

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Srovnání rozsahů rotací ramenního kloubu v souvislosti
s antropometrickými mírami u nadhazovačů baseballu a softballu**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

PhDr. Lenka Žáková, Ph.D.

Vypracovala:

Bc. Kateřina Jelínková

Praha, 2023

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala vedoucí mé diplomové práce paní PhDr. Lence Žákové, Ph.D. za odborné vedení, rady, a především věnovaný čas při konzultacích diplomové práce.

Poděkování patří rovněž všem probandům, kteří se ochotně zúčastnili v rámci praktické části diplomové práce a bez nichž by vypracování nebylo možné.

Dále děkuji Evě Skácelíkové za pomoc při zpracování statistických dat a poskytnuté rady.

Abstrakt

Název:

Srovnání rozsahů rotací ramenního kloubu v souvislosti s antropometrickými u nadhazovačů baseballu a softballu

Cíle:

Hlavním cílem práce bylo porovnání rozsahů rotací ramenního kloubu u mužských nadhazovačů baseballu a softballu vzhledem k rozdílné biomechanice nadhozu. Dále určení rozdílu v rozsahu pohybu do rotací na dominantní a nedominantní horní končetině a určení prevalence glenohumerálního deficitu vnitřní rotace ramene. Předmětem zkoumání bylo také nalezení možných souvislostí mezi naměřenými antropometrickými (délka HK, rozpětí paží, biakromiální šíře) hodnotami a goniometrickými hodnotami rozsahu pohybu do rotací včetně prevalence glenohumerálního deficitu.

Metody:

Výzkumný soubor zahrnoval celkově 20 aktivních českých extraligových baseballistů a softballistů, kteří byli pro účely zkoumání rozděleni dle sportů. Baseballová skupina zahrnovala 10 probandů (10 mužů, ve věku $25,1 \pm 3,5$ let, výšky $185,5 \pm 7,8$ cm, o hmotnosti $93,7 \pm 9,7$ kg, se sportovním věkem $14,9 \pm 3,8$ let). Softballová skupina zahrnovala taktéž 10 probandů (10 mužů, ve věku $23,1 \pm 2,5$ let, výšky $183,2 \pm 8,1$ cm, o hmotnosti $88 \pm 11,9$ kg, se sportovním věkem $12,2 \pm 1,8$ let). Ani jeden z hráčů neuváděl v posledních 5 letech zranění v oblasti horní končetiny. Rozsah pohybu byl měřen do zevní i vnitřní rotace při pasivním i aktivním pohybu pomocí dvouramenného plastového goniometru. Poloha paže při měření byla uvedena do 90° abdukce v ramenním kloubu a 90° flexe v kloubu loketním. Měření v každém směru a pohybu bylo provedeno u každého hráče třikrát; tyto hodnoty byly následně zprůměrovány do jedné výsledné hodnoty. Antropometrické hodnoty byly změřeny pomocí dostupných měřidel. Získané hodnoty byly statisticky zpracovány pomocí t-testu a na základě stanovené hladiny významnosti zhodnoceny v rámci potvrzení či vyvrácení hypotéz.

Výsledky:

Z výsledků vyplývá výrazné zvýšení rozsahu pohybu do zevní rotace a zároveň snížení rozsahu pohybu do vnitřní rotace u baseballistů, což odpovídá zjištěné vysoké prevalenci glenohumerálního deficitu u těchto hráčů. Významný rozdíl rozsahu pohybu do rotací byl naměřen také mezi oběma zkoumanými skupinami. Souvislost mezi délkou horní končetiny, výškou, biakromiální šíří, rozpětím paží a výskytem deficitu nebyla potvrzena.

Klíčová slova: ramenní pletenec, rozsah pohybu, glenohumerální deficit vnitřní rotace, baseball, softball, nadhoz, goniometrie, antropometrie

Abstract

Title:

Comparison of the shoulder joint rotation in relation to anthropometric measures in baseball and softball pitchers

Objectives:

The main objective of this study was to compare the ranges of shoulder joint rotations in male baseball and softball pitchers due to differences in pitching biomechanics. Furthermore, to determine the difference in range of motion to rotations on the dominant and non-dominant upper extremity and to determine the prevalence of glenohumeral internal rotation deficits of the shoulder. The subject was also investigated to find possible relationships between measured anthropometric (HK length, arm span, biacromial width) values and goniometric values of range of motion into rotations including the prevalence of glenohumeral deficit.

Methods:

The research sample included 20 active Czech Extraliga baseball and softball players, who were divided by sport for the purpose of the study. The baseball group included 10 probands (10 male, aged 25.1 ± 3.5 years, height 185.5 ± 7.8 cm, weight 93.7 ± 9.7 kg, years baseball of participation 14.9 ± 3.8 years). The softball group also included 10 probands (10 male, aged 23.1 ± 2.5 years, height 183.2 ± 8.1 cm, weight 88 ± 11.9 kg, years softball of participation 12.2 ± 1.8 years). None of the players reported an upper extremity injury in the last 5 years. Range of motion was measured into external and internal rotation during passive and active movement using a two-arm plastic goniometer. Arm position during measurement was given as 90° of abduction at the shoulder joint and 90° of flexion at the elbow joint. Measurements in each direction and movement were taken three times for each player; these values were then averaged into one final value. Anthropometric values were measured using available measuring instruments. The obtained values were statistically processed using t-test and evaluated to confirm or reject the hypotheses based on the established significance level.

Results:

The results show a significant increase in the range of motion into external rotation and a decrease in the range of motion into internal rotation in baseball players, consistent with the observed high prevalence of glenohumeral deficits in these players. A significant difference in range of motion into rotations was also measured between the two groups studied. The association between upper limb length, height, bi-acromial width, arm span and the prevalence of deficit was not confirmed.

Keywords: shoulder girdle, range of motion, glenohumeral internal rotation deficit (GIRD), baseball, softball, pitching, goniometry, anthropometry

Obsah

Úvod	1
2 Teoretická východiska	2
2.1 Rešerše.....	2
2.2 Anatomie ramenního pletence.....	4
2.2.1 Pasivní komponenta ramenního pletence.....	4
2.2.2 Svaly ramenního kloubu	6
2.3 Kineziologie a biomechanika ramenního kloubu.....	8
2.3.1 Pohyby v glenohumerálním skloubení	9
2.3.2 Humeroskapulární rytmus	12
2.3.3 Zatížení glenohumerálního kloubu	12
2.4 Charakteristika baseballu	13
2.4.1 Popis hry	13
2.4.2 Baseball v ČR na profesionální úrovni	14
2.4.3 Nadhoz v baseballu.....	15
2.4.4 Typy nadhozu	20
2.5 Charakteristika softballu	20
2.5.1 Popis hry	20
2.5.2 Softball v ČR na profesionální úrovni	22
2.5.3 Nadhoz v softballu.....	22
2.6 GIRD = glenohumeral internal rotation deficit	26
2.6.1 Projevy deficitu a jeho diagnostika.....	27
2.6.2 Možnosti fyzioterapie u GIRD	29
3 Vědecké otázky a hypotézy	33
3.1 Cíle práce	33
3.2 Úkoly práce	34
3.3 Výzkumné otázky	34
3.4 Hypotézy.....	35
4 Metodika práce	36
4.1 Výzkumný soubor.....	36
4.2 Metody sběru dat.....	37
4.2.1 Anamnestický dotazník	37
4.2.2 Goniometrie	37
4.2.3 Antropometrie.....	38
4.3 Sběr dat	38
4.3.1 Průběh měření a zpracování dat	39
5 Výsledky.....	40
5.1 Zpracování anamnestických dotazníků.....	40
5.2 Výsledky měření ROM	42
5.4 Výsledky hodnot určujících GIRD.....	46
5.5 Výsledky antropometrických měření.....	47

6 Diskuse	49
6. 1 Diskuse k hypotéze H1	49
6. 2. Diskuse k hypotéze H2	49
6. 3 Diskuse k hypotéze H3	51
6. 4 Diskuse k hypotéze H4	52
6. 5 Diskuse k hypotéze H5	55
6. 6 Diskuse k využití výsledků výzkumu do praxe	56
6. 7 Limitace diplomové práce.....	57
7 Závěr	59
Seznam použité literatury	61
Seznam příloh	72
Příloha č. 1 – Žádost a vyjádření etické komise.....	73
Příloha č. 2 – Vzor informovaného souhlasu	75
Příloha č. 3 – Anamnestický dotazník	77
Příloha č. 4 – Seznam obrázků, tabulek a grafů	79
Příloha č. 5 – The Advanced Thrower’s Ten Exercise Program.....	80

Seznam použitých symbolů a zkratek

AC – akromioklavikulární kloub

ADL – activities of daily living

AGR – antigravitační relaxace

Art. - articulatio

Ant. – anteriorní

BCAA – branched chain amino acids

CT – computer tomography

DK – dolní končetina / **DKK** – dolní končetiny

GH – glenohumerální kloub

GIRD – glenohumeral internal rotation deficit

HK – horní končetina / **HKK** – horní končetiny

km/h – kilometry za hodinu

Lig. – ligamentum / **ligg** – ligamenta

mp/h – miles per hour

MVIC – maximal voluntary isometric contraction

MWM's – mobilisation with movement's

m. – musculus / **mm.** – muscoli

n. – nervus

PIR – postiozmetrická relaxace

PNF – proprioceptivní neuromuskulární facilitace

RM – rotátorová manžeta

ROM – range of motion

SC – sternoklavikulární kloub

Úvod

Hlavní náplní diplomové práce je porovnání rotací ramenního kloubu u nadhazovačů dvou vybraných sportů – baseballu a softballu, které se obvykle řadí mezi typické zástupce tzv. overhead sportů. Díky možnosti pohybovat se pár let mého života v baseballovém prostředí, pozorovat tento sport i na profesionální úrovni a dostat se do kontaktu s jednotlivými hráči z fyzioterapeutického hlediska, mi poskytlo poměrně hezkou představu o jednotlivých pohybech, které hráči během hry vykonávají, jaké jsou nejčastější obtíže hráčů v oblasti muskuloskeletálního systému a jaká zranění jsou s tímto sportem úzce spojena.

Ačkoliv jsou si oba vybrané sporty na první pohled velmi podobné, liší se výrazně právě ve způsobu nadhozu. Jak u baseballu, tak softballu platí, že jsou kladeny velmi vysoké nároky na dominantní horní končetinu, zejména ramenní kloub, a to nejen na úrovni měkkých či vazivových tkání, ale také na úrovni tkáně kostní. Vzhledem k velmi vysokému počtu opakování nadhozů během zápasu/tréninku, a snaze vyvinout co nejrychlejší a nejpřesnější nadhoz, lze předpokládat vznikající adaptační změny v oblasti ramenního kloubu.

Z tohoto důvodu je cílem této práce zkoumání rozdílů rozsahu pohybu ramenního kloubu mezi hráči softballu a baseballu. Hlavní snahou je ozřejmit, zda u vybraných hráčů obou sportů dochází ke vzniku adaptačních změn, ve smyslu glenohumerálního deficitu vnitřní rotace (tzv. GIRD), který je považován za jeden z rizikových faktorů pro zranění ramenního kloubu. Ačkoliv jsou oba sporty řazeny do kategorie „overhead“, toto riziko by mělo být z podstaty věci větší u hráčů baseballu, kde je nadhoz z hlediska biomechaniky velkou zátěží pro ramenní kloub, jelikož zde dochází k extrémním rozsahům v tomto kloubu. Zjištěné goniometrické hodnoty jsou také dávány do souvislosti s antropometrickými mírami horní končetiny za účelem nalezení možné souvislosti mezi somatotypem hráče a předpokladem pro vznik GIRD.

Pokud by se potvrdila vyšší prevalence výskytu GIRD u hráčů baseballu, je možné tento fakt vzít v potaz a zařadit tak do tréninku vhodné kompenzační cviky, metody pro ošetření ramenního kloubu či zařadit/upravit i samotnou fyzioterapeutickou péči o hráče, aby se minimalizovalo riziko zranění hráče, které obvykle vede k vyřazení hráče ze hry i na celou sezónu.

2 Teoretická východiska

2.1 Rešerše

Ramenní kloub se stal předmětem mnoha studií, jelikož jakékoliv patologie v této oblasti mohou člověka výrazně omezovat i v rámci běžných denních činností a je tak klíčové, aby byly zachovány alespoň funkční rozsahy pohybu tohoto kloubu a předcházelo se riziku jeho poranění, a to nejen u sportovců, ale také u běžné populace. Jobe a Pink zmiňují dvě hlavní kategorie, u kterých je riziko poranění ramenního kloubu vyšší. Jednou z nich je populace staršího věku, kde jsou patologie způsobeny zejména kvůli degenerativním procesům, kdy dochází k patologiím v oblasti subakromiálního prostoru, tvorbě osteofytů, poškození rotátorové manžety či snížení krevního zásobení této oblasti. Druhou kategorií jsou zejména vrcholoví sportovci, konkrétně především sportovci věnující se tzv. overhead sportu, kdy dochází k házení (či pohybu horní končetiny) nad úroveň hlavy. Mezi typické overhead sporty patří například volejbal, tenis, plavání, ale také právě baseball a softball, o kterých tato práce bude pojednávat. (Jobe, Pink, 1993)

Overhead sporty často kladou velmi vysoké nároky na ramenní kloub, jelikož se obvykle jedná o velmi rychlý pohyb v extrémním rozsahu pohybu, s výraznou akcelerací pohybu a na kloub tak působí velké množství různých sil v jednom okamžiku. Jedná se tedy o pohyb, který vyžaduje jak dostatečnou svalovou sílu, tak flexibilitu, koordinaci a dobrou nervosvalovou kontrolu. Jestliže tyto aspekty nejsou dostatečné, může docházet ke svalovým, kapsulárním či vazivovým mikrotraumatům. Vzhledem k velkému počtu opakování pohybu dochází u overhead sportovců ke zvýšení laxicity vaziva glenohumerálního kloubu, což v důsledku vede ke zvýšení rozsahu pohybu do zevní rotace, ale také ke zvýšení rizika anteriorní instability až luxace. (Jobe, Pink, 1993; Wilk et al., 2011)

Problematika změněného poměru rotací ramenního kloubu, která je předmětem této práce, byla poprvé popsána zhruba před 50 lety. V té době byly popsány a následně zdokumentovány první fyzikální nálezy zvýšené zevní rotace a snížené vnitřní rotace právě u overhead sportovců. Jako první popsal Bennett patologický nález přítomného kostního výběžku na posteroinferiorní části glenoidu. To se označuje jako „Bennettova léze“ neboli také

„vrhačská exostóza“ a bývá často asymptomatická. Vzhledem k projevům této léze je zřejmé, že zde rovněž vzniká nepoměr mezi rozsahem vnější a vnitřní rotace u dominantního ramene a subjektivně se může projevovat bolestí. (Bennett, 1947; Rose, Noonan, 2018)

V roce 1995 Davidson et al. zavedli termín „internal impingement syndrom“ jako popis intraartikulární patologie, kterou zjistili artroskopicky u overhead sportovců. Na rozdíl od zevního impingement syndromu popsaného Neerem, je internal impingement v tomto případě výsledkem zvýšeného glenohumerálního pohybu. V rámci artroskopického výzkumu internal impingementu bylo zjištěno, že humerus uveden do zevní rotace a abdukce (tj. do polohy, ve které se ramenní kloub vyskytuje především v odhodové fázi u baseballových nadhazovačů), stlačuje šlachy rotátorové manžety k posterosuperiornímu okraji glenoidu, což může opět vést ke zranění glenohumerálního kloubu. (Rose, Noonan, 2018; Davidson et al., 1995)

Bigliani et al. při zkoumání ROM a laxicity ramenního kloubu u profesionálních hráčů baseballu, kdy porovnávali dvě skupiny – poziční hráče a nadhazovače – potvrdili, že zevní rotace měřena v 90° abdukci u baseballových nadhazovačů je statisticky významně větší, oproti hráčům pozičním. U dominantní končetiny se hodnoty pohybovaly průměrně kolem 118°, u nedominantní paže 102°. Průměrná vnitřní rotace byla goniometricky naměřena významně menší, a to jak u baseballových nadhazovačů, tak pozičních hráčů. (Bigliani et al., 1997)

Problematiku zvýšeného rozsahu pohybu do zevní rotace zmiňuje také rozsáhlá metaanalýza sestavena Mine et al., týkající se studií, které se zabývají biomechanikou baseballového nadhozu. Tato metaanalýza poukazuje na riziko zvýšené zátěže na struktury ramene a lokte při baseballovém nadhozu. S rizikem zranění horní končetiny spojuje právě kinematické a biomechanické souvislosti ramenního pletence na dominantní končetině vzhledem k tomu, že maximální zevní rotace ramene může dosáhnout až 180°, což obvykle přesahuje průměrný fyziologický rozsah pohybu (ROM) dominantního ramene u dospělých amatérských hráčů baseballu, ale především u běžné populace. (Mine et al., 2023)

Korelaci vybraných antropometrických a goniometrických měření s rychlostí nadhozu se v rámci výzkumu pokoušeli zjistit Huang J. et al. Výsledkem bylo zjištění, že na rychlost nadhozu má neodmyslitelný vliv výška nadhazovače, což by mělo být dané předpokladem, že vyšší nadhazovači mají delší paže a mohou tak produkovat větší sílu a zároveň delší dráhu během akcelerační fáze paže. Stejným tématem se zabýval také Pappas et al., který ovšem tuto

domněnku nepotvrdil a uvedl, že žádná pravidelnost mezi výškou, hmotností a rychlostí nadhozu baseballistů nelze prokázat. Oi et al. ovšem uvedli, že nadhazovací rychlost amerických nadhazovačů je vyšší než rychlost japonských nadhazovačů. Potvrdili, že takové zjištění může být ovlivněno antropometrickými ukazateli (vzhledem k rozdílným somatotypům evropské a asijské populace), za předpokladu normalizace parametrů na tělesnou hmotnost a výšku. Předpokládají tedy, že antropometrické parametry lokte a ramene při nadhazovacím pohybu mohou být jedny z faktorů ovlivňující rychlost nadhozu. (Huang, Chen, Chiu, 2022; Pappas, Zawacki, Sullivan, 1985; Oi et al., 2019)

V zahraničních literárních i online zdrojích v databázích lze najít velké množství článků a studií dávajících do souvislosti ROM v ramenním kloubu u nadhazovačů a rychlost jejich nadhozu. Studií zabývajících se souvislostí antropometrických údajů právě s rozsahy pohybu ramenního pletence není příliš mnoho. Lze ovšem dohledat studie, kde je alespoň zmínka o antropometrických údajích ve smyslu výšky, váhy či délky horních končetin a jejich vliv na rychlost či přesnost nadhozu. Z toho lze teoreticky uvažovat, že existuje možná souvislost i mezi antropometrickými hodnotami nadhazovačů a jejich rozsahem pohybu do zevní a vnitřní rotace na dominantní horní končetině.

2. 2 Anatomie ramenního pletence

Vzhledem k tématu diplomové práce zaměřující se na ramenním kloub, je součástí této práce také kapitola týkající se problematiky ramenního kloubu, zejména glenohumerálního skloubení a svalů ramenního pletence.

Pro lepší přehlednost lze dělit jednotlivé části ramenního pletence na pasivní a aktivní komponenta.

2. 2. 1 Pasivní komponenta ramenního pletence

Mezi pasivní komponenta ramenního pletence řadíme jednotlivá skloubení ramenního pletence a spoje kostí volné končetiny. Spojení pletence je charakterizováno dvěma klouby „pravými“ - articulatio glenohumeralis, art. acromioclavicularis a dalšími „nepravými“ klouby, jimiž je skapulothorakální a subakromiální skloubení, které umožňují pohyb klouzavý pohyb lopatky po hrudníku, jež je nedílnou součástí pohybu celého ramenního pletence. (Kolář et al., 2009)

Vzhledem k tématu této práce zde bude podrobně zmíněn pouze glenohumerální kloub, kterého se výše zmíněná problematika GIRD týká.

Articulatio glenohumeralis

Glenohumerální kloub je kloubem kulovitým a volným. Má největší pohybový potenciál ze všech kloubů v těle. Jedním z důvodů umožňující takovou mobilitu v kloubu, je výrazný velikostní rozdíl kloubní hlavice (caput humeri) a kloubní jamky (cavitas glenoidalis scapulae) v poměru 1: 3. Z toho důvodu je cavitas glenoidalis rozšířena o chrupavčitý lem, labrum glenoidale, jehož tloušťka je v různých místech kloubu variabilní mezi 4-6 mm. (Dylevský, 2009; Kolář et al., 2009)

Labrum glenoidale plní tři základní funkce. Jak je psáno již výše, jeho hlavní cílem je zvětšit kontaktní plochu mezi hlavicí humeru a lopatkou, a to zhruba o 2 mm anteroposteriorně a 4,5-6 mm superoinferiorně. Labrum také plní funkci „viskoelastického pístu“ glenohumerálního skloubení, jelikož zajišťuje negativní intraartikulární tlak v kloubu, a tím pomáhá zejména proti trakčnímu namáhání kloubu a v malé míře i proti smykovému namáhání. Dále slouží labrum jako inzertní místo pro další stabilizační struktury, především pro kloubní pouzdro a glenohumerální vazy. Labrum a okolní vazy vždy pracují v určité synergii, přičemž podíl jejich zatížení je závislý na poloze horní končetiny. V poloze horní končetiny při abdukci a zevní rotaci absorbuje lig. glenohumerale inferius až 51 % veškerého napětí působící na kloub. (Clavert, 2015)

Kloubní pouzdro vede od okrajů fossa glenoidalis na collum anatomicum humeri. Na ventrální straně se z pouzdra vychlipuje část synoviální membrány tvořící tzv. pochvu (vagina synovialis intertubercularis), jež částečně obaluje šlachy caput longum m. biceps brachii. Mezi hlavní vazivová spojení glenohumerálního kloubu patří ligg. glenohumeralia (superius, medius et inferius), která jsou uspořádána do tvaru písmene „Z“. Tyto vazy zpevňují a zesilují kloubní pouzdro. Nejsilnější částí je lig. glenohumerale inferius, který se upíná na labrum a snižuje riziko anteriorní a inferiorní subluxace/luxace v ramenním kloubu. Jejich vlastnosti a uspořádání vymezují ROM do zevní rotace, ve vnitřní rotaci horní končetiny jsou vazy relaxovány. Nachází se zde dvě slabá místa – Weitbrechtův foramen a Rouvierův foramen. (Véle, 2006; Clavert, 2015)

Dalšími vazy související anatomicky s glenohumerálním kloubem je lig. coracohumerale anterius a posterius, které vedou z lopatky (processus coracoideus) na tuberculum majus humeri. (Čihák, 2016)

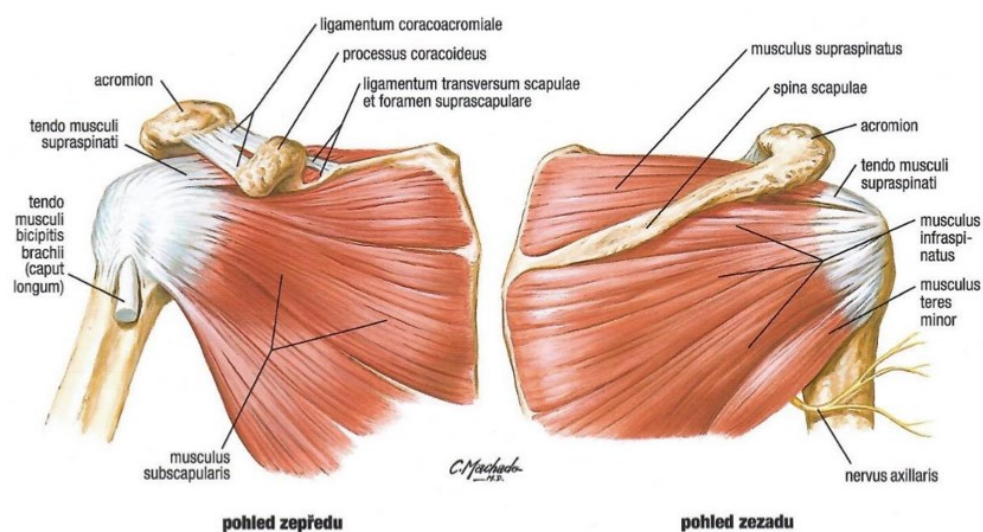
2. 2. 2 Svaly ramenního kloubu

Svaly ramenního pletence též můžeme označit za aktivní komponenta ramenního pletence. Vzhledem k problematice této diplomové práce budou především popsány jednotlivé funkce svalů úzce souvisejících s ramenním pletencem, které již byly zmiňovány v jednotlivých fázích baseballového nadhozu. Dle jejich anatomické polohy je lze dělit na svaly spinohumerální, thorakohumerální, svaly ramenní a svaly paže. Nicméně jejich přesná anatomie ve smyslu začátků a úponu a inervace nejsou podstatou této práce, proto zde nebudou zmiňovány. (Čihák, 2016)

Svaly rotátorové manžety a jejich inervace

Svaly ramenního pletence jsou inervovány z plexus brachialis odstupujícího ze segmentů C5-Th1. Z anatomického postavení plexu vůči klavikule lze brachiální plexus dělit na pars supraclavicularis a pars infraclavicularis. Na inervaci dále zmíněných svalů se podílejí nervy vystupující z obou částí.

Mezi svaly rotátorové manžety řadíme svaly, které spojují lopatku s horní končetinou a významně se podílí na centraci, stabilizaci a pohybech v ramenním kloubu. (Véle, 2006)



Obrázek 1: Svaly rotátorové manžety (Netter, 2016)

M. supraspinatus: jeden z primárních svalů, jehož anatomické uspořádání umožňuje pohyb do abdukce v ramenním kloubu. Jedná se o mohutný sval vyplňující fossa supraspinata na lopatce. Jeho aktivita je důležitá zejména během 1. fáze do abdukce, tj. do zhruba 45° až do 90°. Je také pomocným zevní rotátorem ramenního kloubu. (Dylevský, 2009; Věle, 2006)

M. infraspinatus: Hlavní funkcí tohoto svalu je zevní rotace v ramenním kloubu. Jeho pomocnou funkcí je addukce v ramenním kloubu.

Oba výše zmíněné svaly jsou inervovány n. suprascapularis, který vystupuje ze segmentů C4-6 z plexus brachialis pars supraclavicularis. (Věle, 2006; Čihák, 2016)

M. subscapularis: Jedná se o plochý a palpačně hůře přístupný sval na přední ploše lopatky. Je hlavním vnitřním rotátorem. Napomáhá také při flexi, abdukci i addukci paže. Sval je inervován n. subscapularis. (Dylevský, 2009; Věle, 2006)

M. teres minor: Tento sval je stejně jako m. infraspinatus zevním rotátorem. Je pomocným svalem při pohybu do addukce paže. Je důležité jej odlišit od m. teres major, jehož funkcí je především vnitřní rotace, addukce a extenze v ramenním kloubu. Na inervaci se účastní n. axillaris, odstupující z pars infraclavicularis plexus brachialis. (Věle, 2006; Čihák, 2016)

Ostatní svaly ramenního pletence

M. latissimus dorsi: Velký povrchový zádový sval podílející se na vnitřní rotaci, extenzi a addukci paže. Při fixovaných horních končetinách se stává pomocným svalem nádechovým. Inervován je skrze n. thoracodorsalis, ze segmentů C6-8. (Věle, 2006; Čihák, 2016)

M. pectoralis major: Mohutný sval na přední straně hrudníku, který se anatomicky skládá ze tří částí: pars clavicularis, sternocostalis a abdominalis. Stejně jako m. latissimus dorsi slouží k vnitřní rotaci a addukci paže, dále napomáhá flexi horní končetiny a při fixaci horních končetin taktéž slouží jako pomocný nádechový sval. Inervaci zajišťuje n. pectoralis lateralis a medialis. (Věle, 2006; Čihák, 2016)

M. deltoideus: Sval obalující a z velké části určující tvar ramene. Skládá se ze tří funkčně odlišných částí: přední, střední a zadní. Hlavní funkcí přední části svalu je flexe paže, pomocná horizontální addukce, abdukce a vnitřní rotace paže. Střední část se podílí na abdukci paže. Zadní část je aktivována při extenzi a zevní rotaci paže. Sval je inervován pomocí n. axillaris.

M. serratus anterior: Ačkoliv je tento sval řazen velmi často ke svalům trupu, vzhledem k jeho anatomickému uložení má významný vliv na postavení a pohyb lopatky, tím pádem má úzkou souvislost i s ramenním pletencem. Proto je zde tento sval zmíněn.

Účastní se abdukce paže, umožňuje vzpažení horních končetin, ale zejména fixuje lopatku k hrudníku. Při paréze tohoto svalu dochází k odstávání mediálního okraje lopatky a vzniká tak „scapula alata“ neboli odstávající lopatky. Sval je inervován n. thoracicus longus. (Véle, 2006; Dylevský, 2009; Čihák, 2016)

M. biceps brachii: Tento sval patří spíše ke svalům samotné horní končetiny, nicméně funkce jeho dlouhé hlavy (caput longum), která se upíná na tuberculum supraglenoidale na lopatce, je blízském vztahu s funkcí ramenního pletence. Kromě toho, že provádí flexi a supinaci v loketním kloubu, je nezbytné zmínit jeho funkci v kloubu ramenním. Zde napomáhá abdukci v ramenním kloubu a v literatuře se uvádí též jeho stabilizační význam pro ramenní kloub. Je inervován z n. musculocutaneus. (Véle, 2006; Hamill et al., 2022)

2. 3 Kineziologie a biomechanika ramenního kloubu

Horní končetina slouží jako uchopovací a manipulační orgán, který se vyvíjí od dětství až do dospělosti. Aby byla zajištěna správná činnost a volný pohyb horní končetiny, je důležitá spolupráce s osovým orgánem a zajištění dostatečné stabilizace polohy těla. (Véle, 2006)

Jakýkoli pohyb v rameni je vždy pohybem komplexním a je zajišťován souhrou všech struktur ramenního pletence. Při pohybech dochází k pohybům rotačním, skluzným a posuvným v jednotlivých kloubech ramenního pletence. Neuromuskulární stabilita je zajištěna statickými stabilizátory ramene, kam řadíme kapsuloligamentózní struktury (kosti a jejich výběžky, labrum glenoidale, ligg. glenohumeralia) a dynamickými stabilizátory, tj. muskulotendinózní struktury (svaly RM a lopatky, dlouhá hlava m. biceps brachii) a v neposlední řadě propioceptivní systémem z uvedených struktur. (Michalíček, Vacek, 2014; Spanhove et al., 2021)

V kapitole o anatomii ramenního pletence (viz Kap. 2. 2 Anatomie ramenního pletence) již byla zmíněna pasivní a aktivní komponenta ramenního pletence. Aktivními komponenty jsou svaly ramenního pletence. V předchozí kapitole byly popsány spíše z hlediska

anatomického a funkčního, zde tedy doplním pár informací ohledně jejich kineziologických vlastností.

Velmi diskutovanou a zkoumanou skupinou svalů jsou právě svaly rotátorové manžety, k jejichž poškození dochází u overhead sportovců velmi často. Zajímavostí je, že rotátorová manžeta je schopna vytvořit až 50 % síly potřebné k pohybu celé horní končetiny do abdukce a flexe. Tento fakt se odráží i v samotné kinematice nadhozu, což vede k velmi vysokým nárokům na tuto svalovou skupinu. Důležitou funkcí RM je stabilizace hlavice humeru v glenoidu. Na tom se podílí zejména m. supraspinatus v počáteční fázi abdukce, kdy působí svojí aktivitou proti tahu m. deltoideus, jehož činností je hlavice humeru tažena kraniálně mimo jamku. (Dylevský, 2009; Hamill et al., 2022)

Co se týče pasivních komponentů ramenního pletence, nelze opomenout ani další části, které dohromady vytváří kompaktní a funkční celek. Mezi další pasivní komponenta ramenní pletence patří hlavice humeru, clavicula a lopatka a jejich vzájemná skloubení v rámci pletence – art. sternoclavicularis, art. acromioclavicularis, art. costoclavicularis, art. scapulothoracic. V těchto skloubeních dochází jak k drobným izolovaným pohybům, tak je zde pohyb generován hlavně při pohybu celé horní končetiny. Jelikož se tato práce zabývá zejména glenohumerálním skloubením, bude zde probrán podrobněji než ostatní skloubení. (Kolář et al., 2009)

2. 3. 1 Pohyby v glenohumerálním skloubení

Anatomické poznatky týkající se tohoto kloubu byly zmíněny již v předchozí kapitole. Tato část pojednává o glenohumerálním kloubu z hlediska kineziologického a biomechanického.

Je důležité podotknout, že tvar hlavice humeru není zcela sférický, tudíž při pohybu paže nedochází k čisté rotaci a centrum rotace se mění. K zabránění luxace hlavice z jamky, dochází k tzv. roll and slide pohybu, což je vzájemný posun obou kloubních ploch vůči sobě navzájem. V otevřeném kinematickém řetězci se valí („roll“) hlavice humeru po fossa glenoidale a zároveň dochází k posunu hlavice („slide“) kaudálně pro stálé zachování kontaktu kloubních ploch. Je tak umožněn maximální ROM glenohumerálního skloubení. V uzavřeném kinematickém řetězci je situace opačná, tj. jamka se valí po hlavici. Glenohumerální kloub je jedním z nejpohyblivějších kloubů lidského těla. Z anatomického hlediska se jedná o kloub tříosý, a je tak možné provádět pohyby ve všech třech rovinách a osách těla (sagitální, frontální

a transverzální). Z hlediska biomechaniky má GH kloub 6 stupňů volnosti a umožňuje tak pohyb ve všech rovinách, tj. do abdukce, addukce, flexe, extenze, zevní a vnitřní rotace, horizontální abdukce a horizontální addukce. Vzhledem k tématu práce zde budou podrobněji zmíněny pohyby v glenohumerálním kloubu do flexe, abdukce a rotací. (Dylevský, 2009; Kolář et al., 2009; Kapandji, 2007; Janda, Pavlů, 1993)

Literaturou jsou stanoveny fyziologické ROM pro každý pohyb, nicméně je důležité nezapomínat na fakt, že skrze možné adaptace, opakované pohyby při sportu/zaměstnání či změny v muskuloskeletálním systému (přítomnost kloubních výběžků, změna laxicity vaziva atd.) dochází ke změnám těchto rozsahů, a to ve smyslu snížení či zvýšení. Vliv na ROM mají také neovlivnitelné faktory, jako je např. pohlaví, věk nebo vrozená onemocnění. Ve smyslu patologické změny ROM u snížení hovoříme o hypomobilitě, u zvýšení o hypermobilitě. Rozsah kloubní pohyblivosti je možno měřit pomocí RTG metody či fotografické metody. Tyto způsoby jsou ovšem náročné na vybavení a do ambulantní praxe neuplatnitelné. Proto se nejčastěji využívá planimetrické metody a měření dvouramenným goniometrem se zápisem dle SFTR. (Janda, Pavlů, 1993)

Flexe a extenze

V sagitální rovině je vykonáván pohyb do flexe a extenze. Flexe je umožněna až do 180° zejména díky aktivitě m. deltoideus (jeho přední části), m. pectoralis major, m. coracobrachialis a krátké hlavě m. biceps brachii v první části pohybu, tj. od 0-50°. V druhé části, od 50-120°, se zapojuje dolní část m. trapezius a zvyšuje se aktivita m. serratus ant, čímž dochází k fixaci lopatky na hrudníku. Zároveň dochází k potřebné rotaci lopatky (cca o 60°) a pohybům ve skloubení sternoclaviculárním a acromioclaviculárním. Ve třetí fázi, od 120° do 180°, je dosaženo maximálního rozsahu pohybu, což je spojeno i s fyziologickým zvýšením bederní lordózy. Rozsah pohybu u extenze se pohybuje fyziologicky okolo 40°. Na extenzi se účastní zejména m. latissimus dorsi, m. teres major a m. triceps brachii. (Dylevský, 2009; Hall, 1995)

Abdukce

Ve frontální rovině dochází k abdukci v rozsahu 180°. Takzvaný funkční rozsah pohybu, který je potřebný během ADL (česání vlasů, oblékání...), je udáván alespoň 120° ROM do abdukce. Pohyb do abdukce je z kineziologického hlediska pohybem složeným a velmi komplexním, jelikož se na něm podílí velké množství struktur a svalů. Dle Véleho lze rozdělit abdukci do 4 fází.

V první fázi, 0-45°, převažuje aktivita m. supraspinatus. Od 45-90° narůstá aktivita m. deltoideus, zejména jeho střední části. Je prokázáno, že právě v tomto rozsahu pohybu je sval nejodolnější proti únavě – tento fakt lze využít u sportovců např. v rámci silového tréninku. Při 90° abdukce je pozice nazývána jako „closed loop“, tedy uzavřená pozice/smyčka. V této poloze dochází k maximálnímu kontaktu kloubních ploch. M. deltoideus také přispívá ke stabilizaci ramenního kloubu a udržení hlavičky humeru v glenoidální jamce.

Ve třetí fázi, tj. při pohybu nad horizontálu, dochází k zevní rotaci úhlu lopatky, na které se podílí m. serratus anterior a m. trapezius (dolní část).

V poslední fázi pohybu, cca od 150°, se zapojuje také trupové svalstvo, dochází často k úklonu a zvýšení bederní lordózy. To způsobuje aktivita m. latissimus dorsi a m. pectoralis, které brzdí činnost m. trapezius a m. serratus ant. (Dylevský, 2009; Kapandji, 2007; Véle, 2006; Hamill et al., 2022)

Zajímavostí je také stav ligamentózních struktur při abdukci. Na počátku abdukce je horní lig. glenohumerale v napětí, spodní a střední část je relaxovaná. Jakmile je dosaženo maximální abdukce v ramenním kloubu, stav napětí glenohumerálních vazů se mění. Horní vlákna jsou relaxovaná, a naopak střední a spodní vykazují zvýšené napětí. Při abdukci nad horizontálu by mělo zároveň docházet k zevní rotaci paže – tento jev je velmi dobře pozorovatelný např. u nadhazovačů baseballu v „arm cocking“ fázi. Je to z toho důvodu, aby se eliminoval kontakt mezi tuberculum majus humeri, acromionem a coracoakromiálním vazem a snížilo se tak riziko poškození těchto struktur ramenního kloubu. (Hamill et al., 2022)

Zevní a vnitřní rotace

V rovině transverzální se uskutečňují pohyby do rotace – zevní a vnitřní. Rozsah pohybu je obvykle měřen v poloze na zádech s 90° abdukci paže a 90° flexí v loketním kloubu. Variační šíře rozsahu pohybu u zevní rotace je dle Jandy a Pavlů mezi 55-90°. Právě u overhead sportovců můžeme pozorovat značné zvýšení ROM u zevní rotace, a to až do 120-140° (průměrně). Zevní rotaci umožňuje aktivita m. infraspinatus, m. teres minor a nápomocně m. deltoideus (zadní část). (Janda, Pavlů, 1993; Hall, 1995)

Pohyb do vnitřní rotace je často limitován napětím v zadní části kloubního pouzdra a zvýšeným napětím svalů na zadní straně ramenního pletence. To je právě hlavní podstatou vzniku a diagnostiky GIRD, o němž pojednává tato práce. Fyziologický rozsah pohybu do vnitřní rotace je 70-90°. (Janda, Pavlů, 1993)

2. 3. 2 Humeroskapulární rytmus

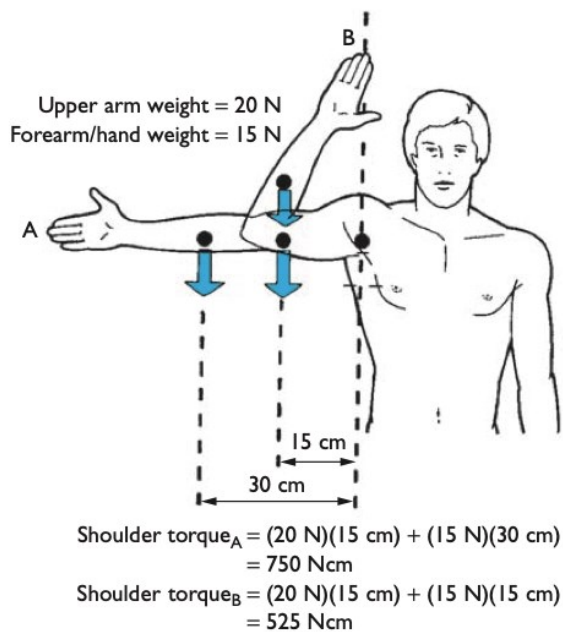
Důležitou součástí jakéhokoliv pohybu v ramenním pletenci je současný pohyb lopatky. Tento jev bývá označován jako humeroskapulární rytmus a umožňuje výrazněji větší pohyb horní končetiny v ramenním kloubu, než kdyby byla lopatka fixována na jednom místě. Během prvních 30° při elevaci humeru je podíl lopatky na pohybu zhruba pětina ve srovnání s glenohumerálním kloubem. S postupující elevací nad 30° rotuje lopatka přibližně o 1° na každé 2° pohybu humeru.

Pokud je horní končetina zatížena vnější zátěží (např. míčem), mění se orientace lopatky i humeroskapulární rytmus. Díky stabilizaci lopatky pomocí aktivních svalů, dochází ke snižování pohybu ve skapulothorakálním skloubení a lepší stabilizaci lopatky, což umožňuje jednodušší a výraznější rozsah pohybu pro horní končetinu. Obecně platí, že vzájemné humeroskapulární pohyby jsou koordinovanější, pokud je paže v zatížení a vykonává cílený pohyb než když se pohybuje v nezatíženém stavu. (Kolář et al., 2009; Hall, 1995)

2. 3. 3 Zatížení glenohumerálního kloubu

I když jsou klouby ramenního pletence vzájemně propojeny a během aktivity horní končetiny se vzájemně pohybují, tvoří do jisté míry celek, který přenáší zatížení a tlumí vnější nárazy. Glenohumerální kloub ovšem poskytuje přímou mechanickou oporu rameni, a proto bývá zatížen více než ostatní klouby. Ačkoliv celková hmotnost paže tvoří zhruba pouze 5 % tělesné hmotnosti, při abdukované horní končetině vznikají velké segmentové momenty působící na ramenní kloub. Na to musí svojí aktivitou reagovat svaly ramenního pletence svojí kontrakcí, aby bylo dosaženo co nejlepší stability abdukované a extendované končetiny. Zároveň se ovšem výrazně zvyšují nároky na glenohumerální kloub, a ten v tento moment musí odolávat tlakovým silám, které dle odhadu dosahují až 50 % tělesné hmotnosti. Toto zatížení je možné redukovat až o polovinu flexí v loketním kloubu, jelikož se zkrátí vzdálenost rameno-loket, viz Obrázek 2. (Hall, 1995; Reeser et al., 2010)

Pokud bychom tedy chtěli analyzovat vliv polohy segmentů na glenohumerální kloub, budeme předpokládat, že hmotnost každého segmentu těla působí v těžišti segmentu. Moment ramene pro celý segment paže je tedy určen jako kolmá vzdálenost mezi vektorem hmotnosti působícím v těžišti paže a ramenem. (Hall, 1995)



Pokud je loket ve flexi, je třeba analyzovat účinky segmentů ramene a předloktí/ruky odděleně. Obrázek č. 2 ilustruje vliv polohy paže na zatížení ramene. Točivý moment vznikající v glenohumerálním kloubu je tak součinem hmotnosti segmentu a momentu sil ramene. (Hall, 1995)

Obrázek 2: Výpočet točivého momentu v glenohumerálním kloubu (Hall, 1995)

2. 4 Charakteristika baseballu

Jelikož baseball ani softball nepatří v České republice mezi nejpůvodnější sporty a povědomí o těchto sportech je na našem území bohužel pořád malé, rozhodla jsem se pro lepší představu zařadit i krátkou kapitolu ohledně historie těchto sportů a důležitých mezníků pro tento sport, jak ve světě, tak v ČR. V této kapitole je také uveden základní popis obou sportů.

2. 4. 1 Popis hry

Historie baseballu

Historie baseballu sahá až do roku 1840, kdy v USA vznikla první podoba tohoto sportu. Populární byl baseball především v Jižní Americe a Kanadě. V roce 1845 vznikla první baseballová asociace a pravidla, která se v minimálně změněné podobě zachovala dodnes. Do Evropy se baseball dostal až na počátku 20. století, kdy vznikl první tým v Nizozemí. O pár let později se baseball rozšířil i na území Asie (Japonsko, Jižní Korea, Tchaj-wan) a Austrálie. Dodnes platí, že nizozemské, americké a japonské týmy patří k jedněm z nejlepších na světě. Jako plnohodnotný sport byl baseball součástí letních olympijských her (LOH) mezi léty 1992-2008, poté byl vyřazen a v současné době probíhá velká snaha baseball na LOH v roce 2028 vrátit. Nejvyšší současnou baseballovou soutěží prozatím zůstává World Baseball Classic. (ČBA, 2016; WBSC, 2013)

Popis hry

Baseball patří mezi pálkovací míčové hry, jež se účastní dva týmy po devíti hráčích. Pozice hráčů v jednotlivých týmech lze zjednodušeně rozdělit na vnitřní a vnější polaře/pálkaře, nadhazovače a tzv. catchera (chytače). Baseball je čistě mužský sport. (Süss, 2003)

Jedná o venkovní sport a hřiště tak musí být jasně vytyčeno a dosahovat příslušných rozměrů. Ty jsou dle oficiálních pravidel baseballu poněkud variabilní, ale musí splňovat určené limity. V rámci vnitřního pole jsou umístěny 4 mety, mezi kterými je vzdálenost 27,43 m. Nadhazovací kopec je od domácí mety vzdálen 18,44 m a je mírně vyvýšen (o 0,25 m) oproti metě domácí, kam nadhazovač směřuje svůj nadhoz. O nadhozu konkrétně pojednávají další kapitoly v teoretické části práce. (Česká baseballová asociace, 2021)

Konkrétní specifika nejsou uvedena pouze pro hřiště, ale také vybavení hráčů (rukavice, pálka, míč). Baseballový míč musí splňovat oficiální pravidla baseballu – má bílou barvu, červené švy, jeho hmotnost se pohybuje mezi 142-149 g a jeho obvod je 22,9-23,5 cm. (Česká baseballová asociace, 2021)

Jeden tým je vždy na pozici útočné – pálkaři a druhý tým v pozici obranné – polaři. Pálkaři vždy na pátku nastupují dle předem stanoveného pořadí a jejich úkolem je odpálit soupeřem nadhozený balon do vymezeného hřiště tak, aby měl čas k běhu po metách. V případě dobrého nadhozu i odpalu se pálkař stává běžcem a jeho cílem je oběhnout všechny mety na hřišti a dostat se zpět na domácí metu, ze které odpaloval. Při úspěšném proběhnutí všech met bez outu získává pro svůj tým bod. Vyhrává ten tým, který získá během 9 směn více bodů = doběhů. Po každé směně se vždy role týmů vymění. (Süss, 2003; Česká baseballová asociace, 2021)

Směna je ukončena v momentu, kdy se polařům dle pravidel podaří dovoleným způsobem zamezit postupu soupeře na metu či doběhu, znemožnit jim tak bodování nebo je jiným povoleným způsobem ze hry vyřadit. V ten moment se jedná o „out“ a při zahrání 3 outů, tj. vyřazení tří hráčů ze hry, se týmy vymění. Jestliže je skóre po 9 směnách nerozhodně, zápas se „nadstavuje“ o další směnu. (Česká baseballová asociace, 2021)

2. 4. 2 Baseball v ČR na profesionální úrovni

V úvodu této podkapitoly je nutné podotknout, že ačkoliv hovoříme o „baseballu na profesionální úrovni“, dosud tento sport nedosáhl v ČR takové úrovně, aby se hráči mohli

v rámci profesního života věnovat pouze tomuto sportu. I přes to, že všichni hráči působící v české baseballové reprezentaci za ČR, vykonávají v běžném životě svá povolání. V poslední době se český baseball i tak dostal do podvědomí lidí po celém světě.

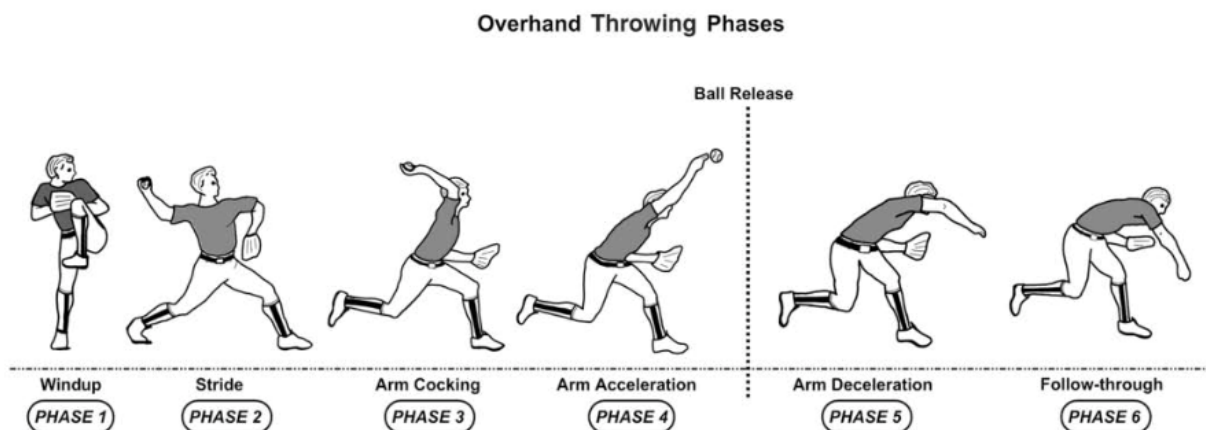
V roce 1976 byl založen Český svaz softballu a baseballu a od roku 1990 je Česká republika členem Evropské baseballové asociace (Confederation of European Baseball – CEB). V současné době je v české extralize zařazeno osm týmů: Arrows Ostrava, Draci Brno, Sokol Hluboká, Tempo Praha, Cardion Hroši Brno, Eagles Praha, Technika Brno a Třebíč Nuclears. Z jednotlivých týmů po celé ČR jsou hráči od r. 1993 vybíráni do české reprezentace, jež se účastní mezinárodních i světových soutěží. Tu v současné době vede neurolog MUDr. Pavel Chadim. (ČBA, 2016; 2015)

Největší úspěch české baseballové reprezentace je bezpochyby letošní účast (r. 2023) na World Baseball Classic (WBC), který se konal v Japonsku. Česká reprezentace se vůbec poprvé úspěšně kvalifikovala na tento turnaj, dokonce vyhrála hned první zápas proti Číně a povedlo se tak kvalifikovat na příští WBC konající se v roce 2026. Tento úspěch rezonoval nejen Českou republikou, ale i zahraničními celosvětovými médii. Nejen o tomto úspěchu byl natočen v r. 2022 také krátký sportovní a dokumentární film „Inbetween“ věnující se právě českému baseballu. (Burns, 2023; Ondráček, 2022)

2. 4. 3 Nadhoz v baseballu

Baseballový nadhoz patří mezi velmi dynamickou a komplexní pohybovou aktivitu, která je předmětem zkoumání mnoha studií. Ačkoliv je často zmiňována pouze problematika a pohyb ramene, jedná se o pohyb celého těla, jak bude nadále vysvětleno v jednotlivých fázích nadhozu. Nadhoz lze rozdělit do šesti fází (viz Obr.3), které se obvykle z angličtiny nepřekládají a ponechávají se v původním anglickém znění. Jednotlivé názvy fází jsou – wind-up, stride, (arm) cocking, (arm) acceleration, (arm) deceleration, follow through.

Jednotlivé fáze nadhozu jsou zde rozebrány poměrně detailně, vzhledem k tématu práce, a může se tedy pak zdát, že celý proces je velmi zdouhavý. Ve skutečnosti je průměrná doba nadhozu zhruba 2-3 sekundy. (Dillman et al., 1993)



Obrázek 3: Fáze baseballového nadhozu (Rojas, 2009)

Wind-up

Tato fáze obvykle začíná postavením nadhazovače čelem vůči pálkaři na domácí metě a následným krokem dozadu, čímž dochází k přenosu většiny váhy nadhazovače směrem vzad. Během toho má nadhazovač míček obvykle skrytý v rukavici. Pro pravoruké nadhazovače platí, že házecí a dominantní horní končetinou je pravá horní končetina a v levé ruce drží rukavici. Stejně tak platí, že pro praváky je stojnou nohou pravá dolní končetina a levá je tzv. stride leg, provádějící náskok směrem vpřed v další fázi, u leváků je tomu naopak. Během wind-up fáze nadhazovač postupně rotuje celý trup a tělo, zhruba o 90°, a dostává se tak více do frontální roviny vůči pálkaři. Uvádí se, že samotná rotace těla generuje až 50 % rychlosti odhozeného balonu při nadhozu. (Nelson, Morehouse, 1974; Escamilla, Andrews, 2009)

Přední dolní končetina je postupně odlehčena a dochází k maximálnímu zvednutí předního kolene a flexi v kyčli. Obvykle je tento pohyb doprovázen zvednutím horních končetin nad hlavu a následným spuštěním směrem k hrudníku, odkud se nadhoz dále odvíjí. Aktivita svalů ramene během těchto jednoduchých pohybů byla měřena pomocí EMG v rámci studie autorů Escamilla a Andrews, která ukázala, že maximální volní kontrakce (MVIC) se u horního trapézu pohybuje kolem 18 %, u *m. serratus anterior* 20 % a *pars anterior m. deltoideus* 15 %. Svaly rotátorové manžety mají v této fázi nejnižší aktivitu (hodnota MVIC pro *m. supraspinatus* se například pohybuje okolo 13 %). (Escamilla, Andrews, 2009)

Z toho vyplývá, že během této fáze je svalová aktivita na házecí horní končetině poměrně nízká. Jsou tedy nízké i působící síly a točivé momenty v ramenním kloubu, z čehož plyne i nízké riziko poranění ramenního kloubu v této fázi. Všechny výše zmíněné svaly vykonávají během zvednutí horních končetin nad hlavu koncentrickou kontrakci, aby

docházelo k rotaci lopatky kraniálně a zároveň docházelo k abdukci ramene při počátečním zvedání paže nad hlavu. Během pohybu směrem zpět k hrudníku dochází k excentrické činnosti těchto svalů, k rotaci lopatky rotuje směrem kaudálním a rameno se dostává do addukce. Wind-up fáze končí oddálením míčku od rukavice nadhazovače a v momentě, kdy přední dolní končetina dosáhne nejvyššího bodu. (Escamilla, Andrews, 2009)

Stride

Klíčovým prvkem této fáze je přesun váhy dozadu, který započal již v první fázi nadhozu, a udržení trupu co nejvíce vzadu, aby bylo možné využít náklon trupu vpřed pro zrychlení během nadhozu. Stride fáze končí v okamžiku, kdy se přední noha provádějící náskok směrem k domácí metě dotkne země. (Dillman et al., 1993)

Během této fáze dochází k nárůstu aktivity svalů ramenního pletence, jelikož se od sebe v průběhu ruce oddělují. Na házečí končetině lopatka rotuje kraniálně, dochází k abdukci paže, výrazné zevní rotaci a horizontální abdukci v důsledku koncentrické kontrakce zevních rotátorů – m. deltoideus pars medialis a posterior, ale také m. serratus anterior a m. trapezius horní části. (Dillman et al., 1993)

Musculus supraspinatus dosahuje nejvyšší aktivity právě během této fáze, kdy se MVIC pohybuje, dle již výše zmíněné studie, mezi 31-60 %. Tento fakt je dán především tím, že m. supraspinatus během této fáze provádí primárně abdukci paže, ale zároveň slouží jako stabilizátor glenohumerálního skloubení a napomáhá tak udržení hlavice humeru ve fossa glenoidale. Vysoké aktivity rovněž dosahuje deltový sval, který iniciuje abdukci paže a udržení této polohy. M. serratus anterior a m. trapezius zde fungují jako hlavní stabilizátory lopatky a svojí aktivitou minimalizují riziko impingementu při abdukci paže. V rámci této fáze je nutná velmi dobrá koordinace s tělem, která je jedním z klíčových aspektů házení. (Dillman et al., 1993; Shanley et al., 2011)

Arm cocking

Tato fáze se bývá nazývána jako „arm cocking“/ „cocking phase“. Někteří autoři ji ještě dále dělí na „early cocking phase“ (časnou fázi) a „late cocking phase“ (pozdní fázi) – pro účely této práce jsem tuto fázi ovšem již dále nerozdělovala a pojala ji jako celek. (Pappas, Zawacki, Sullivan, 1985)

„Arm cocking“ fáze je definována prvotním kontaktem přední dolní končetiny se zemí a maximální zevní rotací v ramenním kloubu nadhazovací horní končetiny.

Nadhazovač postupně přenáší na dopadovou dolní končetinu váhu těla a dochází k již výše zmíněné rotaci v kyčli, která je klíčovým aspektem pro správný a efektivní nadhoz. Plynule dochází k rotaci trupu (a zároveň často také k hyperextenzi v jeho horní části). (Pappas, Zawacki, Sullivan, 1985; Dillman et al., 1993)

Z dolních končetin a rotace trupu je tak přenášeno značné množství kinetické energie do vyšších etáží těla, ale především do ramenního kloubu. Obecně se udává, že dochází k přenosu velkému až 80 % tělesné hmotnosti. (Dillman et al., 1993)

Následně se nadhazovač dostává opět do pozice, kdy je k pálkaři čelem. Horní končetina je v této fázi flektována v lokti a celá horní končetina se dostává do zevní rotace. V momentě dokončení celkové rotace dosahuje ramenní kloub maximální zevní rotace – proto se tato fáze nazývá „arm cocking“. V důsledku těchto pohybů je nutná velmi vysoká aktivita svalů ramenního pletence, aby se paže udržela v pohybu s rychle rotujícím trupem a byla kontrolována výsledná zevní rotace. Dle Escamilla a Andrews se MVIC zevních rotátorů pohybuje okolo 70 %, mj. také proto, že zvyšují glenohumerální stabilitu. Velkou aktivitu vykazují také mm. pectorales a m. deltoideus, které se podílejí na udržení horní končetiny v požadované poloze, tj. abdukci cca 90-100°; která je konstantní během nadhozu. Nelze opomenout ani vysokou aktivitu vnitřních rotátorů paže, které během této fáze vykonávají excentrickou kontrakci, aby kontrolovaly rychlost vnější rotace ramene. (Dillman, et al., 1993; Escamilla, Andrews, 2009; van den Tillaar, Ettema, 2007)

V tento moment se zároveň v ramenním kloubu vytváří maximální točivý moment vnitřní rotace ramene, což způsobí, že se rychlost vnější rotace při dosažení maximální rozsahu pohybu postupně zpomaluje. (Fleisig et al., 1995)

Arm acceleration

Tato fáze zrychlení plynule navazuje na předchozí. Začíná v momentě, kdy je dosaženo maximální zevní rotace v ramenním kloubu nadhazovací končetiny a končí při odhození míčku. Jedná se o nejvýbušnější fázi nadhozu, jelikož dochází k samotnému odhodu míčku, a to u profesionálních hráčů rychlostí okolo 95 mil/hodinu (tj. cca 152 km/h). (Pappas, Zawacki, Sullivan 1985; Escamilla, Andrews, 2009)

Přetrvává zde mírná aktivita deltového svalu, ale výrazně se zvyšuje aktivita vnitřních rotátorů paže, která v této fázi dosahuje svého maxima (hodnota MVIC pro m. subscapularis se může pohybovat mezi 55-99 %, pro ostatní vnitřní rotátory kolem 50 %). Dochází k jejich koncentrické kontrakci a umožňují tak generovat pohyb paže dopředu, aby byl míček odhozen

požadovanou rychlostí. Ze zevní rotace do vnitřní rotace se paže během hodů dostává velmi rychle, cca za 30-50 ms. Jedná se o změnu, kdy se rameno pohybuje ze zevní rotace o rozsahu až 160° do vnitřní rotace humeru o rozsahu až 100°. K odhodu balonu dochází zhruba mezi 40-60° zevní rotace. (Pappas, Zawacki, Sullivan, 1985)

V této fázi vykazuje největší míru aktivity také m. triceps brachii. O efektivitě jeho zapojení v rámci hodů během flexe/extenze lokte při odhodu balonu se autoři jednotlivých studií poněkud liší. Autoři se jednoznačně ovšem shodují na tom, že aktivita m. triceps brachii se očividně během této fáze zvyšuje, a to jak v důsledku změny postavení v loketním kloubu, tak také proto, že dlouhá hlava tricepsu přispívá ke glenohumerální stabilitě. (Nelson, Morehouse, 1974)

Společně s předchozí fází jsou obě fáze nejrizikovější na poranění ramenního kloubu. Je to především z důvodu přenosu velké kinetické energie z dolních končetin do horních segmentů těla a z důvodu extrémních rozsahů, do kterých se ramenní kloub nadhazovací končetiny dostává. (Escamilla, Andrews, 2009)

Arm deceleration phase

Fáze začíná odhozením míčku, pokračuje dosažením maximální vnitřní rotace a končí v momentu, kdy se paže nadhazovače dostává do zhruba 0° vnitřní rotace a 35° horizontální addukce. (Escamilla, Andrews, 2009)

V ramenním kloubu se během odhodu míčku vytváří velké zatížení, které má za cíl zpomalit dopřednou akceleraci paže. Účelem je minimalizovat riziko zranění ramene, na čemž se podílí nejen svaly rotátorové manžety (zejména m. teres minor, který bývá u nadhazovačů častým zdrojem bolesti ramene), ale také m. latissimus dorsi a pars posterior m. deltoideus, m. biceps brachii a svaly lopatky, které kontrolují její pohyby. Všechny tyto svaly generují vysokou aktivitu v rámci vykonávání excentrické kontrakce, aby zpomalily pohyb paže do vnitřní rotace a horizontální addukce a napomáhaly tak minimalizovat distrakci paže a riziko přední subluxace ramene. V rámci zabránění distrakce ramene se vytváří tlaková síla na rameno o něco větší, než je hmotnost těla, zatímco k ochraně před přední luxací ramene se vytváří tzv. zadní sřizná síla o 40-50 % hmotnosti těla. Vzhledem k velikosti těchto působících sil jsou svaly rotátorové manžety velmi náchylné k tahovému přetížení, poškození rotátorové manžety, poranění labra a šlachy dlouhé hlavy bicepsu nebo také k poranění samotného kloubního pouzdra a následnému vzniku impingement syndromu. (Escamilla, Andrews, 2009; van den Tillaar, Ettema, 2007)

Follow through

V překladu tzv. „následná fáze“ je fáze, kdy tělo pokračuje v pohybu vpřed, dokud není kompletně dokončen pohyb nadhazovače a pohyb je tak ukončen. Nadhazovač se dostává do stabilní konečné polohy a loketní kloub se v této fázi nachází v přirozené mírné flexi. (Nelson, Morehouse, 1974; van den Tillaar, Ettema, 2007)

2. 4. 4 Typy nadhozu

Existují 4 základní typy baseballového nadhozu, které jsou nadhazovači nejčastěji voleny. Jedná se o tzv. fast ball, curve ball, change-up a slider. Obdobně jako u fází nadhozu platí, že i v České republice jsou tyto názvy zachovány v původním znění a nepřekládají se.

Nadhazovač je schopen strategicky volit druhy nadhozů natolik, že vržený balon má ve všech případech nadhozů velmi podobnou kinematiku a pro pálkaře druhého týmu je tak velmi obtížné druhy nadhozů rozlišit. U profesionálních nadhazovačů trvá cesta nadhozeného míčku z nadhazovacího kopce na domácí metu méně než 0,5 s. V případě curve ballu, change-upu a slideru může být pálkař schopen rozeznat pomalejší pohyb nadhazovače a mít tak více času na předvídání a přípravu na odpal. (Escamilla, Fleisig et al., 1998)

Většina studií s baseballovou tematikou je obvykle měřena při nadhozu „fast ballem“, během něhož letí míček přímo, nemění svoji trajektorii, a je tak nejjednodušší pro změření a objektivizaci nadhozu. Také je v porovnání s ostatními nadhozy nejrychlejší, a to až o 25 %. Escamilla a spol. se v jedné ze svých studií pokusili zjistit rozdíl kinematiky předloktí a ruky u jednotlivých nadhozů pomocí kinematické analýzy, ovšem pohyb během nadhozu byl tak rychlý, že se jim nepodařilo jednotlivé drobné rozdíly mezi nadhozy dostatečně popsat. (Escamilla, Fleisig et al., 1998)

2. 5 Charakteristika softballu

2. 5. 1 Popis hry

Historie softballu

Historie softballu se píše od roku 1887. Největší rozmach zaznamenal softball v 30. letech 20. století, kdy se začal hrát tzv. fast-pitch (viz dále v této kapitole) v USA, kde má softball svůj původ. Softball se velmi rychle stal oblíbeným týmovým sportem, a stejně jako baseball zaznamenal svůj rozvoj zejména v soutěži univerzitních týmů, což podpořilo vznik

první softballové asociace. Softball se postupně dostal i do jiných částí světa – Jižní Afrika, Austrálie, Japonsko, ale i do některých evropských států, např. Nizozemí. (WBSC, 2013)

Ačkoliv vznikl softball původně jako mužský sport, s postupem času se velmi oblíbil i softball ženský. I z toho důvodu se jako první konalo mistrovství světa ženského softballu a až o rok později mužského. V roce 2013 došlo k oficiálnímu sloučení Mezinárodní asociace baseballu a Mezinárodní asociace softballu, což vedlo ke vzniku současné organizace „World Baseball Softball Confederation“ (WBSC), která zaštiťuje oba sporty v profesionální oblasti a je jedinou organizací uznávanou Mezinárodním olympijským výborem. Softball byl zařazen do programu na LOH v roce 1996, poté byl vyřazen. Nyní je potvrzeno zařazení do LOH v r. 2028. (WBSC, 2013; ČSA, 2002)

Popis hry

Softball, je stejně jako baseball, sportovní hra pálkovacího typu, která vznikla koncem minulého století na základě drobným úprav pravidel baseballu. Podstata hry a základní principy jsou v obou odvětvích shodné. Obecně se softball považuje za sport méně náročný na vybavení a prostor. (Süss, 2003)

Softball se oficiálně rozděluje ještě na tzv. „fastpitch softball“, který je sportovní a soutěžní podobou tohoto sportu a „slowpitch softball“, u kterého není povolen rychlý nadhoz a je tak pojat více jako rekreační záležitost, kterou mohou hrát ženy i muži dohromady. Softball na soutěžní úrovni je tedy určen jak pro ženské, tak mužské týmy. Pro účely této diplomové práce se budeme zabývat fastpitch softballem, konkrétně hráči mužského pohlaví. Softballu se, jakožto týmového sportu, účastní taktéž dva týmy minimálně po devíti hráčích. (Süss, 2003)

Stejně jako v baseballu jsou přesně daná kritéria jak pro rozměry hřiště, rukavic, tak i míče. Jeho obvod je 30,5 cm a povolená hmotnost se pohybuje mezi 178-198,4 g. Obvykle bývá zářivě žlutý s červenými stehy. V oficiálních pravidlech je také uveden konkrétní koeficient pružnosti a deformace, kterou míč musí splňovat dle Světové konfederace baseballu a softballu (World Baseball Softball Confederation – WBSC). (ČSA, 2019)

Průběh a princip hry je vlastně shodný s baseballlem. Softball se ovšem hraje pouze na 7 směn a v případě shodného skóre je zápas prodloužen o další směnu. Směna je ukončena při zahrání tří outů. Out může zahrát také nadhazovač při hození 3 úspěšných nadhozů (tzv. striků). V opačném případě – 4 špatných nadhozů, tzv. ball – dostává hráč metu zdarma a dostává se

tak do hry. Cílem je oběhnout všechny mety v hřišti zpět na domácí a získat tak co nejvíce bodů pro svůj tým. (Süss, 2003)

2. 5. 2 Softball v ČR na profesionální úrovni

Největším zlomem pro český softball bylo oddělení se od baseballu v roce 1992 a vznik čistě samostatného sportu, a tím pádem i vznik samostatných softballových týmů a klubů. Od r. 1993 řídí softball v ČR Česká softballová asociace, došlo ke vzniku 1. České softballové asociace mužů a 1. České softballové asociace žen. (ČSA, 2002)

V současné době je v ČR nejvyšší celostátní soutěž, které se účastní 9 mužských softballových týmů – SK Joudrs Praha, Locos Břeclav, Beavers Chomutov, Žraloci Ledenice, Painbusters Most, Spectrum Praha, Hroši Havlíčkův Brod, Snails Kunovice a Tempo Praha. V mužském softballu je Česko jedničkou v Evropě a současně se řadí mezi 7 nejlepších celosvětových týmů. Co se týče softballu ženského, patří Česko mezi tři nejlepší evropské týmy a mezi 12 nejlepších celosvětově. (ČSA, 2002)

Český softball je tedy velmi uznávaným pro své výkony, ale také se český softball proslavil díky pořadatelské aktivitě různých turnajů. Mezi nejvýznamnější patří zejména pořádání tří Světových pohárů a MS mužů v r. 2019. (ČSA, 2002)

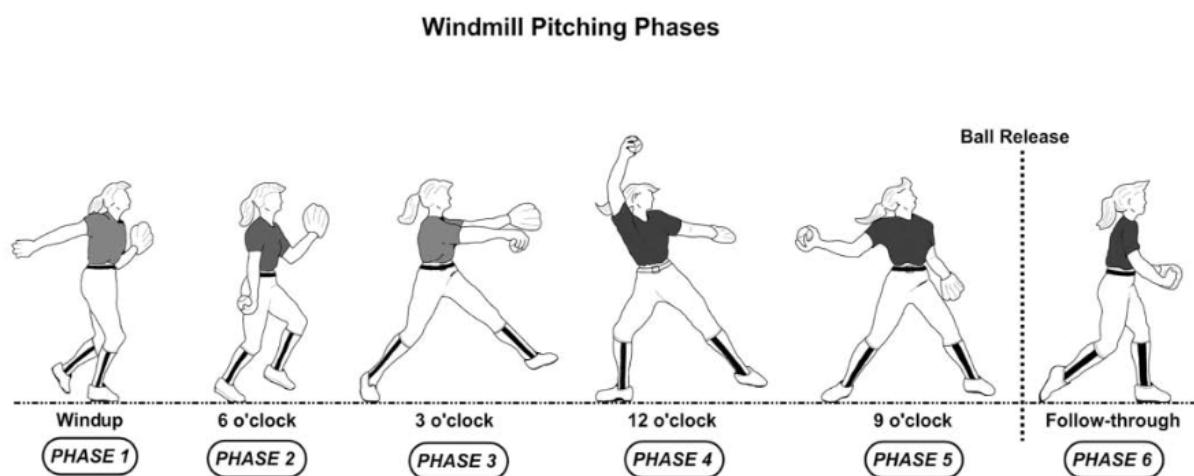
2. 5. 3 Nadhoz v softballu

Často ohledně softballového nadhozu panuje domněnka, že je softballový nadhoz šetrnějším pro rameno a hráči jsou tak mnohem méně náchylnější na poranění oproti hráčům baseballu. Toto tvrzení ovšem vyvrací řada studií, které zkoumaly prevalenci zranění u softballových hráčů. Četnost zranění například zmiňuje Loosli et spol. ve své studii, která zkoumala hráčky z 8 nejlepších univerzitních týmů (*ačkoliv se jednalo o ženskou výzkumnou skupinu a tato práce je směřována na softball mužský, nehraje to zde velkou roli, jelikož mechanismus nadhozu je u obou pohlaví stejný*) – studie ukázala, že až 45 % hráček bylo na jednu sezonu vyřazeno, jelikož utrpěly zranění lokte/ramene v důsledku opakovaného přetěžování. Velmi často se jednalo o patologii v oblasti labra, m. biceps brachii a rotátorové manžety. (Rojas et al., 2009; Loosli et al., 1992)

Nadhazovačů v softballovém týmu bývá obvykle nižší počet, než je tomu u baseballu, jelikož zde není v pravidlech omezen počet možných nadhozů během zápasu. Softballoví nadhazovači se tak dostávají během sezóny i do situací, kdy odhází i tři až pět sedmisměnových

zápasů za jeden týden. To průměrně může znamenat 1200-1500 nadhozů týdně. (Rojas et al., 2009)

Softballový nadhoz se od baseballového liší v první řadě tím, že nadhazovač nestojí na vyvýšeném nadhazovacím kopci, ale na rovné metě. K dispozici má vyznačený kruh o poloměru 2,44 m okolo nadhazovací mety, která je ze dřeva/gumy a je zapuštěna do země. Od domácí mety je vzdálena 14,02 m, tedy o 4 m blíže, než je tomu u baseballu. Tato vzdálenost je ještě zkrácena „skokem“, tj. pohybem nadhazovače směrem dopředu při odhodu míčku. (ČSA, 2019)



Obrázek 4: Fáze softballového nadhozu (Rojas et al., 2009)

Ačkoliv se jedná o „overhead“ sport a horní končetina se během pohybu opravdu pohybuje nad hlavou, k odhodu míčku dochází spodním obloukem. Tento pohyb se označuje jako „windmill“ neboli větrný mlýn a horní končetina tak během pohybu opíše celý kruh směrem vzad. Nadhazovací HK se během nadhozu pohybuje převážně v sagitální rovině, optimálně co nejbliže u těla. Tím se liší od baseballového nadhozu, který se odehrává i v rovině frontální a paže je při odhodu míčku v 90-110° abdukci. (Maffet et al., 1997)

Softballový nadhoz lze z hlediska pohybu členit do 6 fází (windup, 6 o'clock, 3 o'clock, 12 o'clock, 9 o'clock a follow-through), viz Obr. 4. Jednotlivé fáze jsou pojmenovány analogicky dle klasických hodin, podle toho, v jaké poloze se HK vyskytuje. (Rojas et al., 2009; Maffet et al., 1997)

Windup

První fáze je započata nadhazovačem čelem k hráči. Je zahájena aktivní extenzí dominantní HK, ve velké míře se zde aktivuje m. triceps brachii a další extenzory HK. Míra

extenze je individuální, pohyb paže se pohybuje od 0-90°. Jedná se o přípravnou část před samotným nadhozem. (Rojas et al., 2009; Maffet et al., 1997; Oliver et al., 2011)

6 o'clock

V této fázi se HK dostává do připázení ve vnitřní rotaci, co nejbližší tělu. Váha těla je přenesena na ipsilaterální dolní končetinu a postupně dochází k odlehčení přední DK do nároku. Trup směřuje dopředu a paže se ve vnitřní rotaci pohybuje o 90° do předpažení.

Mezi polohou 6 o'clock a 3 o'clock při elevaci paže byla pozorovatelná, díky EMG studiím, velká aktivita m. supraspinatus a přední části m. deltoideus. Tyto svaly se zde uplatňují zejména proto, že se jedná o pohyb paže v sagitální rovině a plní zde tak svoji funkci stabilizátoru glenohumerálního kloubu. (Rojas et al., 2009; Maffet et al., 1997; Oliver et al., 2011)

3 o'clock

Po dosažení této polohy se hráč postupně rotuje celým trupem směrem k nadhazovací paži. Paže se elevuje do 180° flexe v glenohumerálním kloubu a je započata zevní rotace humeru, na které se účastní svaly rotátorové manžety, zejména je zde velmi aktivní m. teres minor a m. infraspinatus. Při pohybu v této fázi se také maximálně aktivuje zadní část m. deltoideus.

V první a druhé fázi se velmi výrazně zapojují také svaly DKK, především m. gluteus maximus a medius. (Rojas et al., 2009; Maffet et al., 1997; Oliver et al., 2011)

12 o'clock

Z maximální flexe probíhá dále pohyb do polohy 9 o'clock, kdy se extendovaná paže pohybuje nad hlavou, navíc ve velké zevní rotaci. Nedominantní přední HK je obvykle předpažena a napomáhá celkové stabilizaci těla při pohybu.

V této fázi se zapojuje se m. pectoralis major, který zde napomáhá flexi a addukci paže a je velmi aktivní až do uvolnění míče, kdy se paže opět pohybuje směrem vpřed. V pozdějších fázích nadhozu se aktivuje také m. serratus anterior jako dolní fixátor lopatky. (Rojas et al., 2009; Maffet et al., 1997; Oliver et al., 2011)

9 o'clock

Na konci této fáze je přední DK již v kontaktu se zemí. Tělo nadhazovače se rotuje postupně zpět do čelního postavení, čímž dochází k přenosu velkých sil na paži těsně před vypuštěním míče. Výrazně se zvyšuje svoji aktivitu m. subscapularis jako vnitřní rotátor paže.

V této fázi byla zaznamenána na EMG také nejvyšší aktivita m. biceps brachii. (Rojas et al., 2009; Maffet et al., 1997; Oliver et al., 2011)

Follow-through

Tato fáze je, stejně jako u baseballu, čistě momentem, kdy dochází k dokončení pohybu hráče. Typicky dochází po odhodu míčku k výrazné flexi v loketním kloubu, kterou iniciuje aktivita m. biceps brachii. Ten tak vykazuje svoji druhou nejvyšší aktivitu během celého nadhozu. (Rojas et al., 2009; Maffet et al., 1997)

Bohužel stále platí, že ačkoliv je softball čím dál populárnějším sportem, je stále velmi málo výzkumů, které by detailněji zkoumaly biomechaniku „windmill“ pohybu a měřily EMG aktivitu svalů při pohybu na větším vzorku probandů. Stejně tak lze najít minimum softballových studií zabývajících se mužskými hráči softballu.

Z dosud zjištěných poznatků je ovšem zřejmé, že softballoví nadhazovači vzhledem k biomechanice pohybu, mohou k produkci síly při nadhozu více využít pohybu trupu, což snižuje excentrické zatížení posteriorního svalstva glenohumerálního kloubu a vazivového aparátu. Tento fakt může přispívat ke zjištění, zda je GIRD přítomen u baseballistů ve větší míře než u softballistů. (Maffet et al., 1997)

2. 6 GIRD = glenohumeral internal rotation deficit

GIRD o němž tato práce z velké části pojednává, je zkratkou anglického názvu „glenohumeral internal rotation deficit“. V českém znění je možné užití ekvivalentu „glenohumerální deficit vnitřní rotace ramenního kloubu“, ovšem vzhledem k délce názvu bude v práci používána právě zkratka „GIRD“, která je běžně užívána i v odborné literatuře, ze které byly informace pro diplomovou práci čerpány.

Předpokládá se, že strukturální změny v zadní a dolní části kloubního pouzdra – zvýšené napětí v zadní části kloubního pouzdra a zvýšené napětí svalů na zadní straně ramenního pletence – mění rozsah pohybu do vnitřní rotace ramene u overhead sportovců, jimiž nadhazovači jsou. Adaptační změny měkkých tkání odrážejí deficit vnitřní rotace ramene a výrazné zvýšení zevní rotace se současným snížením celkové rotace dominantního ramene ve srovnání s nedominantním. Tento jev bývá označován jako glenohumeral internal rotation deficit, tedy GIRD. (Shanley et al., 2011)

Vzhledem k širokému zkoumání patologických změn glenohumerálního kloubu u overhead sportovců již v minulém století, byl zapotřebí získat co nejobjektivnějších důkazů pro potvrzení této diagnózy. Z tohoto důvodu byl GIRD zkoumán nejen na sportovcích, ale byl popsán také na kadaverech s vytvořenými posteriorními kontrakturami kloubního pouzdra. V rámci kadaverózní studie se prokázalo snížení vnitřní rotace ramene, omezení posteriorně-inferiorní translace humeru při maximální zevní rotaci ramene při 90° abdukci. Tím by dle teoretických poznatků mělo docházet ke zvýšené zátěži na horní labrum glenohumerálního kloubu, jelikož se humerus dostává více do postero-superiorní pozice. Z toho plyne předpoklad, že při přítomnosti GIRD dochází i k ovlivnění postavení hlavičky humeru, což může vést ke zvýšenému riziku poranění ramenního kloubu u overhead sportovců. Někteří autoři naopak udávají, že adaptace ROM ramene u overhead sportovců je normálním jevem, který není nijak škodlivý. (Shanley et al., 2011)

Jelikož nadhazovači házejí v pravidelném cyklu nadhazování (v sezoně obvykle každý týden), mají tak mezi zápasy čas na regeneraci zhruba 4-5 dní. Jestliže nedojde k plné regeneraci a k návratu výchozích hodnot ROM u dominantní paže, může to vést k nahromadění svalového mikrotraumatu. Toto svalové mikrotrauma může způsobit další snížení rozsahu

pohybu, což sportovce vystavuje zvýšenému riziku zranění. Dle mnoha provedených studií je GIRD spojen s řadou patologických stavů v oblasti ramenního kloubu. Autoři těchto studií se obvykle shodují na tom, že už 8-15° rozdíl mezi dominantní a nedominantní horní končetinou při pohybu do zevní rotace zvyšuje riziko zranění až 6x. GIRD je tak považován za rizikový faktor pro vznik poranění zadní části kloubního pouzdra, rotátorové manžety a labra u overhead sportovců. Velmi často se overhead sportovci potýkají se SLAP lézí, ke které nejčastěji dochází paradoxně mimo hřiště. Sportovci s klinicky přítomným GIRD jsou často náchylnější také na anteroinferiorní instabilitu ramenního kloubu, která je opět jedním z rizikových faktorů pro poranění ramene. (Burkhart et al., 2003; Reuther et al., 2016; Tooth et al., 2020)

2. 6. 1 Projevy deficitu a jeho diagnostika

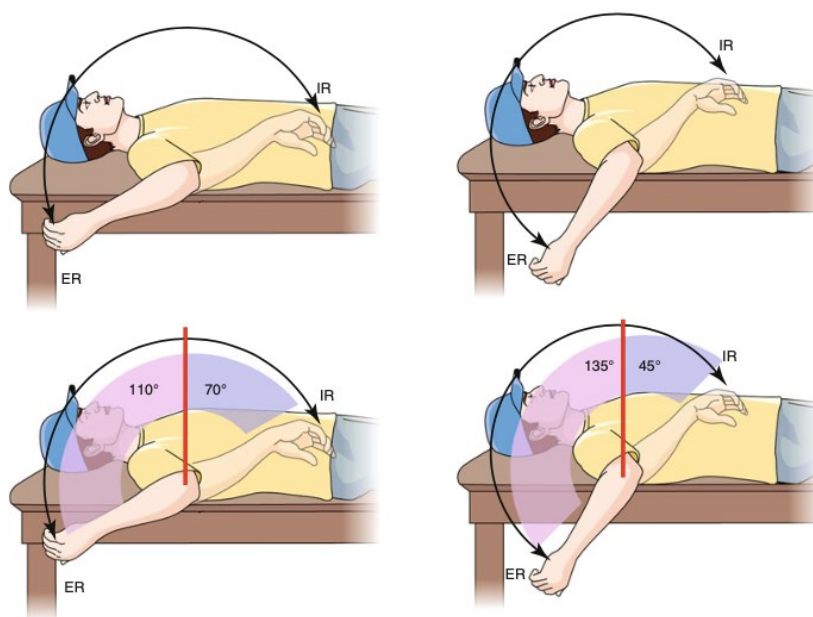
Předpokládá se, že při nadhozu, tj. opakovaném pohybu nad hlavou (overhead), dochází ke zvýšenému mechanickému namáhání paže zejména v důsledku kroutícího momentu vznikajícího v ramenním kloubu a rozptylových sil. Následkem jsou změny, které se projeví v rozsahu pohybu (ROM) ve smyslu zvýšení zevní rotace ve srovnání s nedominantní paží a snížení vnitřní rotace. Tyto změny vznikají v důsledku adaptace kostní tkáně (retroverze humeru), vazivového aparátu (ztluštění kapsuly v posteriorní části kloubního pouzdra) nebo adaptace svalů a měkkých tkání. Mechanické namáhání způsobuje v průběhu času chronické degenerativní změny jak u symptomatických, tak asymptomatických hráčů baseballu. (Werner et al., 2001; Kibler et al., 2012)

Subjektivně je GIRD sportovci udáván počátečním projevem ztuhlosti ramene, potřeba delšího rozcvičení před výkonem a ztráta rychlosti během hodu (tzv. mrtvá ruka). Bolest v rameni je často nespecifická a udávána na posteriorní části ramene s akcentací během cocking fáze. Bolest může být vyprovokována také palpačně v těchto místech. (Rose, Noonan, 2018)

GIRD lze objektivizovat především pomocí goniometrie. Příslušné změny na úrovni měkkých, vazivových či kostěných tkání je poté možné ověřit pomocí zobrazovacích metod, jako je ultrazvuková sonografie či CT. Při goniometrii je vždy měřen ROM na dominantní HKK vůči nedominantní HKK. Měření probíhá vleže na zádech, kdy je měřená paže uvedena do abdukce ramene 90° a flexe v lokti 90°. Rozsah pohybu je měřen pomocí goniometru, klasického či digitálního. Hodnota dosažené maximální vnitřní rotace během měření je definována jako bod těsně před tím, než se začne lopatka zvedat od vyšetřovací plochy. (Rose, Noonan, 2018; Shanley, Thigpen et al., 2012)

GIRD je diagnostikován za předpokladu, že nedostatek ROM do vnitřní rotace způsobí menší celkový součet rotací paže, než je 180° nebo je stejný jako u nedominantního ramene. Celkový rotační pohyb ramene je udáván součtem vnější a vnitřní rotace – tento součet by při měření v 90° abdukci v ramenním kloubu neměl přesáhnout maximální hodnotu 187° . Druhou možností, jak GIRD definovat, je v případě, kdy rozsah pohybu na dominantním rameni do vnitřní rotace je menší o 20° a více oproti nedominantnímu rameni. (Rose, Noonan, 2018)

Někteří autoři ještě rozdělují GIRD na „fyziologický“, u kterého dochází ke ztrátě pohybu do vnitřní rotace a na „patologický“, který je definován jako ztráta vnitřní rotace v kombinaci se ztrátou celkového rotačního pohybu. (Rose, Noonan, 2018)



Obrázek 5: Porovnání běžného ROM do rotací (vlevo) se změněným ROM overhead sportovce (vpravo) (Adamson et al., 2015)

Zvýšení zevní rotace při současném snížení vnitřní rotace vedoucí k ekvivalentnímu celkovému pohybovému oblouku, jako u nedominantní paže, se u nadhazovačů vysvětluje navíc retrotorzí humeru dominantní paže. Retrotorze humeru je údajně příčinou pozorovaného posunu v ramenním kloubu u overhead sportovců. Je definována jako zvětšení úhlu mezi osou loketního kloubu a osou ramenního kloubu procházející středem hlavičky kosti pažní. Řada studií prokázala, že s rostoucí retrotorzí humeru dochází ke zvyšování rozsahu do vnější rotace při

současném poklesu vnitřní rotace. Předpokládá se, že tato kostní adaptace může nejen zvyšovat rozsah do zevní rotace, ale také chránit ramenní kloub před nadměrným zatížením anteriorních vazivových struktur kloubního pouzdra. (Rose, Noonan, 2018; Lee et al., 2016; Kamali, 2021)

Retrotorzi humeru u profesionálních nadhazovačů a její souvislost s GIRD zkoumala studie autorů Shanley et al., která měřila retrotorzi humeru ve dvou po sobě následujících sezónách u 72 profesionálních nadhazovačů baseballu a mimo jiné *(nezmiňuji zde všechny měřené aspekty, jelikož se přímo netýkají tématu této práce)* zkoumala souvislost výskytu retrotorze humeru s GIRD. Toto měření proběhlo goniometricky. V průběhu měření bylo zjištěno, že 18 hráčů má jak retrotorzi humeru, tak přítomný GIRD, a tedy omezení rozsahu pohybu do vnitřní rotace. Oproti tomu Crockett et al. provedli studii, která se pokusila objektivizovat změny postavení humeru u baseballových nadhazovačů pomocí zobrazovacích metod. Do studie bylo zapojeno 25 baseballových nadhazovačů a u všech bylo zjištěno, že hlavička humeru na dominantní končetině vykazovala ve srovnání s nedominantní končetinou zvýšenou retroverzi až o 17°. (Shanley et al., 2012; Wilk et al., 2009)

Ačkoliv je GIRD pozorován u některých overhead atletů chronicky, byla zdokumentována jeho akcentace bezprostředně po nadhazování v zápase. Někteří autoři dokonce tvrdí, že už jeden nadhoz může akutně způsobit změny v ROM ramenního kloubu dominantní paže. Tyto akutní změny způsobené nadhazováním dokonce dle studií přetrvávají 24-72 hodin. Svá zjištění přičítají velkým excentrickým silám působícím na zadní svaly ramenního pletence (včetně m. infraspinatus a teres minor) během nadhozu, které mohou vést k mikrotramatu uvnitř svalu, a tím způsobit zvýšené napětí zadní části ramene. Přirozený časový průběh obnovy ztráty vnitřní rotace glenohumerálního kloubu po házení dosud není znám, ačkoliv toto zkoumání již bylo předmětem některých výzkumů. (Reuther et al., 2016)

2. 6. 2 Možnosti fyzioterapie u GIRD

Základem terapie u hráčů s GIRD je protahování a posilování zadní části ramenního pletence dominantní paže s cílem minimalizovat vzniklou dyskinézi lopatky, která je v rámci GIRD často přítomna. Jednou z efektivních možností, jak provádět protahování zadní části kloubního pouzdra včetně měkkých tkání, je tzv. sleeper stretch. (Rose, Noonan 2018; Laudner et al., 2008)

Sleeper stretch

Vzhledem k tomu, že overhead sportovci často působí velkou silou na velký počet opakování, provádějí tito sportovci před a po házení běžně různá protahovací cvičení a dynamické rozcvičení horních končetin. Jako osvědčenou metodou se v poslední době jeví protahovací cvik, tzv. sleeper stretch. Do češtiny by tento název byl možný přeložit jako „spánkový strečink“. Jeho název je odvozen od polohy, ve které se sleeper stretch praktikuje.

Cílem tohoto cviku je protažení měkkých tkání na zadní straně ramenního pletence a zvýšit tak pohyb do vnitřní rotace, která je jedním z klíčových pohybů při hodů vrchním obloukem. Při provádění cviku sleeper stretch leží daný jedinec na boku, obvykle na dominantní straně a ošetřuje dominantní paži pomocí druhé horní končetiny pohybem do vnitřní rotace. Pohyb jedinec provádí do maximálního rozsahu pohybu. Tento pohyb může být aktivní, může si dopomoci druhou horní končetinou nebo jej lze provést pasivně s pomocí druhé osoby. Pohyb paže je možné doplnit o souhyb trupem, aby se zvýšila efektivita cviku. Nejčastější doporučení je výdrž v protažené pozici, po dobu alespoň 30 s následným odpočinkem 30 s. Sportovec by měl sleeper stretch aplikovat alespoň ve 3-4 setech po 5-8 opakování a po dobu minimálně 2-3 týdnů, aby byl efekt znatelný dlouhodobě. (Rose, Noonan, 2018; Wilk et al., 2013)

Laudner a spol. zkoumali okamžitý efekt sleeper stretch u overhead sportovců, mezi nimiž byli i baseballoví nadhazovači. Měřen byl rozsah do vnitřní a zevní rotace před a po intervenci v poloze vleže na dominantní boku, s horní končetinou v abdukci 90°, s plně fixovanou lopatkou k podložce. Pohyb do vnitřní rotace byl prováděn měřitelem pasivně, v konečné poloze rozsahu pohybu následovala 30s výdrž v poloze, a poté byl ještě dvakrát opakován s 30s odpočinkem mezi jednotlivými opakováními. Na základě získaných výsledků bylo možné konstatovat, že protahování pomocí sleeper stretch vedlo ke statisticky významnému akutnímu zvýšení zadní flexibility ramene, a tím pádem ke zvýšení ROM do vnitřní rotace. Uznávají ovšem, že změna pohyblivosti nemusí být klinicky významná. (Laudner et al., 2008)

Je ovšem možné, že pravidelný strečinkový program v podobě sleeper stretch cviku může urychlovat obnovu běžně pozorované ztráty vnitřní rotace po nadhazovacím zápase, a také může zmírnit kumulativní účinky pozorované v průběhu sezony vedoucí ke vzniku GIRD. (Reuther et al. 2016)



Obrázek: Provedení cviku „sleeper stretch“ (Wilk et al., 2013)

Podobným cvikem jako sleeper stretch je tzv. cross-body stretch, kdy si hráč pasivně protahuje zadní oblast ramene pomocí uvedení horní končetiny do maximální horizontální addukce. Tento cvik je možné provádět vleže na zádech, vsedě i ve stoji; stejně tak s nebo bez fixace lopatky. Nevýhodou provedení cviku ve stoje (a tedy bez fixace lopatky) je doprovodná abdukce lopatky, což snižuje efektivitu protažení zadní části ramenního pletence. V porovnání se sleeper stretch tento cvik vychází ve studiích obvykle vychází o něco méně efektivněji, zejména vzhledem k pasivitě cviku. (Wilk et al., 2013)

Fyzioterapie u GIRD

Možností ošetření ramenního pletence fyzioterapeutem je velké množství. Může se jednat o techniky měkkých tkání hypertonických svalů ramenního pletence a HK, relaxace těchto svalů pomocí postizometrické relaxace (PIR) / antigravitační relaxace (AGR) či odstranění triggerpointů v těchto svalech, ať už pomocí mechanické komprese, mechanické komprese s doprovodným pohybem nebo pomocí speciálních pomůcek, jako je např. flossband (často ještě v kombinaci s TheraGun). (Lewit, 2003; Skinner et al., 2023)

Velkou roli při péči o GIRD mají také myofasciální techniky zaměřující se zejména na ovlivnění protažitelnosti fascií hrudníku. Své místo mají i techniky mobilizační v oblasti ramenního kloubu – mobilizace lopatky, GH, SC a AC skloubení. Zde se často osvědčuje metoda mobilizace pohybem (MWM's) dle Mulligana, která je bezbolestná, velmi efektivní a s rychlým pozorovatelným účinkem. V rámci jednoho z mnoha výzkumů autoři přišli s tím,

že efektivnější pro hráče byla kombinace MWM's a protahovacích cviků oproti kombinaci pasivní mobilizaci s posilovacími cviky. (Stathopoulos, 2019)

U hráčů je vhodné zaměřit cviky v uzavřených kinematických řetězcích (cviky v oporách o HKK), tak především na cvičení v otevřených kinematických řetězcích, které jsou si velmi blízko s reálným provedením pohybu. V tréninkové jednotce je třeba se zaměřit jak na posilování vnějších (koncentricky i excentricky), tak vnitřních (pouze excentricky) rotátorů, aby byla zajištěna stabilita hlavice pažní kosti při pohybu horní končetiny u sportovců nad hlavou. (Tooth et al., 2020)

Pro pocit ztuhlosti ramenního kloubu je možné v rámci terapie využít mnoho známých konceptů, mezi něž patří i propioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF) – hráči často využívají cvičení v diagonálách i během samotné rozcvičky před zápas, zejména 2. flekční a extenční diagonálu, která nejvíce odpovídá nadhazovacímu pohybu nebo diagonály pro lopatku. (Balci, 2016)

Mezi další možnosti fyzioterapie patří využití kinesiotejpu, ať už pro inhibici hypertonických svalů nebo pro zajištění lepší stability ramenního pletence. Singh et al dokonce uvádí, že samotná aplikace kinesiotejpu na posteriorní stranu ramenního kloubu zvyšuje ROM do vnitřní rotace až o 5°. Kinesiotejpy jsou hojně využívány hráči i během zápasu pro akutní ošetření ramene. (Singh et al., 2023)

Wilk et al. ovšem upozorňuje na problém rehabilitace u sportovců s GIRD. Uvádí, že ačkoliv jsou baseballóví nadhazovači ideálním modelem pro ilustraci problémů při interpretaci svalové síly, kdy dochází k nepochopitelnému poměru mezi svalovou silou vnitřních a vnějších rotátorů ramenního kloubu, v rámci rehabilitace nemusí být přímo klíčové snažit se obnovit svalovou rovnováhu mezi rotátory. Podkládá to tvrzením, že u profesionálního sportovce je tak velmi lehké se „zacyklit“, jelikož i během rehabilitace sportovec stále trénuje a vystavuje tak dominantní končetinu stále stejně velkým rozsahům pohybu do rotací. Z toho důvodu je vždy důležité řešit daného sportovce komplexně. (Wilk, Andrews et al., 1993)

3 Vědecké otázky a hypotézy

3.1 Cíle práce

Hlavním cílem teoretické části bylo popsat a shrnout doposud známé a získané informace ohledně dané problematiky, tj. anatomické a kineziologické poznatky o ramenním kloubu, obecný popis a základní rozdíly mezi oběma sporty, glenohumerálního deficitu vnitřní rotace u overhead sportovců, souvislost mezi antropometrickými mírami sportovců a pokusit se nalézt ověřené podklady pro měření a následné vypracování praktické části diplomové práce.

Cílem praktické části práce je primárně zjistit a porovnat případný rozdíl v glenohumerálním deficitu vnitřní rotace u hráčů baseballu a softballu, jehož prevalence by se teoreticky měla u hráčů lišit vzhledem k rozdílné biomechanice nadhozu v baseballu a softballu. Dalším cílem práce je zjištění možných souvislostí mezi antropometrickými mírami hráčů a naměřeným rozsahem rotací v glenohumerálním kloubu a z toho určit případný vzájemný vztah těchto veličin.

Cíl práce 1: Zjistit a naměřit vybrané goniometrické a antropometrické míry u obou vybraných skupin probandů.

Cíl práce 2: Zjistit, zda existuje signifikantní rozdíl v aktivních a pasivních rozsazích pohybu do rotací u dominantní paže u obou vybraných skupin probandů.

Cíl práce 3: Zjistit, zda existuje signifikantní rozdíl v aktivním rozsahu pohybu ramenního kloubu u dominantní a nedominantní paže u baseballových a softballových nadhazovačů.

Cíl práce 4: Zjistit, zda se u vybraných hráčů baseballu a softballu na pozici nadhazovač vyskytuje GIRD, případně zjistit jeho prevalenci ve sportu.

Cíl práce 5: Zjistit, zda existuje souvislost mezi antropometrickými mírami nadhazovačů a rozsahy v rotacích ramenního kloubu u nadhazovačů baseballu či softballu.

3. 2 Úkoly práce

1. Studium odborné literatury a následné zpracování rešerší.
2. Výběr vhodné metody pro měření, sestavení anamnestického dotazníku.
3. Stanovení kritérií pro výběr probandů a vytvoření dvou porovnávacích skupin – skupina nadhazovačů baseballu a nadhazovačů softballu.
4. Provedení vlastního měření.
5. Vyhodnocení získaných dat měření a jejich analýza.
6. Diskuse a závěr práce.

3. 3 Výzkumné otázky

5. Budou se naměřené goniometrické údaje o ROM v ramenním kloubu u nadhazovačů baseballu a softballu lišit oproti uvedeným fyziologickým rozsahům dle literatury?
6. Jaké budou *statistické rozdíly mezi skupinou baseballových a softballových nadhazovačů v testování goniometricky měřených rozsahů pohybů u ramenního kloubu do zevní a vnitřní rotace?
7. Jaké budou statistické výsledky v testování goniometricky měřených rozsahů pohybů do rotací u dominantní a nedominantní paže nadhazovačů obou skupin?
8. Je možné pomocí goniometrického měření stanovit GIRD a jeho prevalenci u vybraných skupin probandů?
9. Existuje statisticky podložená souvislost mezi některými naměřenými antropometrickými a goniometrickými mírami nadhazovačů?

* Diplomová práce byla vypracována na hladině statistické významnosti menší než 0,05 ($p < 0,05$).

3. 4 Hypotézy

H₁: U overhead sportovců bude významně zvýšen ROM v ramenním kloubu do rotací, vzhledem k fyziologickému rozsahu uváděných odbornou literaturou.

H₂: Předpokládám, že bude statisticky významný rozdíl v rozsahu pohybu do zevní rotace u baseballových nadhazovačů oproti softballovým, vzhledem ke kinematice horní končetiny při nadhozu.

H₃: Předpokládám, že bude statisticky signifikantní rozdíl ve výsledcích goniometrického měření u dominantní a nedominantní paže obou měřených skupin.

H₄: Předpokládám, že prevalence glenohumerálního deficitu vnitřní rotace bude vzhledem k typu nadhozu častější u hráčů baseballu.

H₅: Předpokládám, že může existovat přímá souvislost mezi délkou paží, rozpětím paží a délkou horní končetiny s výskytem GIRD u obou výzkumných skupin.

4 Metodika práce

Tato práce se skládá ze dvou hlavních částí – teoretické části a části praktické, ve které budou zpracovány informace získané z výzkumného souboru z cíleně vybraných probandů.

Teoretická část je zpracována na základě informací čerpaných z odborné literatury v českém a anglickém jazyce. Dále byly k získání potřebných informací a vypracování rešerší využity odborné články a studie, nacházející se na internetových databázích: Google Scholar, PubMed, Web of Science a Scopus. K vyhledávání odborných internetových zdrojů byla stanovena klíčová slova pro českou literaturu: ramenní pletenec, rozsah pohybu, glenohumerální deficit vnitřní rotace, baseball, softball, nadhoz, goniometrie, antropometrie. Pro anglickou literaturu: shoulder girdle, range of motion, glenohumeral internal rotation deficit (GIRD), baseball, softball, pitching, goniometry, anthropometry. Všechny použité zdroje jsou uvedeny dle citační normy ČSN ISO:690 v seznamu použité literatury.

Všichni probandi účastníci se výzkumu se zúčastnili dobrovolně a bez nároků na odměnu, s čímž byli seznámeni již při podepisování informovaného souhlasu (viz Příloha č.2). Tato diplomová práce byla schválena Etickou komisí Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy v Praze, pod číslem 063/2023, viz Příloha č.1.

4.1 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor je tvořen celkově cíleně vybranými 20 probandy, kteří byli rovnoměrně rozděleni do dvou skupin dle sportu, tj. nadhazovači baseballu (n=10) a nadhazovači softballu (n=10). Kritéria, která museli sportovci účastníci se výzkumu v rámci této diplomové práce splnit, byla stanovena na základě vstupního anamnestického dotazníku. Základem pro výběr probandů byly následující požadavky: věk 20-30 let (hráčská kategorie U21 – muži), pouze muži, aktivní hráči baseballu/softballu na pozici „nadhazovač“, s rychlostí nadhozu nad 100 km/h. Hráči nesměli v posledních 5 letech podstoupit operaci v oblasti ramenního pletence či mít aktuální poranění v oblasti ramenního pletence (nebo jiné zranění), které by znemožňovalo získání objektivních výsledků v rámci výzkumu. Kritériem pro vyloučení z výzkumu bylo samozřejmě také akutní (infekční) onemocnění.

Účastníci byli individuálně osloveni k účasti na výzkumu skrze sociální síť (Facebook, Instagram), e-mailem přes klubový kontakt či v rámci osobního setkání. Probandi byli vybíráni z řad baseballových a softballových klubů působících na území České republiky.

Měření probíhalo v Praze a Brně. Názvy klubů v diplomové práci nebudou nadále uváděny, jelikož to pro význam diplomové práce není nijak relevantní.

4. 2 Metody sběru dat

4. 2. 1 Anamnestický dotazník

Klíčovým prvkem pro výběr probandů do diplomové práce bylo vytvoření jednoduchého anamnestického dotazníku záměrně vytvořeného pro účely diplomové práce, viz Příloha č. 3.

Dotazník se skládá ze 14 základních otázek, které specifikují, zda se jedná o hráče baseballu či softballu, jaká je dominantní končetina nadhazovače, jak dlouho se sportu věnuje, v jaké kategorii aktuálně hraje, zda v posledních 5 letech utrpěl nějaký úraz/operaci v oblasti ramenního kloubu. Dotazník obsahuje také otázky směřující na maximální rychlost nadhozu, počet tréninků za týden, prevenci a kompenzaci jednostranné sportovní činnosti nadhazovačů. Dotazník byl vyplňován hráči při osobním setkání v elektronické podobě (na tabletu) před samotným měřením. Hráči tak měli možnost zeptat se na případné dotazy rovnou při vyplňování. Samotné vyplnění dotazníku trvalo probandům zhruba 5 minut času. Díky anamnestickému dotazníku se vymeziла skupina vhodných probandů a vyřadili se probandí nesplňující kritéria pro výběr.

4. 2. 2 Goniometrie

Hlavním přístrojem pro měření rozsahů rotací v ramenním kloubu byl použit dvouramenný plastový goniometr, s vyznačenými stupni po jednotkách. Měření probíhalo v poloze probanda vleže na vyšetřovacím lehátku, s mírně vypodloženými DKK po kolena, bez horní části oděvu. Loket měřené končetiny byl vždy mimo lehátko, aby bylo možné změřit rozsah přesahující 90° do rotací. Lopatka vždy byla položena plně na lehátko. Měření ROM do vnitřní rotace bylo ukončeno v momentu, kdy se lopatka začala zdvíhat od podložky.

Měřena byla jak dominantní, tak nedominantní horní končetina, v poloze 90° abdukce v RAK a 90° flexe v loketním kloubu, do pohybu zevní a vnitřní rotace dle Jandy a Pavlů. Aktivní i pasivní rozsah pohybu do zevní a vnitřní rotace byl měřen vždy třikrát, na každé horní končetině. Naměřené hodnoty byly během měření zaznamenávány do předem připravené tabulky a následně byly zpracovány v rámci výsledků práce jak slovně, tak graficky dle stanovených hypotéz a výzkumných otázek.

4. 2. 3 Antropometrie

Pro měření antropometrických hodnot bylo využito základních přístrojů, které jsou běžně dostupné a neinvazivní. Měřena byla tělesná výška (v cm), váha (kg) na klasické osobní váze a dále antropometrické míry (v cm) na horních končetinách krejčovským metrem. Měřena byla:

- délka HK (*acromion-dactylion*)
- délka paže (*acromion-laterální epifýza humeru*)
- délka předloktí (*olecranon ulnae-processus styloideus ulnae*)
- ruka (*spojnice processus styloideus radii et ulnae-dactylion*)
- rozpětí paží
- šířka ramen

Měření probíhalo vsedě na lehátku s odhalenou vrchní částí těla probanda, aby bylo možné palpačně co nejpřesněji zjistit výchozí body pro měření. Rozpětí paží bylo měřeno u rovné zdi ve stoji.

4. 3 Sběr dat

Goniometrické a antropometrické měření zabralo dle předpokladů zhruba 25-30 min, včetně vyplnění anamnestického dotazníku v úvodu měření. Veškeré měření probíhalo v maximálním soukromí v uzavřené místnosti poté, co byl proband obeznámen s informovaným souhlasem, který v případě souhlasu potvrdil svým podpisem. Testování proběhlo bez nároku na finanční odměnu. Tato informace je rovněž obsažena v informovaném souhlasu. Kopie informovaného souhlasu byla připravena v tištěné formě pro každého probanda zúčastněného testování a po jeho podpisu tento dokument každý proband obdržel. V případě dotazů ohledně měření se na mě probandi mohli kdykoli obrátit a případné dotazy k měření byly vždy zodpovězeny.

V souhrnu se jednalo o neinvazivní metody testování, u kterých byla vyžadována pouze aktivní spolupráce probanda při zaujmutí požadované polohy pro měření a odložení svrchní části oděvu. Veškeré informace o probandech budou v rámci zpracování praktické části diplomové práce anonymizovány.

Veškeré měření proběhlo dle lege artis.

4. 3. 1 Průběh měření a zpracování dat

V první řadě byla zpracována anamnestická data získaná pomocí anamnestického dotazníku. Tyto data poskytly obecnou představu o souboru vybraných probandů, ale také o hygieně ramenního kloubu dominantní končetiny a kompenzaci jednostranného zatížení u hráčů. Získané informace jsou nadále popsány slovně, základní vstupní informace obou skupin probandů jsou zaznamenány grafickou formou a slovně okomentovány.

Pomocí goniometru byly naměřeny rozsahy do zevní a vnitřní rotace u dominantní i nedominantní paže ve stanovené poloze, již výše (Kap. 4. 2. 2). Měření bylo provedeno vždy 3x do každého směru rotace aktivně i pasivně; u každého hráče tak bylo celkově naměřeno 12 goniometrických hodnot. Každá proměnná byla zaznamenána do tabulky pomocí softwarového programu Excel a následně byly hodnoty zprůměrovány u každého hráče. Vznikla tak vždy výsledná hodnota pro aktivní a pasivní pohyb do ZR na dominantní i nedominantní končetině, totéž pro VR. Tyto údaje byly klíčové pro následné zpracování za účelem potvrzení či vyvrácení již stanovených hypotéz této práce. Výsledky byly znázorněny slovní formou i grafickou formou pro lepší přehlednost. Získané výsledky jsou nezbytným podkladem pro následnou diskuzi a stanovení závěru.

Antropometrické měření proběhlo pro každou uvedenou hodnotu pouze jednou, jelikož zde nebyla možnost, aby se délky končetin nějak lišily během jednoho a druhého měření. Získaná data byla rovněž statisticky zpracována, aby bylo možné posoudit homogenitu zkoumané skupiny a dále hodnoty použít ke zjištění vztahu s goniometrickými hodnotami. Výsledky byly opět interpretovány v textové formě a zaznamenány graficky do tabulky.

Získané údaje byly statisticky zpracovány pomocí statistického programu R, aby bylo možno porovnat výsledky obou vybraných skupin probandů. Statistická hladina významnosti bude stanovena jako $p < 0,05$. Pro statistické vyhodnocení byl použit párový t-test a dvouvýběrový t-test, který se pro tyto účely hodil nejvíce.

5 Výsledky

5.1 Zpracování anamnestických dotazníků

V rámci anamnestického dotazníku (Příloha č.3) byla vyplňována řada otázek, které specifikovaly kritéria pro výběr vhodných probandů pro měření diplomové práce, ale také zde byly obsaženy otázky ohledně ramenního kloubu a sportovní rutiny jednotlivých sportovců. Tato kapitola obsahuje krátké shrnutí zásadních odpovědí probandů týkající se oblasti ramenního pletence. V tabulce (Tab.1) níže je souhrn základních vstupních informací obou výzkumných skupin probandů. Informace byly zpracovány pomocí tabulkového softwaru Microsoft Excel. Pro základní popis byly použity standardní deskriptivní statistiky – průměr a směrodatná odchylka, týkající se věku, výšky, váhy, sportovního věku, délky tréninku za týden a maximální rychlosti nadhozu. V posledním řádku je uveden rozdíl mezi jednotlivými skupinami, významnější rozdíl je znázorněn oranžovou barvou. Kromě jednoho probanda z baseballové skupiny, byli všichni hráči praváci.

Tab. 1: Vstupní informace o probandech

	Věk (let)	Výška (cm)	Váha (kg)	Sportovní věk (roky)	Délka tréninku/týden (h)	Maximální rychlost nadhozu (km/h)
Skupina						
BB (n=10)	25,1 ± 3,54	185,5 ± 7,88	93,7 ± 9,73	14,9 ± 3,8	10,55 ± 6,02	138,7 ± 9,96
SB (n=10)	23,1 ± 2,5	183,2 ± 8,12	88 ± 11,88	12,2 ± 1,81	7,5 ± 1,56	116 ± 8,89
Rozdíl	2	2,3	5,7	2,7	3,05	22,7

Uvedena průměrná hodnota a směrodatná odchylka; BB = baseballoví hráči, SB = softballoví hráči

Z tabulky vyplývá, že ačkoliv byli probandi vybíráni dle sportů, tvoří vcelku homogenní skupinu a jednotlivé rozdíly mezi skupinami jsou minimální. Výrazně se skupiny liší v oblasti rychlosti nadhozu, kdy nadhoz baseballových nadhazovačů je v průměru o 22,7 km/h rychlejší než u softballistů. Toto zjištění odpovídá tvrzení zmíněnému již v teoretické části práce, kdy platí obecný předpoklad, že baseballový nadhoz dosahuje vzhledem k biomechanice pohybu vždy vyšší rychlosti.

Péče o ramenní kloub, doplňky stravy

Jelikož jsou u overhead sportovců kladeny vysoké nároky na ramenní kloub, součástí dotazníku byly také doplňující otázky týkající se problematiky péče o ramenní kloub samotnými hráči. Konkrétně jsou tu zmíněny dvě hlavní otázky týkající se tohoto tématu.

Máte zavedenou cvičební jednotku pro rozcvičení ramenního kloubu před házením/tréninkem?

V této otázce se všichni dotazovaní probandi shodovali a odpovídali jednoznačně „ano“ s tím, že jakákoliv metoda rozcvičení je pro správný nadhoz klíčová. Většina probandů také uváděla, že čím mají poctivější rozcvičku, tím subjektivně pociťují kratší dobu regenerace či lepší výkony. Mezi nejčastější způsoby rozcvičky patřilo rozcvičení s odporovou gumou, jakákoliv metoda strečinku/sleeper stretch či rozcvičení s různě těžkými balony/medicinbaly. Použití jednotlivých metod se samozřejmě liší i prostředím rozcvičky a dostupností pomůcek.

Používáte běžně nějaké pomůcky pro uvolnění oblasti ramenního kloubu?

U této otázky nebyla odpověď probandů jednotná. 60 % hráčů baseballu potvrdilo, že mají ve své rutině zařazeny určité metody pro uvolnění oblasti ramenního pletence – nejčastěji se jednalo o masážní válec (foam roller) a masážní pistoli. Pár probandů uvedlo také varianty jako baňkování, Flossband či masážní míčky (ježky, molitanové míčky). 40 % baseballistů nemá v tréninkovém procesu zařazenou žádnou péči o ramenní kloub.

U softballistů se čísla velmi nepatrně liší – jakoukoli formu péče o ramenní kloub provádí 70 % hráčů, 30 % ne. Metody se ve velké míře shodují; někteří hráči doplňují variantu „tejpování Kinesio-tejpem“.

V dotazníku se objevila také jedna otázka na užívání doplňků stravy, cílená zejména na možné zjištění, zda některý z hráčů užívá např. kloubní výživu či kolagen – tedy látky s vlivem na kvalitu pojivové tkáně. Tuto možnost zaškrtili pouze 2 probandi celkově, oba starší 25 let. Zbylí probandi (90 % baseballistů, 100 % softballistů) uvedli pravidelné užívání zejména kreatinu, aminokyselin s rozvětveným řetězcem (BCAA) a suplementaci syrovátkového proteinu.

5. 2 Výsledky měření ROM

H₁: U overhead sportovců bude významně zvýšen ROM v ramenním kloubu dominantní končetiny do rotací, vzhledem k fyziologickému rozsahu uváděných odbornou literaturou.

H₂: Předpokládám, že bude statisticky významný rozdíl v rozsahu pohybu do zevní rotace u baseballových nadhazovačů oproti softballovým, vzhledem ke kinematice horní končetiny při nadhozu.

V tabulce č. 2 jsou znázorněny průměrné hodnoty ROM do zevní a vnitřní rotace dominantní končetiny hráčů obou skupin. U každého hráče proběhlo měření třikrát (aktivně i pasivně) a tyto hodnoty byly pro každého hráče zprůměrovány na jednu hodnotu. Hodnoty všech hráčů byly následně zpracovány pomocí statistického a softwarového programu Excel, a byl tak určen výsledný rozdíl a jeho významnost mezi skupinami (hodnota P).

Z tabulky je zřejmé, že z naměřených hodnot lze částečně potvrdit hypotézu H₁, a to pro ROM do ZR. U obou skupin probandů je výrazně zvýšen ROM zevní rotace ve srovnání s udávanými fyziologickými rozsahy odbornou literaturou, a to jak při pasivním, tak aktivním pohybu. Maximální naměřená hodnota ROM do ZR u baseballistů dosahovala 125° aktivně a 130° pasivně, u softballistů 106° aktivně a 112° pasivně. To značí signifikantní rozdíl mezi zkoumanými skupinami pro ZR a lze tak zároveň plně potvrdit hypotézu H₂.

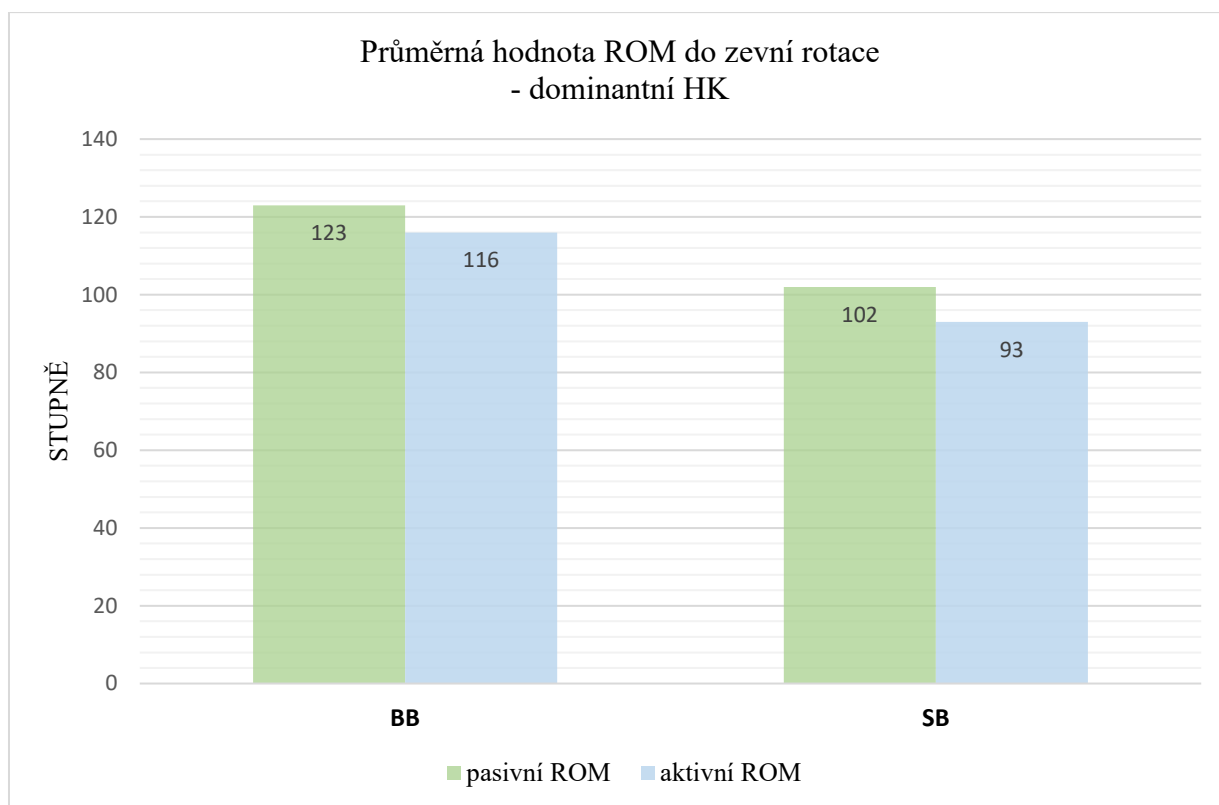
Co se týká rotace vnitřní, zde se zkoumané skupiny velmi výrazně odlišovaly (viz tabulka), ale obě skupiny spadají do spektra fyziologického ROM uváděného literaturou, a tudíž v tomto případě nelze hypotézu H₁ potvrdit v plném rozsahu. Baseballoví hráči se pohybují spíše na nižší hranici tohoto spektra, softballoví hráči naopak na hraničních hodnotách.

Tab. 2.: ROM do rotací na dominantní HK u obou skupin a statistická významnost rozdílu

		Baseball	Softball	Rozdíl	P hodnota
HK DOM	ZR AKTIV	116.00 (6.52)	93.07 (7.22)	22.93	<0.001
	ZR PASIV	123.00 (7.00)	102.00 (5.22)	21	<0.001
	VR AKTIV	56.23 (16.36)	86.42 (6.70)	-30.19	<0.001
	VR PASIV	62.20 (17.22)	90.93 (6.22)	-28.73	<0.001

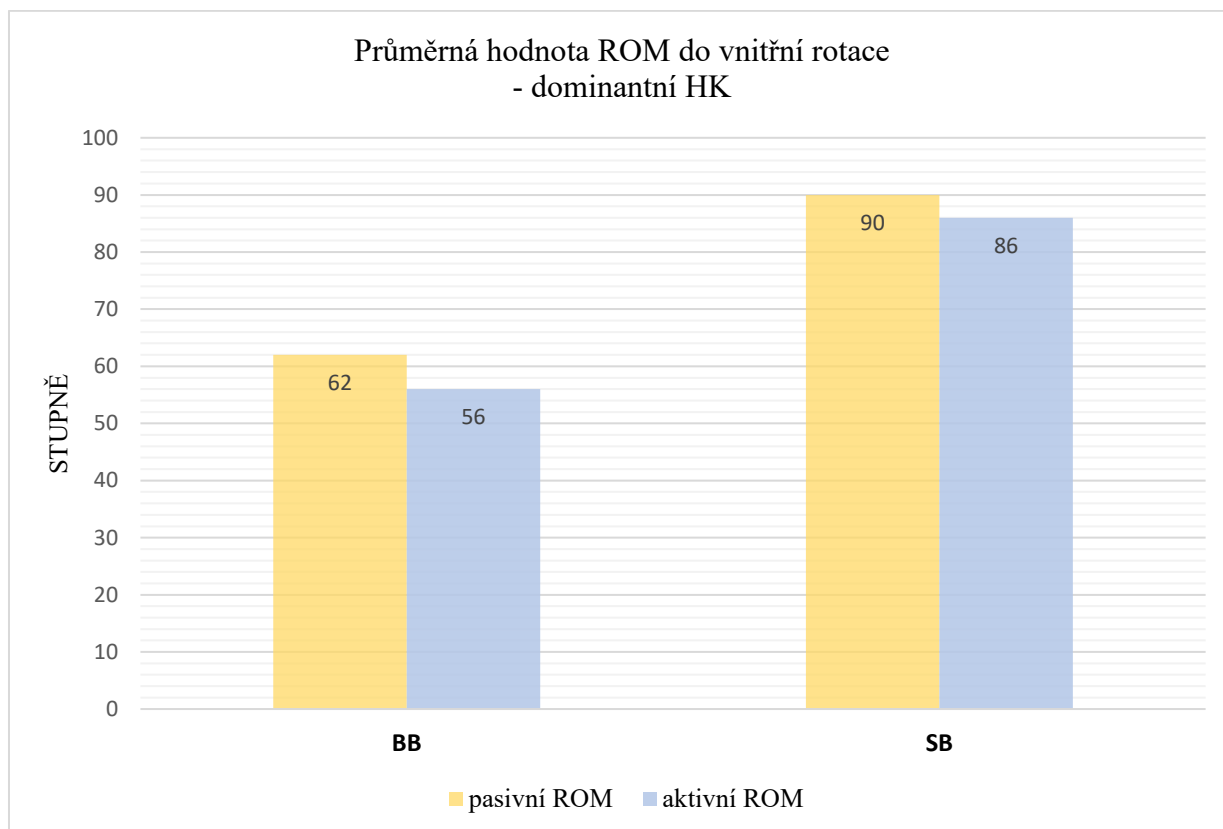
Hodnoty jsou uvedeny ve stupních (°), směrodatná odchylka (SD).

Získané průměrné hodnoty ROM do ZR u dominantní končetiny hráčů jsou znázorněny rovněž ve sloupcovém grafu níže (Graf 1), pro lepší přehlednost. Zeleně jsou značeny pasivní rozsahy, modře aktivní. Je zde opět očividné, že hodnoty softballových hráčů dosahují menších hodnot oproti druhé skupině, ale obě skupiny dosahují hodnot překračující udávanou fyziologickou mez.



Graf 1: Porovnání průměrné hodnoty ROM do zevní rotace dominantní HK u obou skupin; BB = baseballoví hráči, SB = softballoví hráči

Graf 2 opět porovnává průměrné hodnoty ROM obou skupin do vnitřní rotace; žlutě je značen pasivní ROM, modře aktivní. Je zde viditelný signifikantní rozdíl mezi skupinami, kdy softballoví hráči dosahovali při měření (aktivně i pasivně) o mnoho vyšších hodnot ROM do vnitřní rotace než hráči baseballu. Obě skupiny se i tak pohybují ve variační fyziologické šíři udávané literaturou.



Graf 2: Porovnání průměrné hodnoty ROM do vnitřní rotace dominantní HK u obou skupin; BB = baseballoví hráči, SB = softballoví hráči

5.3 Výsledky ROM pro dominantní a nedominantní paži

H₃: Předpokládám, že bude statisticky signifikantní rozdíl ve výsledcích goniometrického měření u dominantní a nedominantní paže obou měřených skupin.

Z měřených probandů byli všichni praváci, kromě jednoho baseballového probanda. U všech nadhazovačů platilo, že nadhazovací paže byla právě paže dominantní. S výjimkou jednoho hráče byla tedy jako dominantní končetina stanovena pravá HK, nedominantní levá HK.

Níže přiložená tabulka (Tab.3) porovnává ROM do rotací u obou skupin probandů mezi sebou a stanovuje, zda je mezi skupinami signifikantní rozdíl v naměřených hodnotách pro dominantní a nedominantní HK. Hodnoty byly měřeny vždy do ZR a VR aktivně i pasivně. Pro vyhodnocení dat byl použit dvouvýběrový t-test ve statistickém programu.

Tam, kde se jedná o signifikantní rozdíl mezi skupinami, je výsledná P hodnota označena oranžově. Je zřejmé, že signifikantní rozdíl je mezi skupinami u ZR i VR během

aktivního i pasivního pohybu na dominantní horní končetině a dále také u ZR aktivní i pasivní na nedominantní HK. Signifikantní rozdíl mezi probandy nebyl obecně potvrzen při pohybu do VR na nedominantní končetině.

Tab. 3: Porovnání ROM do rotací u dominantní a nedominantní HK mezi oběma skupinami probandů

		Baseball	Softball	Rozdíl	P hodnota
HK dominantní	ZR aktivně	116.00 (6.52)	93.07 (7.22)	22.93	<0.001
	ZR pasivně	123.00 (7.00)	102.00 (5.22)	21	<0.001
	VR aktivně	56.23 (16.36)	86.42 (6.70)	-30.19	<0.001
	VR pasivně	62.20 (17.22)	90.93 (6.22)	-28.73	<0.001
HK nedominantní	ZR aktivně	97.81 (6.78)	86.93 (6.63)	10.88	0.002
	ZR pasivně	103.80 (4.67)	92.49 (7.15)	11.31	<0.001
	VR aktivně	76.63 (13.52)	77.78 (9.22)	-1.15	0.827
	VR pasivně	82.36 (12.34)	82.76 (8.65)	-0.4	0.934

Hodnoty jsou uvedeny ve stupních (°), statistická hladina významnosti $p < 0,05$.

Byl zkoumán také rozdíl mezi dominantní a nedominantní končetinou v rámci jednotlivých skupin. Porovnávány byly zvlášť rozsahy do ZR a VR pro baseballové hráče, zvlášť pro softballové hráče. V tabulce je vždy uveden pouze pohyb a jeho provedení a P hodnota, která je stanovena z rozdílu mezi ROM dominantní a ROM nedominantní HK pro každý pohyb a pro každou skupinu. Z tabulky (Tab. 4) je zřejmé, že ve všech rotačních pohybech je v rámci obou skupin prokazatelný signifikantní rozdíl ROM mezi dominantní a nedominantní HK.

Tab. 4: P hodnoty pro porovnání dominantní a nedominantní HK u jednotlivých zkoumaných skupin

	P hodnota – baseball	P hodnota – softball
ZR aktivně	<0.001	0.007
ZR pasivně	<0.001	<0.001
VR aktivně	0.001	0.007
VR pasivně	0.002	0.007

Za statisticky signifikantní hladinu významnosti je považováno $p < 0,05$

5. 4 Výsledky hodnot určujících GIRD

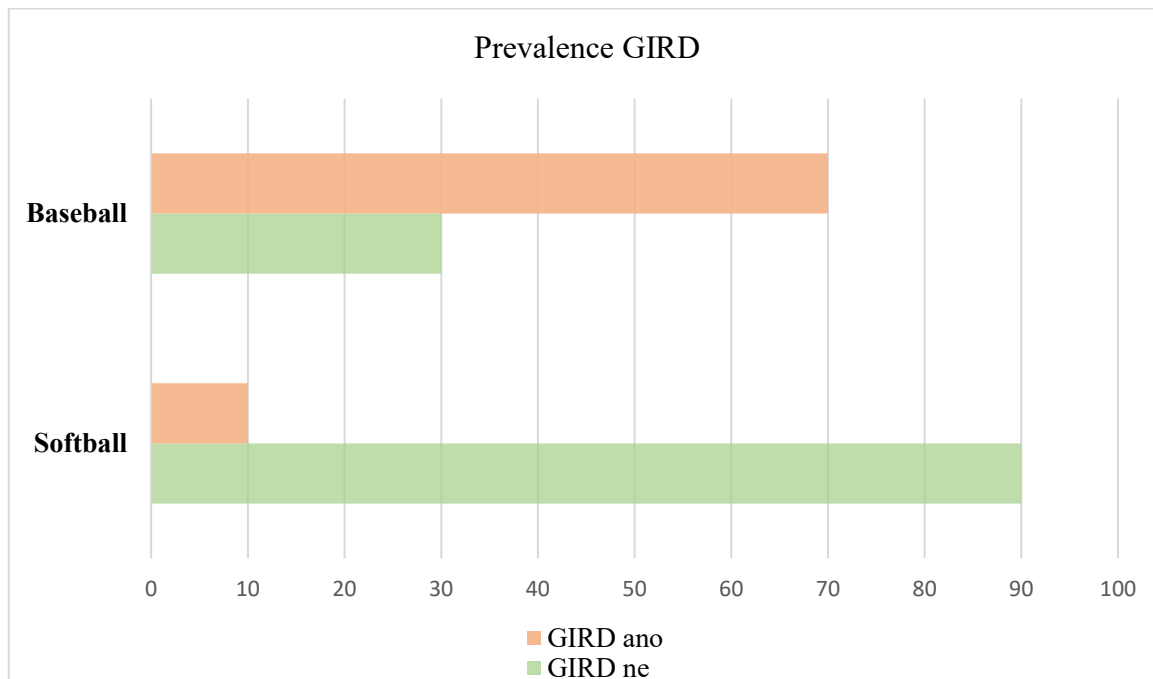
H4: Předpokládám, že prevalence glenohumerálního deficitu vnitřní rotace bude vzhledem k typu nadhozu častější u hráčů baseballu.

Pruhový Graf 3 jednoduše znázorňuje prevalenci GIRD v obou zkoumaných skupinách. GIRD byl stanoven na základě goniometrického měření ROM do ZR a VR na dominantní končetině u jednotlivých hráčů. Následně proběhlo individuální vyhodnocení naměřených hodnot, kdy bylo posouzeno, zda se o GIRD jedná či ne, dle platných diagnostických kritérií tvrzených literaturou.

V případě baseballistů se GIRD potvrdil až u 70 % hráčů, zbylých 30 % dosahovalo takových ROM, že GIRD byl jednoznačně vyloučen.

U softballových hráčů je jednoznačný rozdíl oproti skupině baseballové, jelikož GIRD byl na základě získaných hodnot vyhodnocen pouze u jednoho hráče, tj. u 10 %. Zbylých 90 % hráčů nevykazovalo známky GIRD.

Vzhledem k získaným výsledkům uvedených v grafu je jednoznačné, že lze hypotézu H4 jednoznačně potvrdit.



Graf 3: Prevalence (udáváno v %) GIRD u zkoumaných skupin

5. 5 Výsledky antropometrických měření

H₅: Předpokládám, že může existovat přímá souvislost mezi délkou paží, rozpětím paží a délkou horní končetiny s výskytem GIRD u obou výzkumných skupin.

V tabulce č. 5 jsou shrnuty a porovnány antropometrické údaje softballistů a baseballistů. Mezi zkoumané antropometrické parametry byla zařazena délka HK, paže, předloktí, ruky, rozpětí paží, biakromiální šíře, výška a váha. Všechny parametry byly měřeny dle lege artis.

Výsledné hodnoty byly statisticky zpracovány do konečné podoby (viz Tab. 5), porovnány pomocí dvouvýběrového t-testu a byla určena hodnota P. Z tabulky je zřejmé, že žádná z proměnných nevykazuje významný statistický rozdíl mezi skupinami, což značí jistou homogenitu vybraných probandů.

Tab. 5: Antropometrické údaje probandů vč. statistického porovnání

	Baseball	Softball	P hodnota
Délka HK	82.50 (4.09)	82.70 (4.11)	0.914
Délka paže	37.70 (1.95)	38.70 (1.77)	0.245
Délka předloktí	28.45 (1.71)	29.00 (2.54)	0.578
Délka ruky	19.85 (1.11)	20.05 (1.57)	0.746
Rozpětí paží	186.30 (9.80)	185.10 (7.32)	0.751
Biakromiální šíře	47.30 (2.75)	47.00 (3.30)	0.828
Výška	185.50 (7.88)	182.80 (7.77)	0.450
Váha	93.40 (10.30)	87.50 (12.08)	0.255

Uvedeny hodnoty (cm, kg) vč. směrodatné odchylky.

Tabulka č. 6 se již váže k samotné hypotéze H5. U hráčů, na základě změřených ROM, bylo individuálně stanoveno, zda má hráč klinicky přítomen GIRD či nikoliv. Tato data poté byla dána pomocí statistiky do souvislosti. Hlavním cílem bylo nalezení případné signifikantní antropometrické proměnné, která by mohla hrát roli v rozvoji GIRD u overhead hráčů.

Po zpracování všech získaných dat je zřejmé, že žádná antropometrická proměnná nehraje signifikantní roli v souvislosti s výskytem GIRD. Teoreticky by bylo možné uvažovat o významu délky HK, kde P hodnota vychází hraniční ($p = 0,11$). V tomto případě je hypotéza H5 tedy nepotvrzena.

Tab. 6: Vztah mezi antropometrickými proměnnými a výskytem GIRD

	GIRD – ano	GIRD – ne	P hodnota
Délka HK	84.25 (2.82)	81.50 (4.38)	0.11
Délka paže	38.50 (1.51)	38.00 (2.13)	0.55
Délka předloktí	28.31 (2.25)	29.00 (2.09)	0.50
Délka ruky	19.88 (1.13)	20.00 (1.49)	0.83
Rozpětí paží	188.40 (9.26)	184.00 (7.75)	0.29
Biakromiální šíře	48.12 (2.75)	46.50 (3.03)	0.23
Výška	187.00 (7.96)	182.20 (7.30)	0.20
Váha	93.75 (8.78)	88.25 (12.64)	0.27

Uvedeny hodnoty (cm, kg) vč. směrodatné odchylky.

6 Diskuse

6. 1 Diskuse k hypotéze H1

„U overhead sportovců bude významně zvýšen ROM v ramenním kloubu dominantní končetiny do rotací, vzhledem k fyziologickému rozsahu uváděných odbornou literaturou.“

6. 2. Diskuse k hypotéze H2

„Předpokládám, že bude statisticky významný rozdíl v rozsahu pohybu do zevní rotace u baseballových nadhazovačů oproti softballovým, vzhledem ke kinematice horní končetiny při nadhozu.“

Hypotéza H1 se velmi úzce váže k pojmu „fyziologický rozsah pohybu“. Zde bych ráda podotkla, že ačkoliv je tento pojem hodnotově vymezen za účelem možnosti objektivizace ROM v praxi u pacientů/klientů, jeho variační šíře je dle různých autorů různě široká. Janda a Pavlů zmiňují fakt variační šíře v důsledku mnoha individuálních faktorů, mezi něž patří např. napětí měkkých tkání v okolí kloubu, volnost kloubního pouzdra a ligament, věk (s přibývajícím věkem se elasticita vazivového aparátu snižuje), pohlaví (u mužů je laxicita vaziva nižší než u žen z důvodu jiné hormonální hladiny) či zaměstnání. Z tohoto důvodu může být fyziologický rozsah pohybu v glenohumerálním kloubu velmi variabilní. Janda a Pavlů udávají jako variační šíři pro fyziologický rozsah pohybu 55-95° pro ZR, 45-90° pro VR. Kolář et al. doplňuje, že ROM do rotací závisí na stupni abdukce v ramenním kloubu – v nulové pozici (tj. paže je u těla, flexe v lokti) je rozsah rotací asi 60° do obou směrů, zatímco při paži abdukované do 90° je rozsah rotace větší; do ZR až 90°, do VR 70°. (Kolář et al., 2009; Janda, Pavlů, 1993)

ROM je obvykle měřen pomocí goniometru, což je snadno přístupný nástroj pro objektivizaci ROM a bývá běžnou součástí fyzioterapeutického vyšetření. Ačkoliv goniometrie vykazuje v rámci studií poměrně vysokou reliabilitu i validitu – což bylo potvrzeno např. i na konkrétní studii od Correll et al., věnující se přímo goniometrii ramenního kloubu – hraje zde velkou roli lidský faktor. Pro minimalizaci chybovosti je vhodné opakované měření vždy stejnou osobou a ve stejné poloze probanda. (Correll et al., 2018; Janda, Pavlů, 1993)

Hypotéza měla za cíl ozřejmit, zda vybraní overhead sportovci opravdu vykazují zvýšený ROM u dominantní končetiny do rotací obecně, oproti fyziologickému rozsahu, který je uváděn v literatuře. Tuto hypotézu potvrzuje již řada dohledatelných studií věnujících se overhead sportovcům (ať už baseballistům, volejbalistům nebo házenkářům), ovšem ve většině případech byli předmětem zkoumání profesionální sportovci, pro které je sport živobytím. Tím se výběr probandů mírně odlišuje od vzorku probandů této diplomové práce. Ačkoliv jsou probandí, kteří se zúčastnili měření pro tuto diplomovou práci profesionální sportovci v ČR, není sport jejich plnohodnotným zaměstnáním a intenzita tréninků/zápasů tím pádem není tak vysoká. Proto bylo předmětem zkoumání, zda i tito vybraní jedinci obou sportů vykazují změněný ROM do rotací.

Z výsledků, které již byly popsány (Kapitola 5 Výsledky), nebylo možné potvrdit hypotézu H1, ačkoliv hodnota ROM do ZR u baseballových nadhazovač dosahovala až 130° a u softballistů až 112° ZR (pasivní ROM). Obě skupiny tedy výrazně převýšili fyziologickou mez rozsahu pohybu do zevní rotace, dle výše zmíněných autorů. Zároveň lze tak potvrdit hypotézu H2, která se zabývala porovnáním rozdílu rozsahu pohybu do zevní rotace u baseballových nadhazovačů vůči nadhazovačům softballu. Po statistickém zpracování, pro které byla stanovena hladina statistické významnosti $p < 0,05$, byl potvrzen signifikantní rozdíl mezi zkoumanými skupinami probandů ($p < 0,001$). Zvýšený ROM do ZR u baseballových nadhazovačů popisuje rovněž např. Mine et al. či Werner et al., který zmiňuje pravděpodobnou příčinu tohoto jevu, a to, že hráči baseballu se během nadhozu dostávají s paží do maximální zevní rotace, abdukce a extenze. (Mine et al., 2023; Werner et al., 2001)

Při pohybu do vnitřní rotace se skupiny probandů výrazně lišily, ale obě skupiny by dle Jandy a Pavlů spadaly do spektra fyziologického ROM. Baseballoví hráči dosahovali ROM 56° aktivně a 62° pasivně – pohybují se tak spíše na nižší hranici fyziologické šíře ROM. Softballoví hráči naopak vykazovali signifikantně vyšší ROM do VR – 86° aktivně, 90° pasivně. Zde dochází právě k rozporu nad tím, kde je ona „fyziologická mez“, jelikož dle Koláře et al. by softballisti tuto mez již výrazně přesahovali. Hypotézu H1 tedy nelze potvrdit.

6. 3 Diskuse k hypotéze H3

„Předpokládám, že bude statisticky signifikantní rozdíl ve výsledcích goniometrického měření u dominantní a nedominantní paže obou měřených skupin.“

Fyziologicky je naprosto běžné, že dominantní paže je u člověka používána pro více činností než končetina nedominantní. Několikanásobně to poté platí právě u overhead sportovců, u kterých je dominantní končetina obvykle také nadhazovací končetina. Kromě jednoho probanda (baseballového nadhazovače) byli všichni zúčastnění probandi praváci a jejich dominantní končetina tedy byla pravá HK. Vzhledem k faktu, že dominantní končetina musí během tréninku/zápasu vykonat velmi velké množství opakovaných pohybů nad hlavou, v maximálních rozsazích a při velmi vysokých rychlostech, bylo možné předpokládat rozdíly v ROM mezi HKK u skupiny baseballistů a u skupiny softballistů zvláště. Vzhledem k získaným teoretickým poznatkům o průběhu nadhozu u baseballu a softballu bylo možné, že zde budou rozdíly mezi skupinami probandů. Baseballoví nadhazovači mají majoritní část nadhozu dominantní horní končetinu v poloze maximální zevní rotace, abdukce a extenze v glenohumerálním kloubu. Softballoví nadhazovači naopak setrvávají velkou část nadhozu ve vnitřní rotaci a maximální flexi v ramenním kloubu, a až v pozdější fázi se dostávají do zevní rotace a addukce.

Hypotézu H3 tedy bylo možné z naměřených výsledků potvrdit. Vyskytly se signifikantní rozdíly mezi skupinami probandů navzájem, kdy se v porovnání výrazně lišily aktivní i pasivní pohyby na dominantní horní končetině do zevní i vnitřní rotace. Nijak významný rozdíl nebyl potvrzen při aktivním a pasivním pohybu do VR na nedominantní HK.

Předmětem zkoumání byl také rozdíl ROM u dominantní a nedominantní paže v rámci každé jedné zkoumané skupiny; tj. snaha zjistit, zda dominantní končetina u baseballistů vykazuje změněný ROM proti končetině nedominantní (to stejné u softballové skupiny). Tato výzkumná otázka se rovněž potvrdila ve všech případech a byla statisticky potvrzena – u baseballové skupiny se hodnota P pohybovala nejčastěji kolem $p < 0,001$, u skupiny softballové $p = 0,007$, nicméně obě skupiny vykazují významný rozdíl mezi dominantní (a tedy nadhazovací) paží a nedominantní. Rozdílnost ROM mezi dominantní a nedominantní HK potvrzuje také Bigliani et al., který potvrdil rozdíl mezi HKK $>15^\circ$ v ROM do rotací u baseballových nadhazovačů. (Bigliani et al., 1997)

Rozdíl mezi dominantní a nedominantní končetinou zkoumali také Reuther et al. u baseballových nadhazovačů. Jejich výzkum potvrdil zvýšenou zevní rotaci na dominantní horní končetině oproti nedominantní, ale také upozornili na problematiku změn měkkých tkání glenohumerálního kloubu, která souvisí se změnou ROM do zevní rotace. Na dominantní končetině byla výrazně zvýšena retroverze humeru a posteriorní ztuhlost kloubního pouzdra glenohumerálního kloubu. Zmiňují rovněž značně sníženou vnitřní rotaci na dominantní končetině nadhazovačů, což je následně dáváno do souvislosti s výskytem GIRD, o kterém pojednávají následující odstavce a byl také jedním z důležitých prvků této diplomové práce. (Reuther et al., 2018)

6. 4 Diskuse k hypotéze H4

„Předpokládám, že prevalence glenohumerálního deficitu vnitřní rotace bude vzhledem k typu nadhozu častější u hráčů baseballu.“

Glenohumerální deficit vnitřní rotace v podstatě vyplývá z ROM do rotací, proto má mezi sebou GIRD a ROM neoddělitelnou souvislost. Typickým projevem GIRD u overhead sportovců je změněný poměr zevní a vnitřní rotace, a tedy celkový rotační pohyb, který je dán součtem rozsahů obou rotací. Studie taktéž potvrzují, že celkový pohybový rozdíl koreluje s deficitem vnitřní glenohumerální rotace a zvýšením zevní rotace. U profesionálních baseballových nadhazovačů se pravidelně objevují adaptace kostní i na měkkých tkáních na dominantní paži, které jsou způsobeny značným počtem opakování pohybu nad hlavou. Tyto změny, včetně retroverze humeru a ztlustění posteriorní části kloubního pouzdra, se projeví právě změněným ROM v glenohumerálním kloubu. V rámci diplomové práce tyto záležitosti nebyly řešeny, jelikož jejich vyšetření je již technicky náročné na provedení, ale mohlo by to být minimálně zajímavým podnětem pro další zkoumání těchto probandů. (Rose, Noonan, 2018; Reuther et al., 2018)

Hypotéza H4 vycházela již z teoretických východisek této práce, jelikož o výskytu GIRD u softballových hráčů lze najít opravdu minimum publikovaných studií. Obvykle jsou softballoví nadhazovači spojováni s baseballovými do nadřazené kategorie „overhead sportovci“, ale dále ve studiích již nejsou oddělováni a zkoumáni samostatně. I tento fakt napovídá, že GIRD pravděpodobně není primárním problémem, se kterým se nadhazovači softballu potýkají, na rozdíl od nadhazovačů baseballu.

GIRD je ovšem stále většinou autorů považovaný za rizikový faktor pro zranění ramenního kloubu, což představuje průměrně více než 30 % všech zranění u overhead sportovců. Studií, zabývajících se poraněním glenohumerálního kloubu u sportovců je velká řada. Zmiňuji zde ty, které mi svojí podstatou přišli podnětné k pochopení závislosti GIRD a možného poranění glenohumerálního kloubu, což často vede k vyřazení hráče ze soupisky i na celou sezónu. Tento fakt potvrzuje Fleisig et al, který zveřejnil svoji desetiletou studii; ta tvrdí, že až 5 % zkoumaných nadhazovačů, kteří odházeli více jak 100 směn za rok (*tj. cca 5 000- 10 000 nadhozů/rok*), prodělali vážné zranění glenohumerálního kloubu, což vedlo k ukončení jejich sezony. (Fleisig et al., 2011)

Shanley et al provedli studii zahrnující 247 softballových i baseballových hráčů. Zkoumali incidenci zranění různých částí těla u obou skupin sportovců. Uvádí, že riziko zranění horní končetiny obecně bylo u nadhazovačů baseballu až 3,6x vyšší než u pozičních hráčů, ovšem u softballu měli naopak poziční hráči a nadhazovači riziko velmi podobné. Nicméně GIRD, jako takový, zde konkretizovaný nebyl. Wilk et al. se rovněž zabývali výskytem poranění glenohumerálního kloubu u hráčů baseballu a z jejich studie vyplývá, že četnost poranění hráčů s GIRD je dvakrát vyšší než u hráčů, kteří GIRD nevykazují. (Wilk et al., 2011; Shanley et al., 2011)

Při výběru probandů do této práce bylo klíčovým aspektem a jedním z vyřazovacích kritérií, zda hráč prodělal zranění/operaci v oblasti ramenního kloubu v posledních 5 letech. Toto kritérium bohužel vyřadilo z výzkumu další dva velmi úspěšné nadhazovače, kteří utrpěli SLAP lézi, poškození rotátorové manžety a následně operační řešení tohoto problému.

Prevalence GIRD u baseballu se dle vyhledaných studií pohybuje obvykle kolem 15–30 %, což je poměrně široké rozmezí. Například Amin et al zkoumali prevalenci GIRD u baseballových nadhazovačů, která ve výsledku vycházela na 14,5 %. Shanley et al. naopak udávají ve svých výzkumech prevalenci až 25 %. Prevalenci u softballových nadhazovačů/hráčů nebylo možné dohledat v dostupných internetových databázích či odborné literatuře, a proto zde není zmíněna jakákoliv studie věnující se této problematice. Vzhledem k tomuto faktu jsem nemohla osobně získat představu o tom, jak často se GIRD může u softballových nadhazovačů vyskytovat a co mohu očekávat, ale také nebylo možné porovnat získané výsledky s jinými zdroji a výzkumy. (Amin et al., 2015; Shanley et al., 2012)

V případě výsledků uvedených v praktické části diplomové práce se jedná o 70 % (7/10 hráčů) prevalenci u hráčů baseballu. GIRD u softballových nadhazovačů vykazoval pouze jeden hráč ze zkoumaného souboru. Četnost GIRD mezi softballovými hráči tedy opravdu není vysoká a potvrzuje se mi tak domněnka, že právě z tohoto důvodu nelze dohledat studie zabývající se problematikou GIRD u softballistů. Tento fakt může být samozřejmě způsoben malým počtem probandů, ale svoji roli také vždy hraje stav ramenního kloubu, pojivových tkání, předchozí poranění, nároky na ramenní kloub (jelikož ne všichni hráči odhází stejný počet nadhozů za rok), péče o ramenní kloub mimo hřiště, kompenzace jednostranného zatížení atd.

Otázka ohledně metod pro uvolnění ramenního kloubu byla zahrnuta v rámci anamnestického dotazníku. Ačkoliv 60 % baseballových nadhazovačů potvrdilo, že mají pravidelně zařazenou rutinu péče o ramenní kloub s cílem uvolnění ramenního kloubu dominantní končetiny, není zde jasná souvislost s výskytem GIRD, jelikož i u hráčů, kteří pravidelnou péči o rameno mají, se GIRD projevil. Již zmíněný jeden hráč softballu, u kterého byl GIRD potvrzen, ovšem do své tréninkové rutiny pravidelně zařazuje metody pro uvolnění ramenního kloubu. Nelze tedy vyvozovat jakékoli závěry, že uvolňování ramenního kloubu může zcela eliminovat projev GIRD, ačkoliv jsou tyto metody běžně zařazovány se snahou mírnit projevy již vzniklého deficitu a patří k základním fyzioterapeutickým přístupům, se kterými se hráči při spolupráci s fyzioterapeuty setkávají. Review MacDonalda et al ukázalo, že např. foam rolling aplikovaný po dobu 30-120 s maximální tolerovanou silou může způsobit uvolnění povrchových tkání a zvýšení ROM o 4-15°. Podotýkají ovšem, že pro dlouhodobější efekt je nutná kombinace více fyzioterapeutických přístupů a metod. (MacDonald et al., 2013; Dębski, 2019)

Výsledky měření v rámci diplomové práce tedy odpovídají zmíněným teoretickým předpokladům, a tedy tomu, že u baseballových hráčů je pravděpodobně vzhledem k biomechanice overhead pohybu větší predispozice pro GIRD. Z grafu, který je popsán v předchozí kapitole, je tedy očividné, že hypotézu H4 lze plně potvrdit.

6. 5 Diskuse k hypotéze H5

„Předpokládám, že může existovat přímá souvislost mezi délkou paží, rozpětím paží a délkou horní končetiny s výskytem GIRD u obou výzkumných skupin.“

Antropometrie, stejně jako goniometrie, patří k základním fyzioterapeutickým vyšetřovacím postupům. Díky antropometrii lze měřit délky či obvody končetin a pozorovat tak progresi či regresi v terapii (např. při řešení pooperačních otoků), ale funguje také jako základní nástroj pro odhad velikosti a konfigurace těla u běžné populace i profesionálních sportovců. Do měření tělesných proporcí u sportovců je obvykle zařazována především jejich hmotnost, výška (a následný výpočet BMI), délka/obvod končetin a měření kožních řas. Velmi často je součástí výzkumů také složení těla, které je obvykle měřeno pomocí přístrojů fungujících na základě bioelektrické impedance či pomocí přístroje DXA zkoumající kostní denzitu sportovců. Studie se ve velké míře shodují, že hodnocení tělesného složení u sportovců může pomoci optimalizovat soutěžní výkony a sledovat úspěšnost tréninkových režimů. Rovněž se uvádí, že zlepšení tělesného složení u sportovců je spojeno se zlepšením kardiorespirační zdatnosti a nárůstem svalové síly. (Ackland et al., 2012; Malina, 2007; Varlet-Marie et al., 2011; Santos et al., 2014)

Hypotéza H5 byla koncipována k nalezení možné souvislosti mezi antropometrickými proměnnými (tj. délkou HK a jejich segmentů) a goniometrickými proměnnými, respektive s návazností na prevalenci GIRD. V internetových databázích je možné dohledat velké množství studií zabývajících se antropometrickými parametry v návaznosti na výkon sportovce, ve smyslu rychlosti nadhozu, vynaložení svalové síly při úchopu atd. Nicméně nelze dohledat téměř žádné studie obsahující zmínku ohledně antropometrických hodnot, ve smyslu délky horní končetiny a jejích jednotlivých segmentů (délky předloktí, ruky) či rozpětí paže a biakromiální šíře.

Hurd et al. zařadili do svého výzkumu aspekt délky předloktí u overhead sportovců, kterou následně použili v rámci výpočtu produkované síly HK do rotací. Z výsledku ovšem vychází, že délka předloktí (stejně jako výška) byly nejméně účinné při snižování variability souboru dat ve srovnání s nenormalizovanou svalovou silou. (Hurd et al. 2011)

V této práci byly měřeny primárně délky na HK ve snaze zjistit, zda tyto hodnoty nějak ovlivňují výskyt GIRD u vybraných probandů obou sportů. Začleněno bylo také měření

biakromiální šíře a rozpětí paží. Z Tabulky 5 vyplývá, že z hlediska antropometrie se jednalo o velmi homogenní skupinu probandů (brány obě skupiny jako celek) a mezi zkoumanými skupinami nebyl žádný výrazný rozdíl. To potvrzuje také samotný výběr probandů, jelikož se jednalo o zdravé muže ve věkovém rozmezí 20-30 let, což je produktivní věk a „peak“ fyzické zdatnosti, kdy ještě nedochází k výrazným projevům degenerace organismu. (Ferretti et al. 1994)

Při zkoumání vztahu antropometrie-goniometrie (viz Tabulka 6) nebyli sportovci členěni do skupin dle sportu, ale dle toho, zda se u nich při měření GIRD potvrdil či nikoliv. Následně proběhlo statistické zpracování za účelem určení statistické hladiny významnosti. Z výsledků je zřejmé, že se tato hypotéza nepotvrdila a ani délky na HK, biakromiální šíře či rozpětí paží nemají na projev GIRD výrazný vliv. Diskutabilní by mohl být výsledek ohledně délky HK, kde vychází $p = 0,11$, tedy těsně nad hranicí statistické významnosti. To, že vztah mezi antropometrickými a goniometrickými proměnnými nevyšel jako statisticky významný, může být způsobeno také malým vzorkem probandů. Je teoreticky možné, že při několikanásobném počtu zúčastněných by byl výsledek rozdílný.

6. 6 Diskuse k využití výsledků výzkumu do praxe

Zjištění přítomnosti GIRD u baseballových hráčů může být přínosem nejen pro samotné hráče, ale také trenéry týmů či jejich kondiční trenéry, a to zejména v oblasti primární/sekundární prevence. Jelikož je GIRD považován za jeden z rizikových faktorů zranění ramenního kloubu, jak již zde bylo mnohokrát zmiňováno, díky prevenci lze klinické projevy (jako je např. bolest dominantního RAK) mírnit. Včasná diagnostika a rehabilitace GIRD může hráčům pomoci předcházet bolestivým stavům/zraněním, které by je vyloučili z hrací sezony. Pro trenéry může být přínosem samotný „screening“ hráčů s přítomným GIRD, který vytvoří představu o počtu hráčů s rizikem zranění a díky preventivním opatřením lze tato rizika minimalizovat a snížit tak celkový počet zranění v týmu, což je mimo jiné i ekonomickým přínosem pro tým. (Lee et al., 2015)

Je obvyklé, že tréninky hráčů cílí primárně na co nejlepší sportovní výkon – tedy maximální rychlost a přesnost nadhozu – ovšem přítomnost GIRD může vést ke snížení těchto proměnných a ke snížení výkonu hráče. Rovněž se v rámci tréninků zapomíná se na jakoukoli kompenzaci tohoto jednostranného a velmi náročného pohybu. Z tohoto důvodu lze doporučit zařazení vhodných kompenzačních cviků do tréninkových jednotek hráčů. Jako optimální

volbou se jeví zmiňovaný „sleeper stretch“ cvik, který je velmi efektivní a jednoduchý na provedení nebo jakákoliv forma strečinku posteriorní části ramenního kloubu, např. „cross body stretch“. Při tréninku hráčů s GIRD je rovněž možné zaměřit se na samotnou mechaniku nadhozu a její úpravu, aby bylo zajištěno optimální zapojení svalů ramenního pletence a nedocházelo k jeho přetěžování. (Laudner et al., 2008; Wilk et al., 2013; Wilk et al., 2011)

Prevenčí, proti poškození ramenního kloubu nadhazovačů, je také např. program Advance Thrower's Ten Exercise Program (Příloha č.5), který je sestaven jak pro posílení, tak protažení oblasti ramenního kloubu a je cílen přímo na overhead hráče. Tento program obsahuje přesný popis cviků včetně fotografií a je tak opět velmi jednoduchý k využití pro zlepšení poměru zevních a vnitřních rotátorů ramenního kloubu, úpravu svalové dysbalance, a tedy minimalizaci rizika vzniku poranění ramenního kloubu díky prevenci. (Chalmers, 2018)

6. 7 Limitace diplomové práce

Diplomová práce, stejně jako většina studií, má také své limity. Jedním z limitů je zajištěný malý počet probandů, což je způsobeno zejména tím, že baseball ani softball není v ČR příliš rozšířeným sportem, a proto je počet nadhazovačů v obou sportech výrazně omezen. Tento počet byl navíc snížen ještě o hráče, kteří nesplňovali požadovaná kritéria nebo se v době měření vyskytovali v zahraničí, kde rozvíjí svoji sportovní kariéru. I proto bylo zapotřebí mírně upravit kritéria výběru, aby skupiny byly alespoň početně stejné a hráči splňovali primární požadavky pro měření diplomové práce.

Limitujícím faktorem při vypracovávání teoretické části byl taky velmi malý počet studií a literatury zabývající se softballovými hráči či konkrétně nadhazovači. Softball je velmi často dáván do obecné skupiny overhead sportovců např. společně s házenkáři, plavci, volejbalisty či tenisty, ale dále obvykle není nijak konkretizován. Studií zaměřujících se na baseballové nadhazovače je znatelně vyšší počet a vzniká tak velmi široké spektrum, ze kterého lze čerpat teoretické poznatky pro další výzkumné účely. Z tohoto důvodu je v práci velmi často zmiňována primárně problematika baseballu a softball sloužil spíše pro porovnání a ukázkou rozdílů mezi těmito dvěma velmi podobnými, ale zároveň odlišnými sporty. Fakt, že softball je, dle mého názoru, ve výzkumech velmi opomíjený, je velká škoda. Samotný kontakt se sportovci mi osobně poskytl o sportu, ale i o samotných sportovcích mnohem lepší představu, v čem softball jako takový spočívá a jaké mohou být požadavky na stranu fyzioterapeuta ze stran

softballových hráčů. Na druhou stranu je tato problematika neprozkoumanou oblastí tohoto sportu a otevírá tak možnosti pro její další zkoumání.

Velmi pozitivním aspektem této práce ovšem je, že se podařilo zajistit velmi homogenní skupinu probandů, a to nejen z hlediska faktorů neovlivnitelných (jako je např. věk), ale také z hlediska intenzity sportovní zátěže a počtu tréninků, které by se mohly výrazně odlišovat, dle standardu jednotlivých klubů, a způsobovat tak významné rozdíly v rámci aktuálního stavu glenohumerálního kloubu u hráčů. Stejně tak považuji za velmi kladný aspekt to, že všichni hráči byli měřeni zhruba ve stejném časovém období, které je mimo hlavní hrací sezonu. Během sezony by kvůli rozdílné intenzitě zápasů či počtu odházených směn vznikaly velmi rozdílné podmínky pro měření ROM glenohumerálního kloubu, jelikož by nebylo možné zajistit, aby se všichni hráči zároveň nacházeli v období regenerace nebo naopak v období maximální zátěže.

7 Závěr

V rámci diplomové práce byly shrnuty všechny důležité teoretické poznatky vybrané problematiky týkající se glenohumerálního deficitu vnitřní rotace a rozsahů rotací v glenohumerálním kloubu. Literární rešerše byly vybírány cíleně za účelem shrnout co nejadekvátnější poznatky problematiky a uvést je do souvislostí s vybranými sporty, tedy baseballlem a softballem, a nastínit možné fyzioterapeutické přístupy vhodné pro hráče s klinicky projeveným deficitem.

Praktická část této práce byla zaměřena na potvrzení či vyvrácení pěti stanovených hypotéz. Z velké části zde bylo obsaženo goniometrické a antropometrické měření u vybraných probandů a jejich následné porovnávání, ať už mezi sebou nebo s hodnotami uváděnými v odborné literatuře. Hlavním cílem bylo zjistit, zda existuje významný rozdíl v rozsahu pohybu do rotací mezi baseballisty a softballisty. Ačkoliv jsou oba sporty řazeny do kategorie „overhead“ sportů, výrazně se provedení nadhozu liší a vznikl zde tedy předpoklad, že by se z logiky věci měli lišit i dosažené rotace v ramenním kloubu. Tento předpoklad byl plně potvrzen a podložen statistickou analýzou dat. Obecně vzato vykazovali nadhazovači baseballu vyšší rozsah pohybu do zevní rotace a výrazně snížený rozsah pohybu do rotace vnitřní, zatímco softballoví nadhazovači se pohybovali ve fyziologickém rozmezí pro zevní i vnitřní rotaci, i když ROM do vnitřní rotace se pohyboval ve velmi vysokých hodnotách. Naměřené hodnoty byly také porovnávány s uváděnými hodnotami pro „fyziologickou mez“, kde k jistým rozdílům u overhead sportovců došlo taktéž, ve smyslu zvýšení ROM.

Práce měla za cíl potvrdit rozdíl mezi dominantní a nedominantní horní končetinou u overhead sportovců. Rozdíl se ukázal jako velmi významný jak v aktivním, tak pasivním provedení pohybu do rotací na dominantní končetině v porovnání obou skupin. Signifikantní rozdíl nebyl naopak potvrzen při aktivním a pasivním pohybu do VR na končetině nedominantní. Změny mezi horními končetinami byly velmi výrazné i v rámci jednotlivých skupin probandů. Tento fakt odkazuje i na teoretickou část této práce, která pojednávala o adaptačních změnách měkkých a kostních tkáních na dominantní končetině u overhead sportovců v důsledku opakované mechanické zátěže ve velkých rozsazích pohybu.

Porovnání prevalence u baseballových a softballových nadhazovačů se rovněž potvrdila jako velmi odlišná. Ukázalo se, že baseballoví nadhazovači jsou k projevům GIRD jednoznačně o mnoho náchylnější než softballisti. Tuto statistiku je možné podložit domněnkou, že je to dáno právě mechanismem nadhozu u baseballu, kdy k odhodu míče dochází v maximální zevní rotaci, abdukci a extenzi HK a rameno je tak vystaveno velmi vysoké zátěži. Při velkém počtu opakování tak může docházet ke zvýšení tuhosti posteriorní části kloubního pouzdra glenohumerálního kloubu, a tím zvyšovat riziko výskytu GIRD. Souvislost mezi softballem a GIRD nebylo na základě nedostatku literárních zdrojů možné nijak podložit.

V diplomové práci jsem se také snažila nastínit možnou souvislost antropometrických veličin s výskytem GIRD u hráčů. Jak již bylo v diskuzi zmíněno, tato hypotéza se nepotvrdila, nicméně tak vzniká další podnět pro případné další výzkumy v této oblasti s větším počtem probandů.

Seznam použité literatury

1. ACKLAND, Timothy R. et al. Current status of body composition assessment in sport: review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. Medical Commission. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)* [online]. 2012, **42**(3), p. 227–249 [cit. 2024-04-01]. Dostupné z: doi:10.2165/11597140-000000000-00000.
2. ADAMSON, Gregory et al. Biomechanics of the Shoulder: Stability and Kinematics of Shoulder Motion, Throwing Kinematics. *Sports Injuries to the Shoulder and Elbow* [online]. 2015, p. 1-21 [cit. 2024-01-02]. ISBN 978-3-642-41794-8. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-642-41795-5_1
3. AMIN, Nirav H. et al. The Relationship Between Glenohumeral Internal Rotational Deficits, Total Range of Motion, and Shoulder Strength in Professional Baseball Pitchers. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* [online]. 2015, **23**(12), p. 789–796 [cit. 2024-04-01]. Dostupné z: doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00292.
4. BALCI, Nilay Comuk et al. Acute effect of scapular proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) techniques and classic exercises in adhesive capsulitis: a randomized controlled trial. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2016, **28**(4), p. 1219–1227 [cit. 2024-04-01]. Dostupné z: doi: 10.1589/jpts.28.1219.
5. BENNETT, G. E. Shoulder and Elbow Lesions Distinctive of Baseball Players. *Annals of Surgery* [online]. 1947, **126**(1), p. 107–110 [cit. 2023-07-29]. Dostupné z: doi: 10.1097/00000658-194707000-00008.
6. BIGLIANI, L. U. et al. Shoulder motion and laxity in the professional baseball player. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 1997, **25**(5), s. 609–613 [cit. 2023-07-29]. Dostupné z: doi: 10.1177/036354659702500504.
7. BURKHART, Stephen S. et al. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic &*

- Related Surgery: Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* [online]. 2003, **19**(4), s. 404–420 [cit. 2023-07-29]. Dostupné z: doi: 10.1053/jars.2003.50128.
8. BURNS, David. There is Baseball Fever in the Czech Republic after World Baseball Classic | Baseball Jobs Overseas. *Baseball job overseas* [online]. 2023 [cit. 2023-08-16]. Dostupné z: <https://baseballjoboverseas.com/czech-baseball-world-baseball-classic/>
 9. CLAVERT, P. Glenoid labrum pathology. *Orthopaedics & traumatology, surgery & research: OTSR* [online]. 2015, **101**(1), s. S19-24 [cit. 2023-09-01]. Dostupné z: doi: 10.1016/j.otsr.2014.06.028.
 10. CORRELL, Sarah et al. RELIABILITY AND VALIDITY OF THE HALO DIGITAL GONIOMETER FOR SHOULDER RANGE OF MOTION IN HEALTHY SUBJECTS. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2018, **13**(4), s. 707–714 [cit. 2023-03-31]. ISSN 2159-2896. Dostupné z: doi: 10.26603/ijspt20180707.
 11. ČESKÁ BASEBALLOVÁ ASOCIACE (ČBA). *Oficiální stránky české baseballové asociace* [online]. 2015 [cit. 2023-08-07]. Dostupné z: <https://extraliga.baseball.cz>
 12. ČESKÁ BASEBALLOVÁ ASOCIACE (ČBA). Historie baseballu. *Oficiální stránky české baseballové asociace* [online]. 2016 [cit. 2023-08-07]. Dostupné z: <https://www.ceskohrajebaseball.cz/info/historie-baseballu>
 13. ČESKÁ BASEBALLOVÁ ASOCIACE (ČBA). Oficiální pravidla baseballu. *Oficiální stránky české baseballové asociace* [online]. 2023 [cit. 2023-08-07]. Dostupné z: https://is.baseball.cz/download/2023/KR/2023_pravidla_baseballu_web.pdf
 14. ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3*. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-3817-8.
 15. ČESKÁ SOFTBALLOVÁ ASOCIACE (ČBA). *Oficiální stránky softballové asociace* [online]. 2016 [cit. 2023-08-07]. Dostupné z: <https://softball.cz>.

16. ČESKÁ SOFTBALLOVÁ ASOCIACE (ČSA). Oficiální pravidla softballu. *Oficiální stránky softballové asociace* [online]. Praha, 2016 [cit. 2023-08-07]. Dostupné z: https://softball.cz/download/2019/Pravidla_Softball2019-2021_A6_press.pdf
17. DAVIDSON, P. A. et al. Rotator cuff and posterior-superior glenoid labrum injury associated with increased glenohumeral motion: a new site of impingement. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* [online]. 1995, **4**(5), s. 384–390 [cit. 2023-09-03]. ISSN 10582746. Dostupné z: doi: 10.1016/s1058-2746(95)80023-9.
18. DĘBSKI, Przemysław et al. The Parameters of Foam Rolling, Self-Myofascial Release Treatment: A Review of the Literature. *Biomedical Human Kinetics* [online]. 2019, **11**(1), s. 36–46 [cit. 2024-04-01]. ISSN 2080-2234. Dostupné z: doi:10.2478/bhk-2019-0005.
19. DILLMAN, C. J. et al. Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* [online]. 1993, **18**(2), s. 402–408 [cit. 2023-07-16]. Dostupné z: doi:10.2519/jospt.1993.18.2.402.
20. DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1648-0.
21. ESCAMILLA, Rafael F. a ANDREWS, James R. Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)* [online]. 2009, **39**(7), s. 569–590 [cit. 2023-07-16]. Dostupné z: doi:10.2165/00007256-200939070-00004.
22. ESCAMILLA, Rafael, FLEISIG, Glenn et al. Kinematic Comparisons of Throwing Different Types of Baseball Pitches. *Journal of Applied Biomechanics* [online]. 1998, **14**, s. 1–23 [cit. 2023-07-10]. Dostupné z: doi:10.1123/jab.14.1.1.
23. FERRETTI, G. et al. Determinants of peak muscle power: effects of age and physical conditioning. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* [online]. 1994, **68**(2), s. 111–115 [cit. 2024-04-01]. Dostupné z: doi:10.1007/BF00244022.

24. FLEISIG, S. Glenn et al. Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 1995, **23**(2), s. 233–239 [cit. 2023-07-16]. Dostupné z: doi:10.1177/036354659502300218.
25. FLEISIG, S. Glenn S.; ANDREWS, James R.; CUTTER, Gary R.; WEBER, Adam; LOFTICE, Jeremy et al. Risk of Serious Injury for Young Baseball Pitchers. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 2011, **39**(2), s. 253-257 [cit. 2024-03-30]. ISSN 0363-5465. Dostupné z :doi: 10.1177/0363546510384224
26. HALL, Susan J. *Basic biomechanics*. 2nd ed., 1995. St. Louis: Mosby. ISBN 978-0-8151-4077-1.
27. HAMILL, Joseph a et al. *Biomechanical basis of human movement*. 5th ed., 2022. Philadelphia: Wolters Kluwer Health. ISBN 978-1-975169-52-7.
28. HUANG, Jyh How, CHEN, Szu-Hua a CHIU, Chih Hui. Correlation of pitching velocity with anthropometric measurements for adult male baseball pitchers in tryout settings. *PloS One* [online]. 2022, **17**(3), s. 265-525 [cit. 2023-08-01]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0265525
29. HURD, Wendy J. a ET AL. The effects of anthropometric scaling parameters on normalized muscle strength in uninjured baseball pitchers. *Journal of Sport Rehabilitation* [online]. 2011, **20**(3), s. 311–320 [cit. 2024-04-01]. ISSN 1056-6716. Dostupné z: doi: [10.1123/jsr.20.3.311](https://doi.org/10.1123/jsr.20.3.311)
30. CHALMERS, Peter. *The Advanced Thrower's Ten Exercise Program* [online]. 2018. Dostupné z: <https://www.chalmersmd.com/pdfs/the-advanced-throwers-ten-exercise-program.pdf>
31. JANDA, Vladimír a PAVLŮ, Dagmar. *Goniometrie*. 1.vyd., 1993. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví. ISBN 80-7013-160-8.
32. JOBE, F. W. a PINK, M. Classification and treatment of shoulder dysfunction in the

- overhead athlete. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* [online]. 1993, 18(2), s. 427–432 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: doi:10.2519/jospt.1993.18.2.427.
33. KAMALI, Fahimeh, 2021. Immediate effect of combining glenohumeral and scapulothoracic mobilization with stretching on improving shoulder internal rotation in overhead throwing athletes with glenohumeral internal rotation deficit: A randomized clinical trial study. *Physiotherapy Practice and Research* [online]. 2021, 42(2), s. 119–126 [cit. 2024-01-12]. ISSN 22130683. Dostupné z doi:10.3233/PPR-200487.
34. KAPANDJI, I. A. *The physiology of the joints*. 6th, 2007. New York: Churchill Livingstone. ISBN 978-0-443-10350-6.
35. KIBLER, W. Ben, Aaron SCIASCIA a Stephen J. THOMAS. Glenohumeral Internal Rotation Deficit: Pathogenesis and Response to Acute Throwing. *Sports Medicine and Arthroscopy Review* [online]. 2012, 20(1), 34-38 [cit. 2023-08-18]. ISSN 1062-8592. Dostupné z: doi:10.1097/JSA.0b013e318244853e
36. KOLÁŘ, Pavel a et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. 2.vyd, 2009. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-500-9.
37. LAUDNER, Kevin G. G., Robert C. SIPES a James T. WILSON. The acute effects of sleeper stretches on shoulder range of motion. *Journal of Athletic Training* [online]. 2008, 43(4), p. 359-363 [cit. 2023-09-02]. ISSN 1062-6050. Dostupné z: doi:10.4085/1062-6050-43.4.359
38. LEE, Bobby Jean S., J. Craig GARRISON, John E. CONWAY, Kalyssa POLLARD a Subhash ARYAL. The Relationship Between Humeral Retrotorsion and Shoulder Range of Motion in Baseball Players With an Ulnar Collateral Ligament Tear. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* [online]. 2016, 4(10) [cit. 2023-09-02]. ISSN 2325-9671. Dostupné z: doi:10.1177/2325967116667497
39. LEWIT, Karel. *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. 5. vyd, 2003. Praha: Sdělovací technika ve spolupráci s Českou lékařskou společností J.E. Purkyně. ISBN 80-86645-04-5.

40. LEE, Jinyoung et al., 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* [online]. 2015, 39(2), s. 183–190 [cit. 2024-04-10]. Dostupné z: doi:[10.5535/arm.2015.39.2.183](https://doi.org/10.5535/arm.2015.39.2.183).
41. LOOSLI, A. R., Ralph K. REQUA, James G. GARRICK a Ellen HANLEY et al. Injuries to pitchers in women's collegiate fast-pitch softball. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 1992, 20(1), p. 35-37 [cit. 2024-01-10]. ISSN 0363-5465. Dostupné z: doi:10.1177/036354659202000110
42. MACDONALD, Graham Z.; PENNEY, Michael D.H.; MULLALEY, Michelle E.; CUCONATO, Amanda L.; DRAKE, Corey D.J. et al. An acute bout of self-myofascial release increases range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2013, 27(3), s. 812–821 [cit. 2024-01-10]. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e31825c2bc1.
43. MAFFET, M. W., Frank W. JOBE, Marilyn M. PINK, John BRAULT a Witaya MATHIYAKOM et al. 1997. Shoulder muscle firing patterns during the windmill softball pitch. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 1997, 25(3), s. 369–374 [cit. 2024-03-31]. ISSN 0363-5465. Dostupné z: doi:10.1177/036354659702500317.
44. MALINA, Robert M. Body composition in athletes: assessment and estimated fatness. *Clinics in Sports Medicine* [online]. 2007, 26(1), s. 37-68 [cit. 2024-04-01]. ISSN 02785919. Dostupné z: doi:10.1016/j.csm.2006.11.004.
45. MICHALÍČEK, P. a VACEK, J., 2014. Rameno v kostce – I. část. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2014, č. 3, s. 151–162 [cit. 2023-08-10]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2014-3/rameno-v-kostce-i-cast-49938>.
46. MINE, Koya Steve MILANESE, Mark Alan JONES, Steve SAUNDERS a Ben ONOFRIO. Pitching mechanics and performance of adult baseball pitchers:

- A systematic review and meta-analysis for normative data. *Journal of Science and Medicine in Sport* [online]. 2023, **26**(1), s. 69–76 [cit. 2023-08-10]. Dostupné z: doi:10.1016/j.jsams.2022.11.004.
47. NELSON, Richard C. a MOREHOUSE, Chauncey A. *Biomechanics IV*. 1st, 1974. London: Red Globe Press London. ISBN 978-1-349-02614-2.
48. NETTER, Frank H. *Netterův anatomický atlas člověka*. 6. vyd, 2016. Philadelphia: Elsevier.
49. OI, Takanori et al. Biomechanical Differences Between Japanese and American Professional Baseball Pitchers. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* [online]. 2019, 7, [cit. 2023-07-10]. Dostupné z: doi:10.1177/2325967119825625.
50. OLIVER, Gretchen D., Hillary A PLUMMER a David W KEELEY. Muscle activation patterns of the upper and lower extremity during the windmill softball pitch. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2011, **25**(6), p.1653-1658 [cit. 2024-01-10]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e3181db9d4f
51. *INBETWEEN* [dokumentární film]. Režie Jakub ONDRÁČEK. ČR, 2022.
52. PAPPAS, A. M., ZAWACKI, R. M. a SULLIVAN, T. J., 1985. Biomechanics of baseball pitching. A preliminary report. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 1985, **13**(4), s. 216–222 [cit. 2023-07-17]. ISSN 0363-5465. Dostupné z: doi:10.1177/036354658501300402.
53. REESER, Jonathan C., Glenn S. FLEISIG, Becky BOLT a Mianfang RUAN. 2010. Upper Limb Biomechanics During the Volleyball Serve and Spike. *Sports Health* [online]. 2010, **2**(5), s. 368–374 [cit. 2024-01-02]. ISSN 1941-7381. Dostupné z: doi:10.1177/1941738110374624
54. REUTHER, Katherine E., Ryan LARSEN, Pamela D. KUHN, John D. KELLY a Stephen J. THOMAS. Sleeper stretch accelerates recovery of glenohumeral internal rotation after pitching. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* [online]. 2016, **25**(12),

- s. 1925–1929 [cit. 2023-09-07]. Dostupné z: doi:10.1016/j.jse.2016.07.075.
55. REUTHER, Katherine E.; SHERIDAN, Scott a THOMAS, Stephen J. Differentiation of bony and soft-tissue adaptations of the shoulder in professional baseball pitchers. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* [online]. 2018, **27**(8), s. 1491–1496 [cit. 2024-03-31]. ISSN 10582746. Dostupné z: doi10.1016/j.jse.2018.02.053.
56. ROJAS, Idubijes L., Matthew T. PROVENCHER, Sanjeev BHATIA, Kharma C. FOUCHER, Bernard R. BACH, Anthony A. ROMEO, Markus A. WIMMER a Nikhil N. VERMA. 2009. Biceps activity during windmill softball pitching: injury implications and comparison with overhand throwing. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 2009, **37**(3), s. 558–565 [cit. 2024-01-02]. ISSN 0363-5465. Dostupné z: doi:10.1177/0363546508328105.
57. ROSE, Michael B. a NOONAN, Thomas. Glenohumeral internal rotation deficit in throwing athletes: current perspectives. *Open Access Journal of Sports Medicine* [online]. 2018, 9, 69-78 [cit. 2023-07-29]. ISSN 1179-1543. Dostupné z: doi:10.2147/OAJSM.S138975
58. SANTOS, Diana A.; DAWSON, John A.; MATIAS, Catarina N.; ROCHA, Paulo M.; MINDERICO, Cláudia S. et al. Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. *PloS One* [online]. 2014, **9**(5), [cit. 2024-04-01]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0097846.
59. SHANLEY, Ellen, Mitchell J. RAUH, Lori A. MICHENER, Todd S. ELLENBECKER, J. Craig GARRISON a Charles A. THIGPEN. Shoulder range of motion measures as risk factors for shoulder and elbow injuries in high school softball and baseball players. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 2011, **39**(9), s. 1997–2006 [cit. 2023-09-07]. ISSN 0363-5465. Dostupné z: doi:10.1177/0363546511408876.
60. SHANLEY, Ellen et al. Incidence of injuries in high school softball and baseball players. *Journal of Athletic Training* [online]. 2011, **46**(6), s. 648–654 [cit. 2024-04-01]. Dostupné z: doi:10.4085/1062-6050-46.6.648.

61. SHANLEY, Ellen, THIGPEN, Charles A. et al. Changes in passive range of motion and development of glenohumeral internal rotation deficit (GIRD) in the professional pitching shoulder between spring training in two consecutive years. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* [online]. 2012, **21**(11), s. 1605–1612 [cit. 2023-09-07]. Dostupné z doi:10.1016/j.jse.2011.11.035.
62. SINGH, Amrinder, MAKHIJANI, Yogini; SHARMA, Monika; SHENOY, Shweta a SANDHU, Jaspal et al. Immediate Effects of Kinesio-taping and Joint Mobilisation on Shoulder in Over-head Athletes with Glenohumeral Internal Rotation Deficit. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine* [online]. 2023, 42, s. 85–94 [cit. 2024-01-20]. Dostupné z: <https://bibliotekanauki.pl/articles/11542047>
63. SKINNER, Brendon et al. The Acute Effects of TheragunTM Percussive Therapy on Viscoelastic Tissue Dynamics and Hamstring Group Range of Motion. *Journal of Sports Science & Medicine* [online]. 2023, **22**(3), s. 496–501 [cit. 2023-07-20]. Dostupné z: doi10.52082/jssm.2023.496.
64. SPANHOVE, Valentien et al. Muscle activity and scapular kinematics in individuals with multidirectional shoulder instability: A systematic review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 2021, **64**(1), s. 101-457 [cit. 2023-09-07]. ISSN 18770657. Dostupné z: doi:10.1016/j.rehab.2020.10.008
65. STATHOPOULOS, Nikolaos. Effectiveness of Mulligan's mobilization with movement techniques on pain and disability of peripheral joints: a systematic review with meta-analysis between 2008–2017. *Physiotherapy* [online]. 2019, **105**(1), s. 1–9 [cit. 2024-01-19]. ISSN 01614754. Dostupné z: doi:10.1016/j.physio.2018.10.001.
66. SÜSS, Vladimír. *Softball a baseball: technika, herní situace, pravidla*. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0658-X.
67. TOOTH, Camille, Amandine GOFFLOT, Cédric SCHWARTZ, Jean-Louis CROISIER, Charlotte BEAUDART, Olivier BRUYÈRE a Bénédicte FORTHOMME. Risk Factors of Overuse Shoulder Injuries in Overhead Athletes: A Systematic Review. *Sports Health* [online]. 2020, **12**(5), s. 478–487 [cit. 2024-01-19]. ISSN 1941-7381. Dostupné

z: doi:10.1177/1941738120931764

68. VAN DEN TILLAAR, Roland a ETTEMA, Gertjan. A three-dimensional analysis of overarm throwing in experienced handball players. *Journal of Applied Biomechanics* [online]. 2007, **23**(1), 12-19 [cit. 2023-07-30]. ISSN 1065-8483. Dostupné z: doi:10.1123/jab.23.1.12
69. VARLET-MARIE, Emmanuelle; BRUN, Jean-Frédéric; FÉDOU, Christine a RAYNAUD DE MAUVERGER, Eric et al., 2011. Blood rheology and body composition as determinants of exercise performance in male soccer players. *Clinical Hemorheology and Microcirculation* [online]. 2011, **49**(1–4), s. 225–230 [cit. 2024-04-01]. ISSN 13860291. Dostupné z: doi:10.3233/CH-2011-1472.
70. VÉLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2.vyd. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.
71. WORLD BASEBALL SOFTBALL CONFEDERATION (WBSC). *World Baseball Softball Confederation* [online]. Dostupné z: <https://www.wbsc.org/en>
72. WERNER, Sherry L., Thomas J. GILL, Tricia A. MURRAY, Timothy D. COOK a Richard J. HAWKINS. Relationships between throwing mechanics and shoulder distraction in professional baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 2001, **29**(3), s. 354–358 [cit. 2023-08-18]. Dostupné z: doi: 10.1177/03635465010290031701.
73. WILK, Kevin E.; ANDREWS, James R.; ARRIGO, Christopher A.; KEIRNS, Michael A. a ERBER, Donna J. The strength characteristics of internal and external rotator muscles in professional baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 1993, **21**(1), s. 61–66 [cit. 2024-04-01]. Dostupné z: doi:10.1177/036354659302100111.
74. WILK, Kevin E., Padraic OBAMA, Charles D. SIMPSON, E. Lyle CAIN, Jeffrey DUGAS a James R. ANDREWS. Shoulder injuries in the overhead athlete. *The Journal*

of Orthopaedic and Sports Physical Therapy [online]. 2009, **39**(2), 38-54 [cit. 2024-01-02]. ISSN 0190-6011. Dostupné z: doi:10.2519/jospt.2009.2929

75. WILK, Kevin E., Leonard C. MACRINA, Glenn S. FLEISIG, Ronald PORTERFIELD, Charles D. SIMPSON, Paul HARKER, Nick PAPARESTA a James R. ANDREWS. Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 2011, **39**(2), p. 329-335 [cit. 2024-01-02]. ISSN 0363-5465. Dostupné z: doi:10.1177/0363546510384223.
76. WILK, Kevin E., Todd R. HOOKS a Leonard C. MACRINA., 2013. The modified sleeper stretch and modified cross-body stretch to increase shoulder internal rotation range of motion in the overhead throwing athlete. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* [online]. 2013, **43**(12), 891-894 [cit. 2024-01-10]. ISSN 0190-6011. Dostupné z: doi:10.2519/jospt.2013.4990

Přílohy

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Žádost a vyjádření etické komise

Příloha č. 2 – Vzor informovaného souhlasu

Příloha č. 3 – Anamnestický dotazník

Příloha č. 4 – Seznam obrázků, tabulek a grafů

Příloha č. 5 – The Advanced Thrower's Ten Exercise Program

Příloha č. 1 – Žádost a vyjádření etické komise

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Srovnání rozsahů rotací ramenního kloubu v souvislosti s antropometrickými mírami u nadhazovačů baseballu a softballu

Forma projektu: výzkumná práce - diplomová práce

Období realizace: březen 2023 – leden 2024

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

Předkladatel: Bc. Kateřina Jelínková, UK FTVS – Katedra fyzioterapie

Hlavní řešitel: Bc. Kateřina Jelínková, UK FTVS – Katedra fyzioterapie

Místo výzkumu (pracoviště): Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy - Kineziologická laboratoř

Vedoucí práce (v případě studentské práce): PhDr. Lenka Žáková, Ph.D.

Popis projektu: Cílem této diplomové práce je zjistit a porovnat rozsah vnitřní a vnější rotace v ramenním kloubu u aktivních hráčů (mužů) baseballu a softballu, na pozici nadhazovač. Z hlediska rozdílné biomechaniky nadhozů u každého sportu lze předpokládat rozdílnost získaných dat, kterou bych chtěla v rámci diplomové práce ověřit či zamítnout. Vzhledem k velké diferencii, co se týká somatotypu jednotlivých nadhazovačů, je cílem práce rovněž zjistit případnou souvislost mezi antropometrickými mírami hráčů a jejich rozsahem rotací v ramenním kloubu. Diplomová práce tedy bude prezentována jako korelační výzkum.

Sběr potřebných anamnestických dat bude proveden formou **dotazníku**, kterou každý proband obdrží a vyplní v on-line podobě (dokument Word), následně jej zašle zpět řešiteli; případně jej obdrží ve fyzické podobě před samotným měřením. Otázky jsou zaměřeny na základní údaje o probandovi (věk, pohlaví, stranová dominance, aktuální zdravotní stav atd.), a na získání údajů ohledně jejich sportovní kariéry (délka sportovní kariéry, počet tréninků za týden, kompenzační sporty...). Probandi uvedou, se svým souhlasem, do dotazníku pouze iniciály, které budou sloužit především jako orientační údaj pro řešitele v rámci dalšího setkání, které bude již osobní a bude při něm provedeno antropometrické a goniometrické měření. Iniciály umožní přiřadit naměřené údaje k získaným anamnestickým datům a získat tak ucelený přehled o jednotlivých hráčích. Iniciály se nikde dále v práci nevyskytnou a bude zachována anonymita hráčů.

Probandi budou rozděleni do dvou skupin, po stejném počtu hráčů (tj. 20 v každé skupině) dle typu sportu – tj. na baseballové nadhazovače a softballové nadhazovače. U všech probandů proběhne totožné měření a postup získání dat. U probandů bude v rámci **antropometrického měření** provedeno zjištění: tělesné váhy (pomocí digitální váhy), tělesné výšky, délky horní končetiny a jejich jednotlivých segmentů (pomocí krejčovského metru), měření rozpětí paží a šířky ramen, goniometrické měření pomocí goniometru – měření rozsahů aktivních a pasivních pohybů na obou horních končetinách, ve všech rovinách.

Charakteristika účastníků výzkumu: Předpokládaný počet účastníků je dohromady 40, kteří budou mít platnou zdravotní prohlídku. Účastníci budou rozděleni do dvou skupin dle sportu, tj. každá skupina bude obsahovat 20 probandů. Kritéria pro výběr do výzkumu: věk 20-30 let (hráčská kategorie U21 – muži), pouze muži, aktivní hráči baseballu/softballu na pozici „nadhazovač“, v posledních 5 letech bez operace v oblasti ramenního pletence, bez aktuálního poranění v oblasti ramenního pletence či jiného zranění, které by znemožňovalo získání objektivních výsledků v rámci výzkumu. Kritériem pro vyřazení z výzkumu je nesplnění vstupních kritérií výzkumu, která jsou zmíněna již výše v tomto odstavci. Hlavní řešitelka s vedoucí práce budou probandy vybírat do výzkumu. Probandi budou řešitelkou práce vybíráni konkrétně a následně individuálně osloveni k účasti na výzkumu skrze sociální síť (Facebook, Instagram) či v rámci osobního setkání. Probandi budou vybíráni z řad baseballových a softballových klubů působících na území České republiky. Názvy klubů v diplomové práci nebudou dále uváděny, jelikož to pro význam diplomové práce není nijak relevantní.

Zajištění bezpečnosti: V rámci výzkumu budou na probandech vykonávány pouze neinvazivní metody sběru dat, konkrétně antropometrické a goniometrické měření, během kterého se obvykle riziko úrazu či možné nebezpečí nevyskytuje. Využitím pomůcek k měření, v rámci získání dat, bude goniometr, krejčovský metr a digitální váha. Rovněž vzhledem k dobrému fyzickému stavu, mladému věku probandů a typu výzkumu, nelze očekávat vznik úrazů či pádů. V případě nutnosti poskytnutí první pomoci z jakéhokoliv důvodu se řešitel, jakožto absolvent nelékařského zdravotnického oboru, zavazuje k poskytnutí potřebné první pomoci. Dále se také zavazuje k zajištění bezpečnosti prostoru a připravení optimálních podmínek pro průběh výzkumu. Z hygienického hlediska bude v místnosti připravena dezinfekce pro ošetření vyšetřovacího lehátka a pomůcek mezi jednotlivým měřením probandů. Probandi stvrzením svojí účasti berou na vědomí, že se k výzkumu dostaví bez jakýchkoliv příznaků infekčního onemocnění.

Etické aspekty výzkumu: Všichni probandi se výzkumu zúčastňují dobrovolně, po svém dobrovolném uvážení. Všichni probandi jsou plnoletí a svéprávní. Součástí účasti na výzkumu je rovněž informovaný souhlas, jehož kopii obdrží každý proband ve fyzické (vytisknuté) podobě. V případě dotazu ze stran probandů ohledně výzkumu či informovaného souhlasu, je možné se obrátit na řešitele, který jej zodpoví. Měření bude probíhat v uzavřené místnosti, s dostatkem soukromí. V místnosti se bude vždy nacházet pouze řešitel a jeden proband.

Potenciální střet zájmů: Řešitel výzkumu si není vědom žádného potencionálního střetu zájmu v rámci výzkumu, který by jakkoli mohl narušit nebo ovlivnit objektivní průběh výzkumu či jeho výsledky. Výzkum probíhá čistě za účelem vypracování diplomové práce. Výzkum není prováděn pro žádnou instituci či organizaci. Nejsem v pracovním (ani rodinném) vztahu k žádnému účastníkovi výzkumu. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ovlivnit objektivitu výzkumu. Nemám soukromý zájem na výsledku výzkumu a ani výzkum nevede k osobnímu prospěchu. Vedoucí práce bude dohlížet nad korektností a nestranností posuzování výsledků výzkumu mou osobou. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ohrozit integritu a důvěryhodnost výzkumu.

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracována v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: telefonní číslo/e-mail za účelem domluvy termínu na účasti výzkumu, iniciály, věk, pohlaví, váha, výška, stranová dominance hráčů, antropometrické a goniometrické hodnoty pro horní končetinu, detaily ohledně struktury tréninků jednotlivých hráčů (počet tréninků za týden, metody regenerace, atd.), užívání doplňků stravy/léků, předchozí úrazy/onemocnění/prodělávané operace a další data získaná výše uvedenými metodami. Všechny získané údaje budou uloženy na heslem zabezpečeném osobním počítači řešitele; přístup k údajům bude mít tedy pouze řešitel. V diplomové práci nikdy nebudou zmíněni konkrétní hráči ani jejich iniciály nebo jiné údaje, které by mohly narušit identitu probandů. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě mojí diplomové práce, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Požičování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani videozáznamy.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Text informovaného souhlasu (IS): příložen

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně. Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 10. 3. 2023

Podpis předkladatele: 

Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: Předsedkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

Členové: prof. MUDr. Jan Heller, CSc.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 063/2023

dne: 10. 3. 2023

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a neshledala rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise UK FTVS.

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6
rážítko UK FTVS


podpis předsedkyně EK UK FTVS

Příloha č. 2 – Vzor informovaného souhlasu

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

INFORMOVANÝ SOUHLAS k žádosti 63/2023

Vážený pane,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci diplomové s názvem „Srovnání rozsahů rotací ramenního kloubu v souvislosti s antropometrickými mírami u nadhazovačů baseballu a softballu“ prováděné na UK FTVS – Kineziologická laboratoř.

Období realizace: březen 2023–leden 2024

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

Cílem diplomové práce je porovnat rozdílnosti rozsahů rotací v ramenním kloubu u baseballových nadhazovačů a softballových nadhazovačů z důvodu rozdílné biomechaniky nadhozů, v souvislosti s antropometrickými údaji hráčů a zjistit, zda rozdílné antropometrické míry mají vliv na rozsah pohybu v ramenním kloubu.

Všechny metody výzkumu jsou neinvazivní.

Nejdříve vyplníte anamnestický dotazník, jeho vyplnění Vám zabere zhruba 5-10 minut. V případě, že jste anamnestický dotazník již vyplnil online a poslal jej zpět, proběhne krátká konzultace ohledně ověření (případně doplnění) Vámi vyplněných dat.

Jestliže splníte všechna kritéria vyplývající z anamnestického dotazníku, proběhne samotné měření. Budete vyzváni k odhalení vrchní části těla. Nejdříve proběhne měření tělesné váhy pomocí digitální váhy, změření tělesné výšky a následně samotné antropometrické a goniometrické měření pro obě horní končetiny, které Vám bude podrobně vysvětleno a popsáno osobně před měřením. Měření bude probíhat především vsedě/vleže na vyšetřovacím lehátku nebo na židli. Vyžaduje se Vaše aktivní spolupráce pouze při zaujmutí požadované polohy pro možnost objektivního změření.

Předpokládaná délka vyšetření je 30 minut, včetně vyplnění dotazníku.

Vaše bezpečnost bude zajištěna přítomností řešitele Bc. Kateřiny Jelínkové. Budou Vám zajištěny adekvátní podmínky prostředí a dostatek soukromí během měření. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standartním způsobem.

Projektu se můžete zúčastnit, nemáte-li zdravotní oslabení, které by mohly ohrozit bezpečnost provedení. Kontraindikacemi jsou akutní zranění v oblasti ramenního pletence, čerstvé stavy po operacích/frakturách v oblasti ramenního pletence a akutní (zejména) infekční onemocnění.

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Přínosem výzkumu pro Vás bude zjištění Vašich naměřených hodnot, především rozsahu rotací v ramenním kloubu, které můžete nadále zohledňovat například v rámci Vaší sportovní přípravy. Tyto hodnoty obdržíte hned po měření.

Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocena.

S výsledky výzkumu se můžete seznámit prostřednictvím diplomové práce, publikovaných článků nebo e-mailem na adrese: katerina.jelinkova@seznam.cz.

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracována v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: telefonní číslo/e-mail za účelem domluvy termínu na účasti výzkumu, iniciály, věk, pohlaví, váha, výška, stranová dominance hráčů, antropometrické a goniometrické hodnoty pro horní končetinu, detaily ohledně struktury tréninků jednotlivých hráčů (počet tréninků za týden, metody regenerace atd.), užívání doplňků stravy/léků, předchozí úrazy/onemocnění/prodělané operace a další data získaná výše uvedenými metodami. Všechny získané údaje budou uloženy na heslem zabezpečeném osobním počítači řešitele; přístup k údajům bude mít tedy pouze řešitel. V diplomové práci nikde nebudou zmíněni konkrétní hráči ani jejich iniciály nebo jiné údaje, které by mohly narušit identitu probandů. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v podobě mojí diplomové práce, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Pořizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani videozáznamy.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Bc. Kateřina Jelínková

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Bc. Kateřina Jelínková
Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že mám platnou zdravotní prohlídku.** Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis:

Příloha č. 3 – Anamnestický dotazník

Autor práce: Bc. Kateřina Jelínková, Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy

Obor: Aplikovaná fyzioterapie

Anamnestický dotazník k diplomové práci

Děkuji za projevený zájem zúčastnit se testování.

- 1) Věk:**
- 2) Výška:**
- 3) Váha:**
- 4) Hrajete:**
 - a. Baseball
 - b. Softball
- 5) Stranová dominance v běžných aktivitách (psaní, krájení, držení lžice...):**
 - a. pravák
 - b. levák
- 6) Podstoupili jste v posledních 5 letech operaci na horní končetině (klíční kost, rameno, loket, ruka)**
 - a. ano (uveďte prosím jakou):
 - b. ne
- 7) Nadhazujete svojí dominantní rukou (tj. jako pravák házíte pravou a naopak)?**
 - a. Ano
 - b. ne
- 8) Jak dlouho hrajete baseball/softball?**
 - a. 5 let a více
 - b. 8 let a více
 - c. 10 let a více
 - d. 15 let a více
- 9) Uveďte, prosím, počet tréninků a jejich délku za týden :**
 - a. Počet tréninků/týden:
 - b. Délka tréninků/týden:
- 10) Uveďte, prosím, maximální hrozenou rychlost při nadhozu:**

11) Máte zavedenou cvičební jednotku určenou pro rozcvičení ramenního kloubu před házením/tréninkem?

- a. ano
 - s odporovou gumou
 - s vlastní vahou (metoda strečinku)
 - s různě těžkým balonem
 - jiné (doplňte prosím):
- b. ne

12) Používáte běžně nějaké pomůcky pro uvolnění oblasti ramenního kloubu?

- a. ano
 - masážní válec (foam roller)
 - masážní míčky
 - masážní pistole
 - Flossband
 - Jiné (prosím uveďte):
- b. ne

13) Máte kromě baseballových/softballových tréninků i jinou pravidelnou sportovní aktivitu (běh, plavání, kolo...)?

- a. ano (uveďte prosím jakou a jak často):
- b. ne

14) Užíváte pravidelně nějaké sportovní doplňky (BCAA, kreatin, protein, kloubní výživu, kolagen...)?

- a. BCAA
- b. Kreatin
- c. Protein
- d. Kloubní výživa
- e. Kolagen
- f. Jiné:

Příloha č. 4 – Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obrázek 1: Svaly rotátorové manžety

Obrázek 2: Výpočet točivého momentu v glenohumerálním kloubu

Obrázek 3: Fáze baseballového nadhozu

Obrázek 4: Fáze softballového nadhozu

Obrázek 5: Porovnání běžného ROM do rotací (vlevo) se změněným ROM overhead sportovce (vpravo)

Obrázek 6: Provedení cviku „sleeper stretch“.

Tab. 1: Vstupní informace o probandech

Tab. 2: ROM do rotací na dominantní HK u obou skupin a statistická významnost rozdílu

Tab. 3: Porovnání ROM do rotací u dominantní a nedominantní HK mezi oběma skupinami probandů

Tab. 4: P hodnoty pro porovnání dominantní a nedominantní HK u jednotlivých zkoumaných skupin

Tab. 5: Antropometrické údaje probandů vč. statistického porovnání

Tab. 6: Vztah mezi antropometrickými proměnnými a výskytem GIRD

Graf 1: Porovnání průměrné hodnoty ROM do zevní rotace dominantní HK u obou skupin; BB = baseballoví hráči, SB = softballoví hráči

Graf 2: Porovnání průměrné hodnoty ROM do vnitřní rotace dominantní HK u obou skupin; BB = baseballoví hráči, SB = softballoví hráči

Graf 3: Prevalence (udáváno v %) GIRD u zkoumaných skupin

Příloha č. 5 – The Advanced Thrower’s Ten Exercise Program

The Advanced Thrower’s Ten Exercise Program

INTRO

The Advanced Thrower’s Ten Program is designed to be used in the later stages of rehabilitation, after the Thrower’s Ten Program. The Program’s goal is to be an organized and concise exercise program. In addition, all exercises included are specific to the thrower and are designed to improve strength, power, and endurance of the shoulder musculature. Perform these exercises in 3 sets of 10 repetitions. These exercises are adapted from the American Sports Medicine Institute in Birmingham, AL.

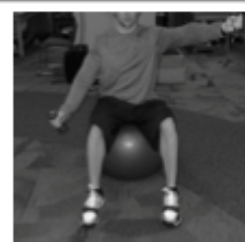
ONE

A. External Rotation at 0° Abduction: Sit on a stability ball with involved elbow fixed at side, elbow at 90°, and involved arm across front of body. Grip tubing handle while the other end of tubing is fixed. Pull out arm, keeping elbow at side. Return tubing slowly.
B. Internal Rotation at 0° Abduction: Sit on a stability ball with elbow at side fixed at 90° and shoulder rotated out. Grip tubing handle while other end of tubing is fixed. Pull arm across body keeping elbow at side. Return tubing slowly and controlled.



TWO

Scaption with sustained hold: Sit upright on a stability ball with shoulder blades retracted and depressed. In the first set, raise both arms in line with the shoulder blade to 90°. In the second set keep the right arm at 90° while the left arm raises and lowers for 10 repetitions. Repeat this process but switch arms. Then alternate arms.



THREE

Shoulder Abduction to 90° with sustained hold: Repeat #2 only with the arms raised straight out to the side, instead of slightly in front of the body.



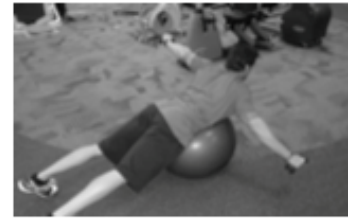
FOUR

Sidelying External Rotation: Support the body in a “side plank” position, with involved arm at side of body and elbow bent to 90°. Keeping the elbow of involved arm fixed to side, raise arm. Hold seconds and lower slowly. Make sure that your back stays straight through the entire set.



FIVE

"T" raises - In this exercises focus upon pulling the shoulder blades together. Lie on your stomach on a stability ball. Raise your arms to your side in a "T" position until it is parallel to the floor. Repeat this process for each side individually, as in two above.



SIX

"Y" raises – Repeat five above, except raise the arms into a "Y" position.



SEVEN

External Rotation Row – Repeat five above with the arms in a "W" position so that the shoulder is rotated in maximal external rotation.



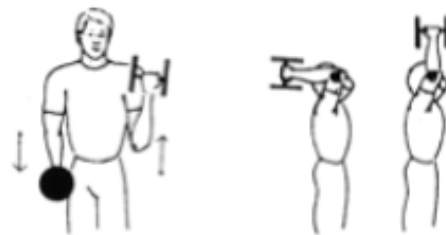
EIGHT

Lower Trapezius Exercises -These exercises include shoulder extension in 20° of abduction with the arms externally rotated, shoulder extension at 45° of abduction with the arms externally rotated (see picture), wall circle slides, low rowing in standing position, and table press-downs with scapular depression.



NINE

A. **Elbow Flexion:** Sitting on a stability ball with arm against side and palm facing inward, bend elbow upward turning palm up as you progress. Hold and lower slowly.
B. **Elbow Extension (Abduction):** Raise involved arm overhead. Provide support at elbow from uninvolved hand. Straighten arm overhead. Hold 2 seconds and lower slowly.



TEN

Repeat exercise #10 from the Thrower's ten, including wrist extension, wrist flexion, supination, and pronation.

