dlouhé řetězce trupu

*Zadní strana:*

HUMERUS (jedné strany) – m. latissimus dorsi – thorakolumbální fascie – PÁTEŘ – crista iliaca (druhé strany) – gluteální fascie - m. gluteus maximus – fascia lata – m. tensor fasciae latae – KOLENO (druhé strany)

*Přední strana:*

HUMERUS (jedné strany) – m. pectoralis major – fascie přední plochy hrudníku – skrze pochvu přímých břišních svalů na druhou stranu – mm. obliqui abd. – ligamentum inguinale – stehenní fascie – fascia lata – m. tensor fasciae latae – KOLENO (druhé strany)



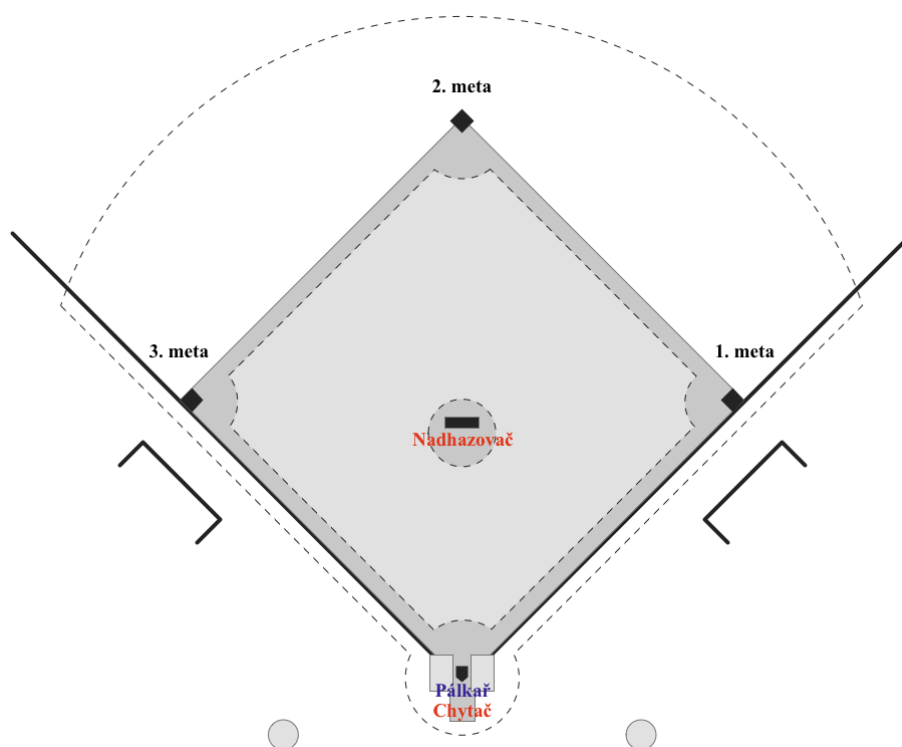
Oba řetězce se zezadu i zepředu kříží a spevňují tak hrudník a tohoto důvodu se pak funkční poruchy mohou mechanicky přenášet mezi jednotlivými segmenty (Véle, 2006).

## 2.4 Baseball

### 2.4.1 Pozice nadhazovače v poli

Baseball je hra mezi dvěma družstvy o devíti hráčích. Hřiště obsahuje vnitřní a vnější pole. Ve vnitřním poli se nachází nadhazovací meta („kopec“), která musí být 0,254 m nad úrovní hřiště a je od domácí mety vzdálená 18,44 m (Česká baseballová asociace, 2011).

Nadhazovač nastupuje do hry spolu s obranou, kdy útočný tým po jednom hráči chodí tzv. „na pátku“. Míč nadhazuje vrchem proti pálkaři útočícího týmu. Cílem nadhazovače je nadhodit míč tak, aby jej pálkař nebyl schopný odpálit.



Obrázek 1. Postavení hráčů v poli.

### 2.4.2 Fáze nadhozu

Je známo, že baseballový nadhazovač během nadhozu používá pohyb celého těla. Dolní končetiny, pánev a trup jsou zodpovědné za zahájení rozvoje kinetické energie a zajišťují základ pro její přesun do proximálních segmentů (Calabrese, 2013). Lopatka je jakýsi klíč k urychlení přenosu energie do ruky, proto přítomnost skapulární dyskinéze zamezuje optimální energetický transfer k distálním segmentům.

Baseballový nadhoz bývá dle autorů rozdělován na tři, čtyři, pět nebo šest fází. Šest fází zahrnuje „wind-up“, „early-cocking“ („stride“), „late-cocking“, „acceleration“,

„deceleration“, a „follow-through“ (Seroyer, 2010) (Obrázek 2). Z těchto šesti fází lze vybrat čtyři, které způsobují největší zatížení ramenního a loketního kloubu a to „early and late cocking“, „acceleration“ a „deceleration“ (Oyama, 2012).

#### 2.4.2.1 „Wind-up“

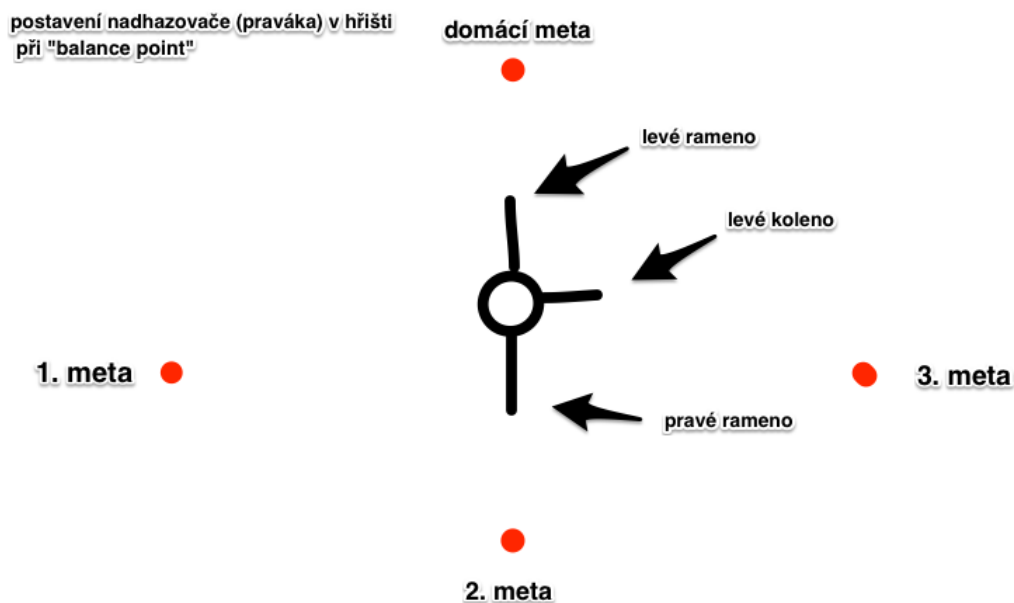
Fáze začíná pohybem kontralaterální dolní končetiny (přední) a vrcholí při elevaci kolene přední dolní končetiny do nejvyššího bodu. Závěrečná pozice „wind-up“ fáze se nazývá „balance point“, při které nadhazovač začíná oddalovat házející ruku od rukavice (Calabrese, 2013).

K provedení „wind-up“ není potřeba přehnané svalové aktivity, proto je ze všech šesti fází nejméně náročná.

Účel této fáze je nastavení rytmu udávajícího synchronizované načasování následných pohybů částí těla. Trvání „wind-up“ fáze je odhadováno na 0,5 - 1,3 s. Na konci by ramena měla být zarovnána mezi druhou a domácí metou, kdy kontralaterální rameno směřuje na metu domácí (Obrázek 3) Tělo je tedy rotováno asi o 90° směrem k nadhazující paži (Calabrese, 2013; Houglum, 2010).

Těžiště těla je přesunuto nad stojnou dolní končetinu a váha je na mediální části plosky nohy. Příliš ventrálně nebo dorsálně posunuté těžiště může zapříčinit predispozici zranění ramene nebo lokte (Calabrese, 2013). Pokud nadhazovač vykročí vpřed před dosažením „balance point“, naruší se kinetický řetězec pohybu a jsou pak kladeny vyšší nároky na ramenní pletenec k nadhození míče maximální rychlostí (Seroyer, 2010).

Mezi další faktory, které způsobují špatnou mechaniku pohybu při první fázi se může řadit špatná rovnováha při maximální elevaci kolene přední dolní končetiny, způsobená sníženou silou svalů dolní končetiny nebo nedostatečnou kontrolou svalů trupu a vysoké postavení ruky při abdukci v ramenním kloubu nad 90° (Calabrese, 2013).



Obrázek 3. Postavení nadhazovače v poli při „balance point“.

#### 2.4.2.2 „Early-cocking“/ „stride“

Jak napovídá termín „stride“ (krok), fáze začíná maximální elevací kolene ventrální dolní končetiny a vzdálením míče od rukavice a končí kontaktem přední nohy se zemí.

Koleno a kyčelní kloub stejné dolní končetiny se maximálně extendují, což vede k iniciaci rotace pánve a její anteverzi, následované rotací trupu směrem k domácí metě. Během rotace pánve dochází k excentrické kontrakci šikmých svalů břišních, které zabraňují nadměrné hyperextenzi lumbální páteře. Správný ná krok a rotace trupu díky kumulaci sil zajišťují až 50 % výsledné rychlosti míče. Pro adekvátní délku ná kroku je klíčová aktivita zevních rotátorů kyčle přední dolní končetiny a vnitřní rotátory kyčle stejné dolní končetiny (Calabrese, 2013; Seroyer, 2010).

Při kontaktu levé nohy (u pravorukého nadhazovače) by měla délka kroku dosahovat asi  $83\pm 4\%$  a levé koleno by mělo být ve flexi  $45\pm 9^\circ$ . Pánev je z asi  $33^\circ$  otevřená směrem k domácí metě a linie ramen z  $15^\circ$  zavřená. Abdukce ramene dosahuje  $93\pm 11^\circ$  (Fleisig, 2010).

Pohyb paže během ná krokové fáze začíná vyjmutím míče z rukavice, kdy ruka přechází dolů do pozice pod pravým kyčelním kloubem a následně nahoru, kdy je loket v  $80^\circ$ - $100^\circ$  flexi a ve výšce nebo nad výškou ramen. Častým problémem u mladých

nadhazovačů je, že dosahují předčasné nadměrné zevní rotace ramene již v této fázi, před dosažením fáze třetí („late cocking“) (Calabrese, 2013).

M. supraspinatus, m. infraspinatus, a m. teres major zevně rotují hlavu humeru a zajišťují ji v kloubní jamce. M. serratus anterior a adduktory lopatky uvádějí glenoideální jamku do retrahované a kraniálně směřující pozice, ve které může hlavice humeru rotovat (Seroyer, 2010).

Rotace pánve a trupu směrem k domácí metě způsobuje „loudání“ distálního segmentu za torsem, tj. horizontální abdukci paže (17°-21°). Tento pohyb umožňuje náhlé prodloužení vnitřních rotátorů paže a tím zvýšení efektivity jejich následné kontrakce. I když je toto „loudání“ paže nezbytné pro efektivní nadhoz, staví ramenní kloub do velice zranitelné pozice. Horizontální abdukce paže během této fáze způsobuje velké napětí předního kloubního pouzdra a utlačování zadního labra a svalů rotátorové manžety mezi zadní porci m. deltoidei a humerus. Tento stav bývá nazýván jako zadní impingement (Oyama, 2012).

Během nárokové fáze pánev rotuje a trup víceméně zůstává v počáteční pozici, tím pádem dochází k rotaci páteře. Většina chyb, které se objevují při této fázi nadhozu souvisí s délkou kroku, směrem nároku nebo úhlem flexe v koleni. Noha při nároku by měla směřovat k domácí metě nebo lehce uzavřeně k metě třetí (pravák). Nepřiměřeně uzavřený postoj nutí nadhazovače hodit přes tělo k efektivnímu hodu na domácí metu. Tím, že je pánev „uzamčená“ se omezuje kaudo-kraniální přesun energie do paže a snižuje se rychlost nadhozu. Paže musí nahrazovat ztrátu rychlosti nadhozu způsobenou uzavřeným postavením pánve a tím jsou kladeny vyšší nároky a zatížení na přední stranu ramenního kloubu, stabilizátory lopatky a vnitřní stranu lokte (Calabrese, 2013).

Otevřené postavení pánve, tj. nárok směřující k první metě, může také zapříčinit sníženou rychlost nadhozu, díky nadměrné rotaci pánve. Dochází ke zvýšení namáhání tkání na přední straně ramene. Příčinou otevřeného postavení může být zkrácená délka nároku (Calabrese, 2013).

Dynamické a statické stabilizátory musí pracovat synchronně k umožnění dosažení ideální pozice glenoideální jamky a hlavice humeru, která minimalizuje přetížení měkkých tkání ramene. Dolní úhel lopatky rotuje zevně a lopatka zaujímá retrahovanou pozici, což umožňuje rotátorové manžetě a deltovému svalu správnou abdukci ramenního kloubu (Calabrese, 2013).

### 2.4.2.3 „Late cocking“

Třetí fáze nadhozu začíná při kontaktu přední dolní končetiny se zemí a končí dosažením maximální zevní rotace nadhazující paže. Na konci fáze je lopatka v retrakci, rameno v abdukci mezi 90°-110°, 165°-175° zevní rotaci a 10°-20° horizontální addukci a loket v 90°-95° flexi. Pozice lopatky v retrakci a v antevertzi je dosaženo kontrakcí synergistického páru m. serratus anterior a horní porce trapézového svalu, což je podstatné k zajištění dostatečného subakromiálního prostoru a snížení rizika vzniku impingement syndromu a potencionálního vzniku patologických stavů rotátorové manžety (Calabrese, 2013).

Pohyb začíná derotací pánve vpřed směrem k domácí metě, které je dosaženo díky kontrakci levostranného m. obliquus internus a levostranných erektorů páteře, které jsou spřaženy s aktivací pravostranného m. obliquus externus. Koleno levé (přední) dolní končetiny se dostává během derotace trupu z flexe do extenze k zajištění opory pro dopředný pohyb trupu. Stabilita kyčlí je zajištěna kontrakcí gluteálního svalstva. M. gluteus maximus stojné dolní končetiny (zadní) dosahuje více než 100 % svalové síly při zevní rotaci kyčle během „late cocking“ fáze, zatímco m. gluteus medius nárokované dolní končetiny je aktivován k dosažení vnitřní rotace levé kyčle (Calabrese, 2013).

Při rotaci trupu vpřed dochází k aktivaci předního m. deltoideus a m. pectoralis major a paže se začíná horizontálně addukovat až do 15°-20° k dosažení ideální pozice ramenního kloubu k nápřahu (Seroyer, 2010).

M. teres minor a m. infraspinatus jsou koncentricky kontrahovány k dosažení extrémní zevní rotace, zatímco m. latissimus dorsi, m. subscapularis a m. pectoralis major pohyb excentricky kontrolují a stabilizují glenohumerálním kloub (Seroyer, 2010). Dlouhá hlava bicepsu pomáhá kompresi hlavičky humeru do jamky a stabilizaci při dosažení maximální zevní rotace v ramenním kloubu. Zvýšená horizontální abdukce při nápřahu je potencionálně škodlivá k předním strukturám ramenního kloubu. Mladí nadhazovači často prodělávají impingement syndrom ramene kvůli přední instabilitě ramene (Calabrese, 2013).

#### 2.4.2.4 „Acceleration“

Akcelerační fáze nadhozu začíná v bodu maximální zevní rotace ramene a končí vypuštěním míče z ruky. Trup pokračuje v rotaci a náklonu vpřed a lopatka je v protrakci k zajištění stabilní pozice při horizontální addukci a náhlé vnitřní rotaci humeru. Při akcelerační fázi se paže dostává během 42-58 ms z extrémní zevní rotace (až 185°) do maximální vnitřní rotace (100°). M. subscapularis, m. pectoralis major a m. latissimus dorsi dosahují během vnitřní rotace paže maximální aktivity. Také m. serratus anterior působí maximální silou při zvyšování skapulární protrakce k dosažení stabilní pozice pro rotaci humeru (Seroyer, 2010).

Obě nohy jsou při této fázi v kontaktu se zemí, což zajišťuje stabilitu trupu. Dochází k flexi trupu (32°-55°), která zajišťuje vyšší akceleraci paže a tím vyšší rychlost míče. Trup je nejen flektován, ale i nakloněn směrem od nadhazující paže (Seroyer, 2010).

Loket je na začátku fáze flektován z 90° na 120° a poté dochází k rychlé extenzi do pozice 25° flexe v lokti (Seroyer, 2010).

Vnitřní rotace a silná horizontální addukce humeru také bývají příčinou impingement syndromu ramene (Calabrese, 2013).

#### 2.4.2.5 „Deceleration“

Decelerační fáze začíná vypuštěním míče a vrcholí dosažením maximální vnitřní rotace a horizontální addukce paže kolem 35°. Pravá (zadní) dolní končetina je zcela odlepená od země a trup se flektuje a rotuje přes extendovanou přední dolní končetinu dolů směrem k domácí metě. Důležitá je stabilita, flexibilita a rozsah pohybu kyčle přední dolní končetiny k dosažení stabilní pozice v poli po dokončení fáze. M. teres minor, m. infraspinatus a zadní část m. deltoideus excentricky kontrolují translační pohyb hlavice humeru, zatímco m. serratus anterior a mm. rhomboidei pomáhají udržení stabilní pozice lopatky během brzděné fáze (Calabrese, 2013).

Jedná se o nejnásilnější fázi nadhozu kvůli nadměrné distrakci ramenního kloubu a excentrickému zatížení svalů rotátorové manžety, které se snaží distrakci bránit. Tento masivní excentrický pohyb dorsální skupiny svalů ramene je pravděpodobně zodpovědný za časté patologie zadní strany kloubního pouzdra a

reakci měkkých tkání a za deficit vnitřní rotace glenohumerálního kloubu (GIRD) (Seroyer, 2010).

#### 2.4.2.6 „Follow through“

Trup s paží pokračují v pohybu vpřed. Horizontální addukce paže vzrůstá na 60° a zapojení svalů se celkově snižuje. Fáze „follow-through“ vrcholí při nadhazovačem zaujaté pozici v poli (Seroyer, 2010).

### 2.4.3 Rizikové faktory poranění nadhazovačů

#### 2.4.3.1 Špatná mechanika pohybu

Existuje teorie, že špatná technika nadhozu vede ke zranění, kvůli kladení přídatného zatížení na ramenní a loketní kloub. Nicméně studie, které by dokazovaly evidentní závislost zranění na špatné technice nadhozu jsou značně limitovány.

Za obecně nejkritičtější okamžiky jsou považována nadměrná maximální zevní rotace v akcelerační fázi a distrakční pohyb humeru při vypuštění míče z ruky (Park, 2002-2003).

Nejnáročnější aspekt „late cocking“ fáze je výše zmíněná extrémní zevní rotace humeru. Dillman et al. (1993) uvádí, že zevní a vnitřní rotace paže při nadhozu patří mezi jeden z nejrychlejších a nejdynamičtějších pohybů lidského těla vůbec. Přílišná zevní rotace při nápřahu bývá spojována se subakromiálním impingementem, což je dle Parka (2002-2003) druhá nejčastější patologie u nadhazovačů hned po přední instabilitě glenohumerálního kloubu. Dochází také k útlaku dorsálních struktur ramenního kloubu a tím k posteriornímu impingementu nebo ke SLAP lézím (superior labrum anterior-posterior) (Oyama, 2012).

Abdukce paže se během prvních třech fází téměř nemění (90°-100°) a dlouhá hlava m. biceps brachii během abdukčního postavení paže přispívá k udržení přední stability GH kloubu během pohybu. Šlacha omezuje ventrální translační pohyb hlavice a stabilizuje kloub kompresí hlavice humeru do glenoidální jamky. Kim et al (2001) našli u nadhazovačů s přední instabilitou ramenního kloubu významně zvýšenou aktivitu šlachy dlouhé hlavy bicepsu při nápřahu hlavně mezi 90°-120° zevní rotace. Bicipitální tendinitida je proto další častou příčinou bolestivosti ramene nadhazovačů.



Opakované přejíždění šlachy přes tuberculum minus humeri během zevní rotace a abdukce paže může způsobit mikrotraumata šlachy, které mohou vést až k její ruptuře (Park, 2002-2003).

Otevřené postavení při nárokové fázi (levá noha pravorukého nadhazovače nakračuje směrem k první metě) způsobuje předčasnou rotaci pánve a nato navazující „loudání“ paže za tělem. Takto zvýšená horizontální abdukce je potenciálně škodlivá na ventrální struktury ramenního kloubu a způsobuje přední instabilitu glenohumerálního kloubu (Fortenbaugh, 2009).

Naopak uzavřené postavení nadhazovače (levá noha praváka nakračuje směrem ke třetí metě) způsobuje, že nadhazovač musí míč hodit přes tělo, které mu v pohybu překáží. Nedochází tak k ideálnímu kaudo-kraniálnímu přesunu energie z těla na míč a ztracená síla pak musí být nahrazena pohybem paže. Takto prováděný nadhoz může způsobovat přetížení předních struktur ramenního kloubu, stabilizátorů lopatky a mediálního lokte (Calabrese, 2013).

Pokud nadhazovač při nápřahu nadměrně horizontálně addukuje paži, zvyšuje se zatížení mediálního lokte. Tato přehnaná addukce paže bývá viděna u nadhazovačů s patologií v lig. collaterale ulnare (Fortenbaugh, 2009).

Analogicky k přetížení předních struktur při nápřahu může dojít během decelerační a „follow-through“ fáze k natažení a poškození dorsálních struktur glenohumerálního kloubu. Brzdného pohybu paže při vypouštění míče je dosaženo díky excentrické kontrakci zevních rotátorů ramene a tahu ligament. Při této fázi pohybu může dojít k tažnému poškození zadního labra, což vede ke zvýšenému riziku vzniku SLAP léze a ztrátě flexibility zadní části kloubního pouzdra.

Během decelerační fáze a excentrického zapojování zadních svalů rotátorové manžety dochází díky horizontální addukci, vnitřní rotaci a anteriorní translaci k natahování a opakovaným pohybem pak k mikrotraumatům svalů rotátorové manžety (Park, 2002-2003)

Evidentní je také závislost mezi skapulární dyskinézí a bolestí ramene. Silva et al., (2008) prokázali u tenisových hráčů trpících skapulární dyskinézí signifikantní zmenšení subakromiálního prostoru při abdukci ramene.

#### 2.4.3.2 Přetížení

Únava je jeden z klíčových prvků ovlivňujících správnou mechaniku nadhozu. Murray et al. (2001) provedl studii, ve které potvrdil rozdíly mezi mechanikou hodů rychlého nadhozu v první a poslední směně jedné hry. V poslední směně došlo u pohybu nadhazovače k signifikantnímu poklesu maximální zevní rotace (rozdíl 6°) a horizontální abdukce. Snížený výkon byl evidentní v rozdílu rychlosti nadhozu o 2 m/s. Není však jasné zda jsou tyto změny způsobeny únavou nebo tím, že si tělo osvojí protektivní mechanismy k minimalizaci vzniku zranění během hry. Omezení pohybu, které bylo ve studii zjištěno sice způsobuje snížení rychlosti míče při nadhozu, ale snižuje zatížení kloubních struktur (Murray, 2001).

Naopak Lyman et al. (2001) zjistil, že u mladých nadhazovačů (ve věku 8,1-12,4 let) se s počtem nadhozů během směny zvyšuje i riziko bolesti ramene. Zejména při více než 75 nadhozech za směnu.

Bradbury et al. (2012) potvrdili všeobecně známý názor, že nadměrný počet nadhozů může vést k budoucímu snížení výkonu nadhazovače.

Olsen et al. (2006) retrospektivně srovnával skupinu nadhazovačů, která již podstoupila operaci ramene nebo lokte se skupinou bez významných zdravotních problémů spojených s nadhazováním. Bylo zjištěno, že nadhazovači se zraněním nadhazovali více měsíců v roce, více her v roce, více směn za hru, více nadhozů za hru a celkově více nadhozů za rok než skupina zdravá. Kromě počtu nadhozů hrál významnou roli i vyšší věk a větší hmotnost zraněné skupiny.

## 2.5 Nejčastější zranění nadhazovačů

### 2.5.1 Přední instabilita glenohumerálního (GH) kloubu

U nadhazovačů se velice často vyvíjí přední instabilita GH kloubu, protože při pohybu během nadhozu dochází k repetitivnímu zatížení struktur předního ramene (Houglum, 2010).

Komplex kloubního pouzdra a labrum glenoidale je důležitý prvek zabraňující extrémním rozsahům pohybů. Při nadhozu je takových rozsahů třeba, proto dochází ke zvýšení laxicity těchto struktur a může dojít k patologickému přetažení. Zatížení, které je kladeno na přední struktury GH kloubu při maximální zevní rotaci a horizontální abdukci během „late cocking“ fáze může vyústit k jejich mikrotraumatům. Mikrotrauma předních statických stabilizátorů dále vede k hyperlaxitě ligamentózních útvarů a přehnané anteriorní translaci hlavice humeru v glenoidální jamce. Při prvním objevení slabé přední instability ramenního kloubu se zvyšuje aktivita svalů rotátorové manžety. Postupem času však dochází k únavě dynamických stabilizátorů a nejsou již schopny bránit přední translaci hlavice humeru. Kombinace nevhodné mechaniky statických stabilizátorů a slabosti dynamických stabilizátorů pak vede k instabilitě GH kloubu (Park, 2002-2003).

Během maximální zevní rotace paže v abdukci pak může při přední instabilitě dojít k přímému kontaktu mezi tuberculum majus humeri a postero-superiorním okrajem cavitas glenoidalis. Výsledkem pak je uskřínutí šlachy m. supraspinatus a labrum glenoidale mezi tyto dvě struktury, vedoucí k vnitřnímu impingementu (Park, 2002-2003).

Pacienti s vnitřním impingementem často popisují pozvolný nástup bolesti ramene, která se během průběhu sezóny stupňuje. Nejbolestivější je „late cocking“ fáze. Při vyšetření je přítomná ztráta schopnosti plné zevní rotace paže bez bolesti. Palpačně bývá rameno bolestivé spíše zezadu (Wilk, 2009).

### 2.5.2 Zadní instabilita glenohumerálního (GH) kloubu

Během decelerační fáze může dojít k natažení a poškození zadních struktur ramenního kloubu, které kladou odpor glenohumerální distrakci a horizontální addukci. Opakované přetěžování zadních svalů rotátorové manžety může vést ke vzniku jejich

mikrotrhlin. Toto v kombinaci s natahováním zadní části kloubního pouzdra a labrum glenoidale vede ke vzniku posteriorní instability (Park, 2002-2003).

Vzácně dochází pouze k posteriorní instabilitě, často bývá doprovázena dislokacemi, skapulární dysfunkcí nebo kostěnými abnormalitami (DeLong, 2015). Mnoho faktorů jako je kloubní vůle, stupeň instability, směr instability a přidružená zranění ovlivňují rozhodnutí o operativní léčbě. Nejčastěji používanou artroskopickou metodou řešící posteriorní instabilitu je posteriorní kapsulolabrální stabilizace. Co se týče procentuálního návratu nadhazovače na předchozí úroveň po operačním zákroku, je ve srovnání s ostatními atlety (71 %) nižší (asi 58 %) (DeLong, 2015).

### 2.5.3 Subakromiální impingement syndrom

Existují dva typy impingement syndromu- primární a sekundární, resp. strukturální a funkční. Primární impingement vzniká fyzickým zmenšením subakromiálního prostoru (SAP). Mezi strukturální příčiny impingement syndromu patří zúžení zapříčiněné zvětšením kostních tkání obklopujících subakromiální prostor (kongenitální anomálie akromionu, osteofyt na akromionu) nebo zvětšením tkání uvnitř prostoru (zánět šlachy). Redukce subakromiálního prostoru u sekundárního impingementu vzniká kvůli funkčním změnám v ramenním kloubu vedoucím ke GH instabilitě. Mezi tyto faktory patří zvýšená laxicita nebo těsnost kloubního pouzdra, posturální dysbalance, oslabení svalů rotátorové manžety nebo dysbalance skapulárních svalů.

Subakromiální impingement vzniká při kompresi a následném zánětu struktur v subakromiálním prostoru pod lig. coracoacromiale. Jedná se o svaly rotátorové manžety (zejména m. supraspinatus), šlachy dlouhé hlavy bicepsu a subakromiální bursu. Při oslabených svalech rotátorové manžety nedochází při elevaci paže k dostatečné fixaci hlavice v jamce a tudíž ke zmenšování subakromiálního prostoru. Dysbalance svalů ramenního pletence způsobuje špatný skapulotorakální rytmus a poté zmenšení SAP během pohybu, jelikož nedochází k dostatečné elevaci a anteverzi lopatky při elevaci ramene (Page, 2011; Hougum, 2010).

U baseballového nadhazovače je nejkritičtější pohyb vedoucí ke vzniku impingement syndromu abdukce nad 90°, vnitřní rotace a horizontální addukce (Park, 2002-2003).

V roce 1931 Codman poprvé rozpoznal relativní avaskulární zónu v úponu šlachy m. supraspinatus k humeru. Bylo provedeno pár studií a cévní zásobení v této oblasti začalo být považováno za související s rupturou, kalcifikací a dalšími patologiemi šlachy (Ling, 1990).

Existují názory na existenci avaskulární zóny ve šlaše m. supraspinatus. Karthikeyan et al. (2015) porovnávali cévní zásobení ve zdravé šlaše m. supraspinatus se šlachou postiženou subakromiálním impingementem nebo rupturou. Největší rozdíl v mikrocirkulaci byl shledán mezi zdravou skupinou a skupinou trpící impingement syndromem. Nejlépe zásobená byla šlacha při jejím přechodu ve sval a nejhůře při jejím laterálním úponu ke kosti. Ve starší studii z roku 1970 byla existence avaskulární zóny při úponu šlachy ke kosti také prokázána a navíc bylo cévní zásobení porovnáváno i s ostatními svaly rotátorové manžety. Kromě kritické zóny v m. supraspinatus byla nalezena malá hypovaskulární area v úponu m. infraspinatus a šlaše dlouhé hlavy bicepsu. Bylo také zjištěno, že degenerativní změny vznikají nejčastěji v místech avaskulární zóny a také, že zóny relativní avaskularity předcházejí vzniku degenerativních změn. S nástupem degenerativních změn se šlacha m. supraspinatus ztenčuje a avaskulární zóna rozšiřuje (Rathbun, 1970).

Naopak Moseley et al. (1963) ve studii na mrtvolách vyvrací existenci kritické zóny, která by přispívala ke vzniku ruptur a kalcifikací šlachy a byla by méně zásobená krví než jakákoliv jiná část šlachy.

Za „kritickou zónu“ se považuje přední roh šlachy přibližně 1 cm od jejího úponu.

Podle Neera (1983) se impingement syndrom dělí do třech stadií:

- **Stadium I** provází proces akutního zánětu, edému a hemoragie šlach rotátorové manžety. Toto stadium se týká hlavně mladších pacientů pod 25 let. Bývá reversibilní a řeší se konzervativní terapií.
- **Stadium II** postihuje pacienty ve věku 25-40 let a představuje proces popsany ve stadiu I, ovšem již ve více ireversibilní formě. Ve šlachách dochází k fibróze a tendinitidě.
- **Stadium III** je typické pro pacienty nad 40 let věku. Šlacha je parciálně nebo kompletně přetržená. V tomto stadiu dochází také ke změnám v coracoakromiálním oblouku, kde mohou vznikat osteofyty, které dále zmenšují subakromiální prostor (Khan, 2013).

Léčba subakromiálního impingementu je z 90-95 % konzervativní (Moezy, 2014). Pro pacienty v raném stadiu subakromiálního impingementu (stadium I-II) patří mezi nejčastěji používanou léčbu posilování svalů rotátorové manžety, protahování, koncentrická a excentrická cvičení stabilizátorů lopatky, manuální techniky, fyzikální terapie, injekční lokální aplikace nesteroidních antiflogistik (NSAID) nebo kortikosteroidů (KS) nebo akupunktura. Co se týče lokální injekční aplikace NSAID nebo KS, bylo zjištěno, že v kombinaci se cvičením jde o velice úspěšnou formu terapie, naopak samotná lokální aplikace léků má z ostatních konzervativních terapií nejmenší efekt (Dong, 2015). Pro pacienty, u kterých obtíže trvají delší dobu, by měla být zvážena možnost operační terapie, kde bývá preferována technika artroskopické subakromiální dekomprese. Mezi další operační metody patří otevřená subakromiální dekomprese nebo artroskopická subakromiální dekomprese kombinovaná s radiofrekvenční terapií (Dong, 2015).

#### 2.5.4 Parciální a celkové ruptury rotátorové manžety

K rupturám šlach rotátorové manžety může dojít na základě přední instability glenohumerálního kloubu a následného impingement syndromu během „late cocking“ fáze, na základě subakromiálního impingementu vzniklého během fáze akcelerační nebo během fáze decelerační, kdy svaly rotátorové manžety brzdí pohyb paže do horizontální addukce, vnitřní rotace, anteriorní translace a distrakce. Pacienti si typicky stěžují na špatně lokalizovatelnou bolest během nadhozu nebo bývá bolest přítomná superiorně vedle akromionu (Park, 2002-2003).

Úplné ruptury rotátorové manžety jsou u adolescentů a mladých lidí vzácné, nicméně může dojít k parciálním trhlinám, zejména šlachy m. supraspinatus. Během opakovaného pohybu paže do zevní rotace v abdukci dochází k utlačování šlachy m. supraspinatus, méně často m. infraspinatus, a může vyústit až v parciální rupturu šlachy. Pro diagnostiku patologie rotátorové manžety využíváme odporované testy (Edmonds, 2014).

Po reparaci parciální trhliny rotátorové manžety se dle Seroyera (2009) 89 % nadhazovačů vrátí na původní úroveň během 12 měsíců.

I když ke zranění rotátorové manžety může dojít akutně, více často bývá následkem přetížení, únavy a degenerativních změn. Prevence zde hraje velice

významnou roli, jelikož úspěšnost návratu nadhazovače na původní úroveň po sutuře totální ruptury rotátorové manžety je u elitních sportovců nízká.

Terapie ruptury šlachy rotátorové manžety je operační a to z otevřeného přístupu, dochází k sutuře šlachy nebo její deinzerci a součástí výkonu bývá také subakromiální dekomprese (Seroyer, 2009).

#### 2.5.5 Tendinóza šlachy dlouhé hlavy m. biceps brachii

Tendinopatie dlouhé hlavy m. biceps brachii většinou nasedá na instabilitu glenohumerálního kloubu, impingement syndrom, patologii rotátorové manžety nebo jiné záněty v ramenním kloubu. U baseballových nadhazovačů se jedná o relativně častou patologii. Repetitivní přejíždění šlachy přes tuberculum minus během zevní rotace v abdukci může vést k zánětu šlachy a dále se vyvinout až v její rupturu. Pacienti udávají bolest a palpační citlivost v oblasti bicipitálního žábku. Při ruptuře šlachy u mladého sportovce dochází k sutuře šlachy. Stejný nález u starších pacientů se operačně řešit nemusí (Houglum, 2010; Park, 2002-2003).

Terapie tendinózy dlouhé hlavy m. biceps brachii je konzervativní a spočívá v ošetřování spouštěvých bodů, obnovení pohyblivosti lopatky a následném postupném zapojování svalu do svalových souher pletence ramenního (Kolář, 2009).

#### 2.5.6 SICK syndrom

Akronym SICK shrnuje 4 nálezy spojené s postavením a kinematikou lopatky. Malpozice lopatky, prominence dolního úhlu lopatky, bolest processus coracoideus a dyskineze lopatky. Tento stav vzniklý únavou a přetížením lopatkových svalů poté vede k bolesti ramene nadhazovače. Klinicky sledujeme pokles ramene na postižené straně a lopatka je oproti nedominantní straně uložena kaudálněji. Nejčastěji jsou bolesti při tomto stavu lokalizovány zepředu, v místě processus coracoideus, což může být zaměněno s anteriorní instabilitou či SLAP lézí. Ozřejmění se provádí manuální retrakcí lopatky terapeutem, načež pacient provede plnou flexi paže. Pokud lze flexi provést bez bolesti v místě processus coracoideus, jedná se o SICK lopatku (Burkhart, 2003).

Pozice lopatky a její pohyb po hrudníku je klíčovou komponentou normální glenohumerální funkce a hraje velkou roli ve facilitaci optimálního pohybu v ramenním

kloubu. Během elevace paže nad hlavu je potřeba aktivity stabilizátorů lopatky k dosažení její optimální pozice. Mezi hlavní stabilizátory lopatky patří m. levator scapulae, mm. rhomboidei, m. serratus anterior a m. trapezius. Tyto svaly fungují v synergistické kokontrakci se svaly rotátorové manžety a kontrolují pohyb lopatky. Při výskytu oslabení nebo dysfunkce lopatkových svalů dochází k abnormálnímu postavení a mechanismu pohybu lopatky a může dojít k přetížení kapsulárních struktur, kompresi šlach rotátorové manžety nebo snížení výkonu. Naopak špatná skapulotorakální kinematika může být odpovědí na mikro-traumatická zranění (Moezy, 2014).

Změna aktivity lopatkových svalů je považována za kritický faktor vedoucí ke vzniku subakromiálního impingementu. Nový náhled na rehabilitaci ramene zdůrazňuje důležitost dynamické stabilizace lopatky, protože schopnost kontroly pohybu lopatky je velice důležitá k optimální funkci paže (Moezy, 2014).

Skapulární dyskineze může vzniknout změnou síly, flexibility, kontroly nebo timingu svalů obklopujících lopatku. Nedávno vytvořený algoritmus, který mohou terapeuti využít k řešení skapulární dyskineze se ze začátku dělí na dvě odvětví. Problémy se svalovým výkonem, které mohou vycházet z neuromuskulárních změn (snížená schopnost kokontrakce synergistů) nebo z nedostatečné síly svalů lopatky a problémy s flexibilitou lopatkových svalů, které jsou dále řešeny protahováním a měkkými technikami. V případě problémů s flexibilitou, se často jedná o zkrácený m. levator scapulae a m. pectoralis major nebo ztuhlost zadního kloubního pouzdra a svalů rotátorové manžety. Tyto deficity dále vedou ke špatnému postavení lopatky, konkrétně k přednímu naklonění a retroverzi lopatky. Při problémech se svalovým výkonem se nejčastěji vyskytuje obraz oslabeného m. serratus anterior, pars transversa muscui trapezii a m. latissimus dorsi a přetížené pars descendens muscui trapezii. V časném stadiu rehabilitace skapulární dyskineze se zabýváme vědomou kontrolou zapojování skapulárních svalů, v dalším stadiu se zaměřujeme na další trénink svalové kontroly a kokontrakce skapulárních svalů nebo na zvyšování svalové síly oslabených svalů. Ve třetím stadiu se konkrétně u nadhazovačů věnujeme pokročilejší kontrole lopatkových svalů během nadhozu. Jako preventivní opatření zabránění vzniku skapulární dyskineze je doporučeno protahování prsních svalů a zadních struktur ramenního kloubu a posilování svalů rotátorové manžety, střední a spodní porce trapézového svalu (Cools, 2013).



### 2.5.7 SLAP léze ramene (Superior Labral Tear from Anterior to Posterior)

Jako SLAP léze se označuje odtržení labrum glenoidale v místě napojení šlachy dlouhé hlavy bicepsu. Trhliny jsou nejčastěji způsobeny opakovanou traumatizací při decelerační fázi hodů, kdy rotátorová manžeta nezvládá koordinovat pohyb ramene a dochází k narážení hlavice humeru na oblast horního labra a tím k jeho poškození.

Burkhart et al. (2000) ve studii na 44 nadhazovačích se SLAP lézí poukázali na přítomnost zvýšeného napětí posteroinferiorního kloubního pouzdra. U těchto nadhazovačů byla při vyšetření rozsahu pohybu výrazně omezená vnitřní rotace v ramenním kloubu.

Labrum glenoidale, které je prstencovitého tvaru, je připojeno ke cavitas glenoidalis scapulae a slouží k prohloubení kloubní jamky. Zároveň je místem úponů ligament a 40 % vláken dlouhé hlavy m. biceps brachii. Zbytek vláken je upjato na tuberculum supraglenoideale (Malal, 2013).

U zevní rotace paže v abdukci zaujímá šlacha bicepsu vertikálnější a dozadu směřující pozici, kde je síla přenesena na horní labrum. To poté působí na odloupení glenoidu. Nejčastěji vzniká toto poškození při opakovaných pohybech paže nad hlavou nebo přímým pádem na nataženou paži (Wilk, 2009). Burkhart et al. (2003a) popsal „peel-back“ lézi horního labra, která bývá nejčastěji diagnostikována právě u baseballových nadhazovačů.

SLAP léze jsou často sdruženy s dalšími intra-artikulárními patologiemi, jako jsou Bankartova léze, trhliny zadního labra nebo šlach rotátorové manžety (Beyzadeoglu, 2015).

U sportovců bývá dominantní výrazná bolestivost při sportovní činnosti. Patrná je bolestivost při zvedání paže nad úroveň ramene. Ovšem pacienti většinou přichází se stížnostmi na neurčitou bolest ramene, ztrátu kontroly pohybu nebo snížení rychlosti nadhozu. Diagnostika SLAP léze může být velice obtížná, jelikož symptomy mohou připomínat patologii rotátorové manžety nebo glenohumerální instabilitu. Definitivně ji lze odhalit pouze pomocí artroskopie nebo magnetické rezonance (Wilk, 2009).

Fedoriw et al. (2014) sledovali procentuální úspěšnost návratu nadhazovačů do hry po konzervativním a operativním řešení SLAP léze. Po konzervativní terapii zabývající se zejména skapulární dyskinezí a omezenou vnitřní rotací ramene

se 40 % nadhazovačů dokázalo vrátit do hry a 22 % na jejich původní úroveň. Po operační léčbě se 48 % procent vrátilo do hry, ovšem pouze 7 % na jejich původní úroveň.

#### 2.5.8 GIRD (Glenohumeral internal rotation deficit)

Opakující se pohyb nadhazovače nad hlavou může vyvolat stav, při kterém dochází ke zvýšení rozsahu pohybu v glenohumerálním kloubu do zevní rotace (ZR) a naopak ke snížení rotace vnitřní (VR). Kinematika glenohumerálního kloubu je změněna kvůli posterosuperiornímu posunu hlavice humeru, dochází ke zvýšenému napětí posteriorní části kloubního pouzdra a naopak u anteriorní části se laxicita zvyšuje. GIRD bývá autory popisován různě. Nejčastěji je udávána přítomnost GIRD při ztrátě rozsahu pohybu do vnitřní rotace o 20° oproti nedominantní končetině (Lee, 2015).

Manske (2013) říká, že o GIRD hovoříme při 10% deficitu totálního rotačního pohybu paže (VR+ZR) oproti paži nedominantní. Pokud je VR+ZR bilaterálně souměrný nedoporučuje se zvyšovat rozsah pohybu do VR, kvůli riziku zvýšení přetížení okolních měkkých tkání a kloubního pouzdra.

Deficit je významným rizikovým faktorem pro vznik zranění glenohumerálního kloubu. GIRD způsobuje hyperplazii kloubního pouzdra, svalovou ztuhlost a zvyšuje dysbalanci měkkých tkání ramenního kloubu, což může být dále příčinou vzniku subakromiálního impingementu (Lee, 2015).

Většina autorů zastává názor, že deficit vnitřní rotace v glenohumerálním kloubu souvisí se vznikem patologií ramenního kloubu, jako je například SLAP léze. Burkhart et al. (2003) zmiňuje, že u všech ze 124 nadhazovačů, kteří podstoupili artroskopické řešení SLAP léze, byl nalezen GIRD v rozmezí 25°-80°. Také Wilk et al. (2011) během tříleté studie na nadhazovačích potvrdil až dvakrát vyšší riziko vzniku zranění glenohumerálního kloubu u nadhazovačů s GIRD v porovnání s nadhazovači s normálním rotačním rozsahem v paži. Amin et al. (2015) zase poukazuje na signifikantní pokles svalové síly a celkového rozsahu paže do rotací u nadhazovačů s pozitivním deficitem vnitřní rotace, ale uvádí, že GIRD významně neovlivňuje možná zranění ramene. Lee et al. (2015) považuje GIRD za jeden z hlavních faktorů přispívajících ke zranění GH kloubu a ve studii prokázal, snížení svalové síly ramenního pletence s GIRD. Naopak jiná studie (Tokish, 2008) poukázala

na přítomnost glenohumerálního deficitu do vnitřní rotace u 10 z 23 testovaných profesionálních asymptomatických nadhazovačů a zároveň nebyl zaznamenán rozdíl mezi laxitou posteriorního kloubního pouzdra u GIRD a non-GIRD ramen. Tedy na rozdíl od studií ostatních autorů, Tokish nezaznamenal statisticky významný rozdíl mezi stavem měkkých tkání u pacientů s GIRD a pacientů s normálním rozsahem pohybu, proto by dle něj přítomnost deficitu neměla být signifikantním průkazem postiženého ramene.

#### 2.5.9 Vnitřní glenoideální impingement

K impingement syndromu může dojít i intraartikulárně a to narážením tuberculum majus a přilehlé části rotátorové manžety proti zadnímu okraji glenoidální jamky. Typickým mechanismem vzniku je vrh a švih paží nad horizontálou. Predispozicí ke vzniku je u nadhazovačů nadměrná anteriorní translace hlavice humeru spojená s extrémní zevní rotací paže, které vedou k impingementu rotátorové manžety proti labrum glenoidale. Opakující se vnitřní impingement může dále vést k trhlinám rotátorové manžety a zadního labra.

Pacienti s vnitřním impingementem popisují postupně nastupující bolest ramene, která progreduje během sezóny. Lokalizace bolesti je na zadní straně kloubu. Nejbolestivější je „late cocking“ fáze a dochází k omezení kontroly a rychlosti pohybu, sekundárně navazující na bolestí sníženou zevní rotaci paže (Wilk, 2009).

#### 2.5.10 Bennetova léze

Bennetova léze je mineralizace prosterio-inferiorního labrum glenoidale. Léze bývá lokalizována v místě úponu lig. glenohumerale inferior. Reakcí na kapsulární trakci a opakované přetěžování zadních struktur ramenního kloubu během pohybu nadhazovače nad hlavou dochází ke vzniku osteofytu v místě zadního glenoidu. Bennetova léze bývá spojena s přítomností vnitřního impingementu a dalších patologií posteriorního ramenního kloubu. Diagnosticky lze lézi rozpoznat na rentgenovém snímku. Bylo zjištěno, že Bennetova léze je častým avšak v mnohých případech asymptomatickým nálezem baseballových nadhazovačů a nemusí vždy vést k patologickým procesům v ramenním kloubu. Léčba léze by tedy měla probíhat dle celkového nálezu nadhazovače s bolestí zadní strany ramenního kloubu (Wright, 2004).

Léčba symptomatické exostózy posteriorního labra může být po nějaký čas řešena konzervativně, avšak dlouhodobé zlepšení bývá limitováno a operační zásah se pak stává nezbytným. Provádí se očištění exostózy do původního tvaru artroskopickým přístupem skrz mediální okraj posteroinferiorního kloubního pouzdra (Wilk, 2009).

## 3 SPECIÁLNÍ ČÁST

### 3.1 Klinické vyšetření ramenního pletence

Součástí klinického vyšetření je anamnéza, aspekce, palpační vyšetření jednoduchých struktur a napětí ve svalech, vyšetření pasivních a aktivních pohybů a speciální vyšetřovací testy.

Při odebrání anamnézy se ptáme na operace a úrazy, mechanismy poranění, bolest a její specifikaci (při pohybu, v klidu, během dne, v noci, lokalizace), případný dosavadní průběh onemocnění, léčby a rehabilitace (Kolář, 2009).

#### 3.1.1 Anamnéza

Před dotazováním na pacientovy konkrétní problémy je důležité zjistit informace o jeho věku, stranové dominanci, sportovních aktivitách a sportovní úrovni. Mezi nejčastější stížnosti nadhazovače bude patřit bolest. Bolest může být traumatické etiologie, pozvolně rostoucího charakteru, chronická nebo s exacerbacemi. Pokud je bolest přítomná, je třeba zaměřit se na určité klíčové body:

- **lokalizaci bolesti**, která bývá nejčastěji přítomná antero-laterálně.
- **charakteristiku bolesti** - Zjišťujeme aktivity a pohyby způsobující bolest. Bolest v „early cocking“ fázi může vznikat z důvodu anteriorní instability, problémy v „late cocking“ fázi může zapříčinit SLAP léze nebo impingement zadní rotátorové manžety. Akcelerační fáze vede ke vzniku léze dlouhé hlavy m. biceps brachii nebo k natržení svalů rotátorové manžety a bolest v decelerační fázi většinou poukazuje na subakromiální impingement nebo SLAP lézi. Subakromiální impingement se může projevat bolestí mediálního lokte a typické jsou pro něj také bolesti noční.
- **úlevovou polohu**
- **neurologické symptomy** jako je hypestezie nebo parestezie v některém okrsku horní končetiny.

Dalším častým problémem kromě bolesti bývá pocit instability v glenohumerálním kloubu. V této situaci je důležité zjistit frekvenci epizod instability a mechanismus příčiny, který nám může napovědět směr instability. Dále se instabilita

zjišťuje speciálními testy. Kromě bolesti a instability se můžeme často setkat se stížnostmi na omezení pohybu do vnitřní rotace (GIRD).

Na závěr se v anamnéze doptáme na předchozí zranění a léčbu, prodělané operace a čas trvání těchto zásahů (Baker, 2000; Oyama, 2012).

### 3.1.2 Aspekce

První částí fyzikálního vyšetření je sledování pacientova postoje, držení těla a pohybu. Pacient je při vyšetření aspekci vyslečený alespoň do půlky těla. Vyšetření pohledem probíhá zezadu, zepředu a z boku. Vždy porovnáváme s druhou stranou a všímáme si krční páteře, lopatek, klavikuly a celých horních končetin (Kolář, 2009).

Po příchodu pacienta do ambulance je třeba udělat si celkové hodnocení pacientova stoje, chůze a držení těla. Pokud je zraněné rameno, sledujeme jak se k němu pacient chová a jak ho „nosí“ (Shulzt, 2005).

Poté následuje aspekce pacienta ve stoji. Všímáme si typu postavy, a celkového držení těla, jelikož vadné držení může vést ke vzniku zranění. U nadhazovače není neobvyklé předsunuté držení hlavy nebo zvýšená bederní lordóza (Manske, 2013).

Při pohledu na pacienta *zezadu* si na horní části trupu všímáme zejména tvaru a postavení lopatek. Zda často dochází k odstávání mediálního okraje nebo dolního úhlu lopatky. Sledujeme skapulotorakální rytmus lopatek při flexi a abdukci paží. Dle Parka (2002-2003) asymetrický pohyb lopatek během bilaterálního pohybu paží může poukazovat na deficit m. serratus anterior. Lze sledovat trofiku svalů rotátorové manžety a stranovou asymetrii. Svalová atrofie v místě fossa supraspinata nebo fossa infraspinata může poukazovat na patologii rotátorové manžety nebo postižení supraskapulárního nervu (Manske, 2013).

Dále se díváme na konturu ramen, jejich výšku a symetrii a velikost tajlí. Ve většině případů bývá dominantní rameno níže. Pokud je přítomno zranění sledujeme blíže otok, změnu barvy kůže, jizvu, deformitu nebo svalovou atrofii (Houglum, 2010; Shultz, 2005). Při hodnocení dolní poloviny těla se zaměřujeme na postavení pat a kolen (varozita, valgozita), výšku podkolenních rýh, asymetrii svalové masy dolních končetin a výšku cristae iliace (Shultz, 2005). Při zkoušce kliku o zeď můžeme sledovat odstávající mediální okraj lopatky resp. lopatek, tento nález nám prozrazuje patologii m. serratus anterior, která může být způsobena svalovou dysbalancí nebo parézou n. thoracicus longus.

Pohled *zboku* nám může odhalit chabé až předsunutě držení hlavy, dále sledujeme tvar hrudní kyfózy, bederní lordózy a držení ramen. Sledujeme předozadní postavení pánve, rekurvaci kolen (Shultz, 2005).

Při pohledu na pacienta *zepředu* sledujeme symetrii obou polovin těla, stranovou svalovou symetrii resp. asymetrii, postavení a výšku čéšek, výšku cristae iliacae a předních horních spin. Sledujeme trupové svalstvo, „šilhání“ umbiliku, výšku dolních žeberních oblouků, symetrii tajlů, postavení ramen, postavení klíčků, jejich symetrii a vyplnění supraklavikulárních jamek, tonus m. sternocleidomastoidei, symetrii horních porcí trapézového svalu, výšku ramen a úklon nebo rotaci hlavy ke straně (Shultz, 2005).

### 3.1.3 Palpace

„Před vyšetřením se pacienta ptáme, zda pociťuje nějakou bolest. Pokud ano, bolestivé místo vyšetřujeme jako poslední“ (Kolář, 2009, 147). Při palpaci hmatáme kloubní štěrbiny, případný otok, zvýšenou teplotu tkání v okolí kloubu, kloubní krepitace, svalový tonus, spouštěvé body a zjišťujeme „joint play“ (Michalíček, 2014).

Palpujeme bolestivé body ve svalech a na periostu. Současně vyšetřujeme také krční a hrudní páteř. Palpační bolestivost v oblasti tuberculum majus bývá přítomna při postižení úponů zadní části rotátorové manžety – m. supraspinatus, m. infraspinatus a m. teres minor. Tuberculum minus je často bolestivé při postižení úponu m. subscapularis. Akromioklavikulární skloubení je bolestivé při jeho blokádě nebo degenerativních změnách. Palpačně bolestivý processus coracoideus je charakteristický při postižení krátké hlavy m. biceps brachii a při postižení úponu m. pectoralis minor nebo m. coracobrachialis (Kolář, 2009).

Krepitace zjištěné při palpaci mohou poukazovat na vnitřní glenoideální impingement, anteriorní instabilitu, SLAP lézi, patologii akromioklavikulárního skloubení nebo subakromiální impingement. Při lézi dlouhé hlavy m. biceps brachii bývá palpačně bolestivý intertuberkulární žlábek se šlachou (Park, 2002-2003).

### 3.1.4 Vyšetření rozsahu pohybu

Posuzování rozsahu pohybu začíná sledováním pacienta a jeho schopnosti aktivní elevace obou paží. U vyšetřování nadhazovače musíme myslet na jeho odlišnou charakteristiku pohybu v glenohumerálním kloubu. Většina z nich má extrémně zvýšený rozsah pasivního i aktivního pohybu dominantní paže do zevní rotace a naopak snížený rozsah pohybu do vnitřní rotace. Mezi další vyšetřované pohyby řadíme elevaci paže ve frontální a sagitální rovině, horizontální abdukci a horizontální addukci. Všechny pohyby vyšetřujeme aktivně a pasivně (Manske, 2013).

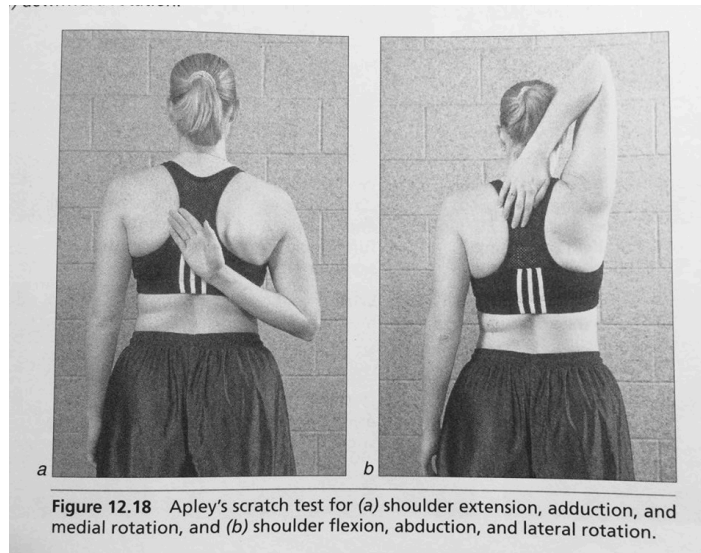
Tabulka 1. Rozsah pohybu v ramenním kloubu dle různých autorů.

Směr pohybu	Janda & Pavlů (1993)	Kolář (2009)	Kapandji (2005)
flexe	160° - 180°	150° - 170°	180°
extenze	30° - 60°	40°	45° - 50°
abdukce	90° - 180°	180°	180°
addukce	-	20° - 40°	30° - 45°
horizontální abdukce	20° - 30°	40° - 50°	30° - 40°
horizontální addukce	120° - 130°	130° - 160°	140°
zevní rotace v 0° abdukci	-	60°	80° - 90°
zevní rotace v 90° abdukci	55° - 95°	90°	80°
vnitřní rotace v 0° abdukci	-	60°	100° - 110°
vnitřní rotace v 90° abdukci	45° - 90°	70°	95°

Při vyšetřování pasivních pohybů si všímáme bolesti, krepitací a bariéry. Aktivní pohyby se provádí oběma končetinami zároveň pro možnost porovnání a zhodnocení hyper- nebo hypomobility. Při omezení aktivního pohybu jde primárně nebo sekundárně o postižené svaly. Všímáme si rozsahu pohybu a jeho plynulosti. Pro funkční zhodnocení můžeme provést test do zevní rotace a abdukce, kdy pacienta



vyzvěme k umístění ruky za hlavu a instruujeme ho k dosažení prsty směrem mezi lopatky dolů po páteři. Porovnáváme strany. Opačný pohyb do addukce a vnitřní rotace se nazývá Apley Scratch test. Pacienta vyzvěme k zapažení a dosáhnutí prsty po páteři co nejvýše (Kolář, 2009).



Obrázek 4. Test abdukce a zevní rotace a Apley Scratch test (Shultz, 2005).

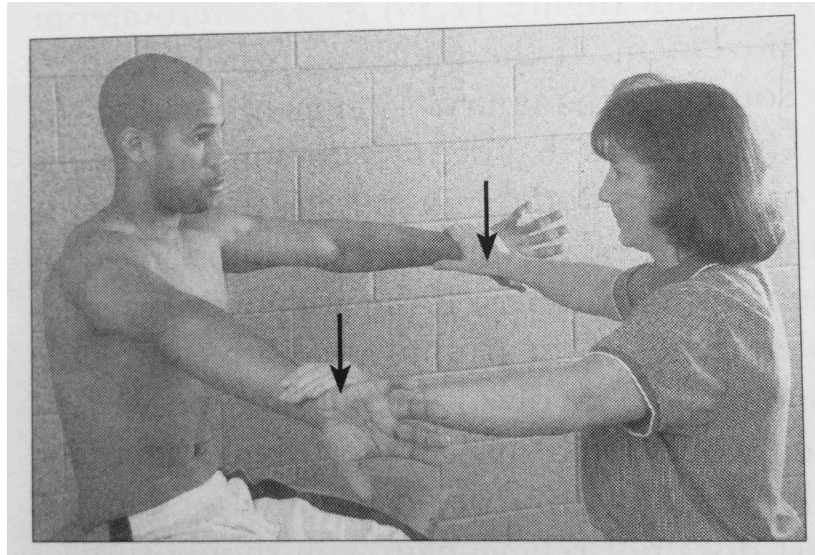
### 3.1.5 Speciální vyšetřovací testy

#### 3.1.5.1 Impingement syndrom

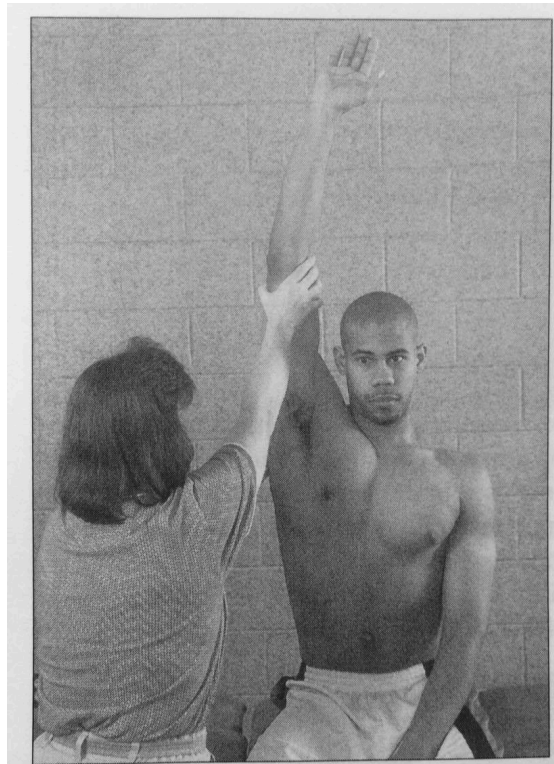
“Impingement testy fungují na principu komprese tkání, a tím zvýšené iritaci v subakromiálním prostoru” (Michalíček, 2014). Z mnoha testů na ověření subakromiálního impingement syndromu jsou 4 nejoblíbenější.

#### *Jobe's test (Empty can test)*

Paže jsou v 90° elevaci ve skapulární rovině (přibližně 30° anteriorně od frontální roviny) a zároveň v maximální zevní rotaci. Terapeut klade odpor proti další elevaci. Test je zaměřený primárně na ověření patologie m. supraspinatus a je pozitivní na impingement syndrom pokud pacient při jeho provedení udává bolest postiženého ramene a není schopný vzdorovat terapeutovu odporu (Obrázek 5) (Cools, 2008; Shultz, 2005).



Obrázek 5. Empty can test (Shultz, 2005).



Obrázek 6. Neer's test (Shultz, 2005).

### *Neerův test*

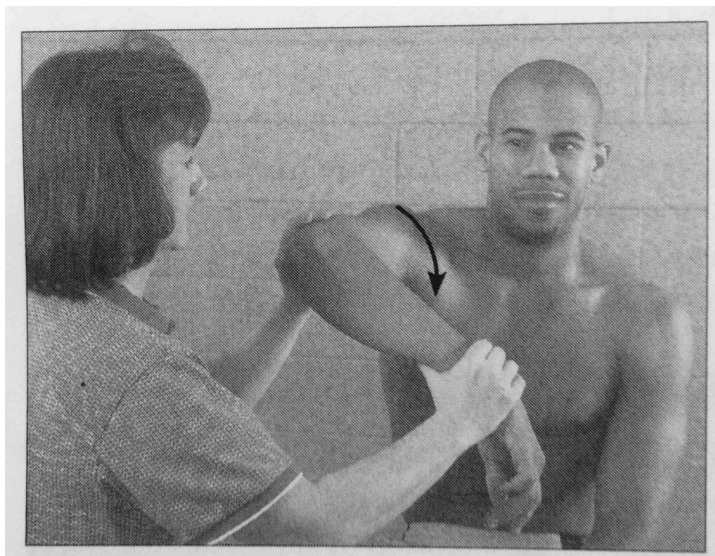
V roce 1983 ortoped Neer na základě svého pozorování poprvé popsal tento test. Terapeut pacientovi flektuje paži a zároveň fixuje lopatku v depresi. Dochází ke kompresi šlachy m. supraspinatus, dlouhé hlavy bicepsu a subakromiální burzy mezi akromion a tuberculum major humeri (Obrázek 6). Pozitivní znamení je bolest

postiženého ramene. Interpretace může být různá, podle lokalizace bolesti. Při bolesti předního ramene se jedná o subakromiální impingement, ale test je citlivý i na vnitřní glenohumerální impingement, při kterém pacient udává bolest na zadní straně ramene (Cools, 2008; Shultz, 2005).

#### *Hawkins – Kennedy's test*

Tento test je také zaměřený na šlachy m. supraspinatus a dochází při něm k její kompresi vůči lig. coracoacromiale. Paže pacienta je pasivně elevována do 90° ve skapulární rovině a terapeutem je provedena vnitřní rotace paže (Obrázek 7). Bolest při vnitřní rotaci je známkou pozitivivity testu (Shultz, 2005). Na rozdíl od Neerova testu není senzitivní na vnitřní glenohumerální impingement (Cools, 2008). Wilk (2009) uvádí

66-100% senzitivitu a 25-66% specifitu testu pro impingement syndrom, syndrom rotátorové manžety nebo burzitidy.



Obrázek 7. Hawkins-Kennedy's test (Shultz, 2005).

#### *Cyriaxův bolestivý oblouk*

Pacient aktivně abdukuje paži. Normálně je tento pohyb volný, plynulý a nebolestivý až do 180°. Pokud se objeví bolestivost, svědčí to pro různá postižení v oblasti ramenního kloubu. Co se týče impingement syndromu, bolest do 30° abdukce může poukazovat na postižení m. supraspinatus a bolest od 30° do 60° abdukce může

být projevem postižení subakromiální burzy. Dále při bolestivosti v rozsahu 60°-120° je test pozitivní pro postižení rotátorové manžety. Bolest ve 180° ukazuje na patologii v akromioklavikulárním kloubu (Kolář, 2009).

Cools (2008) uvádí, že pro odhalení impingement syndromu lze použít provokační testy na instabilitu GH kloubu. Bolest při Apprehension a Relocation testu (viz dále) může dle lokalizace poukazovat na různé patologie. Bolest přední strany ramene při Apprehension testu poukazuje na přítomnost subakromiálního impingementu, bolest na zadní straně naznačuje přítomnost impingementu posterosuperiorního labra. Relocation test je proveden vzápětí a je pozitivní pokud bolest, která se objevila během Apprehension testu zmizí. Cools (2008) tvrdí, že relocation test dokáže odhalit, zda se jedná o primární nebo sekundární impingement. Pokud je test pozitivní (tzn. pokud bolest zmizí), jedná se o sekundární impingement, který je založený na přílišné anteriorní translaci humeru. Negativní test svědčí o impingementu primárním.

#### 3.1.5.2 Instabilita glenohumerálního kloubu

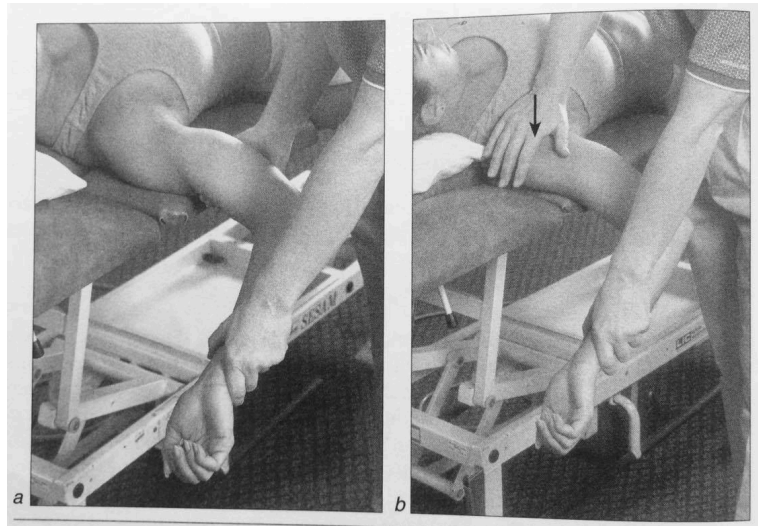
Testy na instabilitu GH kloubu mohou být rozděleny do dvou kategorií – provokační testy a testy na humerální translaci. Při provokačních testech pacient s instabilitou pociťuje spíše nepříjemné pocity nestability než bolest. Patří mezi ně výše zmíněný Apprehension test a Relocation test. Instabilita GH kloubu může být ve třech směrech – anteriorním, inferiorním a posteriorním, zatímco inferiorní instabilita je rovněž známá jako multidirekcionální (Cools, 2008; Michalíček, 2014).

##### 3.1.5.2.1 Testy na anteriorní instabilitu

*Apprehension test (test z obavy přední luxace)/ Relokační test (Fowlerův test neboli Jobe relocation test)*

U přední instability dochází k subluxaci v abdukčním a zevně rotačním postavení paže. Pacient je ve výchozí poloze na zádech s 90° flexí lokte. Terapeut pomalu abdukuje paži do 90° a uvádí paži do ZR, kdy si zapamatuje stupně, kterého bylo dosaženo a pacient hlásil obavy z luxace (Obrázek 8). Při přítomnosti obav

pacienta doplňujeme vyšetření relokačním testem, kdy rameno při 90° abdukci fixujeme ze shora a je možné provést zevní rotaci paže bez nepříjemných pocitů pacienta ve vyšším rozsahu (Manske, 2013; Michalíček, 2014).



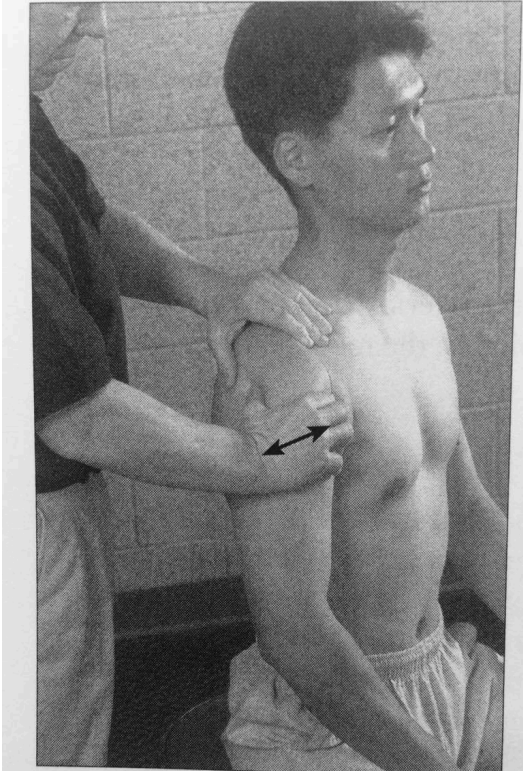
Obrázek 8. Apprehension and Relocation test (Shultz, 2005).

#### *Load and shift test*

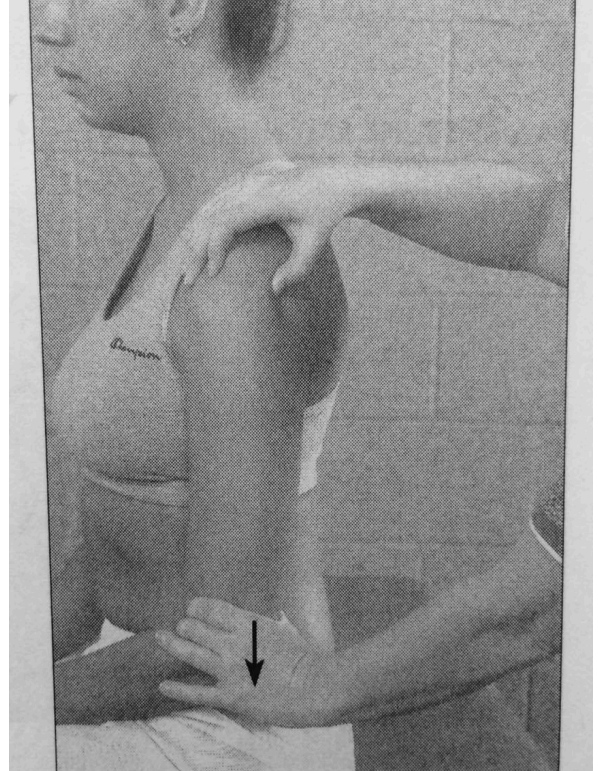
Používá se k prokázání jak přední, tak zadní instability GH kloubu. Pacient sedí, terapeut mu jednou rukou fixuje skapulu a ruku druhou má položenou na rameni pacienta. Druhou rukou uchopí hlavici humeru a zatlačí ji směrem dopředu k prokázání anteriorní instability nebo směrem dozadu k prokázání instability posteriorní (Obrázek 9). Translační pohyb by přitom neměl překračovat 25 % velikosti hlavice. Hodnocení

se provádí ve třech stupních:

1. stupeň – Posun mezi 25 % - 50 %
2. stupeň – Posun nad 50 % s následným spontánním návratem hlavice do původní polohy
3. stupeň – Posun o více než 50 % bez následného pohybu do původní polohy (Shultz, 2005).



Obrázek 9. Load and Shift test  
(Shultz, 2005).



Obrázek 10.  
Sulcus sign (Shultz, 2005).

### 3.1.5.2.2 Test na inferiorní instabilitu

#### *Příznak žlábků (Sulcus sign)*

Sulcus sign se používá k posouzení inferiorní neboli multidirectionální instability GH kloubu. Pacient sedí s paží spuštěnou podél těla a terapeut uchopí distální část humeru a při fixované lopatce zatáhne za humerus směrem dolů. Při pozitivitě testu se na paži objeví žlábek mezi laterální stranou akromionu a hlavicí humeru (Obrázek 10). Test hodnotí integritu lig. glenohumerale superior a lig. coracohumerale, které primárně stabilizují humerus proti inferiorní translaci (Manske, 2013).

### 3.1.5.2.3 Testy na posteriorní instabilitu

#### *Zadní zásuvkový test*

Zadní zásuvkový test ozřejmuje zadní instabilitu GH kloubu. Pacient leží na zádech, terapeut jednou rukou fixuje lopatku shora a druhou uvede loket do 120° flexe, paži do 100° abdukce, a mírné horizontální addukce. Postupně terapeut posunuje paži do sagitální roviny, rotuje jí dovnitř a palcem ruky fixující rameno tlačí hlavici dorsálním směrem (Kolář, 2009).

#### *Jerk test*

Výchozí poloha pacienta je stejná jako u předchozího testu. Terapeut paži uvede do 90° abdukce, vnitřní rotace a 90° horizontální addukce. Poté zatlačí do paže dorsálním směrem. Test je pozitivní pokud dojde k subluxaci dorsálním směrem. Jerk test se dá použít také na ověření trhliny postero-inferiorního labra (Michalíček, 2014).

### 2.6.5.3 Patologie rotátorové manžety

Nejsnadněji odhalitelná je patologie rotátorové manžety pomocí odporovaných testů. Vyšetřuje se izometrickou kontrakcí proti malému odporu do abdukce, flexe a zevní a vnitřní rotace (Kolář, 2009). Vyšetření do flexe je uvedeno dále v rámci samostatné kapitoly týkající se dlouhé hlavy m. biceps brachii.

Odporovaný test do abdukce posuzuje stav m. supraspinatus. Pacient má 90° flexi v loktech, a terapeut mu klade odpor přes laterální části paží. Test je pozitivní při bolesti a snížené svalové síle (Kolář, 2009). Pro posouzení stavu m. supraspinatus může být použit i výše zmíněný „Empty can test“ (Baker, 2000).

Ve stejné poloze vyšetřujeme stav m. infraspinatus a m. teres minor. Pacient má paže v addukci a 90° flexi v lokti. Terapeut mu klade odpor dlaněmi proti vnitřní ploše předloktí. Test je opět pozitivní při bolesti a snížené svalové síle.

Podobně vypadá vyšetření do rotace vnitřní. Terapeut klade odpor proti vnitřní straně předloktí a test je pozitivní při lézi m. subscapularis a m. teres major (Kolář, 2009).

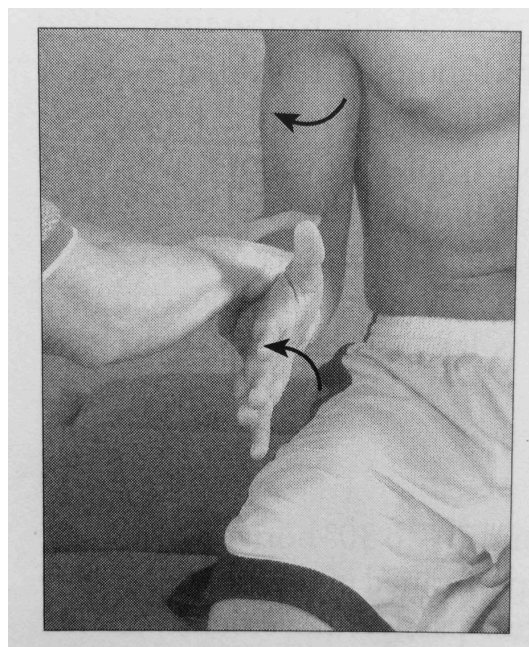
Gerber and Krushell (1991) popsali test na posouzení integrity m. subscapularis pomocí „Lift-off“ testu. Pacient si položí dorsum ruky na záda a terapeut mu poté klade odpor proti odtažení ruky od zad (Baker, 2000).

### 3.1.5.3 Patologie šlachy dlouhé hlavy bicepsu

Šlacha dlouhé hlavy m. biceps brachii je považována za depresor hlavice humeru a pomáhá stabilizovat hlavici v jamce. Při její ruptuře nebo SLAP lézi proto dochází k přední GH instabilitě. Ruptura šlachy dlouhé hlavy m. biceps brachii tvoří nejvyšší počet spontánních ruptur v těle.

#### *Yergasonův test (Test tácu)*

Rameno pacienta je v nulovém postavení a loket v 90° flexi. Pacient provede supinaci předloktí a flexi v lokti proti odporu (Obrázek 11). Test je pozitivní pokud terapeut pociťuje sníženou svalovou sílu nebo pacient udává bolest či pocit přeskočení v oblasti sulcus intertubercularis (Kolář, 2009).



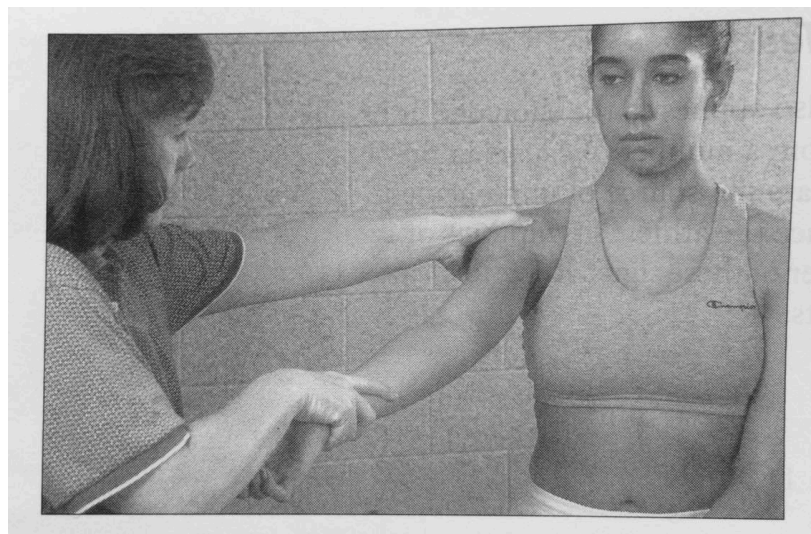
Obrázek 11. Yergasonův test (Shultz, 2005).



### *Speedův test*

Speed testem se dá rozlišit, zda jde o rupturu či tendinózu šlachy. Pokud je při provedení přítomná snížená síla, jde pravděpodobně o rupturu, naopak při převládající bolesti jde nejspíše o tendinózu (Shultz, 2005).

Pacient sedí a flektuje paži do 90° v rameni. Předloktí je v supinaci a terapeut klade odpor do flexe v ramenním kloubu (Obrázek 12) (Michalíček, 2014).



Obrázek 12. Speedův test (Shultz, 2005).

#### 3.1.5.4 Testy na lézi labrum glenoidale

Existují testy k posouzení možné léze glenoidálního labra, přestože definitivní diagnózu SLAP léze určí až provedená artroskopie. Oh et al. (2008) ve studii na ověření sensitivity a specificity deseti testů došli k názoru, že 2 senzitivní testy (O'Brian's test nebo Apprehension test) v kombinaci s 1-3 specifickými testy (Speed test, Yergasonův test, Biceps load II test) dosahují 70% - 95% úspěšnosti odhalení léze.

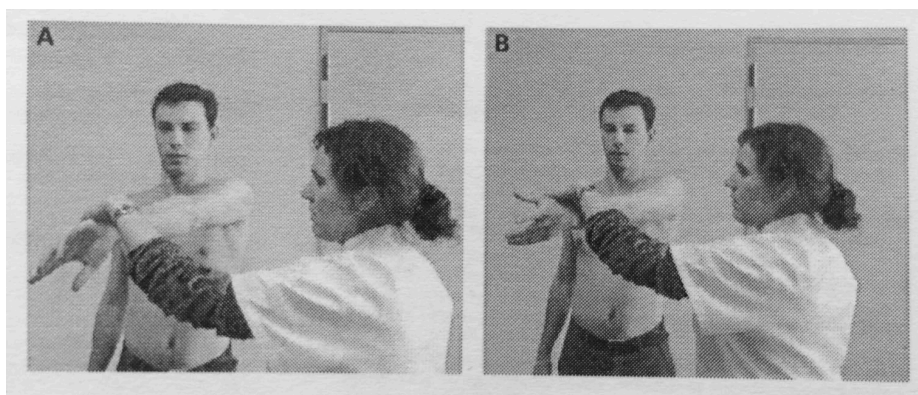
#### *O'Brian's active compression test*

Pacient flektuje paži v rameni do 90° se současnou plnou extenzí v lokti. Poté addukuje paži o 10° přes střední čáru a vnitřně ji rotuje tak, že palec směřuje dolů. Terapeut poté klade odpor do další flexe v rameni. Úplně stejná technika testu je

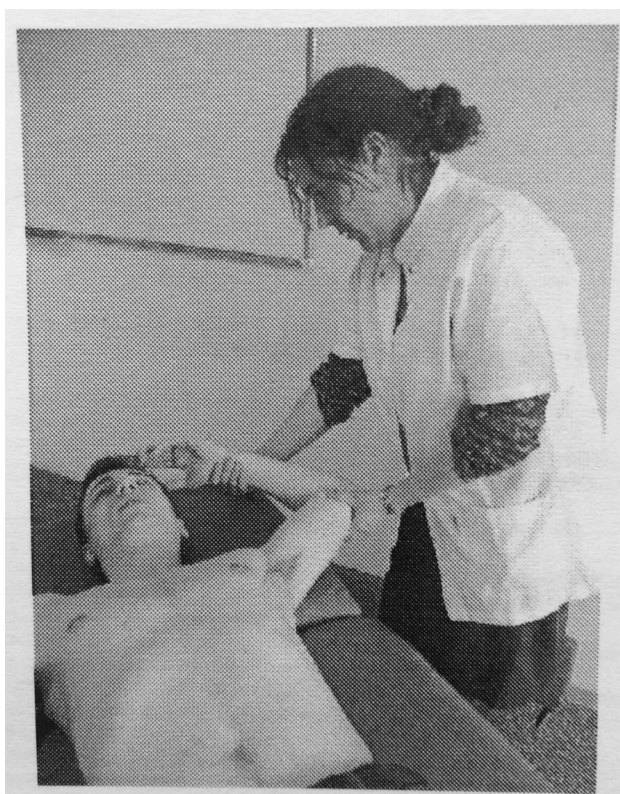
použita hned poté znova, akorát dlaň pacienta směřuje nahoru (Obrázek 13). Test je považován za pozitivní, když je pro pacienta první manévr bolestivý a při druhém dojde k eliminaci bolesti (Wilk, 2009).

### *Biceps load II test*

Pacient leží na zádech s paží ve 120° flexi a loktem v 90° flexi. Terapeut klade odpor proti další flexi v lokti (Obrázek 14). Test je pozitivní pokud pacient udává při rezistované flexi v lokti bolest (Cools, 2008).



Obrázek 13. O'Brian's test (Cools, 2008).



Obrázek 14. Biceps Load II test (Cools, 2008).

### 3.1.6 Testování hypermobility

Testování instability ramene by mělo zahrnovat i posouzení konstituční hypermobility jedince. „Konstituční hypermobilita je charakterizována postižením celého těla, i když nemusí být ve všech oblastech ve stejném stupni a nemusí být přísně symetrická“ (Janda, 1996, 309). Zjištění hypermobility je důležité k posouzení patogeneze hybných syndromů a pro stanovení reedukačního postupu a určení celkového pohybového režimu, jelikož při hypermobilitě dochází ke zmenšení statické stability. Vyšetření hypermobility vychází ze zjištění rozsahu kloubní pohyblivosti a změření maximálního pasivního rozsahu pohybu v kloubu (Janda, 1996).

Beighton scale se skládá ze čtyřech testů prováděných bilaterálně (celkem 8 bodů) a testu flexe trupu (1 bod), které se používají k ověření konstituční hypermobility (Obrázek 15). Testy obsahují:

- pasivní hyperextenzi malíku – pozitivní při extenzi malíku nad 90°
- pasivní flexi palce k předloktí – pozitivní při dotyku palce předloktí
- hyperextenzi loktů – pozitivní při extenzi nad 10°
- hyperextenzi kolen – pozitivní při extenzi nad 10°
- flexi trupu s extenzí v kolenou – pozitivní při dotyku dlaní země

V různých studiích je uveden práh pro generalizovanou hypermobilitu rozdílně a to v rozmezí od 4/9 po 6/9. Nejvíce frekventovaný bývá údaj 4/9 (Beighton et al., 2012; Manske, 2013).

## 3.2 Terapie

Rameno jakožto nejpohyblivější kloubní komplex v těle se skládá ze sternoklavikulárního, akromioklavikulárního, skapulotorakálního a glenohumerálního kloubu. Nejenže tyto klouby musí zajišťovat mobilitu a stabilitu, ale i svaly obklopující a kontrolující tyto klouby musejí pracovat synchronně a musejí umožňovat správnou funkci a timing jednotlivých pohybů (Houglum, 2010).

Stabilita je stěžejní pro normální funkci kloubu. Při poranění statických stabilizátorů ramene (ligament, kloubního pouzdra), aferentní receptory nejsou schopny zajistit adekvátní senzorický výstup a znemožňují kvalitní svalovou odpověď. Porucha stability po poranění vazů je způsobená za prvé samotným zraněním, ale také sekundární dynamickou instabilitou zapříčiněnou poškozením aferentních receptorů (Houglum, 2010).

V rehabilitaci ramenního pletence hraje stěžejní roli rehabilitace stabilizátorů lopatky. Jejich síla, kontrola a timing je klíčovou záležitostí v pohybu ramene, protože lopatka zajišťuje bazi všem pohybům ramenního pletence. Oslabené lopatkové stabilizátory vedou k destabilizaci lopatky a tím k migraci humeru kraniálně. Následkem skapulární dyskinéze je pak subakromiální impingement nebo patologie rotátorové manžety (Houglum, 2010).

Dalším důležitým bodem ve funkci ramenního komplexu je stabilita a síla trupu a dolních končetin. Dle Kiblera (1995) dolní končetiny a trup zajišťují až 55 % totální kinetické energie nadhozu. Z tohoto důvodu je neméně důležité zaměřit se na sílu a funkci trupového svalstva a stabilizátorů kyčle.

### 3.2.1 Léčebná rehabilitace

„Ramenní pletenec je součástí posturálních mechanismů, účastní se lokomoce, a proto návrat vzpřímené postury – vertikalizace – je pro návrat funkce ramena zásadní“ (Michalíček, 2014).

Při rehabilitaci ramenního pletence se vždy snažíme zajistit dva protichůdné úkoly ve všech fázích pohybu – motorickou kontrolu pohybu a zabezpečit funkční centraci ramene. Snažíme se o dosažení co největší volnosti rozsahu pohybu a zajištění neoptimálnější funkční centrace a stabilizace v návaznosti na posturu trupu.

Posturálně stabilizovaný harmonický pohyb je centrálně podmíněn a neurofyziologicky řízen. Jedná se o plynulé zapojení segmentů do společného směru pohybu. V průběhu pohybu je nezbytná dostatečná aference a zpětná vazba ve všech úrovních řízení motoriky, která zajišťuje timing jednotlivých segmentů v komplexním pohybu (Michalíček, 2014).

Terapeutickým cílem je zasáhnout v době, kdy nedošlo ke generalizaci dysfunkce (vertikální řetězení poruchy nebo přeprogramování pohybového vzoru). „Komplexní trénink dynamické stabilizace ramene vychází z provázanosti propriocepce, neuromotoriky, stavu měkkých tkání a kloubních struktur a z kvality obousměrné signální cesty a periferie ve všech úrovních řízení motoriky“ (Michalíček, 2014).

U pacientů s přítomnou bolestí ramene bývá často snížená svalová aktivita dynamických stabilizátorů. Svaly rotátorové manžety vykazují deficit v neuromuskulární kontrole a správném timingu. Proto by počáteční fáze rehabilitace měla zahrnovat získání svalové kontroly učení, jak vědomě zapojit svaly rotátorové manžety. Při dosažení neuromuskulární kontroly pohybu, mohou navázat cviky na posílení svalů rotátorové manžety a to jak koncentricky tak excentricky (Cools, 2016).

Při posilování svalů rotátorové manžety v otevřeném kinematickém řetězci je důležité pracovat ve skapulární rovině. Jedná se o rovinu, kdy je paže asi o 30° posunutá vpřed oproti rovině frontální, takže je ve stejné linii jako lopatka ležící na žebrech. Umístění paže do skapulární roviny snižuje riziko impingementu rotátorové manžety a celkově je pro pacienta pohyb v této rovině příjemnější. Tato pozice ramene snižuje napětí šlachy m. supraspinatus a z hlediska glenohumerální mechaniky je výhodnější než pohyb v rovině frontální (Houglum, 2010; Mayer & Smékal, 2005).

#### 3.2.1.1 Léčebná rehabilitace po již vzniklé patologii ramenního pletence

Wilk et al. (2002) uvedl 10 rehabilitačních zásad, kterými by se terapeut měl při léčbě nadhazovače řídit:

1. nepřetěžovat hojící se tkáň,
2. prevence negativních následků imobilizace,
3. klást důraz na sílu zevních rotátorů ramene,
4. zajištění svalové rovnováhy,

5. zvyšovat flexibilitu zadního kloubního pouzdra,
6. zlepšovat propriocepci a neuromuskulární kontrolu,
7. zaměřit se na sílu lopatkových svalů,
8. zajistit biomechanicky efektivní pohyb nadhozu,
9. postupný návrat k házecím aktivitám,
10. řídit se danými kritérii k dosažení progresu.

Rehabilitační program pro terapii zranění nadhazovače je dle více autorů (Reinold, 2010; Wilk, 2002) rozdělen do čtyřech fází. Každá další fáze navazuje na fázi předchozí, cviky se stávají agresivnějšími a náročnějšími a zátěž kladena na ramenní kloub postupně roste.

### 1. Akutní fáze

Primární cíle první fáze jsou minimalizování bolesti a zánětu, zabránění svalové atrofii, znovu nastolení svalové rovnováhy a normalizování rozsahu pohybu (hlavně vnitřní rotace a horizontální addukce). Pokud je během vyšetření nalezena hypomobilita zadního kloubního pouzdra, provádí se jeho protažení. Kromě glenohumerálního kloubu by se terapeut měl zaměřit také na pozici a mobilitu lopatky. Často vidíme obraz předsunutého držení hlavy a protrakce ramen. Toto postavení je způsobeno oslabením retraktorů lopatky.

Postavení lopatky bývá u nadhazovače často v protrakci a anteriorním náklonu (anterior tilt). Anteriorní tilt lopatky může přispívat ke vzniku subakromiálního impingementu a často koreluje se zkráceným m. pectoralis minor a oslabenou dolní porcí m. trapezius. Při tomto nálezu by se terapie měla zaměřit na protažení m. pectoralis minor a posílení dolního trapézového svalu.

S ohledem na pacientovu bolest se provádí pohyby izotonické nebo izometrické. Pro obnovení neuromuskulární kontroly a dynamické stability volíme prvky PNF, jako je rytmická stabilizace nebo zvrát antagonistů. Mezi další možnosti terapie v první fázi můžeme zařadit cvičení v oporách, tzn. v uzavřeném kinematickém řetězci (Wilk, 2002).

Manuální rytmická stabilizace zevních a vnitřních rotátorů by měla být prováděna ve skapulární rovině a 30° abdukci. Může být prováděn také proprioceptivní

trénink, kdy pasivně pohybujeme končetinou pacienta, který má zavřené oči, v jeho zvládnutelném aktivním rozsahu pohybu a pacient poté aktivně pohyb napodobí.

Dále je pro nácvik stability vhodné zapojit cviky v uzavřeném kinematickém řetězci, například na čtyřech (Obrázek 16). V akutní fázi má pacient vždy ruce pod úroveň ramen a může prováděn například antero-posteriorní nebo latero-laterální přesuny váhy.

V akutní fázi je vhodné i využití fyzikální terapie a farmakoterapie (Reinold, 2010).

Shrnutí první fáze:

- posilování zevních rotátorů ramene (analytická cvičení s velmi lehkou zátěží),
- posilování lopatkových svalů (zejména retraktorů, protraktorů a depresorů) (Obrázek 17),
- cviky na obnovení dynamické stabilizace (rytmická stabilizace) (Obrázek 18),
- cvičení v uzavřeném kinematickém řetězci,
- propioceptivní trénink,
- zdržet se házení,
- udržování síly trupových svalů, svalů dolních končetin, zápěstí a předloktí.

## 2. Střední fáze

Ve druhé fázi patří mezi hlavní cíle pokračovat v posilovacím programu, zvyšování flexibility, vylepšování funkční dynamické stability, facilitace neuromuskulární kontroly a znovuzískání plného rozsahu pohybu. Během této fáze již je možné provádět více agresivní izotonické posilovací cviky s ohledem na obnovení svalové balance. Program "Thrower's ten" (viz dále) je v této fázi již vhodné zapojit do rehabilitačního plánu (Wilk, 2002).

Síla dolních končetin, trupu a stabilita jsou klíčovými body efektivního nadhozu, proto je během této fáze doporučeno posílení těchto struktur.

Z konkrétních cviků vhodných v druhé fázi jsou selektivní svalové aktivace k nastolení svalové symetrie a balance. Izolované analytické posilování zevních

rotátorů, lopatkových retraktorů, protraktorů a depresorů bylo v mnoha studiích na EMG prokázáno jako úspěšné. K posílení zevních rotátorů lze zvolit pozici vleže na boku (Side lying ER) nebo vleže na bříše (Prone rowing ER) (Reinold, 2010) (Obrázek 19).

PNF je prováděno v možném rozsahu pohybu pacienta a může být doplněno o rytmické stabilizace v různých stupních elevace končetiny k zajištění dynamické stabilizace. Posilování lopatkových svalů je taktéž nezbytné k dosažení plné dynamické stability. Mohou být prováděny jak izotonické tak izometrické pohyby ve skapulothorakálním skloubení pomocí manuálního odporu terapeuta a s využitím PNF.

Cvičení v uzavřeném kinematickém řetězci je již pokročilejší než v první fázi. Konkrétně se jedná o výdrže nebo kliky s rukama ve výšce stolu nebo o zeď (Obrázek 20). Zeď se dá využít také k rytmickým stabilizacím v různé výšce elevace paže s míčem (Reinold, 2010) (Obrázek 21).

Shrnutí druhé fáze (Reinold, 2010; Wilk, 2002):

- protahování zkrácených měkkých tkání,
- izotonické posilování (Thrower's ten),
- dynamické stabilizace – rytmická stabilizace, stabilizační cviky o zeď,
- posilování středu těla a dolních končetin.

### 3. Pokročilá posilovací fáze

Rehabilitace ve třetí fázi připravuje sportovce k návratu k aktivitě. Mezi cíle třetí fáze patří agresivní posilovací drily, znovuzískání síly a vytrvalosti a postupný začátek s nadhazováním. Kritéria potřebná k přesunu z druhé do třetí fáze jsou minimální bolest, plný rozsah pohybu, dostatečná svalová síla (4/5) a vyhovující dynamická stabilita ramene (Reinold, 2010).

Atlet provádí „thrower's ten“ program, pokračuje se ve stabilizačních cvičeních lopatky, cvičení na dynamickou stabilizaci ramene (Obrázek 22) a začíná se s plyometrickým cvičením. Provádí se nejprve bimanuální cviky s medicinbalem (Obrázek 23). Cílem plyometrického cvičení je přesun energie ze spodní části těla do horních končetin. Postupně se může přecházet na házení jednou rukou (Wilk, 2002).



Může se začít s posilováním horní části trupu (veslování, bench press, „pull-downs“), kdy by ovšem nadhazovač neměl extendovat paží za tělo, aby se minimalizovala zátěž na kloubní pouzdro. Vhodné je začít s plyometrickým cvičením s pomocí medicimbalu (do 3 kg). Prvních 10-14 dní jsou cviky prováděny oběma rukama, poté jednou rukou, ale s menší zátěží (1 kg).

Kombinace koncentrické a excentrické kontrakce je vhodné provádět ze začátku v 0° abdukci, postupně abdukci zvyšovat a terapeut může přidat v průběhu pohybu také manuální odpor nebo rytmickou stabilizaci (Reinold, 2010).

Součástí třetí fáze jsou také vytrvalostní cvičení, pro které obecně platí použití nižší zátěže s provedením většího počtu opakování. Vytrvalostní cviky mohou být prováděny s pomocí zátěžového míčku. Zároveň již může nadhazovač pomalu začít s intervalovým nadhozovým programem (Interval throwing program). Před samotným nadhozováním by mělo být doporučeno házení nanečisto se zrakovou kontrolou například před zrcadlem. To nadhazovači umožní pracovat na správné biomechanice pohybu.

Interval throwing program (Obrázek 24) je navržen k postupnému zvyšování kvantity, vzdálenosti, intenzity a typu nadhozu potřebných k dosažení navrácení správné mechaniky hodů (Reinold, 2010; Wilk, 2002).

Shrnutí třetí fáze:

- protahování zkrácených měkkých tkání,
- program druhé fáze,
- dynamická stabilizace – ZR v 90° abdukci s využitím expandérů, opory o zeď, medicimbalu,
- thrower's ten,
- plyometrický program,
- vytrvalostní program,
- interval throwing program.

#### 4. Fáze návratu do hry

Čtvrtá fáze zahrnuje hlavně progresi intervalového nadhozovacího programu. Nadhazovač typicky začíná na vzdálenosti 9-14 m, která se postupně zvyšuje na 18,

27 a 37 m. Hráč by měl házet třikrát týdně se dnem volna mezi jednotlivými dny, přičemž každý stupeň by měl být proveden 2-3 krát než se přejde na stupeň vyšší.

Nadhazování vždy předchází warm-up, protahovací a posilovací cviky na svaly rotátorové manžety, které se hráč naučil vykonávat.

Ve volné dny by se nadhazovač měl věnovat dolním končetinám, posilování svalů trupu, aerobnímu cvičení a lehkému posilování rotátorové manžety a lopatkových svalů (Reinold, 2010; Wilk, 2002).

### 3.2.2 Prevence

Prevence zranění a léčba zranění ramene jsou založeny na podobných principech (Reinold, 2010). Cools et al. (2015) definuje 3 faktory, které by měly být brány na zřetel při prevenci baseballového nadhazovače a to GIRD (glenohumeral internal rotation deficit), síla rotátorové manžety, konkrétně síla zevních rotátorů paže a skapulární dyskineze, resp. pozice lopatky a síla lopatkových svalů.

Mezi preventivní principy, které uvádí Reinold (2010) patří zachovávání rozsahu pohybu v glenohumerálním kloubu odpovídajícího nadhazovači, udržování síly glenohumerálních a skapulotorakálních svalů, důraz na dynamickou stabilizaci a neuromuskulární kontrolu, core trénink a posilování svalů dolních končetin, mimosezónní příprava a sezónní udržování fyzické zdatnosti.

Zranění u nadhazovačů vzniká, jak již bylo vícekrát popsáno, dlouhodobým přetěžováním ramenního a loketního kloubu. Je pravděpodobné, že opakující se „mikrozranění“, která vznikají již v ranném věku nadhazovače, mohou vyústit ve velmi vážná zranění v adolescentním a dospělém věku. Z tohoto důvodu jsou u mladých nadhazovačů stanoveny limity doporučující maximální počet nadhozů za směnu a za sezónu (Obrázek 25), dané dny volna po určitém počtu nadhozů (Obrázek 26), zákaz házení speciálních typů nadhozů (curveball, slider) do 13 let nebo dodržování správné biomechaniky pohybu (Parks, 2009).

#### 3.2.2.1 Protahování

Jak již bylo vícekrát zmíněno, nadhazovači často trpí omezeným pohybem do vnitřní rotace a zvýšeným rozsahem pohybu do rotace zevní. Také byla výše zmíněna častá svalová dysbalance s rameny v protrakci a předsunem hlavy. Tyto zkrácení dále

mohou způsobovat jiné patologie, kterým se protažením zkrácených tkání snažíme zabránit.

Existuje více metod jak docílit protažení zkrácených tkání, jako je strečink, protažení zkráceného svalu s využitím svalové inhibice, postizometrická relaxace, agisticko-excentrické postupy, antigravitační relaxace nebo některé techniky propioceptivní neuromuskulární facilitace (Dvořák, 2003; Page, 2012).

Strečink by měl být součástí zahřátí před sportovním výkonem. Co se týče výhodnosti statického a dynamického strečinku existuje mnoho rozporů o jejich účinku. Dle Dvořáka (2003) se v praxi používá kombinace obou metod s převahou statických prvků. Page (2012) uvádí, že statický strečink je výhodný pro atlety, kteří potřebují k výkonu dostatek flexibility. Dynamický se naopak více hodí pro sportovce vyžadující během aktivity dynamický výkon.

Protahování je velice častým zákrokem prováděným právě fyzioterapeutem. Mezi metody, které mohou být využity k protažení měkkých tkání pacienta patří v rámci PNF technika kontrakce-relaxace, výdrž-relaxace nebo kombinace izotonických kontrakcí. Z dalších metod je to postizometrická relaxace, která se zaměřuje na selektivní protažení lokálních hypertonických vláken ve svalu nebo postfacilitační inhibice, která využívá reflexních mechanismů, kdy bezprostředně po ukončení maximální volní aktivace svalu dojde k indukci útlumu jeho aktivity (Dvořák, 2003; Page, 2012).

Co se týče patologického GIRD (glenohumeral internal rotation deficit), Aldridge et al. (2012) prokázali, že 12-ti týdenní program protahování zadního kloubního pouzdra vede k výraznému zvýšení pohybu do vnitřní rotace.

Reinold (2010) řadí mezi hlavní složky prevence zranění u nadhazovače zachování vhodného „nadhazovačského“ rozsahu pohybu, který se pohybuje od 129°-137° zevní rotace, 54°-61° vnitřní rotace a 183°-198° totální rotace (ZR+VR). I když je na dominantní ruce přítomný vyšší rozsah rotace zevní oproti sníženému rozsahu do rotace vnitřní, totální rotační rozsah pohybu na obou horních končetinách by měl zůstat stejný.

V praxi je tedy vhodné při nálezů patologického GIRD provádět protahování zadního kloubního pouzdra. Při předsunutém držení hlavy a protrakci ramen můžeme do terapie zapojit protažení m. pectoralis major (Obrázek 27) a další svaly s tendencí ke zkrácení, jako je horní porce m. trapezius, m. levator scapulae nebo m. sternocleidomastoideus.

### 3.2.2.2 Dynamická a statická stabilizace ramene

Extrémní rozsah pohybu a snížená stabilita v glenohumerálním kloubu u baseballových nadhazovačů často vedou ke zraněním kloubního pouzdra, svalů a šlach. Efektivní dynamická stabilizace a neuromuskulární kontrola GH kloubu jsou nezbytné k prevenci těchto zranění. Pod pojmem neuromuskulární kontrola je skrytá aferentní reakce (výstup) na eferentní (senzorickou) stimulaci.

Neuromuskulární kontrola ramene zahrnuje nejen GH kloub, ale i skapulotorakální skloubení. Svaly lopatky zajišťují během pohybu v glenohumerálním kloubu podporu dynamické stability ramenního komplexu. Síla lopatkových svalů je pro správný pohyb v rameni esenciální. Mezi techniky neuromuskulární kontroly vhodné pro rehabilitaci nadhazovače patří zejména rytmická stabilizace, cvičení v uzavřených kinematických řetězcích (CKC) nebo plyometrická cvičení. CKC cviky způsobují aproximaci kloubu, tím dochází ke stimulaci kloubních receptorů a k facilitaci kokontrakce synergistických párů (Reinold, 2010) (Obrázek 28). Myers et al. (2006) uvádí, že cvičení v CKC je výhodné pro jeho nízké zatěžování ligamentózního aparátu kloubu a stimulaci kloubních proprioceptorů.

Skapulární stabilizace by měla probíhat během každého rehabilitačního programu týkajícího se ramenního pletence. Existuje mnoho variant a různých úrovní stabilizačních cviků. Dle nastavení elevace ramene se jedná o jednodušší polohy (30°-60° elevace), kdy lopatka ještě neprovádí ve skapulotorakálním kloubu velké pohyby a svaly mohou pracovat na její primární stabilizaci nebo o pokročilé polohy (60°-100° elevace), kdy již svaly lopatky musejí pracovat na jejím pohybu i stabilizaci. Pozice nad 100° elevace vyžadují zvládnutí předchozích pozic a svaly musejí zvládat vyšší zatížení a provádět stabilizaci glenohumerálního kloubu zároveň s pohybem lopatky (Houglum, 2010).

Jelikož baseballový nadhoz je typický pohyb v otevřeném kinematickém řetězci (OKC), je důležitý i tento trénink. Cvičení v otevřeném kinematickém řetězci facilituje dynamickou kontrolu nad pohybem a kinestetické uvědomění pohybu. U těchto cviků je důležité dosažení pohybu v glenohumerálním kloubu s lopatkou dokonale fixovanou na hrudním koši (Wilk et al., 2009).

Použití techniky PNF v rehabilitaci ramenního pletence je výhodná ve všech stádiích a fázích rehabilitačního programu. V časných fázích může pomoci dosáhnout správné neuromuskulární kontroly, později pomáhá zlepšovat sílu a koordinaci svalů

ramenního komplexu. Pro trénink stability se nejčastěji používá technika rytmické stabilizace. Pro posílení svalů a zvýšení koordinace může být použita technika kombinace izotonických kontrakcí, ať už s využitím terapeutova odporu nebo jako autoterapie s pomocí therabandu nebo expandérů (Houglum, 2010).

Během provádění diagonálního pohybu paží se soustředíme na nastolení skapulární kontroly a správného pohybu lopatky. Svaly rotátorové manžety lze dobře ovlivnit a zvýšit jejich aktivitu pomocí PNF lopatky (Obrázek 29), zatímco paže izometricky setrvává v určitém úhlu rozsahu pohybu. Například provádění diagonály PE-AD (posteriorní elevace – anteriorní deprese) při paži držené v 90° abdukci. Při tomto provedení se terapie soustředí zejména na m. supraspinatus a střední porci m. deltoideus, zatímco m. serratus anterior, m. trapezius a m. levator scapulae provádí pohyb lopatky. Takto kombinovaných pohybů lze využít například i při rytmické stabilizaci užití k facilitaci svalů rotátorové manžety během protrahované lopatky.

Každá prováděná technika musí mít předem určený cíl a terapeut zvažuje její efekt na různé struktury. Primárně se snažíme ovlivňovat svaly rotátorové manžety a kapsuloligamentózní stabilizační aparát. Pro nadhazovače je nejvhodnější využití druhé diagonály a to ať flekčního nebo extenčního vzorce, jelikož kopíruje pohyb nadhozu (Obrázek 30). Zvolena může být poloha na zádech, břiše, v sedě nebo ve stoje. Flekční vzorec odpovídá prvním třem fázím nadhozu (nápřahu), extenční vzorec pak kopíruje akceleračně – decelerační pohyb posledních třech fází. Extenční vzor je vhodný k ovlivnění m. subscapularis a jeho koordinaci s ostatními komponenty glenohumerálního kloubu. Opačná diagonála, tedy první, je vhodná pro druhou končetinu, která provádí opačný pohyb. Je tedy možné provádět i bilaterální asymetrické pohyby (Wilk et al., 2009).

Joint	Movement	Muscles: principal components (Kendall and McCreary 1993)
Scapula	Posterior elevation	Trapezius, levator scapulae, serratus anterior
Shoulder	Flexion, abduction, external rotation	Deltoid (anterior), biceps (long head), coracobrachialis, supraspinatus, infraspinatus, teres minor
Elbow	Extended (position unchanged)	Triceps, anconeus
Forearm	Supination	Biceps, brachioradialis, supinator
Wrist	Radial extension	Extensor carpi radialis (longus and brevis)
Fingers	Extension, radial deviation	Extensor digitorum longus, interossei
Thumb	Extension, abduction	Extensor pollicis (longus and brevis), abductor pollicis longus

Obrázek 31. Zapojení svalů během flekčního vzoru druhé diagonály PNF (Adler, 2008)

Joint	Movement	Muscles: principal components (Kendall and McCreary 1993)
Scapula	Anterior depression	Serratus anterior (lower), pectoralis minor, rhomboids
Shoulder	Extension, adduction, internal rotation	Pectoralis major, teres major, subscapularis
Elbow	Extended (position unchanged)	Triceps, anconeus
Forearm	Pronation	Brachioradialis, pronator (teres and quadratus)
Wrist	Ulnar flexion	Flexor carpi ulnaris
Fingers	Flexion, ulnar deviation	Flexor digitorum (superficialis and profundus), lumbricales, interossei
Thumb	Flexion, adduction, opposition	Flexor pollicis (longus and brevis), adductor pollicis, opponens pollicis

Obrázek 32. Zapojení svalů během extenčního vzoru druhé diagonály PNF (Adler, 2008).

Table 6.1. Scapula movements	
Movement	Muscles: principal components
Anterior elevation	Levator scapulae, rhomboids, serratus anterior
Posterior depression	Serratus anterior (lower), rhomboids, latissimus dorsi
Posterior elevation	Trapezius, levator scapulae
Anterior depression	Rhomboids, serratus anterior, pectoralis minor and major

Obrázek 33. Zapojení svalů během diagonál lopatky (Adler, 2008).

### 3.2.2.3 Stabilita trupu

Důležitost ramenního pletence u baseballového nadhazovače je zřejmá. Svaly rotátorové manžety stabilizují hlavici humeru, která je připojena k lopatce a rotátorová manžeta potřebuje k efektivní práci stabilní bázi (lopatku). Stejný vztah jako ramenní kloub s lopatkou má i lopatka s trupem. Pokud je nestabilní trup, ramenní pletenec nemůže fungovat právně. Síla při nadhozu je generována od dolních končetin, skrz pánev a trup na končetiny horní. Rychlost míče je tedy výsledek sil generovaných skrz celý kinetický řetězec (Wilk, 2009).

Stabilita trupu je velice důležitou komponentou maximalizující efektivní atletický výkon. Zajišťuje sílu a rovnováhu pohybu a snižuje riziko poranění. Z anatomického hlediska trup zajišťuje základní bázi umožňující pohyb distálních segmentů. Z břišních svalů je důležitým stabilizátorem m. transversus abdominis. Jeho kontrakce zvyšuje nitrobřišní tlak (zvyšuje stabilitu bederní páteře) a mělo by k ní docházet před započítím jakéhokoliv většího pohybu horní končetinou. Zajišťuje tak stabilní základnu

pro pohyb paží. Ostatní svaly břišní stěny jako mm. obliqui (ext. et int.) a m. rectus abdominis jsou aktivovány během směrově specifických pohybů horními končetinami (Kibler et al., 2006).

Trénink stability středu těla by měl být důležitou prioritou pro všechny kondiční sportovní programy. Existuje mnoho způsobů tréninku středu těla, jako jsou cviky na nestabilních plochách (kruhové úseče, čocky, gymball), v závěsném systému, s využitím tyče flexi-bar, modifikace cviků v sedě do pozice ve stoje, upřednostnění provádění unilaterálních cviků před bilaterálními.

Cviky na posílení středu těla je vhodné provádět postupným zvyšováním zátěže (od nejjednodušších po těžší). V prvním stadiu je důležité naučit pacienta nastavit páteř do neutrální pozice a aktivovat svaly břišní stěny vleže na zádech. Vhodné je zahrnout nácvik dechové vlny a brániční dýchání, které pacientovi pomůže aktivovat bránici. Obecně jde poté o postupné ztěžování pozic a pacientovu schopnost zautomatizovat zapojení svalů středu těla během všech pohybů. Po dosažení kontroly ve statických polohách mohou být dále prováděny cviky plyometrické a dynamické (Akuthota, 2008).

Síla svalů středu těla je nejen výhodná při prevenci zranění, ale také pozitivně ovlivňuje rychlost nadhozu. Saeterbakken et al. (2011) zjistili ve studii na házenkářkách, že provádění cvičení v uzavřeném kinematickém řetězci v závěsu a cvičení na balančních plochách podstatně zvyšuje maximální rychlost hodu. Při posílení středu těla se zvyšuje rotační rychlost trupu a tím i rychlost hozeného míče.

Dle Kabata (in Adler, 2008) je normální funkční pohyb způsobem kombinací více pohybových vzorů končetin a synergistických svalů trupu. Tyto kombinace synergistických svalů se nazývají PNF vzory, které zahrnují pohyby ve všech třech rovinách – sagitální (flexe a extenze), frontální (abdukce, addukce, lateroflexe páteře), transversální (rotace). Z tohoto vyplývá, že každý pohyb zahrnuje spirální a rotační komponentu. Při práci v PNF vzorech proti odporu, dochází k zapojení všech synergistů pohybu. Znalost synergistických kombinací svalů nám umožňuje pracovat v pohybových vzorech. Například flekční vzorec první diagonály horní končetiny s anteriorní elevací lopatky je kombinován s extenzí a rotací trupu k opačné straně. PNF vzory mohou být různě kombinovány k dosažení co nejvhodnějšího a nejvíce funkčního efektu. Jedná se o unilaterální nebo bilaterální provedení, které může být symetrické nebo asymetrické (Adler, 2008).

Rehabilitace v kinetických řetězcích aplikuje prvky PNF a cviky v uzavřených kinematických řetězcích. Pohyb paže do plné elevace vyžaduje zapojení lopatky, spinální extenzi a dále pak extenzi v kyčli. Svaly trupu tedy pomáhají hrudní páteři zaujmout vhodnou pozici pro skapulární pohyb. Flexi paže předchází ještě před zapojením m. deltoideus aktivace kontralaterálních extenzorů kyčle. Proto extenze kyčle proti odporu může iradiací pomoci aktivaci deficientních flexorů ramene. Celkově pohyby pánve a trupu dokáží facilitovat pohyb v ramenním pletenci, hlavně v rotační rovině. Cvičení v kinematických řetězcích používá funkční pohybové vzory k facilitaci skapulárního pohybu a posílení lopatkových svalů (McMullen, 2000).

Pro posílení trupového svalstva lze tedy použít metodu PNF trupu nebo kombinaci PNF lopatky a pánve v symetrickém nebo asymetrickém provedení.

#### 3.2.2.4 Kineziotaping

Využití kineziotapu je v současné době hodně rozšířené a hlavně u sportovců nachází široké spektrum využití. Aplikací kineziotapu na pokožku dochází k ovlivnění kožních receptorů a vyvolání reflexní odpovědi organismu. Mezi základní funkce kinesio tapu patří analgetický efekt a podpora svalové funkce (regulace svalového tonu), obnovení toku krve a lymfy nebo zlepšení kinestezie. Při aplikaci kineziotapu není omezená cirkulace lymfy, krve ani rozsahu pohybu. Podmínkou jeho aplikace je vyšetření tkání a správná aplikace (Kobrová & Válka, 2012).

Mezi základní techniky patří facilitace a inhibice svalů, které se liší aplikací tapu. Je zřejmé, že přetížené svaly ovlivňujeme ve smyslu inhibice a naopak na oslabené svaly působíme ve smyslu facilitace. Při aplikaci s cílem inhibice svalu se tape lepí s napětím do 25 % od úponu k začátku svalu a to v protažení segmentu. Po návratu do původní polohy dochází k elevaci a nařasení kůže, což umožní obnovení cirkulace krve a lymfy a tím zlepšuje podmínky pro regeneraci (Obrázek 34, Obrázek 35). Na oslabené svaly působíme facilitáčně. Kineziotape se lepí od začátku svalu k jeho úponu, v jeho protažení a s napětím 15-35 %, čímž dochází k podpoře svalu během kontrakce.

Další techniky jsou korekční, které působí na zachování přirozené polohy a pohybu v kloubu (Kobrová & Válka, 2012).

U nadhazovačů je tedy možné kineziotape použít při regulaci svalového tonu ať už ve smyslu facilitáčním nebo inhibičním, dále ke stabilizaci ramenního kloubu nebo při ovlivnění otoku.



V akutní fázi impingement syndromu lze pomocí kineziotapu harmonizovat svalový tonus mezi depresory a elevátory GH skloubení a tím zvětšit subakromiální prostor (Obrázek 36).

Afekce šlachy dlouhé hlavy m. biceps brachii může být také ovlivněna aplikací kineziotapu. Dochází k redukci bolesti a otoku a normalizaci svalového tonu (Obrázek 37).

### 3.2.2.5 Lokální kryoterapie

Baseballoví nadhazovači po výkonu typicky pociťují bolest a sníženou sílu v rameni. Yanagisawa et al. (2003) zkoumali efekt 5-ti různých metod na rekonvalescenci nadhazovače. Zjistili, že kombinace lokální kryoterapie s lehkým procvičením ramene jsou optimální metody ke snížení úbytku svalové síly a maximalizování subjektivní regenerace nadhazovače.

Během zápasu nadhazovač mezi jednotlivými směny odpočívá a udržuje rameno v teple. Cílem je udržet svaly ramene uvolněné a zahřáté. Lokální negativní termoterapie (kryoterapie) je primárně užívaná k regeneraci po zápase, nedávné studie ovšem prokázaly pozitivní vliv ledování během hry.

Bishop et al. (2016) poukázali na pozitivní vliv 4 minutové intermitentní lokální kryoterapie mezi směny simulované hry na zmírnění úbytku rychlosti nadhozu a zlepšení regenerace nadhazovače.

Kryoterapie je dle Poděbradského a Vařky (1998) definována jako procedura negativní termoterapie s teplotou procedur 0° a méně. Při její aplikaci je nutné vycházet z konkrétního stavu pacienta, při provedení příliš nebo naopak málo intenzivního ochlazení může dojít k právě opačnému účinku. Pro aplikaci kryoterapie je velmi vhodný led, hlavně pro své fyzikální vlastnosti, relativně nízké náklady a nenáročnost přípravy.

Účinky lokální negativní termoterapie jsou prvotní vazokonstrikce povrchových tkání a následná krátkodobá vazodilatace. Po ukončení aplikace chladu vzniká reaktivní hyperemie. Cílem kryoterapie po výkonu nadhazovače je, jak již bylo zmíněno, hlavně regenerace a regulace svalového tonu po výkonu. Toho dosáhneme prolongovaným ochlazením, při kterém již na rozdíl od náhlého působení chladu klesá aferentace, snižuje se gamamotorická aktivita a tím i svalový tonus. K ovlivnění myofasciálních spouštěvých bodů může být využita metoda Spray and stretch, kdy při

krátkém a silném ochlazení kůže nad postiženým svalem dochází k útlumu aktivity spouštěvého bodu (Poděbradský & Vařeka, 1998).

### 3.2.3 Autoterapie

#### 3.2.3.1 Protahování kloubního pouzdra

U „over-head“ sportovců je patrně nejčastěji přítomnou adaptací na dominantním rameni ztuhlost zadní části kloubního pouzdra. V kombinaci s typickou zvýšenou laxitou předního kloubního pouzdra může tato adaptace vést ke vzniku funkční instability a dále k subakromiálnímu impingementu nebo patologiím labra (Cools, 2016). Prevencí těchto stavů je protahování zadních struktur ramenního kloubu. Mezi nejznámější protahovací cviky patří „sleeper-stretch“ (Obrázek 38) a „cross-body stretch“ (Obrázek 39). McClure et al. v roce 2007 porovnávali tyto dvě techniky u asymptomatických subjektů s GIRD (glenohumeral internal rotation deficit). Jako účinnější ve zvyšování rozsahu pohybu do vnitřní rotace v rameni vyšel cvik „cross-body“ stretch, ovšem ve srovnání s kontrolní skupinou mohou být ke snížení ztuhlosti zadní strany kloubního pouzdra doporučeny oba.

Maenhout et al. (2012) poukázali na skutečnost, že GIRD na dominantní končetině ovlivňuje přítomnost sníženého subakromiálního prostoru. Po šesti týdenním provádění protahovacích cviků došlo ke zvýšení rozsahu pohybu do vnitřní rotace i ke zvýšení akromiohumerální vzdálenosti.

#### 3.2.3.2 Thrower's ten exercise program

Thrower's ten program je popsán jako série deseti cviků, navržených ke zlepšení síly a vytrvalosti ramenního komplexu nadhazovače. Obsahuje cviky s expanderem nebo jednoruční činkou a využívá kombinace koncentrické a excentrické kontrakce (Příloha 12).

Během sezóny se cvičení provádí 3-4krát týdně v 1 sérii po deseti až patnácti opakováních. Pro nadhazovače není vhodné provádět cvičení těsně před výkonem. Cviky se provádí s lehkou jednoruční činkou nebo expanderem v pomalém provedení s 2 sekundovou výdrží v dosažené pozici (Micca, 2015).

## 4 KAZUISTIKA PACIENTA

Vyšetření provedeno 4. 4. 2016

**Pacient:** muž, sportovec, basebalista

**Věk:** 27 let

Stranová dominance: Pravák

**OA:** Tříselná kýla v 6 letech, fracturae patellae bilat. v 16 letech, fraktura claviculae l. dx. 2 krát ve stejném místě v 18 letech. Před 4 lety zánět šlachy m. supraspinatus, řešeno injekční aplikací kortikosteroidů, nutný rychlý návrat do hry kvůli účasti na Mistrovství Evropy v baseballu, proto rekonvalescence pouze měsíc.

**FA:** sezónně Zodac, při bolesti NSAID

**PA:** student

**SA:** žije v domě s rodiči

**Sportovní anamnéza:** Baseball hraje od 10 let, v reprezentaci od 17 let, v české extralize od 15 let. Na postu nadhazovače hraje 10 let, předtím chytač. Hraje za tým Draci Brno. Trénink 4x-5x týdně + 1 den zápas. Během tréninku hodí 70-120 hodů, během zápasu: warm-up – 60 hodů, zápas – 60-100 hodů. 3-krát týdně posilování, jezdí na kole, boxuje, plave, běhá. Dříve jezdil závodně na lyžích asi do 16 let.

**Nynější onemocnění:** Nyní bolesti ramene asi 2 týdny, objevila se po přípravném zápasu. Řešeno lokální kryoterapií a lokálními nesteroidními antirevmatiky. Pacient popisuje pocit ztuhlosti a tahu v zadní části ramene. Bolest hlavně po zátěži a vyskytuje se i při protažení zadní strany kloubního pouzdra a v maximálních rozsazích pohybu, projikuje se do oblasti tuberositas deltoidea. Při nadhazování se bolest vyskytuje hlavně v „release“ bodě a follow through fázi, méně potom při nápřahu.

Pacient uvádí, že tuto sezónu začal relativně pozdě s přípravou nadhazování, kterou se pak snažil dohnat v kratším časovém úseku.

### Aspekce:

- **zezadu:** cristae iliacae v jedné rovině, spinae iliacae post. inf. ve stejné výšce. Pravá DK lehká hypotrofie stehna i lýtky. Levý paravertebrální val v bederní krajině větší, lehce prominující margo medialis levé lopatky, dolní úhel levé lopatky níže, celkově levé rameno níže než pravé.
- **zboku:** mírná protrakce ramen a lehce chabé držení hlavy.
- **zepředu:** pravé rameno výš, pravá klíční kost deformována se svalkem.

**Palpace:**

- kloubní štěrbina glenohumerálního, AC, SC kloubu bil. nebolestivá
- proc. coracoideus vpravo bolestivý
- bolestivá šlacha dlouhé hlavy m. biceps brachii l. dx.
- bez krepitací
- reflexní změny: m. biceps brachii l. dx., m. pectoralis min. l. dx., m. pectoralis maj. l. dx., m. trapezius pars descendens l. dx.
- zvýšený tonus svalů: přetížená horní porce m. rectus abdominis, m. trapezius bil.
- joint play: SC i AC skloubení bilaterálně pohyblivé, hlavička radia bil. pohyblivá

**Oslabené svaly:** Střední fixátory lopatek, mírně oslabené dolní fixátory lopatek

**Funkční testy páteře:** Schober +5 cm, Stibor +5 cm, Otto +2 cm a -5 cm

**Vyšetření hypermobility:** 0/9 dle Beighton scale

Dle vyšetření funkčního testu do abdukce a zevní rotace a Apleyho stretch testu je pravá horní končetina více omezena (2-3 cm) do obou směrů pohybu.

**Vyšetření rozsahu pohybu v ramenním kloubu:**

Směr pohybu	PRAVÝ	LEVÝ
<b>FLEXE</b>	Celkově - 160° (pasivně dotažitelné do 170°)	Celkově – 165°(pasivně dotažitelné do 175°)
<b>EXTENZE</b>	60° (pasivně do 65°)	70°(pasivně do 75°)
<b>ABDUKCE</b>	V GH kloubu - 90° Celkově 170°	V GH kloubu – 90° Celkově 180°
<b>HORIZONTÁLNÍ ABDUKCE</b>	50° (pasivně dotažitelné do 65°)	45° (pasivně dotažitelné do 55°)
<b>HORIZONTÁLNÍ ADDUKCE</b>	140° (pasivně dotažitelné do 160°)	130° (pasivně dotažitelné do 140°)
<b>ZEVNÍ ROTACE V 0° ABDUKCE</b>	80° (pasivně 90°)	70° (pasivně 80°)

<b>ZEVNÍ ROTACE V 90° ABDUKCE</b>	110° (pasivně dotažitelné do 125°)	80° (pasivně dotažitelné do 90°)
<b>VNITŘNÍ ROTACE V 90° ABDUKCE</b>	60° (pasivně dotažitelné do 70°)	60° (pasivně dotažitelné do 65°)

V krajních polohách nebyla pacientem pociťována bolest. Bariéra byla pružná.

### **Speciální testy:**

Ze speciálních vyšetřovaných testů nebyl žádný jednoznačně pozitivní. Pacient uváděl zvýšenou citlivost při odporovém testu do zevní rotace a při O'Brian testu.

Jobův test-negativní, Neerův test-negativní, Hawkins-Kennedy's test-negativní, Cyriaxův bolestivý oblouk-negativní, odporové testy-negativní, Apprehension-Relocation test-negativní, Jerk test a Zadní zásuvkový test-negativní, Sulcus sign-negativní, Load and shift test-negativní, Yergassonův test-negativní, Speedův test-negativní, O'Brianův test-lehce citlivý, Biceps load test-negativní.

### **Krátkodobý rehabilitační program:**

Objektivní nález dle speciálních testů je u pacienta negativní, dá se tedy tvrdit, že se jedná o funkční poruchu způsobenou náhlým přetížením na začátku sezóny. Vyšetření rozsahu pohybu neukazuje změny, které by u baseballového nadhazovače vystupovaly z řady. Nebyl nalezen patologický GIRD (glenohumeral internal rotation deficit). Nález bolestivého bicipitálního žlábků a citlivého proc. coracoideus odhaduji na přetížený m. biceps brachii, ve kterém byly nalezeny i reflexní změny.

- transregionální aplikace Izoplanárního vektorového pole (vakuové elektrody)
- protažení fascií hrudníku, kloubního pouzdra, m. pectoralis major et minor, m. trapezius pars descendens
- pressura bolestivých bodů
- centrace ramenního kloubu dle Čápové
- stabilizace lopatky s využitím cvičení v oporách a metody PNF
- aplikace kinesio tapu na m. biceps brachii inhibičně

Jelikož má pacient za 5 dní zápas, bylo doporučeno zatejpvání ramene před zápasem (inhibiční technika na m. biceps brachii) a po zápase aplikace kryoterapie.

Do té doby bylo doporučeno provádění hlavně stabilizačních cviků ramene a zbytečné nepřetěžování kloubu.

**Dlouhodobý rehabilitační plán:**

Z dlouhodobého hlediska je doporučeno provádět cviky s thera-bandem, provádění programu thrower's ten, posilování zevních rotátorů ramene a středních a dolních fixátorů lopatky.

Mělo by být prováděno také protahování kloubního pouzdra kvůli zamezení vzniku ztuhlosti zadní části ramene a protahování zkrácených svalů. Před výkonem (ať už tréninkem nebo zápasem) by se měl pacient vždy řádně rozcvičit, protáhnout a zahřát. Po výkonu je doporučena lokální kryoterapie ledem.

## 5 DISKUZE

Ramenní pletenec u baseballového nadhazovače je nejnamáhanějším a zároveň nejzranitelnějším skloubením vůbec. Mnoho studií se v souvislosti s problematikou nadhazovačů zaměřuje především na horní části těla. Jedná se ovšem o pohyb komplexní, kdy je rychlost nadhozeného míče ovlivňována z velké části pohybem právě dolní poloviny těla. Calabrese et al. (2013) uvádí, že na rychlosti nadhozu se až z 50 % podílí právě rotace pánve a trupu během „Early-cocking“ fáze, kdy pánev rotuje úhlovou rychlostí 400-700°. Důležitý je zde také směr a délka kroku. Při otevřeném postoji dochází k předčasné rotaci pánve a tím ke snížené rychlosti nadhozu a nebezpečí přetěžování předních struktur ramenního kloubu. Příliš uzavřený postoj zase znemožňuje efektivní přesun energie z pánve na paži. Paže se pak snaží dohnat ztracenou rychlost a opět se zvyšuje zátěž přední části ramene. Co se týče délky kroku, krátký krok negativně ovlivňuje rychlost nadhozu.

Příležitostně může u nadhazovače dojít k rupturám abdominálních svalů, patologiím kolenního kloubu nebo bolestem zad. Ovšem drtivá většina zranění se týká lokte nebo právě ramenního pletence.

Rizikovým faktorem, který velice přispívá ke vzniku bolesti ramene, je únava. Většina studií se při zkoumání tohoto problému zabývá mladými nadhazovači. Lyman et al. (2002) uvedl, že až polovina z 476 nadhazovačů během sezóny zažívá bolest ramene nebo lokte. Lyman et al. (2001) poukázal na zvýšené riziko vzniku bolesti ramene při více než 75 nadhozech za jeden zápas nebo více než 600 nadhozech za sezónu. V této studii je potvrzována teorie, že vysoký počet nadhozů vede k únavě, která dále může být příčinou zranění. U mladých nadhazovačů jsou tedy stanovovány limity, které brání riziku únavy a přetížení.

Problémem u mnoha nadhazovačů je, stejně jako u jiných sportovců, jejich neochota oznámit trenérovi, že se cítí unavení, i když tímto rozhodnutím negativně ovlivňují jak své zdraví, tak průběh hry. Proto je zde důležitá schopnost trenéra vysledovat hráčovu slabost, která se většinou projeví zejména na snížené rychlosti nadhozu. Únava může také negativně ovlivnit propriocepci v dominantním ramenním kloubu. Proprioceptory se v glenohumerálním kloubu vyskytují v glenoideálním labru a glenohumerálních ligamentech. Správně fungující proprioceptory v ramenním kloubu informují tělo o pozici a pohybu kloubu a mají také vliv na stabilitu ramene. Únavu, stejně jako bolest, je obtížné objektivizovat, proto by měl být trenér schopen vysledovat změnu nadhazovačova stereotypu.

V souvislosti s vysokou pohyblivostí glenohumerálního kloubu je třeba si uvědomit důležitost dynamických stabilizátorů ramene. Jelikož jamka ramenního kloubu pokrývá pouze asi jednu třetinu hlavice humeru, kromě vazivového aparátu je třeba k udržení stability kloubu i aktivity dynamických stabilizátorů kloubu, tj. svalů rotátorové manžety.

Na ramenní kloub je během nadhozu kladena obrovská zátěž. Při akcelerační fázi nadhozu dosahuje paže úhlové rychlosti až 7250°/s a bylo zjištěno, že anteriorní translace během „late-cocking“ fáze a distrakční síly při decelerační fázi se rovnají poloviční hmotnosti těla (Wilk, 2009). Vlivem tohoto chronického přetěžování může docházet k vzniku svalových dysbalancí v oblasti ramenního pletence a skapulárním dyskinezím. Řetězení těchto problémů může vyústit v impingement syndrom, SLAP léze, ruptury rotátorové manžety, postižení šlachy m. biceps brachii nebo instabilitu GH kloubu.

Přední instabilita ramenního kloubu je relativně častým stavem u „overhead“ sportovců. Zátěž, která je během náprahu kladena na statické stabilizátory ramenního kloubu, způsobuje jejich mikrotraumata, která dále vedou k jejich hyperlaxitě a jejich nadměrnému natahování. U mladých nadhazovačů pak následkem přední instability dochází ke zmenšení subakromiálního prostoru a tím ke vzniku subakromiálního impingementu. Kromě tohoto stavu může následkem anteriorní translace docházet k narážení malého hrbolku přímo na okraj glenoidální jamky. Výsledkem uskřínutí posterosuperiorních šlach rotátorové manžety mezi tyto dvě struktury je vnitřní glenoidální impingement syndrom. Ve více studiích (Walch et al., 1992; Jobe, 1995) bylo ovšem zjištěno, že ne vždy musí být tento stav symptomatologický. Park (2002-2003a) uvádí, že samotný kontakt struktur patologický stav nezpůsobuje, ale je způsoben kumulací repetitivních mikrotraumat během nadhozu. Ostatní autoři (Walch et al., 1992; Burkhart et al., 2003a) také tvrdí, že k vnitřnímu impingementu, tedy stlačení měkkých struktur mezi tuberculum minus a okraj glenoidální jamky, dochází u všech ramen při abdukci a zevní rotaci a nemělo by tedy být toto považováno přímo za patologii. Popp a Schöffl (2012) poukazují na určitý vztah mezi vnitřním impingement syndromem a vznikem SLAP lézí. Paley et al. (2000) našli 5% přítomnost roztřepení šlachy dlouhé hlavy bicepsu při symptomatickém vnitřním impingement syndromu. Při anteriorní instabilitě dochází ke zvýšené aktivaci šlachy, zejména při fázi „late-cocking“ jelikož šlacha kompenzuje vzniklou instabilitu. Itoi et al. (1994) dokonce usuzují, že je šlacha dlouhé hlavy bicepsu při stabilizaci hlavice humeru důležitější než



ostatní svaly rotátorové manžety. Klinicky ovšem stav zvýšené aktivity dlouhé hlavy bicepsu při přední instabilitě, vede k jejímu přetížení a může způsobit vznik patologií.

Dalším hodně diskutovaným stavem ramenního pletence u nadhazovačů je deficit vnitřní rotace v glenohumerálním kloubu (GIRD). Ten vzniká na podkladě stažení zadní části kloubního pouzdra glenohumerálního kloubu, což patří mezi nejčastější stavy u baseballových nadhazovačů. Někteří autoři popisují GIRD jako ztrátu vnitřní rotace oproti nedominantnímu rameni o více než 20° (Kibler et al. 2012; Wilk et al., 2011), nověji je ovšem popisován GIRD patologický a anatomický (Manske et al., 2013). Anatomický deficit vnitřní rotace bývá u nadhazovačů častý a je charakteristický úbytkem 18°-20° do vnitřní rotace ovšem ve srovnání s nedominantní končetinou je zde bilaterálně symetrický rozsah pohybu do rotace (VR+ZR). Patologický GIRD je již považován za příčinu zranění a je popisován jako úbytek vnitřní rotace větší než 20° a více než 5° celkový úbytek do rotace oproti nedominantní končetině. Lee et al. (2014) uvedli, že nadhazovači s přítomnou omezenou vnitřní rotací o více než 20° mají sníženou svalovou sílu dominantní končetiny oproti nadhazovačům bez GIRD. Jiní autoři považují glenohumerální vnitřně rotační deficit za jeden z hlavních příčin vzniku zranění ramenního kloubu. Nadhazovači s vyšším než 5° úbytkem celkového rozsahu rotace na dominantní končetině jsou vystaveni 2,5-krát většímu riziku zranění (Wilk, 2012). Na druhou stranu by celkový rotační rozsah pohybu nadhazovače neměl překročit 186°. U 29 z 37 (78 %) zraněných nadhazovačů byla nalezena celková rotace větší než 176° (Tokish et al., 2008). Burkhart et al. (2003a) uvedl ve svém článku studii, ve které byl u všech ze 124 profesionálních baseballistů s potvrzenou SLAP lézí druhého typu nalezen průměrný předoperační GIRD 53°. Kibler et al. (29) také potvrdil přítomnost GIRD až 58° u všech 38 účastníků studie. Nakonec Cooper (in Burkhart et al., 2003a) denně manuálně protahoval 22 nadhazovačů na úrovni Major League po dobu tří sezón (1997, 1998, 1999) aby snížil GIRD pod úroveň 20° a během těchto sezón oznámil,

že u nadhazovačů nevznikly žádné intra-artikulární problémy a žádné přeměškané zápasy. Tato studie potvrzuje profylaktický význam protahování zadního kloubního pouzdra. Protahování je úspěšné v předcházení vzniku GIRD a prevenci sekundárních intraartikulárních patologií (hlavně 2. typ SLAP lézí).

Burkhart et al. (2003a) považují zkrácené zadní kloubní pouzdro za první bod patologické kaskády, která je zakončena tzv. „dead arm“ syndromem. Mezi rizikové

faktory vzniku tohoto stavu patří zejména GIRD, „peel-back“ síla působící na labrum, protrakce lopatky a extrémní zevní rotace paže. K „peel-back“ lézi dochází právě při extrémní zevní rotaci paže, kdy šlacha bicepsu zaujímá vertikálnější a dozadu směřující postavení, přenáší se síla na horní labrum a to působí odloupení glenoidu.

První klasifikace SLAP lézí dle Snydera et al. (1990) se dělí na 4 typy. U nadhazovačů se jedná nejčastěji o typ 2. SLAP léze typu 2 má prevalenci asi 41 % a dochází při ní i k odtržení („peel-back“) šlachy dlouhé hlavy bicepsu od glenoidálního výběžku. Jednoduše se dají léze rozdělit na akutně vzniklé a způsobené chronickým přetěžováním (Li et al., 2010). Andrews et al., který v roce 1985 poprvé lézi popsal, popisoval u nadhazovačů decelerační mechanismus vzniku, kdy biceps excentricky působí na rychle se extendující loket a tím dochází k jeho odloupení z glenoidu. Na rozdíl od něj popisuje Burkhart et al. (2003b) mechanismus akcelerační. Huri et al. (2014) uvádí stejně jako spousta dalších autorů komplikaci s fyzikálním vyšetřením a určením SLAP léze, která je stoprocentně odhalitelná až zobrazovacími metodami. Dle Neumana et al. (2011) je po SLAP lézi u nadhazovače úspěšný návrat na původní úroveň z 63 %. Fedoriw et al. (2014) uvádí úspěšný návrat na původní úroveň po operačním řešení pouze ze 7 %.

Správná funkce ramenního pletence je ovlivněna segmenty celého těla. Kinematický řetězec začíná od země, přes nohy a trup, které fungují jako generátory síly a ramenní pletenec tuto vyvolanou sílu reguluje. Přítomnost svalových dysbalancí v kinematickém řetězci byla dokázána u instabilit ramenního kloubu i u subakromiálního impingement syndromu. Burkhart et al. (2003c) tvrdí, že nedostatečná flexibilita dominantní kyčle, nedostatečná rotace trupu nebo oslabené kyčelní abduktory a abdominální svalstvo „rozbíjí“ kinetický řetězec. Dochází k prohloubení bederní lordózy v akcelerační fázi a paže se tím pádem dostává za tělo. Lopatka má velice významnou funkci při nadhozu, její pohyb musí doprovázet pohyb paže a to z retrakce do protrakce, k zajištění bezpečné pozice pro pohyb humeru. Změny v postavení a pohybu lopatky neboli skapulární dyskineze bývá způsobena dysbalancí skapulárních svalů. Dva typy malpozice lopatky jsou úzce spjaty se vznikem SLAP léze. Typ 1, kdy odstává dolní úhel lopatky a typ 2, kdy odstává celý mediální okraj. Kibler et al. (1998) uvádí, že ke zvýšenému protrakčnímu a kaudálnímu postavení lopatky může vést právě ztuhlá zadní kloubní pouzdro. Zároveň se zmenšuje subakromiální prostor a stav se může manifestovat jako impingement syndrom během posledních tří fází nadhozu. Oslabená dolní porce m. trapezius a

m. serratus anterior nebo jejich únava po výkonu mohou způsobit přehnanou anteverzi lopatky a tím zmenšení subakromiálního prostoru.

Rehabilitace u baseballových nadhazovačů by měla vždy vycházet z programu pro rehabilitaci lopatky, ať už se jedná o pacienta s impingement syndromem, instabilitou ramenního kloubu nebo skapulární dyskinezi. Jako bylo popsáno výše, většina patologií je propojená a probíhá v určité návaznosti jedna na druhou. Proto je ve většině případů důležité nastolit správné pohybové vzory a návaznost pohybu trupu, lopatky a paže. Spolu s rehabilitací lopatky a získáváním kontroly nad pohyby lopatky do všech směrů je vhodné posilovat svaly rotátorové manžety a protahovat zkrácené měkké tkáně, jako je zadní kloubní pouzdro nebo velký a malý prsní sval.

Co se týče pacienta vyšetřovaného v kazuistice, nebyla u něj shledána žádná z výše popsaných patologií, přesto zažíval bolest ramene. Tato skutečnost může poukazovat na to, že žádný případ se nikdy nevyvíjí dle „učebnicové“ předlohy a často můžeme být svědky stavu, který se absolutně nepodobá popsanému stavu v knize. V tomto případě si myslím, že došlo k náhlému přetížení měkkých struktur ramene na začátku sezóny, v pacientově snaze dohnat náskok svých spoluhráčů. V budoucnosti by se měl určitě těchto postupů vyvarovat, aby nedošlo právě k náhlému přetížení.

## 6 ZÁVĚR

Zranění ramene u baseballových nadhazovačů a dalších sportovců, kteří provádějí pohyb paží nad hlavou (plavci, oštěpaři, házenkáři, tenisti) má zde relativně častý výskyt oproti zranění jiných částí těla. U všech těchto sportovců většinou nejde o akutně vzniklé zranění, ale o chronické přetěžování ať už kostěných, vazivových nebo svalových struktur ramenního pletence.

Léčba již vzniklých patologií ramenního pletence je samozřejmě obtížnější a delší než preventivní zásah. Předcházení vzniku zranění je určitě výhodnější a i finančně méně náročné. Bohužel tomu tak často v praxi nebývá. Ať už se jedná o profesionální, amatérské sportovce nebo pacienty ve středním věku s bolestmi zad, většinou začínají vyhledávat pomoc až při výskytu bolesti.

Vrcholoví sportovci by zcela nepochybně měli pravidelně navštěvovat svého fyzioterapeuta, aby mohl zkontrolovat jejich stav a doporučit jim správný postup cvičení, který je v jejich případě vhodné provádět. Baseballový trénink je nutné kompenzovat i cvičením v posilovně, které je ovšem často prováděno špatně a sportovec si tímto může akorát přitížit. Proto je dle mého názoru nutná také edukace sportovce o principech preventivní terapie.

## 7 SOUHRN

Ve vrcholovém sportu je na lidský organismus kladena stále vyšší zátěž. Ať už v profesionálním nebo amatérském sportu, jsou ambice sportovců většinou vysoké. Pokud ovšem sportovní výkon není správně kompenzován, může docházet ke svalovým dysbalancím a dalšímu řetězení poruch muskuloskeletálního systému. Co se týče konkrétně baseballu, jedná se o sport, který je typický svou jednostrannou zátěží. Pokud nadhazovač neprovádí správná kompenzační a preventivní opatření, je zde vysoká pravděpodobnost vzniku poranění, ať už ramenního pletence nebo jiných struktur těla.

Pohyb nadhazovače je komplexní a pouze asi 50 % pohybu provádí právě ramenní pletenec. Jakákoliv změna postavení nebo pohybu dolních končetin, pánve či trupu se může projevit bolestí ramenního pletence. Nejčastějším zdrojem bolesti a vzniku patologií ramene u nadhazovače je ovšem přetěžování kloubu nadměrným rotačním rozsahem pohybu a extrémní rychlostí. Tvrdí se, že pohyb nadhazovače je nejrychlejší ze všech sportů vůbec. Uvádí se úhlová rychlost až 7000°/s.

Významnou součástí tréninku nadhazovače by měla být snaha předcházet vzniku poranění prováděním kompenzačních cvičení. Spolupráce sportovce s fyzioterapeutem je důležitým prvkem úspěšného tréninkového plánu.

Souhrn poznatků shromážděný v této bakalářské práci by měl nastínit hlavní rizikové faktory a možný mechanismus vzniku zranění ramenního pletence. Porozumnění mechanismu nadhozu a vzniku poranění je pro terapeuta klíčové k nastolení správného rehabilitačního i preventivního plánu nadhazovače.

## 7 SUMMARY

The body of a professional athlete is being increasingly overloaded. Athletes' ambitions are usually high, whether at a professional or an amateur level. However, if the athletic performance is not properly compensated, it might cause muscle imbalance and consequent chain of other musculoskeletal system disorders. Baseball, specifically, is a sport which is characteristic by its unilateral overload. If a pitcher does not compensate his movements by taking proper preventive measures, there is a high probability of injury, whether of the shoulder girdle or other body structures.

The pitcher's movement is complex and only about 50 % of the movement is performed by said shoulder girdle. Any change in position or movement of the lower limbs, pelvis, or the torso can reflect in a pain of the shoulder girdle. The most common source of pain and formation of shoulder pathology in pitching is, however, joint overloading caused by an excessive rotational range of the movement and its extreme speed. It is argued that baseball pitching movement is one of the fastest athletic movements. The angular velocity is said to be up to 7000 °/s.

The prevention of injuries through performing compensatory exercises should be an inseparable part of the baseball training. The athlete's cooperation with a physical therapist is an important element of a successful training plan.

A summary of the insights listed in this Bachelor's thesis outlines the main risk factors and possible mechanisms of shoulder girdle injuries. Therapist's understanding of the pitching mechanism and causes of injury is crucial in order to establish proper rehabilitative and preventive plan for the pitcher.

## 8 REFERENČNÍ SEZNAM

- Akuthota, V., Ferreiro, A., Moore, T., & Fredericson, M. (2008). Core stability exercise principles. *Current Sports Medicine Reports*, 7(1), 39-44.
- Aldrige, R., Guffey, S., Whitehead, M. T., & Head, P. (2012). The effects of a daily stretching protocol on passive glenohumeral internal rotation in overhead throwing collegiate athletes. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(4), 365-371.
- Amin, N. H., Ryan, J., Fening, S. D., Soloff, L., Schickemdantz, M. S., & Jones, M. (2015). The relationship between glenohumeral internal rotational deficits, total range of motion, and shoulder strength in professional baseball pitchers. *Journal of the American Academy of Orthopaedics Surgeons*, 23(12), 789-796.
- Baker, Ch. L. & Merkley, M. S. (2000). Clinical evaluation of the athlete's shoulder. *Journal of Athletic Training*, 35(3), 256-260.
- Bartoniček, J., & Heřt, J. (2004). *Základy klinické anatomie pohybového aparátu*. Praha: Maxdorf.
- Beighton, P. H., Graham, R., & Bird, H. (2012). *Hypermobility of joints*. Londýn: Springer-Verlag.
- Beyzadeoglu, T., & Circi, E. (2015). Superior labrum anterior posterior lesions and associated injuries, Return to play in elite athletes. *The Orthopaedics Journal of Sports Medicine*, 3(4), eCollection.
- Bishop, S. H., Herron, R. L., Ryan, Katica, C. P., & Bishop, P. A. (2016). The effect of intermittent arm and shoulder cooling on baseball pitching velocity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(4), 1027-1032.
- Bradbury, J. C., & Forman, S. L. (2012). The impact of pitch counts and days of rest on performance among major-league baseball pitchers. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 26(5), 1181-1187.
- Burkhart, S. S., Morgan, C. D., & Kibler W. B. (2000). Shoulder injuries in overhead athletes: The „dead arm“ revisited. *Clinics in Sport Medicine*, 19, 125-158.
- Burkhart, S. S., Morgan, C. D., & Kibler W. B. (2003). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 19(4), 404-420.

- Burkhart, S. S., Morgan, C. D., & Kibler W. B. (2003). The Disabled throwing shoulder: Spectrum of pathology part II: Evaluation and treatment of SLAP lesions in throwers. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 19(5), 531-539.
- Burkhart, S. S., Morgan, C. D., & Kibler W. B. (2003). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 19(6), 641-661.
- Calabrese, G. J. (2013). Pitching mechanics, Revisited. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(5), 652-660.
- Cools, A. M., Borms, D., Catelein, B., Vanderstukken, F., & Johansson, F. R. (2016). Evidence-based rehabilitation of athletes with glenohumeral instability. *Knee surgery, Sport Traumatology, Arthroscopy*, 24(2), 382-389.
- Cools, A. M., Cambier, D., & Witvrouw, E. E. (2008). Screening the athlete's shoulder for impingement symptoms: a clinical reasoning algorithm for early detection of shoulder pathology. *British Journal of Sports Medicine*, 42, 628-635.
- Čápková, J. (2008). *Terapeutický koncept „Bazální programy a podprogramy“*. Ostrava: Repronis.
- Česká baseballová asociace. (2011). *Pravidla baseballu 2011*. Retrieved 20. 3. 2016 from World Wide Web:  
[http://www.baseball.cz/download/2011/PRAVIDLA\\_public\\_2011.pdf](http://www.baseball.cz/download/2011/PRAVIDLA_public_2011.pdf)
- Čihák, R. (2001). *Anatomie 1*. Praha: Grada Publishing.
- DeLong, J. M., & Bradley, J. P. (2015). Posterior shoulder instability in the athletic population: Variations of assessment, clinical outcomes, and return to sport. *World Journal of Orthopaedics*, 6(11), 927-934.
- DeLong, J. M., Jiang, K., & Bradley, J. P. (2015). Posterior instability of the shoulder, a systematic review and meta-analysis of clinical outcomes. *American Journal of Sports Medicine*, 43(7), 1805-1817.
- Dillman, C. J., Fleisig, G. S., & Andrews, J. R. (1993). Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 18(2), 402-408.
- Dong, W., Goost, H., Lin, X. B., Burger, Ch., Paul, Ch., Wang, Z. L., Zhang, T. Y., Jiang, Z. C., Welle, K., & Kabir, K. (2015). Treatments for shoulder



- impingement syndrome, A PRISMA systematic review and network meta-analysis. *Medicine*, 94(10), e510.
- Dvořák, R. (2003). *Základy kinezioterapie*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada Publishing.
- Dylevský, I. (2009). *Speciální kineziologie*. 1. Praha: Grada Publishing.
- Edmonds, E. W. (2014). Common conditions in the overhead athlete. *American Family Physician*, 89(7), 537-541.
- Fedoriw, V. W., Ramkumar, P., McCulloch, P. C., & Lintner, D. M. (2014). Return to play after treatment of superior labral tears in baseball players. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(5), 1155-1160.
- Fortenbaugh, D., Fleisig, G. S., & Andrews, J. R. (2009). Baseball pitching biomechanics in relation to injury risk and performance. *Sports Health*, 1(4), 314-320.
- Hara, H., Ito, N., & Iwasaki, K. (1996). Strength of the glenoid labrum and adjacent shoulder capsule. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 5(4), 263-8
- Hosseinimehr, S. H., Anbarian, M., Norasteh, A. A., Fardmal, J., & Khosravi, M. T. (2015). The comparison of scapular upward rotation and scapulohumeral rhythm between dominant and non-dominant shoulder in male overhead athletes and non-athletes. *Manual Therapy*, 20 (6), 758-762.
- Houglum, P. A. (2010). *Therapeutic exercise for musculoskeletal injuries*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Huri, G., Hyun, Y. S., Garbis, N. G., & McFarland, E. G. (2014). Treatment of superior labrum anterior posterior lesions: a literature review. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 48(3), 290-297.
- Itoi, E., Newman, S. R., & Kuechle, D. K. (1994). Dynamic anterior stabilisers of the shoulder with the arm in abduction. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 76(5), 834-836.
- Janda, V., & Pavlů, D. (1993). *Goniometrie*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví.
- Jobe, C. M. (1995). Posterior superior glenoid impingement: Expanded spectrum. *Arthroscopy*, 11(5), 530-536.
- Kaltenborn, F. M., Evjenth, O., Kaltenborn, T. B., Morgan, D., & Vollowitz, E. (2007). *Manual mobilization of the joints, Volume I The Extremities*. 6. vyd., Oslo: Norli.

- Kapandji I. A., (2005). *The Physiology of the Joints. Volume 1 – Upper Limb*. New York: Churchill Livingstone.
- Karthikeyan, S. K., Griffin, D. R., Parsons, N., Lawrence, T. M., Modi, Ch. S., Drew, S. J., & Smith, Ch. D. (2015). Microvascular blood flow in normal and pathologic rotator cuffs. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 24(12), 1954-1960.
- Kerut, E. K., Kerut, D. G., Fleisig, G. S., & Andrewa, J. R. (2008). Prevention of arm injury in youth baseball pitchers. *The Journal of the Louisiana State Medical Society: official organ of the Louisiana State Medical Society*, 16(2), 95-98.
- Khan, Y., Nagy, M. T., Malal, J. & Waseem, M. (2013). The painful shoulder: Shoulder impingement syndrome. *The Open Orthopaedics Journal*, 7, 347-351.
- Kibler, W. B. (1995). Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. *The American Journal of Sports Medicine*, 14, 79-85.
- Kibler, W. B., Press, j., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sport Medicine*, 36(3), 189-198.
- Kibler, W. B. (1998). The role of scapula in athletic shoulder function. *The American Journal of Sports Medicine*, 26(2), 325-337.
- Kibler, W. B., Sciascia, A., & Thomas, S. J. (2012). Glenohumeral internal rotation deficit: Pathogenesis and response to acute throwing. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 20(1), 34-38.
- Kim, S. H., Ha, K. I., Kim, H. S., & Kim, S. W. (2001). Electromyographic activity of the biceps brachii in shoulders with anterior instability. *Arthroscopy*, 17(8), 864-868.
- Kobrová, J., & Válek, R. (2012). *Terapeutické využití kinesio tapu*. Praha, Česká republika: Grada publishing.
- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. 1.vyd., Praha: Galén.
- Kuhn, J. E. D., Lindholm, S. R., Huston, L. J., Soslowsky, L. J., & Blasier, R. B. (1999). Failure of the biceps-superior labral complex in the throwing athlete: A cadaveric biomechanical investigation comparing the positions of late cocking and early deceleration. *Arthroscopy*, 19(4), 373-379.
- Lee, J., Kim, L., Song, H., Kim, S., & Woo, S. (2015). The effect of glenohumeral internal rotation deficit on the isokinetic strength, pain, and quality of life in male high school baseball players. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 39(2), 183-190.
- Lee, S. Y., Jeong, J., Lee, K., Chung, Ch. Y., Lee, K. M., Kwon, S. S., Choi, Y., Kim, T. G., Lee, J. I., Lee, J., & Park, M. S. (2014). Unexpected angular or rotational deformity after corrective osteotomy. *BMC Musculoskeletal disorders*, 15, 175.

- Li, X., Lin, T. J., Jager, M., Price, M. D., Deangelis, N. A., Busconi, B. D., & Brown, M. A. (2010). Management of type II superior labrum anterior posterior lesions: A review of the literature. *Orthopaedics Reviews*, 2(1), e6.
- Ling, S. C., Chen, C. F., & Wan, R. X. (1990). A study on the vascular supply of the supraspinatus tendon. *Surgical and Radiologic Anatomy: SRA*, 12(3), 161-165.
- Lippert, L. S. (2006). *Clinical Kinesiology and Anatomy*. Philadelphia: Davis company.
- Lyman, S., Fleisig, G. S., Andrews, J. R., & Osinski, E. D. (2002). Effect of pitch type, pitch count, and pitching mechanics on risk of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(4), 463-468.
- Maenhout, A., Eessel, V., Dyck, L., Vanraes, A., & Cools, A. (2012). Quantifying acromiohumeral distance in overhead athletes with glenohumeral internal rotation loss and influence of a stretching program. *The American Journal of Sports Medicine*, 40(9), 2105-2012.
- Malal, J. J. G., Khan, Y., Farrar, G. & Waseem, M. (2013). Superior labral anterior posterior lesions of the shoulder. *The Open Orthopaedis Journal*, 7, 356-360.
- Manske, R., & Ellenbecker, T. (2013). Current concepts in shoulder examination of the overhead athlete. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(5), 554-578.
- McClure, P., Balaicuis, J., Heiland, D., & Broersma, M. E. (2007). A Randomized controlled comparison of stretching procedures for posterior shoulder tightness. *The Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(3), 108-114.
- McMullen, J., & Uhl, T. L. (2000). A Kinetic Chain Approach, for Shoulder Rehabilitation. *Journal of Athletic Training*, 35(3), 329-337.
- Michalíček, P., & Vacek, J. (2014). Rameno v kostce – II. část. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství*, 21(4), 205-223.
- Michalíček, P., & Vacek, J. (2014). Rameno v kostce – III. část. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství*, 22(3), 154-166.
- Moseley, H. F., & Goldie, I. (1963). The arterial pattern of the rotator cuff of the shoulder. *The Journal of Bone and Joints Surgery*, 45(4), 780-789.
- Murray, T. A., Cook, T. D., Werner, S. L., Schlegel, T. F., & Hawkins, R. J. (2001). The effects of extended play on professional baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*, 29(2), 137-142.

- Myers, J. B., Wassinger, C. A., & Lephart, S. M. (2006). Sensorimotor contribution to shoulder stability: effect of injury and rehabilitation. *Manual Therapy, 11*(3), 197-201.
- Neuman, B. J., Boisvert, C. B., Reiter, B., Lawson, K., Ciccotti, M. G., & Cohen, S. B. (2011). Results of arthroscopic repair of type II superior labral anterior posterior lesions in overhead athletes: Assessment of return to preinjury playing level and satisfaction. *The American Journal of Sports Medicine, 39*(9), 1883-1888.
- Neumann, D. A. (2002). *Kinesiology of the Musculoskeletal System Foundation for Physical Rehabilitation*. St. Louis: Mosby.
- Oatis, C. A. (2009). *Kinesiology, the Mechanics & Pathomechanics of Human Movement*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Oh, J. H., Kim, J. Y., Gong, H. S. & Lee, J. H. (2008). The evaluation of various physical examinations for the diagnosis of type II superior labrum anterior and posterior lesion. *The American Journal of Sports Medicine, 36*(2), 353-359.
- Olsen, S. J., Fleisig, G. S., Dun, S., Loftice, J., & Andrews, J. R. (2006). Risk factors for shoulder and elbow injuries in adolescent baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine, 34*(6), 905-912.
- Oyama, S. (2012). Baseball pitching kinematics, joint loads, and injury prevention. *Journal of Sports and Health Science, 1*(2), 80-91.
- Paley, K. J., Jobe, F. W., & Pink, M. M. (2000). Arthroscopic findings in the overhead throwing athlete: Evidence for posterior internal impingement of rotator cuff. *Arthroscopy, 16*(1), 35-40.
- Page, P. (2011). Shoulder muscle imbalance and subacromial impingement syndrome in overhead athletes. *The International Journal of Sports Physical Therapy, 6*(1), 51-58.
- Page, P. (2012). Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. *The International Journal of Sports Physical Therapy, 7*(4), 365-371.
- Park, S. S., Loebenberg, M. L., Rokito, A. S., & Zuckerman, J. D. (2002-2003). The shoulder in baseball pitching: biomechanics and related injuries-part 1. *Bulletin (Hospital for Joint Diseases (New York, N.Y.)), 61*(1-2), 68-79.
- Park, S. S., Loebenberg, M. L., Rokito, A. S., & Zuckerman, J. D. (2002-2003). The shoulder in baseball pitching: biomechanics and related injuries-part 2. *Bulletin (Hospital for Joint Diseases (New York, N.Y.)), 61*(1-2), 80-88.

- Parks, E. D., & Ray, T. R. (2009). Prevention of overuse injuries in young baseball pitchers. *Sports Health, 1*(6), 514-517.
- Petrovický, P., Doskočil, M. (2001). *Anatomie s topografií a klinickými aplikacemi: Pohybové ústrojí. 1. svazek*. Martin: Osveta.
- Petrovický, P. (2002). *Anatomie s topografií a klinickými aplikacemi. III. svazek, neuroanatomie, smyslová ústrojí a kůže*. Martin: Osveta.
- Popp, D., Schöfl, V. (2015). Superior labral anterior posterior lesion of the shoulder: Current diagnostic and therapeutic standards. *World Journal of Orthopaedics, 6*(9), 660-671.
- Pfahler, M., Branner, S., & Refior, H. J. (1999). The role of the bicipital groove in tendopathy of the long biceps tendon. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 8*(5), 419-424.
- Poděbradský, J. & Vařeka, I. (1998). *Fyzikální terapie I*. Praha, Česká republika: Grada publishing.
- Rathbun, J. B., & Macnab, I. (1970). The microvascular pattern of the rotator cuff. *Journal of Bone and Joints Surgery, 52*(3), 540-553.
- Reinold, M. M., Gill, T. J., Wilk, K. E., & Andrews, J. R. (2010). Current concepts in the evaluation and treatment of the shoulder in overhead athletes, part 2: Injury prevention and treatment. *Sports Health, 2*(2), 101-115.
- Reinold, M. M., Wilk, K. E., Reed, J., Crenshaw, K., & Andrews, J. R. (2002). Interval sport programs: Guidelines for baseball, tennis, and golf. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 32*(6), 292-298.
- Saeterbakken, A. H., Tillar, R., & Seiler, S. (2011). Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 25*(3), 712-718.
- Seroyer, S. T., Nho, S. J., Bach, B. R., Bush-Joseph, Ch. A., Nicholson, G. P., & Romeo, A. A. (2009). Shoulder pain in the overhead throwing athlete. *American orthopaedics Society for Sports Medicine, 1*(2), 108-120.
- Seroyer, S. T., Nho, S. J., Bach, B. R., Bush-Joseph, Ch. A., Nicholson, G. P., & Romeo, A. A. (2010). The kinetic chain in overhand pitching- Its potential role for performance enhancement and injury prevention. *Sports Health, 2*(2), 135-146.
- Shultz, S. J., Houglum, P. A. & Perrin, D. H. (2005). *Examination of musculoskeletal injuries*. Champaign, Ill. : Human Kinetics.

- Silva, R. T., Hartmann, L. G., Laurino, C. F., & Biló, J. P. (2010). Clinical and ultrasonographic correlation between scapular dyskinesia and subacromial space measurement among junior elite tennis players. *British journal of sports medicine, 44(6)*, 407-410.
- Micca, J. (2015). Infographic: Thrower's ten baseball program for baseball players. *UPMC Sports Medicine*. Retrieved 20. 3. 2016 from World Wide Web: <http://share.upmc.com/2015/08/infographic-throwers-ten-baseball-program-for-baseball-pitchers/>.
- Snyder, S. J., Karzel, R. P., Delpizzo, W., Ferkel, R. D., & Friedman, M. J. (1990). SLAP lesions of the shoulder. *Arthroscopy, 6(4)*, 274-279.
- Tokish, J. M., Curtin, M. S., Kim, Y. K., Hawkins, R. J., & Torry, M. R. (2008). Glenohumeral internal rotation deficit in the asymptomatic professional pitcher and its relationship to humeral retroversion. *Journal of Sports Science and Medicine, 7*, 78-83.
- Urita, A., Funakoshi, T., Amano, T., Matsui, Y., Kawamura, D., Lameda, Y., & Iwasaki, N. (2016). Predictive factors of long head of the biceps tendon disorders - the bicipital groove morphology and subscapularis tendon tear. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 25(3)*, 384-389.
- Vařeka, I. (2002). Posturální stabilita (II. část) řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství, 4*, 122-129.
- Véle, F. (2006). *Kineziologie*. Praha: Tritton.
- Wafae, N., Santamaria, L. E. A., Vitor, L., Pereira, L. A., Ruiz, C. R., & Wafae, G. C. (2010). Morphometry of the human bicipital groove (Sulcus intertubercularis). *Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 19(1)*, 65-68.
- Walch, G., Boileau, P., Noel, E., Donell, S. T. (1992). Impingement of deep surface of the supraspinatus tendon on the rim: An arthroscopic study. *The Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 1(5)*, 238-245.
- Wilk, K. E., Macrina, L. C., & Arrigo, C. Passive range of motion characteristics in the overhead baseball pitcher and their implications for rehabilitation. *Clinical Orthopaedics and Related Research, 470(6)*, 1586-1594.
- Wilk, K. E., Macrina, L. C., Fleisig, G. S., Porterfield, R., Simpson, Ch. D., Harker, P., Paparesta, N., & Andrews, J. R. (2011). Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine, 39(2)*, 329-335.

- Wilk, K. E., Meister, K., & Andrews, J. R. (2002). Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(1), 136-151.
- Wilk, K. E., Obma, P., Simpson, Ch. D., Cain, E. L., Dugas, J., & Andrews, J. R. (2009). Shoulder injuries in overhead athlete. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(2), 38-54.
- Wright, R. W., & Paletta, G. A. (2004). Prevalence of Bennett lesion of the shoulder in major league pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*, 32(1), 121-124.
- Yanagisawa, O., Miyanaga, Y., Shiraki, H., & Shimojo, H. (2003). The effects of various therapeutic measures on shoulder range of motion and cross – sectional areas of rotator cuff muscles after baseball pitching. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43, 356-366.
- Yoshizaki, K., Hamada, J., Tamai, K., Sahara, R., Fujiwara, T., & Fujimoto, T. (2009). Analysis of the scapulohumeral rhythm and electromyography of the shoulder muscles during elevation and lowering: Comparison of dominant and nondominant shoulders. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 18 (5), 756-763.

## 9 PŘÍLOHY

- PŘÍLOHA 1                      Obrázek 2. Fáze nadhozu
- PŘÍLOHA 2                      Obrázek 15. Beighton scale (Beighton et al., 2012).
- PŘÍLOHA 3                      Terapie v akutní fázi  
                                    Obrázek 16. Rytmická stabilizace v poloze na čtyřech.  
                                    Obrázek 17. Posilování adduktorů lopatek.  
                                    Obrázek 18. Rytmická stabilizace v abdukci ve skapulární rovině.
- PŘÍLOHA 4                      Terapie ve střední části  
                                    Obrázek 19. Posilování zevních rotátorů v leže na boku.  
                                    Obrázek 20. Výdrž na labilní ploše na předloktích.  
                                    Obrázek 21. Rytmická stabilizace v opoře o míč v abdukci a zevní rotaci
- PŘÍLOHA 5                      Terapie v pokročilé posilovací fázi  
                                    Obrázek 22. Nápřah s malým medicimbalem s rytmičnou stabilizací  
                                    Obrázek 23. Obouručný hod medicimbálem
- PŘÍLOHA 6                      Obrázek 24. Interval throwing program (Reinold et al., 2002).
- PŘÍLOHA 7                      Limity u mladých nadhazovačů  
                                    Obrázek 25. Limity pro počet nadhozů (Kerut et al., 2008).  
                                    Obrázek 26. Dny volna po různém počtu nadhozu (Kerut et al., 2008)
- PŘÍLOHA 8                      Obrázek 27. Autoterapie-protažení m. pectoralis major
- PŘÍLOHA 9                      Dynamická a statická stabilizace ramene – cviky  
                                    Obrázek 28. Stabilizační cvičení v CKC – „side plank“ na předloktí  
                                    Obrázek 29. PNF lopatky – posteriorní elevace – anteriorní deprese  
                                    Obrázek 30. Flekční vzorec druhé diagonály s gumou
- PŘÍLOHA 10                     Kineziotape – možnosti aplikace  
                                    Obrázek 34. Inhibiční technika na m. biceps brachii  
                                    Obrázek 35. Inhibiční technika na m. pectoralis minor  
                                    Obrázek 36. Kombinace při impingement syndromu  
                                    Obrázek 37. Aplikace při tendinóze m. biceps brachii



PŘÍLOHA 11	Protahování kloubního pouzdra
	Obrázek 38. „Sleeper – stretch“
	Obrázek 39. „Cross – body stretch“
PŘÍLOHA 12	Thrower’s ten program

PŘÍLOHA 1. Obrázek 2. Fáze nadhozu



1. Wind-up



2. Early cocking – Stride



3. Late cocking



4. Acceleration

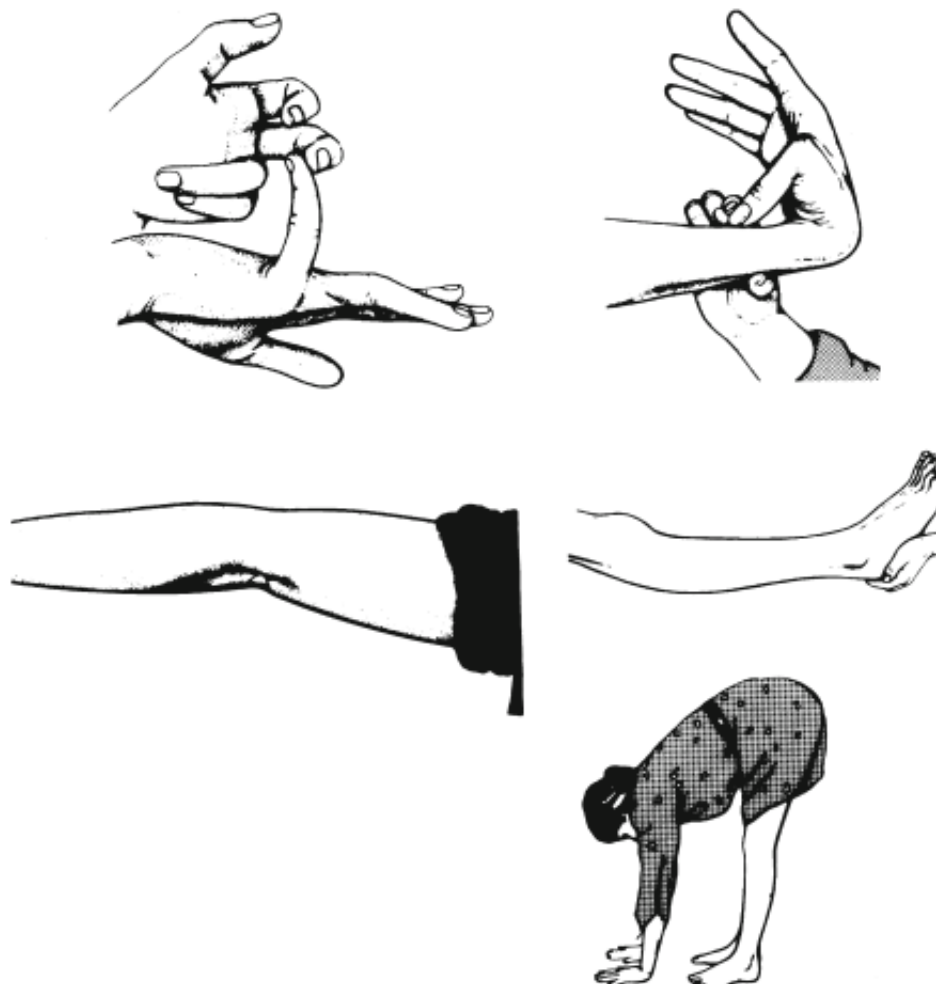


5. Deceleration



6. Follow – through

PŘÍLOHA 2. Obrázek 15. Beighton scale (Beighton et al., 2012).



### PŘÍLOHA 3. Terapie v akutní fázi

Obrázek 16.  
Rytmická stabilizace v poloze na čtyřech.



Obrázek 17.  
Posilování adduktorů lopatek.



Obrázek 18.  
Rytmická stabilizace v abdukci ve skapulární rovině.





#### PŘÍLOHA 4. Terapie ve střední fázi

Obrázek 19.  
Posilování zevních  
rotátorů v leže na boku



Obrázek 20.  
Výdrž na labilní ploše na  
předloktích



Obrázek 21.  
Rytmická stabilizace  
v opoře o míč v abdukci a  
zevní rotaci



## PŘÍLOHA 5. Terapie v pokročilé posilovací fázi

Obrázek 22.  
Nápřah s malým medicimbalem  
s rytmickou stabilizací.



Obrázek 23.  
Obouručný hod medicimbálem



PŘÍLOHA 6. Obrázek 24. Interval throwing program (Reinold et al., 2002).

TABLE 2. Interval throwing program for baseball players: phase 1.\*

45-Ft Phase		60-Ft Phase		90-Ft Phase		120-Ft Phase	
Step 1:	A) Warm-up throwing B) 45 ft, 25 throws C) Rest 5–10 min D) Warm-up throwing E) 45 ft, 25 throws	Step 3:	A) Warm-up throwing B) 60 ft, 25 throws C) Rest 5–10 min D) Warm-up throwing E) 60 ft, 25 throws	Step 5:	A) Warm-up throwing B) 90 ft, 25 throws C) Rest 5–10 min D) Warm-up throwing E) 90 ft, 25 throws	Step 7:	A) Warm-up throwing B) 120 ft, 25 throws C) Rest 5–10 min D) Warm-up throwing E) 120 ft, 25 throws
Step 2:	A) Warm-up throwing B) 45 ft, 25 throws C) Rest 5–10 min D) Warm-up throwing E) 45 ft, 25 throws F) Rest 5–10 min G) Warm-up throwing H) 45 ft, 25 throws	Step 4:	A) Warm-up throwing B) 60 ft, 25 throws C) Rest 5–10 min D) Warm-up throwing E) 60 ft, 25 throws F) Rest 5–10 min G) Warm-up throwing H) 60 ft, 25 throws	Step 6:	A) Warm-up throwing B) 90 ft, 25 throws C) Rest 5–10 min D) Warm-up throwing E) 90 ft, 25 throws F) Rest 5–10 min G) Warm-up throwing H) 90 ft, 25 throws	Step 8:	A) Warm-up throwing B) 120 ft, 25 throws C) Rest 5–10 min D) Warm-up throwing E) 120 ft, 25 throws F) Rest 5–10 min G) Warm-up throwing H) 120 ft, 25 throws
150-Ft Phase		180-Ft Phase					
Step 9:	A) Warm-up throwing B) 150 ft, 25 throws C) Rest 5–10 min D) Warm-up throwing E) 150 ft, 25 throws	Step 11:	A) Warm-up throwing B) 180 ft, 25 throws C) Rest 5–10 min D) Warm-up throwing E) 180 ft, 25 throws	Step 13:	A) Warm-up throwing B) 180 ft, 25 throws C) Rest 5–10 min D) Warm-up throwing E) 180 ft, 25 throws F) Rest 5–10 min G) Warm-up throwing H) 180 ft, 20 throws I) Rest 5–10 min J) Warm-up throwing K) 15 throws, progressing from 120 to 90 ft	Note: All throws should be on an arc with a crow hop. Warm-up throws consist of 10 to 20 throws at approximately 30 ft. Throwing program should be performed every other day, 3 times per week unless otherwise specified by a physician or rehabilitation specialist. Perform each step _____ times before progressing to next step.	
Step 10:	A) Warm-up throwing B) 150 ft, 25 throws C) Rest 5–10 min D) Warm-up throwing E) 150 ft, 25 throws F) Rest 5–10 min G) Warm-up throwing H) 150 ft, 25 throws	Step 12:	A) Warm-up throwing B) 180 ft, 25 throws C) Rest 5–10 min D) Warm-up throwing E) 180 ft, 25 throws F) Rest 5–10 min G) Warm-up throwing H) 180 ft, 25 throws	Step 14:	Return to respective position or progress to step 14 below.		
Flat-Ground Throwing for Baseball Pitchers							
Step 14:	A) Warm-up throwing B) 60 ft, 10–15 throws C) 90 ft, 10 throws D) 120 ft, 10 throws E) 60 ft (flat-ground) using pitching mechanics, 20–30 throws			Step 15:	A) Warm-up throwing B) 60 ft, 10–15 throws C) 90 ft, 10 throws D) 120 ft, 10 throws E) 60 ft (flat-ground) using pitching mechanics, 20–30 throws F) 60–90 ft, 10–15 throws G) 60 ft (flat-ground) using pitching mechanics, 20 throws		
Progress to phase 2: throwing off the mound							

\* 45 ft = 13.7 m; 60 ft = 18.3 m; 90 ft = 27.4 m; 120 ft = 36.6 m; 150 ft = 45.7 m; 180 ft = 54.8 m.

PŘÍLOHA 7. Limity u mladých nadhazovačů.

**Table 2. USA Baseball Medical & Safety Advisory Committee recommendations for limits with youth pitchers (modified with permission).<sup>20, 21</sup>**

Age in years	Pitches/ Game	Pitches/ Week	Pitches/ Season	Pitches/ Year
9-10	50	75	1000	2000
11-12	75	100	1000	3000
13-14	75	125	1000	3000
15-16	90	2 games/ week		
17-18	105	2 games/ week		

Obrázek 25. Limity pro počet nadhozů (Kerut et al., 2008)

**Table 3. USA Baseball Medical & Safety Advisory Committee recommendations for days of rest after a pitching event (modified with permission).<sup>1</sup>**

Age in years	1 Day Rest	2 Days Rest	3 Days Rest	4 Days Rest
9-10	21-33 pitches	34-42 pitches	43-50 pitches	51 + pitches
11-12	27-34 pitches	35-54 pitches	55-57 pitches	58 + pitches
13-14	30-35 pitches	36-55 itches	56-69 pitches	70 + pitches
15-16	30-39 pitches	40-59 pitches	60-79 pitches	80 + pitches
17-18	30-39 pitches	40-59 pitches	60-89 pitches	90 + pitches

Obrázek 26. Dny volna po různém počtu nadhozu (Kerut et al., 2008)



PŘÍLOHA 8. Obrázek 27. Autoterapie-protažení m. pectoralis major



## PŘÍLOHA 9. Dynamická a statická stabilizace ramene – cviky

Obrázek 28.  
Stabilizační cvičení  
v CKC – „side plank“ na  
předloktí



Obrázek 29.  
PNF lopatky – posteriorní  
elevace – anteriorní  
deprese



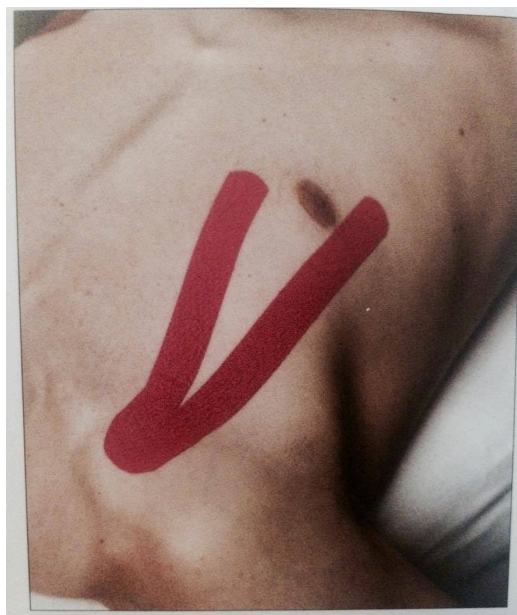
Obrázek 30. Flekční vzorec druhé  
diagonály s gumou.



PŘÍLOHA 10. Kineziotape – možnosti aplikace



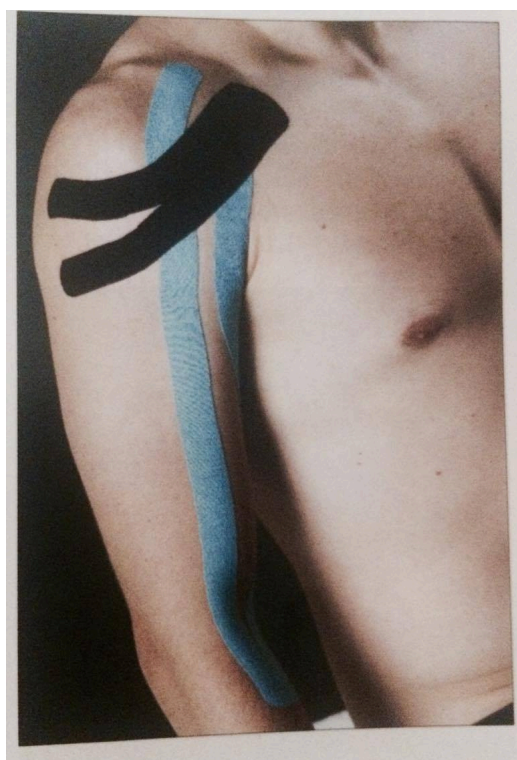
Obrázek 34. Inhibiční technika na m. biceps brachii



Obrázek 35. Inhibiční technika na m. pectoralis minor



Obrázek 36. Kombinace při impingement syndromu



Obrázek 37. Aplikace při tendinóze m. biceps brachii



## PŘÍLOHA 11. Protahování kloubního pouzdra

Obrázek 38. „Sleeper-stretch“



Obrázek 39. „Cross-body stretch“



## PŘÍLOHA 12. Thrower's ten program



1a. Extenční vzorec II. diagonály PNF  
s extenzí lokte



1b. Flekční vzorec II. diagonály PNF  
s extenzí lokte



2a. Zevní rotace v 0° abdukci v rameni  
s 90° flexí lokte



2b. Vnitřní rotace v 0° abdukci  
v rameni s 90° flexí lokte





2c. Zevní rotace v 90° abdukci v rameni s 90° flexí lokte



2d. Vnitřní rotace v 90° abdukci v rameni s 90° flexí lokte



3. Abdukce v ramenním kloubu do 90°



4. „Scaption“ (elevace paže ve skapulární rovině) s palcem směřujícím vzhůru



5. Horizontální abdukce paže  
v maximální zevní rotaci ve 100°  
abdukci



6a. „Prone rowing“ do zevní rotace

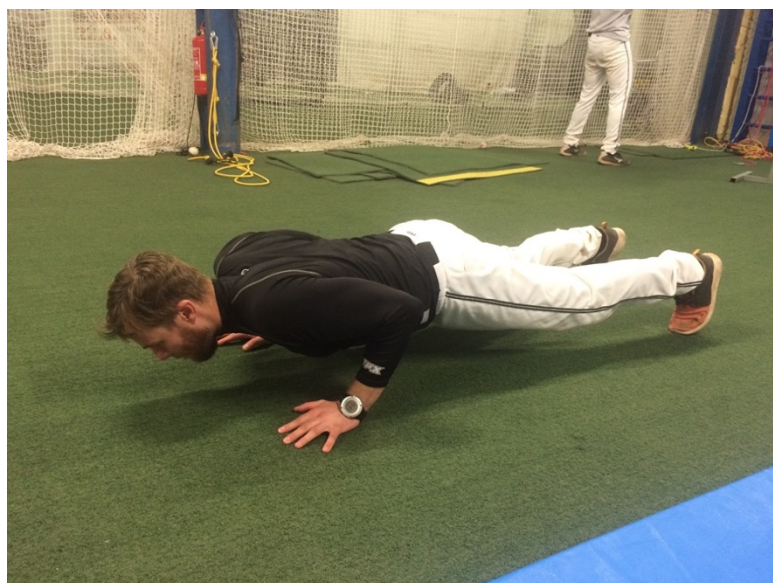


6b. „Prone rowing“



7. „Press-ups“ v sedě na židli





8. Kliky s dlaněmi na šíři ramen



9a. Flexe v lokti s dlaněmi směřujícími vpřed



9b. Extenze v lokti za hlavou





10a. Extenze zápěstí s dlaní směřující k zemi



10b. Flexe zápěstí s dlaní směřující vzhůru



10c. Supinace



10d. Pronace