UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

Diplomová práce

Vliv kompenzačního cvičení na míru protrakce ramenních kloubů u sportovních lezců

Vedoucí práce:
Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů CSc.

Autor práce:
Bc. Karolína Chládková

Praha, 2016

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Vliv kompenzačního cvičení na míru protrakce ramenních kloubů u sportovních lezců zpracovala samostatně pod vedením Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc., a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu.

V Praze, dne ..... Podpis.....

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala především své vedoucí diplomové práce Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů CSc. za její cenné připomínky k práci, vynikající zpětnou vazbu a čas, který mi věnovala. Se statistikou mi velmi pomohli PhDr. Martin Musálek, Ph.D. a Ing. Martin Leskovjan, jimž také velmi děkuji.

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:	Fakulta / katedra:	Datum vypůjčení:	Podpis:

ABSTRAKT

Název práce

Vliv kompenzačního cvičení na míru protrakce ramenních kloubů u sportovních lezců

Cíle

Cílem této diplomové práce je zjistit, zda se u lezců pravidelně provádějících kompenzační cvičení vyskytuje menší protrakce ramenních kloubů než u lezců necvičících.

Metody

Jedná se o pilotní studii, které se zúčastnilo 48 probandů a jejíž výsledky byly hodnoceny kvantitativně. Probandi byli sportovní lezci obou pohlaví ve věku 18-35 let s požadovanou lezeckou úrovní minimálně VII UIAA, u nichž se nevyskytují bolesti ani poruchy ramenních kloubů. Data byla získána měřením distancí dvou anatomických bodů posuvným měřítkem; kraniálního výběžku sterna a přední části acromionu, a to v přirozeném stoji a aktivně vzpřímeném stoji. Měření bylo pouze jednorázové s cílem odebrat data, která byla následně statisticky zpracována.

Výsledky

Výsledky potvrdily významnou (α=0,05) závislost míry protrakce ramenních kloubů na provádění kompenzačního cvičení. Výsledky neprokázaly stejnou míru protrakce na obou ramenních kloubech.

Klíčová slova

protrakce, kompenzační cvičení, sportovní lezci, posuvné měřítko, ramenní klouby

ABSTRACT

Title

Impact of compensation exercises on forward shoulder posture in sport climbers

Aims

The aim is to decide whether in climbers regulary performing compensation excercises occurs lower rate of forward shoulder posture than in non-excercising climbers.

Methods

The diploma thesis is a pilot study of quantitative nature with participation of 48 probands. The probands were sports climbers, men and women aged 18-35 with no shoulder pain or disorder. The minimal requiered climbing level was determined to VII UIAA. The data were gained by caliper measure of two anatomical points; cranial part of sternum and anterior part of acromion, both in natural posture and upright posture. All measurements were one-off with the aim to gather the data that were consequently processed and statistically analyzed.

Results

The results confirmed that compensation exercises have significant (α=0,05) impact on forward shoulder posture. The results did not confirm the same values of protraction on both shoulders.

Key words

forward shoulder posture, exercise, sports climbers, caliper, physiotherapy, shoulder

SEZNAM ZKRATEK

BMI – body mass index

CNS – centrální nervová soustava

C7 – sedmý krční obratel

DP – diplomová práce

EMG – elektromyografie

H1 – hypotéza č. 1

H2 – hypotéza č. 2

HK – horní končetina

ICC – interlass correlation coeficient

LHK – levá horní končetina

PHK – pravá horní končetina

SIAS – spina iliaca anterior superior

SIPS – spina iliaca posterior superior

UIAA - Union Internationale des Associations d'Alpinisme (Mezinárodní horolezecká asociace)

Obsah

1 ÚVOD 10
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA 11
2.1 Úvod do sportovního lezení 11
2.1.1 Stručná historie horolezectví a sportovního lezení 11
2.1.2 Lezecké disciplíny 12
2.1.3 Biomechanika a kineziologie lezeckého pohybu 14
2.1.4 Vliv sportovního lezení na pohybový aparát 17
2.2 Ramenní kloub 20
2.2.1 Stavba a funkce ramenního kloubu 20
2.2.2 Protrakce ramenních kloubů 32
2.2.3 Způsoby zhodnocení protrakce ramenních kloubů 35
2.2.4 Klasifikace míry protrakce ramenních kloubů 37
2.2.5 Kompenzační cvičení v oblasti ramenních kloubů 39
2.3 Shrnutí aktuálních poznatků 44
3 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, HYPOTÉZY 45
3.1 Cíle práce 45
3.2 Úkoly práce 45
3.3 Výzkumné otázky 45
3.4 Hypotézy 46
4 METODIKA 47
4.1 Charakter výzkumu 47
4.2 Výzkumný soubor 47
4.2.1 Skupina č. 1: lezci pravidelně provádějící kompenzační cvičení 47
4.2.2 Skupina č. 2: lezci neprovádějící kompenzační cvičení 48
4.3 Časový harmonogram 49
4.4 Metody sběru dat 49
4.4.1 Dotazník 49
4.4.2 Test-retest studie 50
4.4.3 Posuvné měřítko 52
4.5 Analýza dat 53
5 VÝSLEDKY 54
5.1 Výsledky test-retest studie 54

5.2 Výsledky - Hypotéza 1 55
5.3 Výsledky – Hypotéza 2 58
6 DISKUSE 60
6.1 Diskuse ke zvolenému tématu a měřícím prostředkům 60
6.2 Diskuse k hypotézám 61
6.3 Diskuse k výzkumným otázkám 66
7 ZÁVĚR 68
8 SEZNAM LITERATURY 69
9 PŘÍLOHY 77

1 ÚVOD

Sportovní lezení je relativně mladé sportovní odvětví, které však v poslední době zažívá stále větší expanzi a oblibu veřejnosti. Tento sport se velice rychle rozvíjí a dostává se do povědomí široké veřejnosti. Množství lezeckých stěn neustále roste a zvyšuje tak dostupnost i v menších městech.

Lezení je pro člověka přirozené, jelikož vychází z kvadrupedálního lokomočního vzoru a je jak fylogeneticky, tak ontogeneticky fixováno. Při správném provedení posiluje svaly optimálně, vyrovnaně a především symetricky. Také přispívá ke zlepšení stability těla a udržení rozsahu pohybu v kloubech, a to zvláště v kloubu ramenním a kyčelním. Je to sport, který nerozvíjí pouze tělesnou schránku, ale také rozum a vůli. To je výhodné zvláště u mladých lidí, kterým pravidelná lezecká aktivita vhodně formuje charakter.

Velké množství lezců z řad veřejnosti si však není vědomo skutečnosti, že k pravidelné lezecké aktivitě je zapotřebí provádět stejně tak pravidelné kompenzační cvičení. Strečink a kompenzace sportovního pohybu je důležitá složka každého sportu. Jelikož ve sportovním lezení dochází často k přetěžování pohybového aparátu s nároky na vyvinutí maximální síly především horních končetin, může vést i k negativním dopadům na pohybový aparát. Elitní sportovní lezci mají kompenzační cvičení zpravidla zahrnuto ve svém tréninkovém plánu, ostatní výkonnostní lezci ho bohužel často opomíjejí.

U mnoha lezců se z tohoto důvodu vyvinulo tzv. vadné držení těla s nevratnými změnami pohybového aparátu. Jedna z těchto nejvýznamnějších změn je koncentrována do oblasti ramenních kloubů, kdy dochází k jejich neadekvátnímu postavení a snížení kontaktu jamky s hlavicí. Bolesti ramenních kloubů jsou druhým nejčastějším místem bolesti u sportovních lezců a často se rozvíjejí ve vážnější stavy, jako např. impingement syndrom, syndrom rotátorové manžety aj. Proto se domníváme, že v praxi má toto cvičení podstatný význam.

V této diplomové práci jsem se rozhodla zabývat se právě oblastí ramenních kloubů, a to konkrétně jejich protrakcí, ve vztahu ke kompenzačnímu cvičení. Cílem mé práce je stanovit, zda pravidelně prováděné kompenzační cvičení má vliv na postavení ramenních kloubů. Očekávám tedy přínos pro lezeckou komunitu v tom smyslu, že zhodnotím efekt kompenzačních cvičení prováděných v oblasti ramenních kloubů.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

2.1 Úvod do sportovního lezení

Sportovní lezení je extrémní sport založený na zdolávání umělých stěn s různě rozmístěnými chyty pomocí svých končetin. Podle nedávných záznamů tento sport provozuje 25 miliónů lidí, z toho 2 milióny Evropanů. Lidé z nejrůznějších společenských skupin vyhledávání lezení jako fitness či jako trénink. Množství lezeckých stěn se od roku 2007 více než zdvojnásobilo a proniká i do škol (Kyungsik, 2015; Winter, 2004).

Horolezení a lezení není stejný pojem. Zatímco horolezec se pohybuje v horách a zdolává překážky přírodního rázu, lezec se pohybuje na skalách či umělých stěnách. Historie obou je však spolu nerozlučně spjata. V následujících kapitolách bude nastíněna problematika sportovního lezení z pohledu jeho vymezení jako sportu a dále z pohledu fyziologického.

2.1.1 Stručná historie horolezectví a sportovního lezení

Hory člověka vždy fascinovaly, dávají mu příležitost k úspěchu a dobrodružství. Na mnoha místech jsou hory stále považovány za posvátné. Hory byly zdolávány odpradávna, historikové však mohou pracovat pouze s novodobými zachovanými záznamy. Proto se považuje za zrod horolezectví až výstup na Mount Blanc z roku 1786, který provedli horolezci z Chamonix M. Paccard a J.Balmat. V roce 1857 byl založen první horolezecký klub, který se jmenoval Alpine Club a následující léta po jeho vzniku jsou označovány za Zlatý věk alpinismu. V této době bylo zdoláno přes 200 významných vrcholů v Evropě, a to zejména britskými horolezci. Sport jako takový vznikl až tehdy, když se horolezectví stalo oblíbenou kratochvílí britské šlechty v druhé pol. 19. stol. Nyní již nešlo jen o dobytí vrcholu, ale vybíraly se stále těžší cesty pro zdolání; šlo již o lezení samotné. V průběhu let čelily Alpy stále většímu náporu horolezců a díky své oblibě se horolezectví začalo šířit do celého světa. Lezlo se v Británii, Americe, Austrálii, jižní Africe, na Novém Zélandu a v Jižní Americe. Za zmínku však stojí přitažlivost Everestu, o jehož vrchol se horolezci pokoušeli již na počátku 20. století. Teprve v roce 1953 stanul na jejím vrcholu Edmund Hillary a Šerpa Tenzing a od té chvíle proudila do Himalájí jedna expedice za druhou. Se zlepšením jistící techniky a

lezeckého vybavení se horolezci pouštěli do stále náročnějších cest. To vedlo ke vzniku technického lezení v 60. letech 20. století, kdy bylo v postupu na vrchol používáno nejrůznějších technických pomůcek. Záhy se však zjistilo, že tímto způsobem se dá zdolat téměř libovolná cesta. Mnoho amerických a někteří evropští lezci začali prosazovat návrat k tzv. volnému lezení, kdy jsou k postupu povoleny pouze přírodní chyty a stupy (Winter, 2004; Creasey, 2000; Hatting, 1999)

Sportovní lezení bylo dlouho považováno pouze jako výcvik a příprava na vysoké hory. Postupem času se sportovní lezení od klasického horolezectví zcela vyčlenilo a dnes je již sportovní lezení samostatným a velmi rozšířeným sportem. Vznik lezení jako sportu je datováno přibližně na konec 19. století, a to dle různých názorů ve třech různých oblastech. V labských pískovcích Saského Švýcarska to byli O. Schuster a F. Meuer. Ve stejné době se ideou sportovního lezení pokusil zdolat žlab F.Mumery v masivu Mount Blanc. V roce 1888 byl britský fyzik Owen Glynne Jones prvním sportovním lezcem této oblasti, když dobýval skalní vrcholy u Lake District. Současné sportovní lezení je provozováno na skalách nebo na umělých stěnách. Má také významný závodní charakter, a to ve 3 disciplínách: lezení na obtížnost, lezení na rychlost a bouldering (Creasey, 2000; Hatting, 1999; Jones, 1900).

2.1.2 Lezecké disciplíny

Podobně jako každý jiný sport, i lezení má stanovená pravidla k hodnocení výkonů. Základním nástrojem pro hodnocení jsou klasifikační stupnice, kterých je celá řada, jelikož vznikaly odděleně v mnoha oblastech. Pro zjednodušení vytvořila mezinárodní horolezecká organizace UIAA standardizovanou stupnici. Ta se sice nevyužívá vždy a všude, ale existují srovnávací tabulky, ve kterých lze snadno převádět lezeckou obtížnost do různých stupnic. Stupnice UIAA se používá zejména ve východní Evropě včetně Německa a je značena římskými číslicemi. Ve Francii a jižní Evropě je velmi populární francouzská stupnice značená arabskými číslicemi. Do stupně 5 bez písmene, stupeň 6 má již rozlišení na 6a, 6b, 6c a pro zvýšení přesnosti ještě znaménko plus a mínus (Vomáčko, Boštíková, 2008; Kublák, 2008).

Lezecké disciplíny můžeme dle různých hledisek rozčlenit na mnoho kategorií. Nehledě na lezeckou disciplínu rozlišujeme dva základní lezecké styly. Jsou to volné a technické lezení. Při volném lezení se lano, skoby a úvazky používají jen za účelem jištění. Jediné dovolené technické pomůcky jsou lezecké boty a magnézium. Cílem volného lezení je zdolání výstupu až na jeho konec bez odpočívání na laně nebo pádu. Naproti tomu při technickém

lezení se k výstupu používá umělých prostředků, lezec se chytá rukama za postupové jištění apod. (Frank, Kublák a kol., 2007; Winter, 2004).

Vomáčko a Boštíková (2008) vymezují lezení dle přístupu lezců na tradiční a sportovní.

1. Tradiční lezení

Tradiční lezení vyžaduje nejen fyzickou zdatnost lezce, ale také dobrou techniku zakládání jistících bodů, schopnost orientace v cestě a znalost přírodních podmínek.

2. Sportovní lezení

Podstata sportovního lezení spočívá v předem připraveném výstupu, přičemž výstupová cesta má pevné jistící body, které jsou do skály umístěné předem a natrvalo. Sportovní lezení dává největší důraz na fyzické schopnosti lezce. Ti se soustředí především na vlastní sportovní výkon. Sportovní lezení je nejrozšířenější forma lezení, v jejímž provozování je kladen důraz na pohyb vzhůru pouze po kamenných strukturách, skalních stěnách nebo po chytech a stupech lezecké stěny (Vomáčko, Boštíková, 2008; Hatting, 1999; Winter, 2004).

Sportovní lezení má své závodní disciplíny, které se odehrávají na umělých stěnách. Mezi závodní disciplíny řadí Vomáčko a Boštíková (2008) následující tři:

1. Lezení na obtížnost

Cílem závodníka je vylézt na neznámé umělé stěně co nejvýše. Stěnu vidí poprvé až těsně před zahájením lezeckého pokusu. Závod probíhá ve třech kolech – kvalifikace, semifinále a finále.

2. Lezení na rychlost

Cílem závodníka je vylézt standardizovanou cestu v co nejkratším čase.

3. Bouldering

Bouldering je nejmladší závodní disciplína, kde cílem závodníka je zdolat určitý počet lezeckých problémů na co nejmenší počet pokusů.

Sportovní lezení má své vlastní disciplíny vzhledem k charakteru skal, k ročnímu období či k technickým pomůckám:

1. Skalní lezení

Skalní lezení je jednou z nejdominantnějších forem lezení, kde určujícím faktorem je místo, kde se lezení odehrává; skály. Zde lze využít tradiční i sportovní lezení, záleží na dané lokalitě či na přístupu lezců. V rámci České republiky a Saska se skalní lezení tradičně dělí na pískovcové a nepískovcové lezení (např. vápencové nebo žulové). Důvodem tohoto rozdělení je značná specifičnost pískovcového lezení oproti jiným materiálům – menší množství jistících bodů, větší psychická náročnost. Poddisciplínou skalního lezení je tzv. bigwall neboli

zlézání několika set metrových strmých stěn, příkladem je El Capitan v Yosemitském údolí (Frank, Kublák a kol., 2007; Vomáčko, Boštíková, 2008; Hatting, 1999).

2. Lezení na umělých stěnách

Jelikož venkovní lezení je pro sportovní lezce mnohdy limitováno ročním období nebo nepříznivým počasím, byly zřízeny umělé stěny. Dříve sloužily umělé stěny především jako příprava na přelézání cest na skalách. V současnosti funguje lezení na umělých stěnách jako samostatná disciplína, která je gymnasticky pojatá a má i významné závodní pojetí (Frank, Kublák; 2007; Vomáčko, Boštíková, 2008).

3. Bouldering

Bouldering je lezení na balvany nebo menší skály bez použití lana a jistících pomůcek, v případě neudržení se na skále odskakuje lezec na zem. Leze se buď na vrchol anebo se traverzuje, čili leze se do strany. Je to velice gymnasticky pojatá lezecká disciplína, neboť je zbavena psychické náročnosti a lezec se může soustředit na co nejnáročnější lezecký pohyb. V boulderingu bývají přesně vytyčené linie výstupových cest. Provozuje se i na umělých stěnách (Frank, Kublák; 2007).

4. Ledové lezení

Ledové lezení vzniklo díky velehorským expedicím, kde byl sníh a led nevyhnutelným prvkem který bylo nutno zdolat při postupu. Mnozí v tom našli zalíbení a později vyhledávali ledové oblasti i mimo velehory. Dnes se tato disciplína provozuje v zimě jak na přírodních zamrzlých vodopádech či úbočích hor, tak na uměle zaledněných stěnách. Oproti skalnímu lezení se ledové lezení liší zejména technickou výbavou – k lezení jsou zapotřebí mačky a cepíny. Ledové lezení se ujalo i jako závodní disciplína (Frank, Kublák; 2007).

2.1.3 Biomechanika a kineziologie lezeckého pohybu

Lezení patří mezi necyklické aktivity na rozdíl např. od cyklistiky nebo běhání. Pro lezení neexistují oficiálně stanovená pohybová pravidla, není tedy snadné definovat ideální formu pohybu. Na skále ani na stěně se žádné místo neopakuje dvakrát a lezec volí vždy nový způsob zvládnutí lezeckého problému, díky čemuž se vyvíjí všechny svalové skupiny. Lze pozorovat uzavřenou sérii pohybů, která začíná přípravnou fází, kdy dochází k opuštění pevného bodu končetinou, pokračuje hlavní fází a končí závěrečnou fází – např. novým úchytem. Závěrečná a přípravná fáze na sebe navazují a vzniká tak plynulý, nepřerušovaný pohyb. Některé situace však mohou vyžadovat dynamický způsob překonání lezeckého

problému, při kterém dochází k extrémnímu namáhání pohybového aparátu. V centru každého pohybu stojí kontrola těžiště. Zde se uplatňuje pravidlo 3 chytů. Podle tohoto pravidla lezec může dlouhodobě udržet rovnováhu, pokud se drží chytů třemi končetinami. Tento model se uplatňuje především u začátečníků (Winter, 2004; Hörst, 2012).

Sportovní lezení probíhá neustálým opakováním kinematických řetězců. Kinematický řetězec může být buď otevřený, nebo uzavřený; v otevřeném kinematickém řetězci je horní končetina volná a bez opory. V opačném případě, např. při lezení s oporou o všechny čtyři končetiny nebo visení na chytu mluvíme o kinematickém řetězci uzavřeném. Nejběžnějšími aktivitami prováděnými v otevřených kinematických řetězcích je plavání, zatímco sportovní lezení je jednou z nejběžnějších činností odehrávající se převážně v uzavřeném řetězci (Fusco, 2007).

Sportovní lezení klade zvýšené požadavky na muskuloskeletální systém lezce. Při chůzi je za lokomoci i opěrnou plochu zodpovědná především dolní polovina těla, při lezení je lokomoce tvořena horní i dolní polovinou a opěrnou plochu poskytují všechny 4 končetiny - jde o lokomoci kvadrupedální. Kvadrupedální lokomoce je geneticky získaný bazální program člověka a tvoří jeho první lokomoci v batolecím období. Sportovní lezení je tedy obdobou ontogenetického stádia člověka. Kvadrupedální lokomoce v ontogenetickém stádiu člověka je horizontální, zatímco při sportovním lezení je tato lokomoce vertikální a působením gravitace dochází k odlišnému sledu zapojení svalů (McIntyre, 1983; Kračmar, 2003).

Rovnováha a její kontrola je pro provádění pohybů velmi potřebná. Z hlediska vnitřních sil může lezec zaujmout rovnovážný stav, pokud se těžiště těla promítá do opory nohou. Pokud se vektor těžiště do opěrné plochy těla nepromítá, vyvažuje lezec vlastní svalovou silou. To je zapotřebí např. při přelézání převislých stěn, kdy vektor směřuje mimo opěrnou bázi. Lezec proto musí využít svalové síly trupu a horních končetin k vyrovnání momentu tíhové síly těla (Vomáčko, Boštíková, 2008; Winter, 2004). Marino a Kelly (1988) zkoumali vztah mezi úhlem lezecké stěny a silové nároky kladené na tělo. Jakmile se úhel stěny zvýší z 60° na 120°, procento tělesné váhy promítnuté do horní poloviny těla se zvýší z 20% na 40% a tím se zvýší nároky na svalovou aktivitu v oblasti pletence ramenního. Russell at el. (2012) ve své studii prokázali, že zkušení lezci mají na rozdíl od nezkušených tendenci držet střed těla dále od povrchu stěny a lokty mají extendované, čímž snižují silové nároky na pletenec ramenní. Tento poznatek je v rozporu s dřívějšími výzkumy, kdy např. Kauer et al.

vyhodnocením kinematické analýzy získali tvrzení, že vzdálenost mezi stěnou a lezcem je tím menší, čím lepší je lezec (Kauer, 1999).

Pro udržení rovnováhy lezce je nezbytná nejen bezchybná práce s těžištěm, ale také anticipační posturální nastavení těla. Posturu chápeme jako aktivní držení pohybových segmentů těla proti působení zevních sil, kdy v lezení se uplatňuje zejména síla gravitační. Posturální stabilita neboli kontinuální zaujímání stálé polohy je nezbytné k uvolnění jedné končetiny a dalšímu postupu vzhůru (Testa et al., 2003; Kolář, 2009).

Lezení vyžaduje zakomponování jak jemné, tak hrubé motoriky. Jemná motorika rukou je důležitá ke správnému úchopu a tím k nastavení celkové postury těla. Rozlišujeme dva základní typy úchytů; otevřený a uzavřený. Otevřený úchop je takový, při kterém je ve všech kloubech prstů tupý úhel. Je to nejpoužívanější a nejšetrnější úchop, protože šlacha flexoru digitorum profundus je namáhána rovnoměrně a síly působící na šlachová poutka jsou několikanásobně nižší. Naopak uzavřený úchop je takový, kdy jsou úhly v kloubech ostré, klouby nepřilnou k povrchu skály nebo stěny a šlachová poutka jsou maximálně namáhána. Hrubá motorika je využita u pohybů celého těla, kdy se zapojují velké svalové skupiny a dochází tak k lokomoci (Véle, 2006; Long, 2004; Rotman, 2004).

Lezení můžeme řadit mezi sporty, kde se uplatňují převážně silově vytrvalostní schopnosti a vyznačují se intervalovým charakterem zátěže. Jsou zde kladeny vysoké nároky na lokální svalovou vytrvalost, CNS, flexibilitu a koordinační schopnosti. Z kineziologického hlediska je sportovní lezení unikátní tím, že vyžaduje kontinuální a nepřerušenou izometrickou kontrakci skupiny svalů předloktí, nezbytnou pro pohyb nahoru. Během lezení se zvyšují nároky na spotřebu kyslíku a zvyšuje se srdeční frekvence, což potvrzuje využití aerobní kapacity celého těla. Se zvyšující se náročností lezení převládá anaerobní metabolismus a vzniká laktát (Sheel, 2004; Rotman, 2004).

2.1.4 Vliv sportovního lezení na pohybový aparát

Při lezení se symetricky zapojuje množství svalů celého těla. Z velkých svalových skupin jsou nejvíce namáhány svaly pletence ramenního, prsní a zádové svaly. U závodního lezení je zapojení svalů rozmístěno na celé tělo, dominantní však zůstává zatížení svalů ruky, loketního a ramenního kloubu (Vomáčko, Boštíková, 2008).

Lezci bývají označováni jako sportovci s menším výskytem svalových dysbalancí, což ve svém výzkumu potvrdila např. Riegerová et al. (2003), kde předmětem měření bylo porovnání svalových dysbalancí u sportovních lezců a judistů; výsledkem bylo nalezení minimum svalových dysbalancí u lezců. Wong et al. (2009) zkoumali poměr svalové síly mezi vnitřními a zevními rotátory u zdravých sportovních lezců. Výsledky izokinetické dynamometrie provedené na 31 zkušených sportovních lezcích bez obtíží v ramenních kloubech ukázaly, že hodnoty svalové síly v obou rotacích byly vyšší než u běžné populace.

Tzv. terapeutické lezení se osvědčilo jako součást komplexního rehabilitačního programu u mnoha diagnóz. Lezecká stěna je zde maximálně 2,5 metru vysoká a zvolené chyty jsou dostatečně veliké, aby nedošlo k přetížení drobných kloubů ruky. Speciálně školení fyzioterapeuti dbají o správný pohyb pacienta a lezeckou jednotku přizpůsobují individuálním potřebám pacienta. S přiměřenou zátěží je sportovní lezení velmi výhodná pohybová aktivita nejen na terapeutické úrovni, která nepůsobí jednostranně, zlepšuje stabilizační, kondiční i orientační schopnosti jedince, dále podporuje rozvoj obratnosti, síly, vytrvalosti a z psychických funkcí zlepšuje rozhodování a posiluje sebedůvěru (Francová at al., 2006).

S rostoucí obtížností lezeckých výstupů se zvyšují i nároky na pohybový aparát lezce. Dle mechanismu vzniku se setkáváme s úrazy, tj. s náhlými jednorázovými poraněními, s chronickými degenerativními změnami a s mikrotraumaty (Rotman, 2004).

Akutní poranění vznikají náhle a neočekávaně působením zevní nepřiměřené síly, jejíž energie vede k poškození tělesných struktur v rozsahu odpovídajícím velikosti vnějšího podnětu (Obtulovič, 2007). Doran (1999) jako jeden z mnoha autorů odhalil, že až tři čtvrtiny lezeckých úrazů vznikají mechanismem předchozího přetížení měkkých tkání a následným poškozením svalů, šlach či ligament. Např. švédská studie zkoumala 606 členu lezecké asociace, z nichž 30% trpělo poraněním pohybového aparátu a celých 93% z těchto poranění bylo způsobeno chronickým přetížením měkkých tkání, přičemž 81% se týkalo horních končetin (Backe et al., 2009; Folkl, 2013)

Dle výzkumu K. Woollingse (2013) se predispozice úrazu zvyšuje s množstvím hodin strávených lezením, přičemž rozdíl mezi rekreačními a elitními lezci nebyl signifikantní – incidence zranění u rekreačních lezců vyhodnotil na 4,71 zranění na 1000 lezeckých hodin; u elitních lezců 4,27 (Woollings, 2013). Až 60% akutních úrazů se vyskytuje na horních končetinách, z toho polovinu tvoří úrazy prstů, nejčastěji ruptura a natržení šlachového poutka flexorů prstů a tendovaginitis; 16% postihuje ramenní klouby a 12% loketní klouby, po 5% postihují akutní zranění zápěstí, záda a kolenní klouby. Mezi akutní úrazy dále řadíme stresové zlomeniny, které vznikají jako následek opakovaného tlaku na kost. Ve sportovním lezení se setkáváme s epifyzálními zlomeninami 2. článku prstu, a to častěji u adolescentních lezců. Nejčastějším mechanismem poranění je ztráta jednoho z opěrných bodů (horní či dolní končetina) a tím enormně zvýšené nároky na zbylé opěrné body s možností jejich poškození. Dojde-li např. k podklouznutí nohy v obtížné pozici a lezec se instinktivně snaží na skále se udržet, dojde náhle k nadměrnému zatížení všech struktur horní končetiny Na vzniku akutního poranění se podílí i charakteristika lezeckého tréninku. Podíl času stráveného visem či shybováním jen na několika prstech drasticky zvyšuje riziko úrazu prstů (Hochholzer, 2003; Schoffel, 2015; Hörst, 2003; Schweizer, 1999).

Chronickými změnami ve sportovním lezení může být například vznik nestability kloubu, artróza, záněty měkkých tkání, nervové komprese či natažení šlach. Mechanismem jsou opakované stejné lezecké pohyby v rámci intenzivního tréninku bez regenerace. Tyto opakované pohyby postupně přetěžují tělesné struktury, až dojde k vyčerpání kompenzačních mechanismů tkání. V tu chvíli dojde k přirozené obraně organismu formou zánětů (Rotman, 2004; Obtulovič, 2007;).

Poranění prstů

Sportovní lezení se neobejde bez obrovské mechanické zátěže prstů, proto je zjevné, že právě zde bude docházet k nejvíce zraněním. Jednoznačně nejčastějším zraněním prstů je poranění flexorového šlachového poutka, a to buď jeho natržení, nebo ruptura. Dle závažnosti stavu se objevuje bolest, otok a porucha jemné motoriky. Tendovaginitis se může objevit v povrchovém nebo hlubokém flexoru předloktí jako důsledek opakované zátěže prstů. Poraněno často bývá ligamentum collaterale, vaz zpevňující kloub z laterální strany, a to nejčastěji v proximálním interphalangeálním kloubu (Hörst, 2003).

Poranění ramenních kloubů

Ačkoliv nejčastějším negativním dopadem lezení na pohybový aparát zůstává natržení šlachového poutka, dle nedávných výzkumů z roku 2014 se zvyšuje množství poranění ramenních kloubů (Schoffel, 2015). Ramenní klouby jsou při lezení nuceny zvládat velké množství zátěže, následkem čehož se mohou objevit rozmanitá poranění. Jedním z nejčastějších stavů vzniklé jako důsledek lezení je nestabilní rameno. Příčinou mohou být hodiny a hodiny strávené lezením převislých cest bez adekvátního odpočinku a bez posilování antagonistických svalových skupin. Zvyšující se svalová nerovnováha přispívá k nestabilitě ramenního kloubu, která může vést k dislokaci a často až k chirurgickému řešení (Hörst, 2003). Dalším častým poraněním ramenních kloubů může být impingement syndrom. Subacromiální impingement neboli uskřiknutí šlachy m. supraspinatus může být způsoben strukturálními i funkčními faktory. Funkční zúžení subacromiálního prostoru vzniká na podkladě svalové nerovnováhy a někdy oslabení m. infraspinatus. Oslabením tohoto svalu se sníží kompresní síly rotátorové manžety na hlavici humeru a vzniká nestabilita, která se může vyvinout právě v impingement syndrom (Page, 2011). Chronické bolesti ramenních kloubů pramení z opakované aktivity prováděné v elevaci horních končetin, které je těžké korigovat obzvlášť jedná-li se o sportovní aktivitu. Protrakce ramenních kloubů, předsun hlavy a porucha humeroskapulárního rytmu jsou vnitřní faktory, které k bolestem ramenních kloubů přispívají (Thigpen et al., 2010).

Kineziologickým rozborem pohybového aparátu vrcholových sportovních lezců se zabýval Bruthans (2004). Dle jeho výsledků výkonnostní lezení způsobuje určitou svalovou nerovnováhu, kterou je třeba korigovat. Stereotyp flexe krční páteře prováděli testovaní probandi předsunem hlavy, stereotyp nebyl fyziologický ani u jednoho probanda. U všech bylo zjištěno zkrácení krátkých extensorů krční páteře. Testování stereotypu flexe trupu vedlo k obdobným výsledkům, pohyb byl opět iniciován předsunem hlavy. Při testování stereotypu abdukce v pletenci ramenním bylo výchozí postavení ramenních kloubů v mírné elevaci. U všech lezců bylo nalezeno předsunuté držení hlavy a u většiny bederní hyperlordóza. Vyšetření svalového zkrácení horní části m. pectoralis major ukázalo u všech probandů zkrácení pouze vlevo (Bruthans, 2004).

Lezení po umělých stěnách může mít významné terapeutické účinky v rámci komplexního rehabilitačního programu. Sportovní lezení, při kterém dochází k větší frekvenci i obtížnosti provádění lezeckého pohybu, s sebou přináší mnohá rizika přetížení či poranění

namáhaných struktur. Studií zabývajících se incidenci lezeckých zranění již bylo provedeno mnoho, stále však chybí studie monitorující adekvátní prevenci. Do tréninkového plánu sportovních lezců by měly být zařazeny prvky kompenzačního cvičení a regeneračních prostředků pro kompenzaci funkčních poruch pohybového aparátu.

2.2 Ramenní kloub

Cílem této kapitoly je shrnout poznatky týkající se ramenního kloubu z pohledu jeho stavby, funkce a zapojení do stereotypů celého těla. Ramenní kloub je kloub kořenový a má významnou funkci ve sportovním lezení, kde zčásti přebírá lokomoční funkci. Účastní se kvadrupedálního zkříženého lokomočního vzoru a tím jsou zvýšeny nároky na jeho stabilitu a svalové zatížení. Ústředním tématem této práce je obrátit pozornost ke sportovním lezcům, u nichž již negativní dopady převážily nad těmi pozitivními. To je dáno přílišnou, mnohdy i závodní aktivitou v tomto sportu. Přetížením se ramenní klouby dostaly do náhradního anteriorního postavení, které je pro mnohé lezce typické.

Cílem této diplomové práce je zdokumentovat vliv specifického cvičení na postavení ramenních kloubů. K tomu je nezbytné krátce uvést fylogenezi ramenního kloubu a následně popsat kloub ramenní v rovině fyziologické, k čemuž jsou učeny první tři podkapitoly. V následujících podkapitolách bude představeno patologické protrakční postavení ramenního kloubu.

2.2.1 Stavba a funkce ramenního kloubu

2.2.1.1.Fylogeneze ramenního pletence

V průběhu fylogeneze člověka prošel ramenní kloub bouřlivým vývojem, při kterém se změnil z původního nosného kloubu kvadrupedální lokomoce na kloub poskytující zázemí pro jemnou motoriku. Po přechodu na bipedální způsob lokomoce již kloub nebyl zatížen váhou těla, kongruence styčných ploch kostí byla zmenšena, nahrazena měkkými tkáněmi a tím se znásobil stupeň mobility. Ukazuje se, že neuromotorická kontrola ramenního kloubu je úzce spojena s řízením funkce ruky. Opěrná a lokomoční funkce se změnila v mnohem

složitější, diferencovanější a fragilnější funkci manipulační. Tato funkce je velmi mladá a tedy i snadno zranitelná (Mayer, Smékal, 2005; Rockwood, 2009).

Vývojovým předchůdcem horní končetiny byly párové prsní ploutve primitivních čelistnatců. Motorickou funkcí těchto ploutví byla stabilizace a balance, nikoli lokomoční pohyb. Během přechodu na souš před 400 miliony let byly horní končetiny pouze malého rozměru vzhledem k robustnímu trupu. Ve snaze udržet hlavu nad vodní hladinou postupně docházelo k oddělení lopatkového pásma od lebky a vytvoření scapulocoracoidu, vývojového předchůdce lopatky. Ramenní pletenec prvních obojživelníků byl poměrně flexibilní a k axiálnímu systému bylo připojeno unikátním volným spojením tvořeným pouze svalovým závěsem. Po přechodu na souš postupně docházelo k dalším revolučním změnám, nejvýznamnější byl vznik kráčivých končetin. S narůstajícími lokomočními nároky se lopatkový pletenec přesunul kaudoventrálně, což omezilo pohyb lopatek fixací obou korakoidů prostřednictvím sterna. Tento model pletence ramenního je přizpůsoben gravitaci a zajišťuje stabilitu, ale minimální dynamiku. Mobilita předních končetin a pohyb vpřed byl umožněn pouze cirkumdukcí končetiny a odkloněním trupu na stranu opory. S rostoucí evolucí savců se lopatka vrátila zpět na dorsální stranu páteře. Byly kladeny větší nároky na mobilitu kloubu vzhledem k jejich arboreálnímu způsobu života, tedy pohybu ve větvích stromů. Došlo k vývoji volných sférických kloubů na lopatkovém pletenci, které byly maximálně volné a umožňovaly tak nebývalý rozsah pohybu. Funkční stabilita stále více závisela nejen na kloubním spojení, ale také na svalově-vazivových strukturách. Způsobem života primátů se diferencovaly pohyby aker horních končetin a tvořily se nové dovednosti, např. uchycení nebo přitažení se. S postupnou vertikalizací hominidů se měnila konfigurace hrudníku, vytvořila se napřímená páteř a paralelně se změnami osového orgánu se vyvíjel i pletenec ramenní. Úpony svalů na periferii se posunují distálně, což je nejmarkantnější na m. deltoideus, kde tímto způsobem vzniká páka a zvětšuje se tak rozsah pohybu i koordinace. Mezi evolučně nejmladší proměny, kterými se ramenní kloub dostal do dnešní podoby, patří prodloužení klavikuly, zvýraznění processus coracoideus a acromionu, zmenšení torze humeru, úbytek svalové hmoty m. supraspinatus a naopak plošné zvětšení m. deltoideus a jeho větší účast na pohybech v ramenním kloubu. Došlo k oddělení masy m. latissimus dorsi a vytvoření svalů m. teres major, minor a subscapularis. Fossa infraspinata byla užší u hominidů a m. infraspinatus byl dodatečně rekruitován k obejmutí hlavice humeru, stal se významným stabilizátorem ramenního kloubu a jako součást rotátorové manžety zajišťuje integritu kloubu. Fossa glenoidale byla orientovaná více kraniálně, což bylo pro primáty

výhodou; snižovalo se tím napětí kloubního obalu při aktivitách jako lezení či šplhání. Během vývoje homo sapiens se fossa glenoidale posunula kaudálně. Diferencovaly se svaly lopatky m. trapezius, m. levator scapulae, m. serratus anterior a mm. rhomboidei, které dříve pocházely z jednoho svalu. Společně s torzí humeru se přesunula dlouhá šlacha m. biceps brachii, která při vnitřní rotaci a addukci paže tvoří jasný locus minoris resistentiae. Zvláště k těmto nejmladším vývojovým rysům bychom měli věnovat pozornost při terapiích ramenního kloubu (Krobot, 2004; Rockwood, 2009; Green, 2012).

2.2.1.2. Ontogeneze ramenního pletence

I v posturální ontogenezi prochází ramenní kloub morfologickým a funkčním vývojem a kvalita tohoto vývoje se zásadně podílí na všech následných pohybových projevech člověka.

U novorozence se ramenní kloub nachází většinou v addukci a protrakci, s nemožností stabilizace lopatky. Ve 4. - 6. týdnu života se začíná zapojovat posturální aktivita svalů fázických, tj. hluboké flexory krku, dolní fixátory lopatek, abduktory a zevní rotátory ramenního kloubu. Tyto svaly jsou vývojově mladší než svaly tonické, jsou tedy náchylnější k dysfunkci. Současně v tomto období vzniká koaktivita mezi agonistickými a antagonistickými svalovými skupinami. Postupně se zapojují vnitřní rotátory a adduktory, jejichž aktivitu vyvažují jejich antagonisti, svaly s abdukční a zevně rotační aktivitou. Na konci prvního trimenonu se lopatky posunují kaudálně zapojením dolních fixátorů lopatek a vzniká opora, nejprve o předloktí. Během třetího měsíce se vzájemná koaktivita všech svalů dostane do rovnovážného stavu a dochází k funkční centraci kloubů, což tvoří základ pro další posturální vývoj (Kolář, 2001).

V druhém trimenonu již vzniká dostatečná kontrola těžiště a dítě tak může vychýlit jednu horní končetinu pro předmět a manipulaci s ním. Opora tak spočívá jen na lokti druhé končetiny a díky tomu zesílí všechny stabilizační mechanismy v ramenním kloubu. V dalším fázi vývoje dochází ke kvadrupedální lokomoci vrcholí vývoj opěrné funkce horní končetiny (Vojta, Peters, 1995).

Svaly, které inklinují k oslabení, tzv. svaly fázické, jsou ve své posturální funkci ontogeneticky mladší než svaly tonické, náchylné ke kontrakturám. Fázické svaly se začínají posturálně aktivovat od druhé poloviny prvního trimenonu dítěte. Zráním CNS jsou postupně

zapojovány do držení těla. K úplnému dokončení posturálního vývoje fázických svalů dochází ve čtyřech letech, tj. v době, kdy uzrává část CNS zajišťující hrubou motoriku. Výsledkem tohoto vývoje jsou koaktivační vzorce svalů s antagonistickou funkcí zajišťující stabilitu (Kolář, 2001).

2.2.1.3. Klouby ramenního pletence

Horní končetiny jsou uchopovacím a manipulačním orgánem člověka a slouží k sebeobsluze, práci i ke komunikaci. Obě horní končetiny tvoří párový uchopovací orgán, takže pracují jako uzavřený funkční řetězec. Proximální část horní končetiny je tvořena kloubem ramenním, který poskytuje spojení s osovým orgánem a patří do sféry hrubé motoriky (Véle, 2006).

Ramenní kloub sestává ze 3 synoviálních skloubení a jednoho fyziologického; glenohumerální, acromioklavikulární a sternoklavikulární jsou pravé klouby, zatímco skapulothorakální skloubení je spíše fyziologické. Tyto klouby pracují synergisticky a umožňují tím pohyb ramenního kloubu v mnoha rovinách. (Andrews, 2012; Kolt, 2007).

Glenohumerální skloubení

Je to kloub jednoduchý, kulovitý a vzhledem k nepoměru mezi velikostí hlavice a jamky, kde jamka odpovídá 1/3 až ¼ plochy hlavice, je to kloub volný. Glenohumerální kloub je nejpohyblivějším a zároveň nejméně stabilním kloubem lidského těla. Je také nejčastěji dislokovaným kloubem. Hlavici ramenního kloubu tvoří caput humeri, jamku cavitas glenoidalis. V jakékoli poloze ramenního kloubu se v jamce nachází jen 25-50% hlavice humeru. Plocha jamky svírá se sagitální rovinou úhle 30°. Jamku a kongruenci styčných ploch ještě zvětšuje chrupavčitý kloubní lem labrum glenoidale. Mohutnost labra je největší na periferii (3,8 mm) a nejmenší ve středu jamky (1,8mm). Naopak kloubní chrupavka je nejsilnější ve středu (2mm) a na okrajích je slabší (0,6mm). Odstraněním labra dochází ke snížení odolnosti glenohumerálního kloubu až o 20%, a to zejména v translačních momentech. Stabilita glenohumerálního kloubu je zajištěna kapsuloligamentózními strukturami. Kloubní pouzdro začíná po obvodu jamky a upíná se na vnitřní straně humeru. Dostatečná volnost pouzdra je zásadní pro umožnění pohyblivosti. Zesílení pouzdra vytvářejí jednak vazy, jednak šlachy kolem jdoucích svalů. Anteriorně zesiluje pouzdro superiorní, střední a inferiorní glenohumerální vaz, jež jsou zásadní pro zajištění anteriorní stability. Posteriorně je kloubní pouzdro nejsilnější a nejsou zde potřeba zpevňující vazy. Šlachy patří

svalům m. supraspinatus, infraspinatus, teres minor a subscapularis a společně se nazývají rotátorová manžeta. Zesilují zejména anteriorní, posteriorní a superiorní stranu pouzdra a brání uskřiknutí pouzdra během pohybů. Svaly rotátorové manžety pracují v agonistickém i antagonistickém vztahu a během každého pohybu posilují kloubní pouzdro, do něhož se částečně upínají. Také pomáhají udržet kontakt hlavice humeru s cavitas glenoidalis. Glenohumerální kloub umožňuje pohyb ve třech stupních volnosti a tedy v šesti směrech pohybu. Osa kloubní jamky směřuje v neutrální pozici ventrolaterálně a kaudálně; osa procházející středem hlavice svírá s diafýzou úhel 135° ve frontální rovině. V transverzální rovině jsou krček a hlavice humeru rotovány 45° od osy diafýzy. Zátěžové testy ramenního kloubu prokázaly, že nejméně stabilní polohu tvoří abdukce do 90° spolu se zevní rotací paže a anteriorním posunem hlavice (Čihák, 2001; Kapandji, 1982; Fusco, 2007; Andrews, 2012).

Acromioklavikulární skloubení

Acromioklavikulární kloub je klouch plochý a jeho mezi jeho styčnými plochami se nachází meniskus. Mezi dvě hlavní funkce patří zachování kontaktu mezi klavikulou a lopatkou na začátku elevace paže a umožnění rotace lopatky v horních úsecích elevace. Integrita pouzdra je zajištěna vazy, konfigurace styčných ploch sama o sobě integritu nezajišťuje. Ligamentum conoideum a ligamentum trapezoideum jsou zodpovědné na zpevnění kloubního pouzdra při longitunální rotaci klavikuly, která je nezbytná pro plnou elevaci horní končetiny. Dále je kloubní pouzdro zpevněno acromioklavikulárním vazem, do nějž se upínají vlákna z m. deltoideus a m. trapezius pars superior. Tyto vlákna jsou zásadní pro udržení kontaktu styčných ploch kloubu. Sočasně zpevňují superiorní část pozdra. Ligamenta coracoacromiale a coracoklavikulare se přímo do kloubního pouzdra neupínají, pomáhají však udržet jeho stabilitu a tvoří hlavní závěsné vazy lopatky (Kapandji, 1982, Andrews, 2012).

Sternoklavikulární skloubení

Funkčně je sternoklavikulární skloubení jediná kostěná struktura připojující pletenec ramenní k hrudníku. Je tvořen modifikovaným sedlovým kloubem a obsahuje disk z vazivové chrupavky. Díky vmezeřenému disku jsou v kloubu možné pohyby ve třech osách jako u kloubu kulovitého, ale v malém rozsahu; tyto pohyby jsou protrakce a retrakce, elevace a deprese a rotace kolem podélné osy klavikuly. Disk navíc disk absorbuje centrálně směrované nárazy. Hlavním stabilizátorem je ligamentum kostoklavikulare, které tvoří protipohyb k m. sternocleidomastoideus, který táhne klavikulu nahoru. Při elevaci horní končetiny brání

protrakci a elevaci klavikuly. Ligamentum sternoklavikulare stabilizuje vlastní kloub a drží hlavici v jamce proti anteriorní a posteriorní dislokaci, interklavikulární ligamentum zpevňuje horní část pouzdra (Kapandji, 1982, Andrews, 2012).

Skapulothorakální skloubení

Skapulothorakální skloubení není pravým anatomickým kloubem. Je to volný fyziologický kloub bez žádného vazivového zpevnění. Spojení je realizováno pomocí vmezeřeného řídkého vaziva, které vyplňuje štěrbiny mezi svaly na přední straně lopatky a hrudní stěnou. Klouzavý pohyb, který toto vazivo umožňuje, je předpokladem pro posun lopatky. Lopatka leží na posterolaterální straně hrudníku v neutrální pozici od druhého k pátému žebru. Nenachází se ve frontální ale je umístěná mediolaterálně a posteroanteriorně a tvoří s frontální rovinou úhel až 30°. Od hrudníku je oddělena svaly m. serratus anterior a m. subscapularis, které po sobě při pohybu kloužou. Hlavní funkcí pohybu lopatky je nastavení optimálního kontaktu glenoidální jamky a manévrující paže. Svaly v okolí skapulothorakálního skloubení mají signifikantní roli pro fixaci lopatky na místě a tím i správnému držení těla. Těmito svaly jsou m. trapezius, rhombické svaly, m. levator scapulae, serratus anterior a pectoralis minor (Kapandji, 1982, Andrews, 2012, Kolář, 2009).

V místech tlaku a tření se při kloubním pouzdru a mezi ním a okolními útvary vytvářejí bursy, z nichž nejvýznamnější je bursa subacromialis, která se nachází kraniálně mezi acromiem a kloubem, a bursa subdeltoidea mezi laterální stranou kloubu a m. deltoideus (Čihák, 2001).

2.2.1.4. Kinematika ramenního kloubu

Střední polohu zaujímá kloub ramenní v částečné abdukci a mírné ventrální flexi. Pohyby jsou možné ve třech rovinách okolo tří os, popisujeme tedy šest stupňů volnosti. V rovině sagitální do flexe a extenze, v rovině frontální do abdukce a addukce a v ose humeru vnitřní a zevní rotace. Při 90°abdukci je navíc možná horizontální addukce a horizontální abdukce. Pohyby v ramenním kloubu jsou prováděny za účasti více než 30 svalů a dosahují značného rozsahu. Primárně se pohyb odehrává v glenohumerálním skloubení, plný rozsah pohybů je však možný pouze za současného pohybu ve všech kloubech ramenního pletence. Na počátku motorické ontogeneze se nevyužívají všechny stupně volnosti, protože při pokusech o vzpřímení kojenec používá kloub jen k opírání rukama o podložku, další stupně

volnosti se vyvíjí až v průběhu posturální ontogeneze (Rockwood, 2009; Kapandji, 1982; Véle, 2006).

Ventrální flexe

Flexe paže probíhá ve třech fázích. V první fázi z 0° do 60° pracuje přední část deltoidea, m. coracobrachialis a klavikulární část m. pectoralis major. Tato fáze je ukončena z hlediska dvou faktorů; omezení pohybu coracohumerálním ligamentem a a zbrzděním pohybu svaly m. teres minor, m. teres major a m. infraspinatus. Druhá fáze, která probíhá od 60° do 120° je iniciována rotací lopatky o 60° tak, aby se změnilo postavení glenoidální jamky anterosuperiorně a zároveň dochází k rotaci sternoklavikulárního a acromioklavikulárního skloubení o 30° zevně podél své osy. Zapojení svalů se v této fázi mění na m. trapezius a m. serratus anterior. Ve třetí fázi, od 120° do 180° se přidává pohyb páteře ve smyslu zvýšení bederní lordózy a zapojují se trupové svaly (Véle, 2006; Kapandji, 1982)

Dorsální flexe

Dorsální flexe neboli extenze je pohyb opačný a začíná při vzpažení horní končetiny. Pokračování extenze za frontální rovinu se nazývá hyperextenzí. Extenzi v glenohumerálním skloubení vykonává m. teres major, m. teres minor, zadní část m. deltoideus a m. latissimus dorsi. Ve skapulothorakálním skloubení neboli pro rotaci lopatky zpět k páteři se uplatňují svaly rhombické, střední část m. trapezius a m. latissimus dorsi (Véle, 2006; Kapandji, 1982).

Abdukce

Abdukce paže probíhá ve třech fázích. První fáze 0° až 90° je též nazývána jako „čistá abdukce“, protože ještě nedochází k souhybu lopatky. Účastní se zde především m. supraspinatus a m. deltoideus. Na počátku se do 45° uplatňuje spíše m. supraspinatus než deltoideus, individuálně se toto pořadí může lišit. Hlavní rolí m. supraspinatus je přitlačit hlavici humeru do jamky, což je zásadní hlavně při začátku pohybu. M. supraspinatus pak tento kontakt udržuje až do horizontálního postavení paže. Od 45° do 90° převládá již činnost m. deltoideus. První fáze končí v 90°, kdy dalšímu pohybu brání ligamentum coracoacromiale. Další pohyb, od 90° do 150° může pokračovat pouze za účasti clého pletence; lopatka rotuje 60° a nastavuje tak glenoidální jamku superiorně, rotace sternoklavikulárního a acromioklavikulárního kloubu 30° zevně a celý humerus rotuje zevně. V tomto momentě se uplatňují rotátory m. infraspinatus, m. subscapularis a m. teres minor,

které sice nekonají pohyb, ale působí proti dislokaci ramenního kloubu která je dána právě zevní rotací humeru. Tato „nucená“ rotace humeru je nezbytná pro plnou abdukci. Svaly účastnící se druhé fáze jsou m. trapezius a m. serratus anterior. Ve třetí fázi 150° - 180° se připojují trupové svaly se svými dlouhými smyčkami, což vede ke zvýšení bederní lordózy a k úklonu (Rockwood, 2009; Véle, 2006; Kapandji, 1982).

Addukce

Addukcí paže se rozumí zpětný pohyb z abdukce. Je prováděna svaly m. pectoralis major, m. latissimus dorsi, m. teres major a mm. rhomboidei. Zásadní je synergistická spolupráce rhombických svalů a m. teres major; rhombické svaly addukují lopatku a tím umožní addukovat glenohumerální kloub pomocí m. teres major (Kapandji, 1982).

Horizontální addukce

Horizontální addukce a abdukce jsou další pohyby ramenního kloubu, které probíhají v transverzální rovině. Výchozím nastavením je 90° abdukce v ramenním kloubu. Horizontální addukce probíhá v rozsahu 140° za účasti m. deltoideus pars anterior a lateralis, m. subscapularis, m. pectoralis major a minor a m. serratus anterior (Kapandji, 1982).

Horizontální abdukce

Výchozím nastavením je opět 90° abdukce v ramenním kloubu. Rozsah pohybu je možný do 30° - 40° a participují zde m. deltoideus pars lateralis a posterior, m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor a major, mm. rhomboidei, m. trapezius a m. latissimus dorsi (Kapandji, 1982).

Rotace

Vnitřní rotaci působí m. latissimus dorsi, m. teres major, m. suprascapularis a m. pectoralis major. Při zevní rotaci jsou aktivními svaly m. infraspinatus a m. teres minor. Zevní rotátory jsou v porovnání s vnitřními slabé a méně početné, nicméně nepostradatelné pro správnou funkce ramenního kloubu. Na rotačních pohybech se podílí i lopatka; při vnitřní rotaci se aktivuje m. serratus anterior a pectoralis minor a rotují lopatku spodním úhlem zevně. Naopak při zevní rotaci stáčejí mm. rhomboidei a m. trapezius lopatku k páteři. Rozsah rotace lopatky (Véle, 2006; Kapandji, 1982).

Humeroskapulární rytmus

Humeroskapulárním rytmem je nazýván konstantní poměr pohybu v glenohumerálním a skapulothorakálním skloubení. Pažní kost a lopatka se při abdukci pohybují v poměru 2:1. To znamená, že na 90° abdukce paže připadá 60° v kloubu glenohumerálním a 30° v kloubu skapulothorakálním. Tento poměr je dán celkovým poměrem, v průběhu pohybu jsou však poměry těchto dvou skloubení různé. Zatímco do prvních 30° abdukce dominuje pohyb v kloubu glenohumerálním, mezi 80° - 140° převládá pohyb v kloubu skapulothorakálním. V konečné fázi pohybu převládá opět kloub glenohumerální. Při abdukci paže do horizontály je každých 10° abdukce humeru spojeno se 4° elevace v kloubu sternoklavikulárním, při pohybu nad horizontálu se již tento kloub vzhledem k napětí ligamenta costoklavikulare pohybuje minimálně (Kapandji, 1982, Andrews, 2012, Kolář, 2009).

2.2.1.5. Svaly se vztahem k ramennímu kloubu

Svaly rotátorové manžety

Jak již bylo řečeno, rotátorovou manžetu tvoří šlachy svalů m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor a m. subscapularis. Šlachy se kolektivně napojují na kloubní poudro, zpevňují ho a významně přispívají k dynamické stabilitě glenohumerálního skloubení. Svaly rotátorové manžety se mohou souhrnně považovat za svaly ladící jemné pohyby ramenního kloubu. Svaly rotátorové manžety provádějí kompresi hlavice humeru do glenoidální jamky a předcházejí tendenci k vertikálnímu podklesnutí kloubu až subluxaci kloubu, která je dána gravitací. M. supraspinatus je nejkraniálněji uložený sval rotátorové manžety. Nachází se pod subacromiální bursou a prochází pod ligamentem coracoacromiale. Hlavní funkcí m. supraspinatus je abdukce v ramenním kloubu a stabilizace hlavice humeru její kompresí do glenoidální jamky, což působí jako prevence proti inferiorní dislokaci ramenního kloubu. M. supraspinatus dále pomáhá při horizontální abdukci paže a spolu s m. infraspinatus je zodpovědný za 90% síly při pohybu do zevní rotace. M. infraspinatus je primárně zevním rotátorem, a to v libovolném výchozím nastavení ramenního kloubu. Dále napomáhá abdukci a horizontální abdukci ramenního kloubu. M. teres minor je dalším svalem účastnícím se zevní rotace ramenního kloubu a m. subscapularis je vnitřní rotátor a adduktor (Andrews, 2012; Travel and Simons, 1999; Kapandji, 1982).

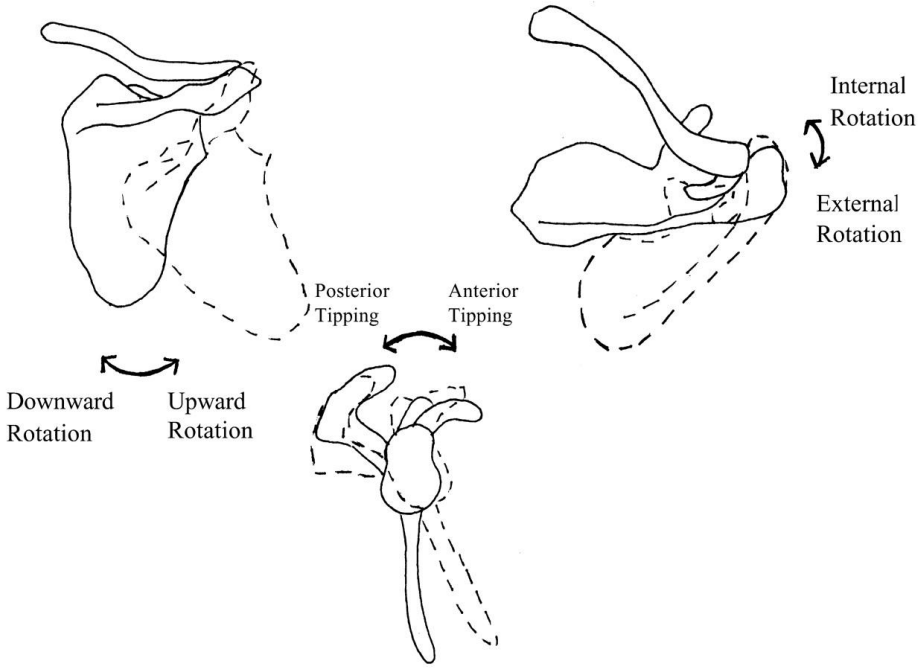
Primárně motorické svaly

Zatímco svaly rotátorové manžety ladí jemné pohyby ramenního kloubu, Andrews (2012) řadí m. deltoideus, m. latissimus dorsi, m. teres major a m. pectoralis major mezi svaly primárně motorické neboli hybné. M. deltoideus je plochý a relativně velký sval spojující klíční kost s lopatkou a s humerem. Má tři funkčně odlišné části. Přední část provádí ventrální flexi paže a působí při horizontální addukci, anteverzi a vnitřní rotaci paže. Střední část provádí abdukci paže, kdy navazuje na m. supraspinatus. Zadní část provádí horizontální extenzi, podporuje extenzi a zevní rotaci paže (Véle, 2006). Kapandji (1982) rozděluje m. deltoideus na 7 funkčních komponent, které se při pohybech v ramenním kloubu aktivují v různém sledu a množství. Tonus tohoto svalu přispívá k udržení hlavice glenoidálního kloubu v jamce a tím přispívá ke stabilizaci ramenního kloubu. M. latissimus dorsi provádí extenzi a addukci v ramenním kloubu a napomáhá vnitřní rotaci a horizontální abdukci. Při fixované paži zdvihá žebra a stává se tak pomocným svalem vdechovým. M. teres major je funkčním agonistou m. latissimus dorsi a připojuje se k dolní části jeho šlachy; provádí addukci a vnitřní rotaci humeru a napomáhá při extenzi a horizontální abdukci. M. pectoralis major má tři části; klavikulární, sternokostální a abdominální. Klavikulární část působí ventrální flexi a horizontální addukci a účastní se addukce a vnitřní rotace paže. Sternální a abdominální část provádějí addukci a horizontální addukci a pomáhají při vnitřní rotaci. Další fázické svaly uplatňující se při pohybech ramenního kloubu jsou m. coracobrachialis, uplatňující se jako flexor a pomocný adduktor ramenního kloubu; dlouhá hlava m. triceps brachii, která se účastní extenze a addukce humeru a m. biceps brachii, jehož krátká hlava participuje při addukci a ventrální flexi a dlouhá hlava napomáhá abdukci. Dlouhá hlava bicepsu významně přispívá ke stabilitě glenohumerálního skloubení, Kapandji (1982) ji dokonce řadí mezi svaly rotátorové manžety (Véle, 2006; Čihák, 2001).

Svaly ovlivňující pohyby lopatky

Pohyb lopatky rozšiřuje pohybové možnosti paže. Funkčně sem řadíme svaly m. trapezius, mm. rhomboidei, m. levator scapulae, m. serratus anterior, m. pectoralis minor a m. subclavius. M. trapezius propojuje hlavu s osovým orgánem a skládá se ze třech částí. Horní část elevuje ramenní pletenec, vyvažuje zatížení ramenního pletence břemenem a rotuje lopatku laterálně; střední část addukuje lopatku mediálním úhlem k páteři a posouvá ramenní kloub dozadu; dolní část provádí depresi lopatky a ramenního kloubu a rotuje lopatku mediálně. Jako celek přitlačuje m. trapezius obě lopatky k hrudníku a předchází tím

podklesnutí paže při nesení těžkého břemene. Rhombické svaly jsou dva šikmé svaly, které běží od lopatky mediosuperiorně k páteři a tímto směrem při kontrakci přitahují dolní úhel lopatky. Jejich úlohou je také fixace dolního úhlu lopatky k žebrům. M. levator scapulae spojuje lopatku s krční páteří. Při kontrakci zvedá horní úhel lopatky a tím ji rotuje mediálně. Zpevňuje ramenní pletenec a je velmi aktivní při zatížení ramenního pletence břemenem. M. serratus anterior spojuje lopatku s žebry, kdy fixuje a stáčí lopatku dolním úhlem laterálně. Funkčně ho můžeme rozdělit na tři části. Horní část elevuje horní úhel lopatky, střední část působí proti transversální části m. trapezius a působí tak abdukci lopatky laterálně. Spodní část umožňuje vzpažení horní končetiny nad horizontálu. M. pectorlis minor nastavuje cavitas glenoidalis inferiorně a provádí tak depresi ramenního kloubu. Rotuje lopatku dolním úhlem laterálně a anteriorně, což způsobuje odlepení laterální strany lopatky od hrudní stěny. M. subclavius spojuje klavikulu s prvním žebrem a při kontrakci provádí depresi ramenního pletence a lopatky. Uvedené svaly tvoří partnerské dvojice, jejichž vzájemný rozdíl v aktivaci nastavuje pozici lopatky a tím i glenohumerálního kloubu; svaly rhombické působí proti m. serratus anterior z hlediska rotace lopatky, m. levator scapulae působí proti dolní části m. trapezius z hlediska elevace a deprese lopatky, m. pectoralis minor a horní část m. trapezius jsou antagonisty v anteriorním a posteriorním postavení lopatky a m. serratus anterior (horní a střední část) působí proti střední části m. trapezius z hlediska abdukci a addukci lopatky. Spolu s ostatními svaly fixují tyto partnerské dvojice neboli svaové smyčky lopatku a tvoří tím základ pro správný pohyb paže (Véle, 2006; Kapandji, 1982).



Obr. 1: Pohyby lopatky (Kapandji, 1982)

Kromě partnerských vztahů fixujících lopatku se při pohybech ramenního kloubu uplatňují svalové řetězce. Véle (2006) svalové řetězce popisuje jako vzájemnou interakci fyzikálního i funkčního vztahu několika svalů komunikujících mezi sebou fasciálními, šlachovými i kostními strukturami. Touto interakcí je vytvořen řetězec, který je řízen z centrální nervové soustavy (CNS). Svalové řetězce se mohou aktivovat současně, čímž se zvýší flexibilita a adaptabilita pohybové soustavy jako celku. Zřetězené svaly se však nemusí aktivovat současně, CNS prostřednictvím tzv. timingu řídí postupné zapojování a koordinaci svalů. Tím se dosahuje přesnosti pohybu a úspory energie (Véle, 2006).

Svalový řetězec spojující ramenní pletenec s trupem začíná na předním hrudníku ve snopcích m. pectoralis major, které jsou zkřížené v připažení a a nezkřížené při vzpažení. Protažení svalu při vzpažení posiluje ve visu zvednutí trupu. Řetězec se přes humerus vrací svalem m. latissimus dorsi na hrudník. Řetězec zpavňující pletenec ramenní jde přední částí svalu m. deltoideus z hrudníku na klavikulu, laterální částí na humerus a zadní částí až na lopatku, ze které se vrací pomocí svalů lopatkových smyček zpět na hrudník. Tento řetězec je aktivní především při upažení, předpažení, zapažení a vzpažení (Véle, 206).

Myers (2009) popisuje povrchový a hluboký řetězec paže a vždy dále rozlišuje přední a zadní stranu těla. Tyto řetězce poskytují ramennímu kloubu kontrolu a stabilizaci, která je zvláště u tohoto nadměrně mobilního kloubu zásadní. Různé kompenzační vzory držení těla při nesprávně činnosti řetězců způsobují mnohé problémy ramenního kloubu a často způsobují jeho protrakci nebo elevaci.

2.2.2 Protrakce ramenních kloubů

V předešlých kapitolách byl popsán ramenní kloub z hlediska svého fylogenetického i ontogenetického vývoje a byla vysvětlena jeho stavba a funkce za fyziologických podmínek. V této kapitole bude nastíněna problematika protrakce ramenního kloubu, čili stavu, kdy již ramenní kloub není v optimálním postavení a tudíž neplní optimálně svoji funkci.

Posturální edukace a zhodnocení postury jsou součástí fyzioterapie ve studiích i v praxi. Důležitost vzpřímené postury byla propagována již na samém začátku 20. století, kdy byla definována jako stav rovnováhy s minimálním svalovým úsilím (Grieger-Morris et al., 1992).

Před definováním protrakce je nejprve třeba objasnit, co je to svalová nerovnováha. Pojem svalová nerovnováha můžeme definovat jako abnormální bilaterální asymetrii svalu nebo jako nepoměr svalové rovnováhy mezi agonistou a antagonistou. Existuje vztah mezi svalovým zraněním a svalovou rovnováhou agonista – antagonista, přičemž některé svaly mají ke svalové nerovnováze větší tendenci než jiné; například zevní rotátory ramenního kloubu mají tendenci při své akci mařit funkci vnitřních rotátorů při různých aktivitách v elevaci ramenních kloubů (Croisier, 2004).

Svaly v oblasti lopatky ovlivňují její postavení a tím i postavení glenoidální jamky. Proto mají zásadní význam pro klidové nastavení segmentů v ramenním kloubu i jeho polohy. Změna ve kterékoli ze svalových smyček v oblasti lopatky může vyvolat decentraci ramenního kloubu, stejně tak jako rotátorová manžeta, která chrání a zpevňuje ramenní kloub (Véle, 2006).

Mnoho autorů (Wadsworth at al., 1997; Pink et al., 1993) se zabývalo vztahem mezi bolestí ramenního kloubu a vzorem svalové nerovnováhy. U sportovců s aktivitou prováděnou se vzpaženými horními končetinami byla souhrnně nalezena zvýšená aktivita horní části trapézového svalu a snížená aktivace m. serratus anterior a spodní části trapézového svalu

(Cools et al., 2004; Cools et al., 2007). Jestliže se z důvodu svalové nerovnováhy spodní porce m. trapezius aktivuje se zpožděním, horní část m. trapezius se stane hyperaktivním a dojde k elevaci lopatky (Cools et al, 2003). Tato svalová nerovnováha vede u sportovců s elevací horních končetin často k impingement syndromu.

Dostupné studie prokazují, že vztah mezi změněnou posturou těla, jako např. předsun hlavy, protrakce ramenních kloubů a zvětšená hrudní kyfóza má přímý vztah k bolestem a poruchám ramenního kloubu. Tento vztah je založen na teorii, že při změněné postuře postupně dochází k adaptivnímu zkrácení svalů a měkkých tkání na jedné straně, zatímco na straně druhé se adaptivně prodlouží. Tyto adaptace změní biomechaniku aktivních i pasivních pohybů v kloubu a vedou k bolestem a poruchám (Borstad, 2006).

Jednou z možností, jak hodnotit kvalitu pohybového aparátu, je jeho stabilita či schopnost tohoto stavu dosáhnout. Stabilita kloubu je chápána jako stav, kdy je nejméně namáháno kloubní pouzdro a periartikulární svaly pracují v co nejlepší spolupráci, tedy ve vzájemné koaktivaci potřebné k udržení optimálního nastavení kloubu, a pohyb v kloubu je prováděn co nejekonomičtěji. Pod funkční centrací rozumíme takové nastavení kloubu, které umožňuje jeho optimální statické zatížení a maximální rozložení tlaku je na kloubních plochách. Na zachování stability pohybového systému se podílí svaly jako celek (Kolář, 2001). Protrakce ramenních kloubů je stav, kdy je tato stabilita kloubu porušena. Je to anteriorní deviace ramenních kloubů s přidruženou protrakční pozicí skapuly způsobenou svalovou nerovnováhou mezi zkráceným m. pectoralis minor a prodlouženým středním m. trapezius (Kendall, 1983).

Postavení ramenního kloubu nejprve hodnotíme aspekcí. Tou je možné zhodnotit vzájemné postavení a reliéf ramenních kloubů, konturu klíčních kostí, výšku a postavení acromioklavikulárního a sternoklavikulárního kloubu, postavení lopatek, trofiku svalů, symetrii všech kostěných struktur a postavení horních končetin vůči trupu. Dynamiku horních končetin a jejich rytmicitu a souhyb zaznamenáme při chůzi (Gross, 2005). Důležitou složkou vyšetření sportovců je zhodnocení celkové postury těla vzhledem k propojenosti dolního tělesného kvadrantu k trupu a hornímu kvadrantu. U afekcí ramenního kloubu by měl první pohled zahrnovat krčně hrudní region, postavení hlavy a postavení celých pletenců ramenních. Nastavení cervikothorakální oblasti ovlivňuje postavení lopatky a tím i mobilitu glenohumerálního kloubu. U pacientů, u nichž dominuje předsun hlavy většinou nalézáme kulatá ramena, hyperkyfózu hrudní páteře, zvýšenou protrakci lopatek a humerus, který sedí

anteriorně ve fossa glenoidale. U těchto pacientů je často přítomno zvýšené napětí suboccipitálních svalů a oslabení mezilopatkových svalů. Všechny tyto příznaky mohou vést ke změněné pozici a biomechanice subacromiálního regionu (Janda, 1978; Kolt, 2007).

Pro klinické zhodnocení postury se běžně využívá olovnice spuštěná středem těla z anteriorního, posteriorního a laterálního pohledu. Tímto způsobem Kendall a McCreary (1983) popisují standardní posturu. Z laterálního pohledu olovnice prochází zevním zvukovodem, těly krčních obratlů, středem ramenního kloubu, velkým trochanterem, mediálně od středu kolenního kloubu a spadá před laterální melleolus. Protrakce ramenních kloubů je jedna z mnoha deviací od standardní postury. Kendall a McCreary (1983) popisují protrakci jako elevaci a abdukci lopatky, anteriorní pozici glenohumerálního kloubu a konkávní vzhled hrudníku. Mnohdy je přítomné křídlovité postavení lopatky a vnitřní rotace humeru. Etiologie protrakce ramenních kloubů je dána řadou faktorů. Kendall a McCreary (1983) naznačují, že změny tělesných segmentů jsou ovlivněny svalovým zkrácením a oslabením. Popisují protrakci ramenních kloubů jako výsledek přetížených, zkrácených a tuhých svalů ramenního pletence jako např. mm. pectorales a horní trapezius, spolu se svaly oslabenými a prodlouženými jako např. střední a spodní m. trapezius. Přetížené svaly mají tendenci tahnout kostěné a kloubní struktury od svého začátku ke svému úponu. Antagonistické svaly, které jsou oslabené, jim v tom nedokáží zabránit a výsledkem této svalové nerovnováhy je deviace tělesných segmentů. Raine a Twomey (1994) popisují koexistenci protrakce a případně elevace ramenních kloubů spolu s předsunem hlavy, hyperextensí horních segmentů krční páteře, oploštění spodní krční páteře, kyfóza horní části hrudní páteře.

Protrakce ramenních kloubů je rizikový faktor pro bolesti hlavy, ramenních kloubů a krční páteře. Přímým důsledkem může být porucha humeroskapulárního rytmu, impingement syndrom, degenerace acromioklavikulárního skloubení, tendinitida dlouhé šlachy bicepsu a četné trigger pointy (Peterson, 1997). Raine a Twomey (1994) ještě přidávají snížení rozsahu pohybu krční páteře a svalovou ztuhlost a bolestivost v oblasti ramenních kloubů. Vliv pohlaví na protrakci ramenních kloubů byl diskutován, nepřinesl však významnější výsledky. Dle Brauna (1991) mají ženy větší tendenci k protrakci ramenních kloubů než muži.

V roce 2010 porovnával Thigpen et al. EMG aktivitu svalů během flexe v ramenním kloubu u jedinců se standardní posturou v porovnání s jedinci s protrakcí ramenních kloubů a předsunem hlavy. Výsledkem byla signifikantně nižší aktivita m. serratus anterior,

významnější vnitřní rotace, elevace a anteriorní sklon skapuly u jedinců se změněnou posturou. Tyto výsledky potvrzují fakt, že následkem protrakce ramenních kloubů může být porucha humeroskapulárního rytmu a změněný sled aktivace svalů, vedoucí k bolesti ramenních kloubů a jejich dysfunkce (Thigpen, 2010).

Z výše uvedeného textu vyplývá, že správné postavení ramenních kloubů a optimální distribuce napětí svalů v jejich okolí zajistí sportovním lezcům menší riziko poškození struktur, a to i při dlouhodobém tréninkovém zatížení. Toho je možné dosáhnout uvědomováním si svého tělesného schématu, uvědomělým řízením pohybu ze správného nastavení pohybových segmentů, a kompenzačním cvičením. Ve své práci se proto zaměřím na souvislost mezi změněným postavením ramenních kloubů a lezci provádějícími i neprovádějícími kompenzační cvičení.

2.2.3 Způsoby zhodnocení protrakce ramenních kloubů

Protrakce ramenních kloubů, „kulatá ramena“ neboli anteriorní posun ramenních kloubů nemá žádné standardní hodnocení. Z tohoto důvodu přišlo mnoho autorů s vlastní metodou, která často spočívá v antropometrickém měření.

Objektivní změření protrakce ramenních kloubů by mohlo být velmi přínosné pro posouzení vztahu mezi posturou a problémy horní poloviny těla (Peterson, 1997). Protrakci ramenních kloubů je možné hodnotit pomocí olovnice, kdy olovnice neprochází středem ramenního kloubu, ale anteriorně před acromionem (Kendall a McCreary; 1983).

Jednou z možností objektivizace protrakce ramenních kloubů je nástroj double square neboli dvojitý úhelník. V roce 2006 provedl Mark Kluemper et al. studii k vyhodnocení reliability tohoto nástroje, pomocí kterého měřil vzdálenost akromionu od zdi ve dvou pozicích; v přirozeném a aktivně narovnaném stoji. Dle jeho výsledků je tento nástroj vysoce reliabilní s ICC hodnotou 0,99 (Kluemper, 2006). Peterson (1997) vyhodnotil reliabilitu nástroje double square na ICC hodnotu 0,89. Dále přichází s přístrojem Baylor square, Baylorův úhelník, s jehož pomocí měří vzdálenost akromionu od trnu C7. Tento nástroj vykazuje vysokou reliabilitu s ICC 0,91. S obdobnou metodou měření jako Kluemper přichází Struyf et al. (2009), kdy měřil vzdálenost akromionu od zdi posuvným měřítkem. I v tomto případě autor provedl měření v přirozeném a poté aktivně narovnaném stoji. Reliabilita tohoto zůsobu měření však nebyla příliš vysoká (ICC = 0,72). Vyšší reliabilita tohoto způsobu

měření byla nalezena v pozici vleže na zádech. Měření provedl Nijs et al. (2005) opět pomocí posuvného měřítka s výslednou hodnotou koeficientu reliability ICC 0,91 v přirozeném leže a ICC 0,88 vleže s aktivní retrakcí ramenních kloubů.

Jiné měření provedli L. Myoung-Hyo et al., kteří k objektivizaci použili rentgenové paprsky. Sledovanou neznámou byly úhly vytvořené na rentgenových snímcích pomocí softwaru (Myoung-Hyo, 2013).

Další studie použila ke zhodnocení předsunu hlavy a ramenních kloubů fotografické snímky, v nichž byly pomocí softwaru narýsované osy. K objektivizaci sloužily 3 vybrané úhly. Celkem 17 probandů se zúčastnilo studie reliability. Výsledkem byla vysoká reliabilita, a to konkrétně ICC 0,83 v sagitálním úhlu hlavy, ICC 0,66 v úhlu krční páteře a ICC 0,78 v úhlu protrakce ramenního kloubu (Ruivo, 2014). Reliabilitu měření úhlů na podkladě opakovaných fotografických záznamů zkoumal také Niekerk (2008). Ze souboru 39 probandů metodu opakovaného fotografování vyhodnotil na střední až dobrou korelaci všech úhlů s průměrnými ICC hodnotami 0,78 – 0,99.

Velice podobné měření provedl Cole at al. (2013), avšak s jinými sledovanými úhly. Vstupní data byla také pořízena fotograficky a reflexními markery přilepenými na kůži. Dva měřené úhly byly úhel předsunu hlavy a úhel protrakce ramenního kloubu. Protrakce je zde definována jako stav, kdy je tento úhel roven nebo větší než 46° od vertikální roviny (viz obr.). Opakovaná měření vykazovala vysokou reliabilitu pro úhel předsunu hlavy (ICC = 0,92) i pro úhel protrakce ramenních kloubů (ICC = 0,89).

Posturu jedinců včetně protrakce ramenních kloubů zachytila K. Harman (2005) fotografií v anteroiorním, sagitálním a posteriorním pohledu, přičemž vždy zmapovala 6 bodů: acromion, SIAS, SIPS, glabella, tragus a trn C7. Pomocí programu Biotonix byly vypočítány 3 úhly a 3 vzdálenosti korespondující k postavení horní poloviny těla.

Borstad (2006) si zvolil ve své studii jako způsob objektivizace měření anatomických distancí pomocí krejčovského metru. Porovnával dvě naměřené vzdálenosti; od sterna k akromionu a od akromionu k hrudní páteři podél spina scapulae. Tyto dvě vzdálenosti vydělil a po vynásobení 100 dostal koeficient, jimž vyjádřil postavení lopatky. Měření distancí na těle použil pro zhodnocení protrakce ramenního kloubu také Peterson (1997). V přirozeném stoji změřil krejčovským metrem horizontální vzdálenost trnu Th3 od mediálního okraje lopatky. Tato technika vykázala vysokou reliabilitu s ICC 0,91. Podobné

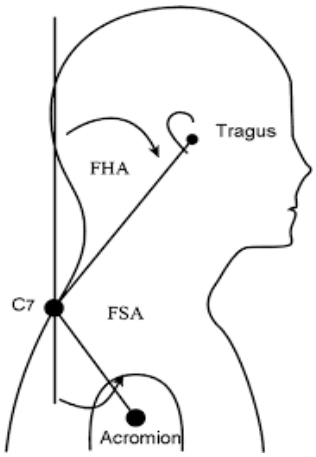
měření provedl i Lynch (2009), který vydělil vzdálenost trnu Th3 od akromionu vzdáleností akromionu od mediálního úhu lopatky a dostal tak index postavení lopatky.

Raine a Twomey (1994) měřili postavení ramenních kloubů i z anteriorního pohledu na podkladě fotografie. Měření udává rozdíl výšky ramenních kloubů ve stupních, což je dáno odchylkou od horizontální roviny. ICC tohoto měření udávají na 0,89 a doplňují ho měřením úhlu mezi spojnicí C7 – akromion a horizontálou, prováděno ze sagitálního pohledu a s ICC hodnotou 0,91.

Peterson (1997) provedl studii, v níž porovnával reliabilitu mezi čtyřmi způsoby měření protrakce ramenních kloubů. Mezi tyto hodnotící metody patřilo měření přístrojem Baylor square, double square a měření distance lopatky od páteře a speciální Sahrmannova technika. Výsledkem byla překvapivě vysoká reliabilita mezi všemi měřícími prostředky. Navíc byly všechny tyto způsoby porovnávány s radiografickými snímky, čímž se potvrdila validita všech způsobů měření.

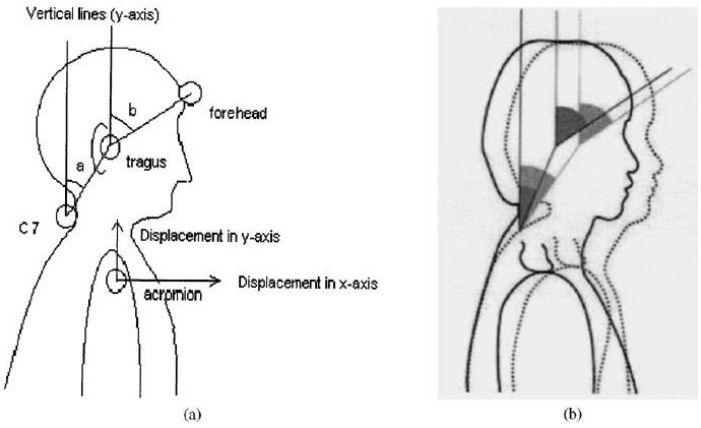
2.2.4 Klasifikace míry protrakce ramenních kloubů

Ačkoli protrakce ramenních kloubů spolu s předsunem hlavy byla popisována v klinických studiích již přes 50 let, zatím nebyla nalezena objektivní kritéria, která by byla obecně používaná. Byly učiněny pokusy definovat vzpřímenou posturu a posturu s předsunutým držením hlavy a ramen, zatím však nebyly žádné postupy standardizovány (Thigpen, 2010; Griegel-Morris, 1992). Thigpen et al. si ve své studii z roku 2010 určil vlastní hodnotící kritéria. Stanovil tzv. úhel protrakce, jehož jednu přímku tvořila kolmice od C7 k zemi a druhou přímku spojnice bodů C7 a acromionu. Následně nazval posturu chabou, čili s protrakcí ramenních kloubů, pokud byl úhel roven nebo větší 52°. Cílem použití těchto kritérií bylo rozlišit 2 skupiny posturálně rozdílných jedinců (Thigpen, 2010).



Obr. 2: FSA – forward shoulder angle, úhel protrakce (Thigpen, 2010).

Podobně si ve studii z roku 2002 Szeto et al. stanovila vlastní body a úhly, podle nichž klasifikovala protrakci ramenních kloubů a předsun hlavy; 4 body byly monitorovány kamerou během běžného pracovního dne probandů pracujících u PC. Tyto body byly střed čela, tragus, processus spinosus C7 a acromion. Probandi účastnící se studie byli rozděleni do 2 skupin, kdy skupina A byli lidé zdraví s absencí bolestí v krčně-ramenním regionu, a skupina B jedinci s významnými bolestmi v této oblasti. Výsledky studie ukázaly větší míru protrakce a elevace ramenních kloubů u skupiny B. Protrakce ramenních kloubů byla klasifikována jako pozitivní odchylka acromionu v horizontální ose x s referencí ke skupině A (viz. obr.14).



Obr. 3: Protrakce acromionu je vyhodnocena jako pozitivní odchylka v ose x (Szeto et al., 2002)

Studii obdobnou této práci provedl Lee at al. v r. 2015, kdy jako měřící prostředek pro zhodnocení protrakce ramenních kloubů použil posuvné měřítko. Protrakci měřil u probandů vleže na zádech od posteriorní části acromionu k lehátku. Protrakce byla definována jako stav,

kdy naměřená hodnota byla větší než 2,5 cm. Cílem studie bylo zjistit, jaký vliv má protahování m. pectoralis minor, posilování dorsálních fixátorů lopatky a tejpování na protrakci ramenních kloubů. Výsledkem byl signifikantní vliv protažení m. pectoralis minor na postavení ramenních kloubů (Lee et al., 2015).

2.2.5 Kompenzační cvičení v oblasti ramenních kloubů

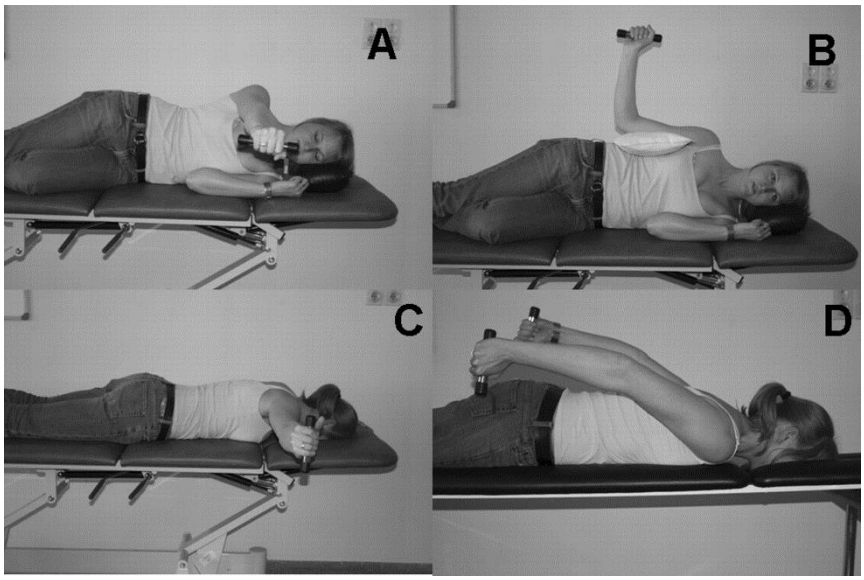
Kompenzační cvičení jsou nejúčinnějším prostředkem k vyrovnání svalových dysbalancí i posturálních vad. Jde o specifická vyrovnávací cvičení, díky nimž lze cíleně působit na jednotlivé složky pohybového aparátu a zlepšit jejich funkční parametry - kloubní pohyblivost, napětí, sílu a souhru svalů. Tato cvičení netvoří uzavřený či obsahově striktně vymezený soubor cvičení, ale spíše nabídkový katalog, z něhož lze dle individuální potřeby vybrat dílčí vzorky nebo je modifikovat (Hálková, 2006; Čermák et al., 2005).

Cvičení, kterými se snažíme obnovit svalovou rovnováhu, sestávají podle Kabelíkové a Vávrové (1997) ze dvou složek. První popisují jako normalizaci poměrů v periferních strukturách pohybového aparátu, kde je nejpodstatnější uvolnění a protažení zkrácených a posílení oslabených svalů. Druhou složkou pak míní fyziologickou reedukaci neboli nácvik správného způsobu provádění pohybu.

Ačkoliv lezení nabízí nekonečné množství pohybových variací, kde se zapojují téměř všechny svalové skupiny, určité svaly s tendencí k oslabení se v oblasti ramenního kloubu vyskytují. Dle Hörsta (2003) je u lezců oslabena zadní část deltového svalu a m. subscapularis. Dle kineziologického vyšetření elitních lezců provedeného Bruthansem (2004) můžeme rovněž jmenovat některé oslabené svalové skupiny v oblasti ramenního kloubu. Provedením chybného stereotypu flexe krční páteře u všech probandů můžeme usuzovat na oslabení hlubokých flexorů krční páteře, elevační mechanismus stereotypu abdukce horní končetiny ozřejmuje oslabení kaudální části m. trapezius, zrychlený pohyb lopatky ukazuje na oslabení mm.rhomboidei a případně m. serratus anterior. Dle Coolse (2003), jenž se zabýval sportovním lezením a vhodným kompenzačním cvičením, je svalová rovnováha všech třech částí m. trapezius spolu se svalem m. serratus anterior důležitá pro dynamickou stabilitu lopatky a tím i ramenního kloubu a předchází protrakci ramenních kloubů a jeho zranění. Z těchto důvodů je nezbytné zapojit tyto svaly do kompenzačního programu. Důležitá je selektivní aktivace oslabených svalových částí s minimální aktivitou hyperaktivních vláken.

Jelikož snížená aktivita dolní a střední části m. trapezius spolu s m. serratus anterior je často kombinovaná se zvýšenou aktivitou horního m. trapezius, je třeba dbát zvýšené pozornosti zapojení dolního m. trapezius. Tato zásada spolu se snahou přizpůsobit kompenzační cvičení funkčním svalovým řetězcům je hlavním cílem v rehabilitaci ramenních kloubů především u sportovců s elevací horních končetin (Cools, 2007).

Cools (2007) popisuje 4 cvičení, které ve svém výzkumu potvrdil jako cvičení vhodná ke znovuobnovení svalové rovnováhy mezi horní, střední a spodní částí m. trapezius zvláště u sportovců s elevací horních končetin (obr. 4). Výchozí poloha prvních dvou cvičení je vleže na boku s mírnou flexí v kolenních i kyčelních kloubech a spodní horní končetinou složenou pod hlavou. Z této polohy koná vrchní horní končetina čistou flexi v ramenním kloubu a následně zevní rotaci. Třetí cvičení začíná vleže na břiše s 90° abdukcí a zevní rotací v ramenním kloubu a prováděný pohyb je horizontální abdukce se zevní rotací. Při čtvrtém cvičení jsou horní končetiny podél těla, cvičící leží na břiše a odtud provádí extenzi v ramenních kloubech. Všechna cvičení jsou prováděna s činkou.



Obr. 4: Cvičení pro znovuobnovení svalové rovnováhy m. trapezius (Cools, 2007)

Cools popisuje ve výsledcích své studie, že cvičení A, B a C je vhodné ke zlepšení svalové rovnováhy mezi horní a dolní částí m. trapezius a cvičení A, B a D je vhodné pro svalovou rovnováhu mezi horní a střední částí m. trapezius (Cools, 2007).

Předchozí cvičení byla zaměřena na trapézový sval, je však třeba také aktivovat m. serratus anterior. Změněná aktivace m. serratus anterior souvisí s poruchou humeroskapulárního rytmu a může vést ke kompenzační hyperaktivitě horní části m.

trapezius. Posilování m. serratus anterior je často považováno za zásadní složku rehabilitací funkčních poruch ramene. Hardwick et al. (2006) ve své studii popisuje vhodné cvičení pro aktivaci m. serratus anterior. Cvičení je provedeno za elevace ramenních kloubů, při které bývá aktivace m. serratus anterior snížená (obr. 8). Cvičení také přispívá ke zlepšení kinematiky humeroskapulárního rytmu.

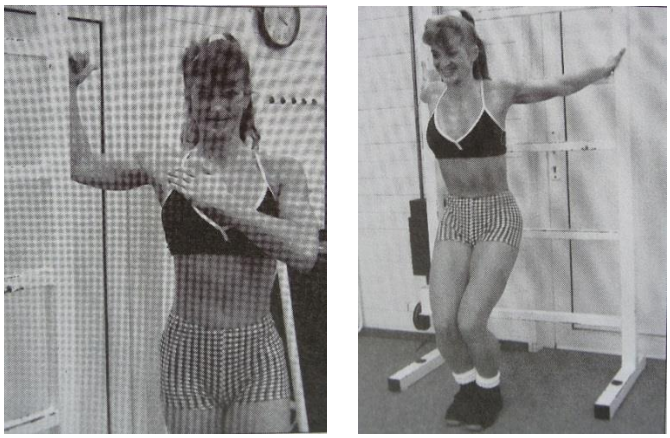
Obr. 5: Aktivace m. serratus anterior; výchozí a konečná poloha (Hardwick, 2006).

Hörst (2003) doporučuje 4 základní cvičení zaměřená na ramenní kloub pro sportovní lezce. Intenzitu cvičení doporučuje 3-4x týdně s postupným zvyšováním zátěže během 5 - týdenního cvičebního programu. U každého cviku doporučuje 3 sety po 20 pomalých opakování na každou stranu. Výchozí poloha pro první dvě cvičení je v leže na boku s mírnou flexí v kyčelních a 90° flexí v kolenních kloubech, hlava je podložená. Při prvním cvičení je spodní horní končetina flektovaná 90° v loketním kloubu a ruka svírá činku. Průběh cviku probíhá ve vnitřní rotaci v kloubu ramenním kde je výdrž a poté pomalý návrat horní končetiny zpět na podložku. Tímto způsobem se efektivně posílí m. subscapularis, jež je významným stabilizátorem ramenního kloubu a který se při tréninku vzhledem k povaze lezeckého sportu příliš nevyužije. Druhým cvičením je posílení zevní rotace, kdy hlava je ve výchozí poloze podepřena dlaní a pohyb provádí svrchní horní končetina. Další dvě cvičení jsou prováděna ve stoji mírně rozkročném s nákrokem jedné dolní končetiny a oporou stejnostranné horní končetiny předloktím o stehno, záda zůstávají v napřímení. Druhostranná končetina je volně spuštěná k zemi a v ruce svírá činku. Z této výchozí pozice je možno provádět abdukci v ramenním kloubu do 90°, při které se zapojuje především zadní část m. deltoideus, rovněž málo používaná při lezení, a extenzi v ramenním kloubu, která při správném provedení aktivuje skupinu svalů fixující lopatku, což je velmi výhodné (Hörst, 2003).

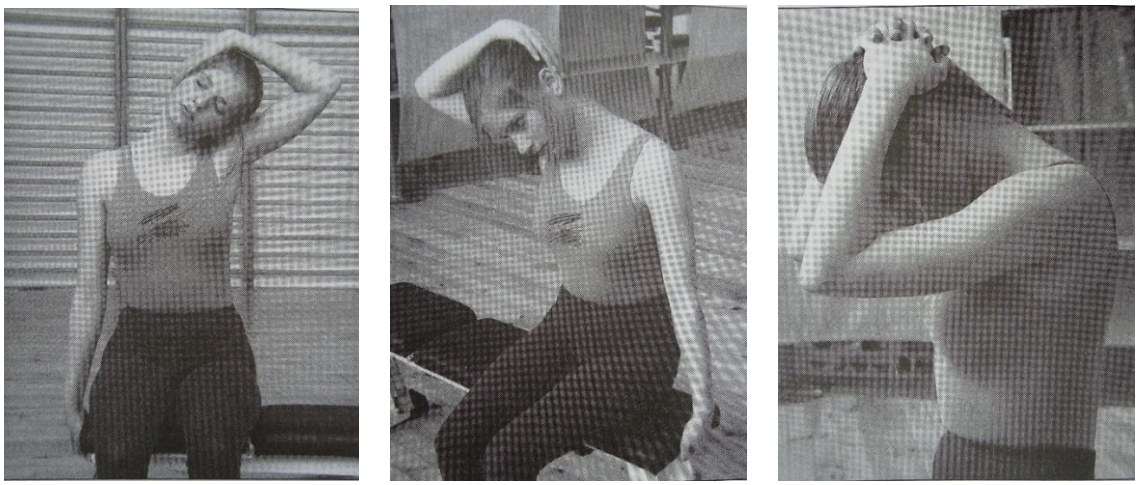
Obr. 6-7: Cvičení ve stoji; abdukce v ramenním kloubu a extenze (převzato z Hörsta, 2003).

Obr. 8-9: Cvičení vleže na boku; vnitřní rotace a zevní rotace v ramenním kloubu (převzato z Hörsta, 2003).

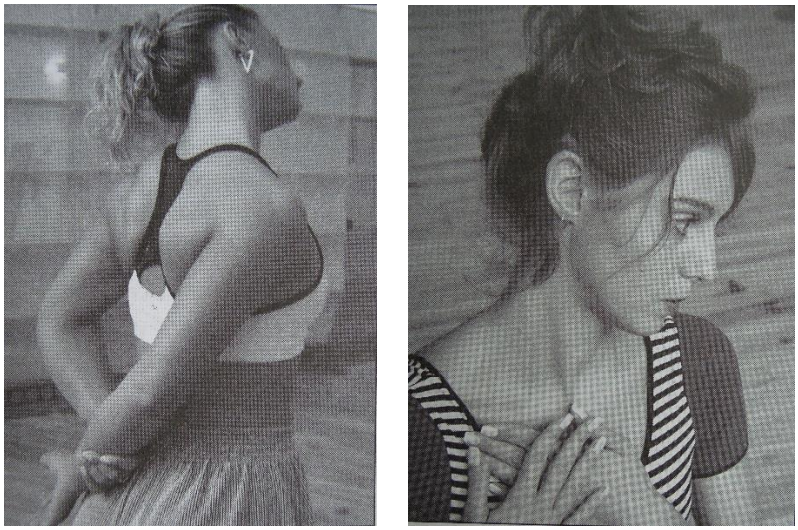
Kromě svalů s tendencí k oslabení nalézáme u lezců množství svalů přetěžovaných, s tendencí ke zkrácení. Nejvýznamněji jsou přetěžovány svaly předloktí a prstů. V oblasti ramenního kloubu jsou přetíženy prsní svaly, střední a horní část m. trapezius, krátké extensory krční páteře, mm. levatores scapulae a m. sternocleidomastoideus (Bruthans, 2004; Synková, 2006). Vhodným kompenzačním cvičením těchto přetížených svalů je jejich pravidelné protahování. Příklady protahovacích cvičení jsou převzaty z Tlapáka (2011).



Obr. 9-10: Protažení prsních svalů; loket je v horizontále i nad a pod horizontálou (převzato z Tlapáka, 2011)



Obr. 11-13: Protažení šíjových svalů; zleva m. trapezius, m.levator scapulae, krátké extensory šíje (převzato z Tlapáka, 2011)



Obr. 14-15: Protažení přední části m. deltoideus a m. sternocleidomastoideus (převzato z Tlapáka, 2011)

Je všeobecně známo, že kompenzační cvičení by se mělo provádět u všech sportů. Sportovní lezení není výjimkou. Bohužel ne každý lezec je dostatečně disciplinovaný, aby cvičení zařadil do svého tréninkového plánu. Kompenzační cvičení snižuje výskyt funkčních poruch pohybového aparátu a působí jako jejich vhodná prevence. Správným nastavením tělesných segmentů a svalovou rovnováhou se vhodně předchází nejrůznějším poruchám pohybového aparátu, které lezce omezí v pohybovém výkonu. Pravidelné provádění kompenzačního cvičení je tedy především v zájmu samotných lezců.

2.3 Shrnutí aktuálních poznatků

Sportovní lezení je mladý sport, pro svůj základ v kvadrupedálním lokomočním vzoru je však pro člověka přirozené. Vojta (1995) popisuje volné lezení jako přirozenou realizaci základních globálních vzorů - reflexního plazení a reflexního otáčení v prostoru. Dochází k precizaci a přenosu geneticky kódovaného lokomočního vzoru motorické ontogeneze do sportovního využití. Z kineziologického hlediska jde o cyklickou aktivitu v uzavřených kinematických řetězcích. Při lezení se symetricky zapojuje množství svalů celého těla, z větších svalových skupin se jedná přednostně o svaly pletence ramenního. Pro své pozitivní dopady na pohybový aparát se vyvinulo tzv. terapeutické lezení, účinně používané v rámci komplexního rehabilitačního programu u mnoha diagnóz.

S rostoucí lezeckou obtížností se však nároky na pohybový aparát drasticky zvyšují a nemůžeme již mluvit o svalové rovnováze. Výkonnostní lezení naopak způsobuje určitou svalovou nerovnováhu, kterou je třeba korigovat. Zvyšují se zejména požadavky na horní končetinu včetně ramenního kloubu, kdy často dochází k nestabilitě ramenního kloubu, impingement syndromu či syndromům z přetížení. Pro praxi je důležité ozřejmit, zda se některým negativním dopadům lezení na ramenní kloub dá předcházet.

Mnoho dostupných studií (Woollings, 2013; Schoffel, 2015; Folkl, 2013) se zabývá incidencí a typy zranění způsobených lezením. Ačkoliv se většina zranění týká ruky a prstů, množství zranění ramenních kloubů se stále zvyšuje. Zatímco problematice úrazů a syndromů z přetížení ramenních kloubů u lezců se věnuje studií nespočet, vztahem mezi nimi a postavením ramenního kloubu se nikdo nezabýval.

Jelikož protrakce ramenních kloubů je přímo úměrná navazujícím poruchám ramenních kloubů (Peterson, 1997; Raine a Twomey, 1994; Kendall a McCreary, 1983), je v této práci zvoleno měření protrakce jako hlavní nástroj pro zhodnocení stavu ramenních kloubů u sportovních lezců.

3 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, HYPOTÉZY

3.1 Cíle práce

Jak již bylo zmíněno, ve sportovním lezení jsou na ramenní kloub kladeny zvýšené nároky, čímž může docházet ke svalové nerovnováze a změně pozice kostěných struktur, např. k protrakci ramenních kloubů. Dle prostudované literatury může vést protrakce ramenních kloubů k bolestem, poruše humeroskapulárního rytmu, impingement syndromu a mnoha dalším dysfunkcím. Proto je vhodné zapojit do tréninkového plánu i kompenzační cvičení, která mohou působit jako prevence i jako terapie poruch ramenního kloubu. Někteří lezci vědí, že k efektivitě lezeckého tréninku kompenzační cvičení nutně patří a cvičení pravidelně provádějí. V této práci uplatním obě skupiny lezců; ty, kteří cvičení provádějí i neprovádějí. Vlastním cílem práce je zjistit, zda lezci pravidelně cvičící mají menší protrakci ramenních kloubů než lezci necvičící.

3.2 Úkoly práce

1. Studium a přehledné zpracování literatury zabývající se danou tématikou včetně literatury zahraniční
2. Výběr vhodných metod ke zhodnocení protrakce ramenních kloubů
3. Provedení dotazníkového šetření a tvorba dvou výzkumných skupin lezců
4. Provedení a vyhodnocení dat test-retest studie
5. Provedení vlastního měření
6. Vyhodnocení a analýza dat
7. Závěr, diskuse

3.3 Výzkumné otázky

1. Má kompenzační cvičení vliv na snížení protrakce ramenních kloubů?
2. Budou u sportovních lezců stejné hodnoty protrakce na obou ramenních kloubech?

3.4 Hypotézy

H1: U sportovních lezců pravidelně provádějících kompenzační cvičení předpokládám výskyt významně* menší protrakce ramenních kloubů než u lezců neprovádějících kompenzační cvičení.

H2: U lezců pravidelně provádějících kompenzační cvičení i u lezců neprovádějících kompenzační cvičení předpokládám shodnou** míru protrakce u obou ramenních kloubů.

* Jako významně menší protrakce lze považovat rozdíl relativních protrakcí alespoň 2% ($\Delta p_r \geq 2{,}0\%$).

** Za shodnou míru protrakce lze považovat rozdíl relativních protrakcí na PHK i LHK do 2% ($\Delta p_r \leq 2{,}0\%$).

4 METODIKA

4.1 Charakter výzkumu

V této práci je využit výzkum charakteru komparativní studie. Na základě měření protrakce ramenních kloubů u skupiny lezců provádějících kompenzační cvičení a lezců neprovádějících kompenzační cvičení je analyzován a posléze vyhodnocen vliv kompenzačního cvičení na protrakci ramenních kloubů. Jedná se o výzkum klinický a z časového hlediska krátkodobý. Funkce tohoto výzkumu je praktická se snahou o konstatování faktů a vytvoření doporučení.

4.2 Výzkumný soubor

Jednalo se o záměrný výběr probandů z řad sportovních lezců obou pohlaví. Lezci byli vybráni dle vyplněného dotazníku na základě těchto kritérií: požadovaný věk 18-35 let, provádění lezecké aktivity minimálně 2x týdně, nejčastěji lezená obtížnost musela dosahovat minimálně úrovně VII dle UIAA. Anamnestické údaje v dotazníku sloužily ke snížení variability výzkumného souboru - žádný lezec nesměl mít v současnosti významné potíže s ramenním kloubem typu impingement, zmrzlé rameno, stav po operaci, dislokaci či poškození měkkých tkání. Všichni lezci zařazeni do výzkumného souboru podepsali informovaný souhlas (viz příloha 2).

Celkový počet probandů byl 48, z nichž 23 bylo zařazeno do skupiny č. 1 a 25 do skupiny č. 2. Soubor probandů tvořili ze dvou třetin muži, s počtem 32, žen bylo 16.

4.2.1 Skupina č. 1: lezci pravidelně provádějící kompenzační cvičení

Do skupiny lezci pravidelně provádějící kompenzační cvičení byli přijati pouze ti, kteří v dotazníku splňovali tyto parametry:

- Pravidelné protahování prsních a šíjových svalů
- Pravidelné posilování zadní č. deltového svalu/spodních fixátorů lopatky
- Toto vše alespoň 30min 2x týdně

Do této skupiny bylo zařazeno 25 lezců, z nichž bylo 14 mužů a 11 žen.

	N	μ	Med	Max	Min	σ
Věk [roky]	25	25,8	25	35	18	5,54
Výška [cm]	25	174,4	173	190	160	7,79
Hmotnost [kg]	25	67,3	65	90	49	9,00
BMI [kg/m^2]	25	22,1	22,0	29,3	17,2	2,18
$Ø_{UIAA}$ [1]	25	7,6	7	9	6	0,80
Max_{UIAA}[1]	25	8,6	8	10	7	0,84

Tabulka 1: Charakteristika lezců pravidelně provádějících kompenzační cvičení

N	počet probandů
μ	aritmetický průměr
Med	medián
Max	maximální hodnota
Min	minimální hodnota
σ	směrodatná odchylka
BMI	body mass index
$Ø_{UIAA}$	průměrná lezecká obtížnost dle UIAA
Max_{UIAA}	nejvyšší dosažená lezecká obtížnost dle UIAA

4.2.2 Skupina č. 2: lezci neprovádějící kompenzační cvičení

Do skupiny lezci neprovádějící kompenzační byli přijati ti, kteří buď žádné cvičení v dotazníku neudávali, anebo udávali pouze 1 cvik pouze 1x týdně či méně. Lezci, kteří udávali cvičení nedostatečné pro zařazení do skupiny č. 1, ale zároveň převyšující kritéria pro zařazení do skupiny č. 2, nebyli do studie zařazeni z důvodu narušení homogenity skupin. Do této skupiny bylo zařazeno 23 lezců, z nichž bylo 18 mužů a 5 žen.

	N	μ	Med	Max	Min	σ
Věk [roky]	23	26,3	25	35	18	4,99
Výška [cm]	23	176,4	178	194	156	9,28
Hmotnost [kg]	23	68,4	68	93	53	10,11
BMI [kg/m^2]	23	21,9	21,9	25,2	18,3	1,70
$Ø_{UIAA}$ [1]	23	7,1	7	9	6	0,95
Max_{UIAA}[1]	23	7,7	7	10	7	0,87

Tabulka 2: Charakteristika lezců neprovádějících kompenzační cvičení

N	počet probandů
μ	aritmetický průměr
Med	medián
Max	maximální hodnota
Min	minimální hodnota
σ	směrodatná odchylka
BMI	body mass index
$Ø_{UIAA}$	průměrná lezecká obtížnost dle UIAA
Max_{UIAA}	nejvyšší dosažená lezecká obtížnost dle UIAA

4.3 Časový harmonogram

- červenec – září 2015 – vypracování teoretických podkladů pro DP
- říjen - listopad 2015 – vypracování dotazníku
- prosinec 2015 – souhlasné vyjádření etické komise
- leden - červen 2016 – výběr vhodných probandů a vlastní měření
- červenec – listopad 2016 – statistické zpracování dat, diskuze
- prosinec 2016 – ukončení a odevzdání práce
- leden 2017 – obhajoba práce

4.4 Metody sběru dat

Zdroje pro teoretické podklady diplomové práce byly získány studií české i zahraniční literatury v tištěné i elektronické formě. Použity byly vědecké články, periodika, učebnice a monografie, záznamy z kongresů. Odborná literatura byla vyhledávána přes vědecké databáze Pedro, Medline, Research Gate, PubMed a Science Direct. Všechny citace byly upraveny dle citační normy ČSN ISO 690.

4.4.1 Dotazník

Vlastní výzkum byl zahájen tvorbou dotazníku, který byl následně distribuován v lezeckých komunitách jako např. lezecké kluby a lezecké stěny. Dotazník jasně specifikuje,

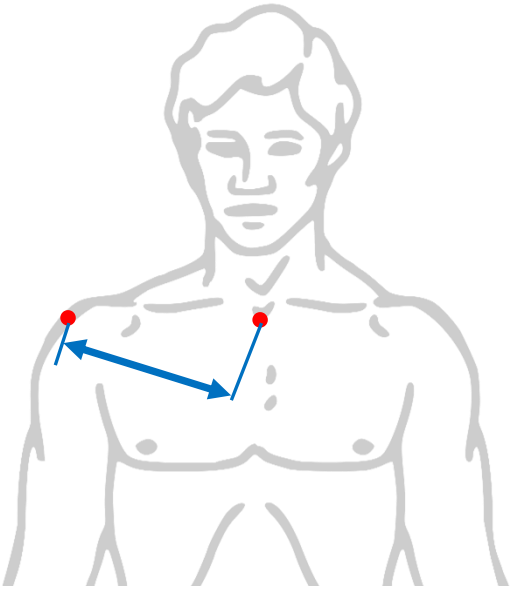
kolikrát týdně testovaný provádí sportovní lezení a s jakou nejčastější obtížností, zda zařazuje do tréninkového programu kompenzační cvičení a zda je toto cvičení zaměřeno i na ramenní klouby a pokud ano, ať zakroužkuje která cvičení (viz příloha 3). Účelem dotazníků byl zejména výběr vhodných probandů, kteří byli rozděleni dle dotazníkových údajů do dvou skupin; lezci pravidelně provádějící kompenzační cvičení a lezci neprovádějící kompenzační cvičení.

4.4.2 Test-retest studie

Před zahájením vlastního měření byla provedena test-retest studie za účelem zhodnocení opakovatelnosti měření protrakce ramenních kloubů posuvným měřítkem. Tato studie byla provedena na 8 probandech, kteří byli vybráni na základě dotazníkových údajů, čili splnili podmínky přijetí do studie. Všichni souhlasili s účastí na studii. Bylo zajištěno, aby nikdo z nich nebyl bezprostředně po větší fyzické zátěži. Nejprve jim byl vysvětlen průběh měření a byli požádáni k podepsání informovaného souhlasu (viz příloha 2). Byla jim položena otázka, zda mají v současné době bolesti, zánět či jakýkoli závažný stav v oblasti ramenních kloubů, pro který by nemohli měření podstoupit. Dále byla položena otázka, zda netrpí na ekzémy či jiné kožní reakce, které by znemožňovaly aplikaci nálepek (viz dále). Pro co nejlepší přístup k anatomickým bodům byli testovaní požádáni o odložení vrchního dílu oblečení do spodního prádla a vyzutí bot. Před vlastním měřením byli všichni testovaní jedinci instruováni alespoň pětkrát přešlápnout na místě za uvolněného pohybu horních i dolních končetin. Tento pokyn sloužil k nastavení přirozeného uspořádání tělesných segmentů. Poté byli požádáni zůstat stát ve stoji mírně rozkročném s paralelním postavením chodidel v přirozené, neutrální vzpřímené pozici a dívat se dopředu (Cole, 2013; Harman, 2005).

Vlastní měření protrakce ramenních kloubů bylo provedeno měřením vzdálenosti dvou anatomických bodů, od přední části acromionu k nejkraniálnější části manubrium sterni. Tyto anatomické body byly nalezeny terapeutem a vyznačeny na pokožce testovaného dvěma malými kulatými nálepkami. Následně bylo přiloženo posuvné měřítko od výchozího ke konečnému bodu a odečtená vzdálenost zaokrouhlené na milimetry byla zaznamenána do záznamového archu. Poté byl zadán pokyn k aktivně vzpřímenému stoji a opět byla odebrána vzdálenost. Následně byl zadán pokyn k uvolnění a výzva k opětovnému přešlapování na

místě. Celý postup se opakoval 3x, výsledkem byly 3 naměřené hodnoty u přirozeného stoje a 3 naměřené hodnoty u aktivně vzpřímeného stoje, a to na pravé i levé horní končetině. Poté byl proband propuštěn a požádán, aby se dostavil k opětovnému měření s odstupem přibližně 2 hodin, a aby do té doby neprováděl žádnou fyzicky náročnou aktivitu. Po návratu bylo celé měření zopakováno a zaznamenáno.



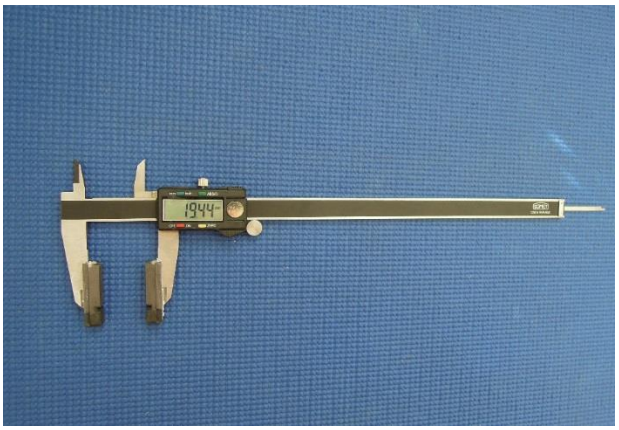
Obr. 15: Měření distance sternum - acromion

Velmi podobnou test-retest studii provedl Lee et al. v roce 2015, kdy měřil délku m.pectoralis minor. Vzdálenost mezi processus coracoideus a 4. sternokostálním skloubením odečítal pomocí posuvného měřítka v přirozeném stoji. Podílem délky svalu a výškou probanda násobenou 100 získal index m.pectoralis minor (PMI). Reliabilita test-retest studie PMI byla 0,94 (Lee et al., 2015).

Podle studie, kterou provedli Woo, T. et al. (2002) dosahuje opakovaná schopnost vyšetřující osoby správně napalpovat a označit anatomický bod na kůži vysokou reliabilitu. V jejich studii hodnotili tři vyšetřující osoby 12 probandů. Po palpaci anatomických struktury byly na místo přiloženy reflektivní nálepky, které byly dále snímané a zpracované softwarem. Výsledky zohledňovaly reliabilitu opakovaného měření jednoho vyšetřujícího (ICC = 0,76 – 0,96 dle různých struktur) a reliabilitu měření provedené různými vyšetřujícími (ICC = 0,61 – 0,97). Samotné ramenní klouby vykazovaly velmi dobrý koeficient ICC: 0,91 a 0,96.

4.4.3 Posuvné měřítko

Pro měření vzdálenosti dvou anatomických bodů bylo vybráno posuvné měřítko. Zvolený typ byl vybaven digitálním displejem pro odečet dat. Rozsah měřítka byl 0-300mm. Výrobce Somet udává maximální možnou chybu měření 0,09 mm v rozsahu 100-200mm a 0,13 mm v rozsahu 200-300mm. Tato přesnost byla pro potřeby práce dostačující. Měřící čelisti byly speciálně upraveny tak, aby nedošlo k poranění probandů, tato úprava nijak neovlivňuje přesnost měření. Odečítané výsledky byly zaokrouhovány na celé milimetry.



Obr. 16: Digitální posuvné měřítko

4.5 Analýza dat

Pomocí statistických funkcí programu Microsoft Excel byla analyzována data test-retest studie provedené na 8 jedincích. Postup a výsledky jsou podrobně popsané v kapitole 5.1. Po vyhodnocení uspokojivých výsledků test-retest studie bylo naměřeno dalších 40 lezců. Analýza těchto dat byla opět provedena pomocí statistických nástrojů Excelu. Výsledky jsou prezentovány v přehledných tabulkách. Data jsou slovně popsána a vysvětlena.

Postupně byly u každého probanda naměřeny 4 hodnoty; vzdálenost od kraniální části sterna k acromionu v přirozeném stoji a aktivně vzpřímeném stoji na obou stranách. Z těchto dat byly u každého probanda stanoveny pracovní hodnoty protrakce ramenního kloubu, a to na PHK i LHK použitím tohoto vzorce:

$$p_r = \frac{l_{\text{aktivně vzpřímený stoj}} - l_{\text{přirozený stoj}}}{l_{\text{přirozený stoj}}}$$

p_r relativní protrakce

l vzdálenost sternum - acromion

Relativní vyjádření protrakce ramenních kloubů využíváme kvůli zohlednění různé velikosti tělesných proporcí jednotlivých probandů. V této práci je protrakce ramenních kloubů definována jako stav, kdy $p_r \geq 1{,}5\%$, nicméně vzhledem k nejvyšší stanovené chybě měření 1,1 mm bude považována jako relevantní hodnota pro protrakci 2%. Tato hodnota odpovídá přibližně 3-4 mm v závislosti na velikosti tělesných segmentů a je to tedy přibližně 2,5 násobek stanovené chyby měření. Definováním 2% jako hraniční hodnotou protrakce bylo ošetřeno, že chyba měření nezasahovala do interpretace výsledků.

5 VÝSLEDKY

5.1 Výsledky test-retest studie

Test-retest studie sloužila k podložení reliability vybraného způsobu měření protrakce ramenních kloubů posuvným měřítkem. Byla provedena na 8 jedincích způsobem popsaným v kapitole 4.5. Získaná data byla vyhodnocena pomocí statistických funkcí v programu Microsoft Excel.

Soubor 8 probandů byl záměrně vybrán dle kritérií pro přijetí do studie. U každého probanda byla měřena protrakce ramenních kloubů na obou horních končetinách. Na každé straně bylo měření provedeno ve 3 po sobě jdoucích opakováních, a to nejprve v přirozeném a poté v aktivně vzpřímeném stoji. Stejný postup měření byl u každého probanda opakován s časovým odstupem přibližně 3 hodin. Celkový soubor dat tedy obsahoval 8 x 12 hodnot. Následně byly hodnoty analyzovány v programu Microsoft Excel pomocí statistických funkcí. Nejprve byla pomocí funkce correl stanovena reliabilita měření tří po sobě jdoucích opakování, a to na obou horních končetinách v přirozeném i aktivně vzpřímeném stoji. Pomocí stejné funkce byla vyhodnocena opakovatelnost měření bez časového odstupu a s odstupem. Pro každou trojici měření byla stanovena směrodatná odchylka. Výsledná chyba měření byla určena jako průměr mediánů směrodatných odchylek trojic měření, a to opět pro přirozený a aktivně vzpřímený stoj, s časovým odstupem a bez odstupu.

Výsledky jsou následující; průměrná reliabilita vždy 3 po sobě jdoucích měření dosáhla 98,5% v přirozeném stoji a 96,9% v aktivně vzpřímeném stoji. Průměrná reliabilita s časovým odstupem byla 97,9% v přirozeném stoji a 96,1% v aktivně vzpřímeném stoji. Při po sobě jdoucích měřeních jsem měřila s průměrnou chybou 1,1 mm v přirozeném stoji a 0,8 mm v aktivním stoji. Při měření s časovým odstupem jsem měřila s průměrnou chybou 1,0 mm v přirozeném stoji a 0,9 mm v aktivním stoji. Pro přehlednost jsou výsledky shrnuty v tabulce č. 3.

	přirozený stoj t_0	aktivně vzpřímený stoj t_0	přirozený stoj t_0 + 3h	aktivně vzpřímený stoj t_0 + 3h
reliabilita [1]	0,985	0,969	0,979	0,961
chyba měření [mm]	1,1	0,8	1,0	0,9

Tabulka 3: Výsledky test-retest studie

Výsledky test-retest studie prokázaly vysokou opakovatelnost vybraného způsobu měření a vhodnost použití posuvného měřítka jako vybraného měřícího prostředku. Chyba měření je v akceptovatelné míře a nemá podstatný vliv na interpretaci výsledků. Výsledky opravňují použití daného způsobu měření pro potřeby práce.

5.2 Výsledky - Hypotéza 1

H1: U sportovních lezců pravidelně provádějících kompenzační cvičení předpokládám výskyt významně menší protrakce ramenních kloubů než u lezců neprovádějících kompenzační cvičení

Výsledky byly získány statistickým zpracováním naměřených dat. Nejprve byl vyhodnocen rozptyl dat F-testem. F-test slouží ke zjištění, zda existuje rozdíl mezi soubory měřených dat, ze kterých výběry pocházejí. Testujeme nulovou hypotézu - rovnosti rozptylů H_0: $s_1^2 = s_2^2$ (Pavlík, 2005).

Konkrétně jsme otestovali soubor dat protrakce pravé horní končetiny u skup. č. 1 – lezci cvičící a skup. č. 2 – lezci necvičící, dále to samé pro levou horní končetinu (viz tabulky 4-5). Nakonec byl proveden F-test průměrné protrakce pravé i levé horní končetiny a byli porovnání cvičící a necvičící. Průměrná protrakce je aritmetický průměr relativních protrakcí PHK a LHK (viz tabulka 6).

Na hladině významnosti α=0,05 byly nulové hypotézy zamítnuty, což je patrné z tabulek 2-4 (poměr rozptylů F > 1). Rozptyly testovaných souborů tedy nejsou stejné. Na základě výsledků F-testu byl vybrán dvouvýběrový jednostranný t-test s nerovností rozptylů.

	PHK necvičící	*PHK cvičící*
Stř. hodnota	0,058258661	0,02210307
Rozptyl	0,000662939	0,000157553
Pozorování	23	25
Rozdíl	22	24
F	4,20772334	
P(F<=f) (1)	0,000463087	
F krit (1)	2,003481506	

Tabulka 4: Dvouvýběrový F-test pro rozptyl relativních protrakcí PHK necvičících a cvičících

	LHK necvičící	*LHK cvičící*
Stř. hodnota	0,046667744	0,019611911
Rozptyl	0,00056512	0,000252746
Pozorování	23	25
Rozdíl	22	24
F	2,23592353	
P(F<=f) (1)	0,028782717	
F krit (1)	2,003481506	

Tabulka 5: Dvouvýběrový F-test pro rozptyl relativních protrakcí LHK necvičících a cvičících

	průměr necvičící	*průměr cvičící*
Stř. hodnota	0,052463202	0,02085749
Rozptyl	0,000555271	0,000147544
Pozorování	23	25
Rozdíl	22	24
F	3,763422446	
P(F<=f) (1)	0,00107041	
F krit (1)	2,003481506	

Tabulka 6: Dvouvýběrový F-test pro rozptyl průměrných protrakcí PHK a LHK

Na základě výsledků F testu jsme přistoupili ke konečnému vyhodnocení dat T testem. T test slouží pro testování rozdílu dvou středních hodnot. Podle statistické významnosti testovaného rozdílu středních hodnot usuzujeme na významnost hypotézy v naměřeném souboru dat (Pavlík, 2005).

Zvolili jsme nepárový dvouvýběrový T test s nerovností rozptylů a opět jsme tento test realizovali pro soubor dat protrakce pravé horní končetiny u skup. č. 1 – lezci cvičící a skup. č. 2 – lezci necvičící, dále to samé pro levou horní končetinu (viz tabulky 7-8). Nakonec byl proveden T test průměrné protrakce pravé i levé horní končetiny a byli porovnání cvičící a necvičící (tabulka 9).

Nejprve jsme testovali nulovou hypotézu rovnosti středních hodnot pro PHK, LHK a průměrnou protrakci cvičících a necvičících proti alternativní hypotéze, že lezci cvičící budou mít menší protrakci ramenních kloubů (střední hodnota relativní protrakce cvičících < střední hodnota relativní protrakce necvičících). Na základě výsledků T testu na hladině významnosti $\alpha = 0{,}05$ zamítáme nulovou hypotézu, protože absolutní hodnota testovaného kritéria překročila kritickou hodnotu pro jednostranný t-test (|t Stat| > t krit(1)), což je patrné z tabulek 7-9. P-hodnota všech provedených testů je nižší než 1‰, takže lze u relativní míry protrakce pozorovat statisticky velmi významnou závislost na provádění kompenzačních cviků.

Výsledek střední hodnoty relativních protrakcí PHK je 5,8% u necvičících a 2,2% u cvičících. Z toho vyplývá signifikantně menší relativní protrakce u lezců pravidelně provádějících kompenzační cvičení. Střední hodnota relativních protrakcí LHK je 4,6% u necvičících a 1,9% u cvičících. Střední hodnota relativních protrakcí průměru PHK a LHK je 5,2% u necvičících a 2,1% u cvičících.

	PHK necvičící	*PHK cvičící*
Stř. hodnota	0,058258661	0,02210307
Rozptyl	0,000662939	0,000157553
Pozorování	23	25
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
t Stat	6,100480019	
P(T<=t) (1)	4,61116E-07	
t krit (1)	1,695518783	

Tabulka 7: Dvouvýběrový T test s nerovností rozptylů - protrakce PHK u necvičících a PHK u cvičících

	LHK necvičící	*LHK cvičící*
Stř. hodnota	0,046667744	0,019611911
Rozptyl	0,00056512	0,000252746
Pozorování	23	25
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
t Stat	4,594304308	
P(T<=t) (1)	2,33681E-05	
t krit (1)	1,68595446	

Tabulka 8: Dvouvýběrový T test s nerovností rozptylů - protrakce LHK u necvičících a LHK u cvičících

	průměr necvičící	*průměr cvičící*
Stř. hodnota	0,052463202	0,02085749
Rozptyl	0,000555271	0,000147544
Pozorování	23	25
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
t Stat	5,766163141	
P(T<=t) (1)	1,06913E-06	
t krit (1)	1,693888748	

Tabulka 9: Dvouvýběrový T test s nerovností rozptylů - průměr protrakcí na PHK i LHK u necvičících a cvičících

5.3 Výsledky – Hypotéza 2

H2: U lezců pravidelně provádějících kompenzační cvičení i u lezců neprovádějících kompenzační cvičení předpokládám shodnou míru protrakce u obou ramenních kloubů

Výsledky byly získány statistickým zpracováním dat obdobným způsobem jako u hypotézy 1. Nejprve byl proveden F-test za účelem vyhodnocení rozptylu dat. Data byla vybrána z obou skupin – lezci cvičící a lezci necvičící, kdy jeden soubor dat tvořila relativní protrakce PHK (všech lezců) a druhý soubor dat tvořila relativní protrakce LHK. Test rovnosti rozptylu (F test) na hladině významnosti α=0,05 prokázal rovnost rozptylu

testovaných souborů. Na základě výsledků F testu byla přijata nulová hypotéza – rovnost rozptylů (F < F krit), proto byl následně aplikován oboustranný T test s rovností rozptylů.

	PHK	*LHK*
Stř. hodnota	0,039427624	0,032576164
Rozptyl	0,000723945	0,00058016
Pozorování	48	48
Rozdíl	47	47
F	1,247837389	
P(F<=f) (1)	0,225373218	
F krit (1)	1,623755476	

Tabulka 10 – Dvouvýběrový F test s rovností rozptylů – relativní protrakce PHK a relativní protrakce LHK u obou skupin lezců

Nulovou hypotézou pro T test byla hypotéza, že relativní protrakce ramenních kloubů je na obou horních končetinách stejná, která byla testována proti alternativní hypotéze – že relativní protrakce bude na horních končetinách různá. Absolutní hodnota testovaného kritéria nepřekročila kritickou hodnotu pro oboustranný t-test (|t Stat| < t krit(2)) viz tabulka 9. To by znamenalo, že přijímáme nulovou hypotézu, nicméně P-hodnota provedeného testu nedosahuje námi zvolených 5%, a proto nemůžeme výsledek tohoto testu považovat za statisticky významný. Symetrie relativních protrakcí na horních končetinách tedy nebyla potvrzena (viz tabulka 11).

	PHK	*LHK*
Stř. hodnota	0,039427624	0,032576164
Rozptyl	0,000723945	0,00058016
Pozorování	48	48
Společný rozptyl	0,000652052	
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
t Stat	1,314460626	
P(T<=t) (2)	0,191889522	
t krit (2)	1,985523442	

Tabulka 11 – Dvouvýběrový oboustranný T test s rovností rozptylů – relativní protrakce PHK a relativní protrakce LHK u obou skupin lezců

6 DISKUSE

6.1 Diskuse ke zvolenému tématu a měřícím prostředkům

Sportovní lezení je sice mladé sportovní odvětví, ale zažívá nesmírnou expanzi a stále větší oblibu veřejnosti. Ačkoliv existuje mnoho studií týkajících se zranění u sportovních lezců (Woollings, 2013; Schoffel, 2015; Folkl, 2013), kineziologická analýza nebyla mnohokrát provedena. Snahu o kineziologické zhodnocení sportovních lezců měl Bruthans (2004). Jeho výsledky nelze považovat za statisticky významné, neboť soubor probandů tvořilo pouze pět lezců, ačkoliv šlo o reprezentativní vzorek elitních závodníků. Stejně jako u Bruthanse (2004) tvoří soubor probandů této diplomové práce vysoko výkonnostní lezci, pro větší statistickou významnost však bylo probandů vybráno 48. Při výběru vhodných probandů byla snaha přijmout do studie co nejvíce homogenní skupinu sportovních lezců. Probandi nepřijatí do studie měli např. významné bolesti ramenních kloubů či jiné poruchy pohybového aparátu, souběžně prováděli jiný sport na vysoké úrovni nebo prováděných sportů bylo příliš mnoho, nedosahovali požadované lezecké zdatnosti a jiné. Relativně homogenní výběr probandů bylo zapotřebí dále rozdělit na 2 skupiny – lezci pravidelně provádějící kompenzační cvičení a lezci neprovádějící žádné kompenzační cvičení. I v tomto kroku došlo k vyřazení některých probandů, jelikož se nedali spolehlivě zařadit ani do jedné skupiny. Probandi, kteří např. udávali pravidelné protahování prsních a šíjových svalů před lezením, ale absenci jakéhokoli jiného kompenzačního cvičení, nemohli být do studie přijati. V této práci je předpokládána samostatná schopnost probandů provádět kompenzační cvičení. Kompenzační cvičení nebylo u žádného probanda kontrolováno, při zařazení do skupiny se vycházelo pouze z pozitivních dotazníkových údajů. Výše uvedená kritéria vedla k vytvoření 2 významně homogenních skupin.

Práce se nezabývala vlivem somatotypu jedinců, jejich gracility, výšky ani váhy. Různá velikost tělesných segmentů byla zohledněna poměrem rozdílu vzdáleností při aktivním a přirozeném stoji.

Užší zaměření na protrakci ramenních kloubů není v literatuře příliš časté, ale vědecké studie na toto téma existují. V čem se však autoři liší je vybraný nástroj ke zhodnocení protrakce. Tomuto námětu byla věnována kapitola 2.2.3. Způsoby zhodnocení protrakce ramenních kloubů, kde byly představeny různé způsoby hodnocení popsané v literatuře. Pro účely této diplomové práce byla navržena metoda vlastní, která nepřímo vychází ze studie

zabývající se postavením ramenního kloubu, kterou provedl Borstad (2006). Použití krejčovského metru při měření anatomických distancí však bylo nahrazeno přesnější metodou, a to použitím posuvného měřítka. Výhoda posuvného měřítka je získání přesné spojnice dvou bodů bez zkreslení výsledků tělesným zvrásněním. Vzhledem k charakteru měření nebylo využito maximální přesnosti měřícího prostředku, tzn. 0,02mm, ale odečítané hodnoty byly zaokrouhlovány na celé milimetry.

Před vlastním měřením lezců byla provedena test-retest studie na 8 jedincích s cílem zjistit reliabilitu neboli opakovatelnost měření. Každá zjišťovaná hodnota byla naměřena 3x a poté znovu 3x po časovém odstupu několika hodin. Pomocí statistických funkcí byla provedena analýza výsledků a jejich interpretace. Test-retest studie prokázala vysokou reliabilitu měření a chyba měření byla v akceptovatelné úrovni.

Ačkoliv reliabilita měření byla nesporně vyhodnocena jako vysoká, zůstává otázka validity. Ramenní kloub je součástí pletence ramenního, což je velmi složitě prostorově uspořádaný systém. Jak již bylo řečeno, klinický obraz protrakce ramenního kloubu zahrnuje např. i změnu postavení lopatky nebo zakřivení páteře. Je tedy otázka, do jaké míry lze identifikovat protrakci ramenního kloubu pouze jednou sledovanou veličinou, a to vzdáleností ramenního kloubu od fixovaného hrudníku. Žádná metoda ke stanovení protrakce ramenního kloubu však nebyla standardizována a cílem práce není validizace vybrané metody. Cílem práce také není klasifikace míry protrakce ramenního kloubu, nýbrž rozdílnost jejích hodnot u 2 sledovaných skupin.

Vybrané měřící prostředky nebyly uplatněny u běžné populace, ani nebylo provedeno porovnání výsledků s běžnou populací. Srovnání výsledků s běžnou populací nebylo cílem práce, ačkoliv výsledky by mohly bát velmi zajímavé.

6.2 Diskuse k hypotézám

H1: U sportovních lezců pravidelně provádějících kompenzační cvičení předpokládám výskyt významně menší protrakce ramenních kloubů než u lezců neprovádějících kompenzační cvičení

V první hypotéze jsme testovali, zda se u lezců cvičících a necvičících vyskytuje odlišná relativní protrakce ramenních kloubů a konkrétně zda lezci cvičící budou mít menší

relativní protrakci na obou horních končetinách. U každého ze všech 48 lezců jsme pro obě horní končetiny stanovili tzv. relativní protrakci, tedy veličinu, která není ovlivněna různými velikostmi tělesných segmentů jednotlivých lezců. Z celkového souboru 48 lezců se projevila výrazně menší protrakce u skupiny č. 1 – lezci pravidelně provádějící kompenzační cvičení, kdy největší stanovená relativní protrakce u cvičících lezců byla 6,5%, zatímco u lezců ve skupině č. 2 – lezci neprovádějící kompenzační cvičení byla naměřena a vyhodnocena relativní protrakce až téměř 12% (viz graf 1). Výsledky naznačují trend menší relativní protrakce u lezců pravidelně provádějících kompenzační cvičení. Pro přehlednost byly výsledky shrnuty v tabulce 12, v níž jsou uvedeny střední hodnoty relativních protrakcí PHK, LHK a průměr obou končetin. Z výsledků je patrné, že relativní protrakce ramenních kloubů u lezců cvičících kompenzační cvičení je významným způsobem menší než u lezců necvičících. Rozdíl relativních protrakcí necvičících a cvičících je pro všechny sledované případy větší než požadovaná 2%.

	p_r PHK	p_r LHK	μ p_r PHK+LHK
C	2,20%	1,90%	2,10%
N	5,80%	4,60%	5,20%

Tabulka 12: Přehled výsledků k hypotéze 1

p_r PHK – střední hodnota relativní protrakce PHK

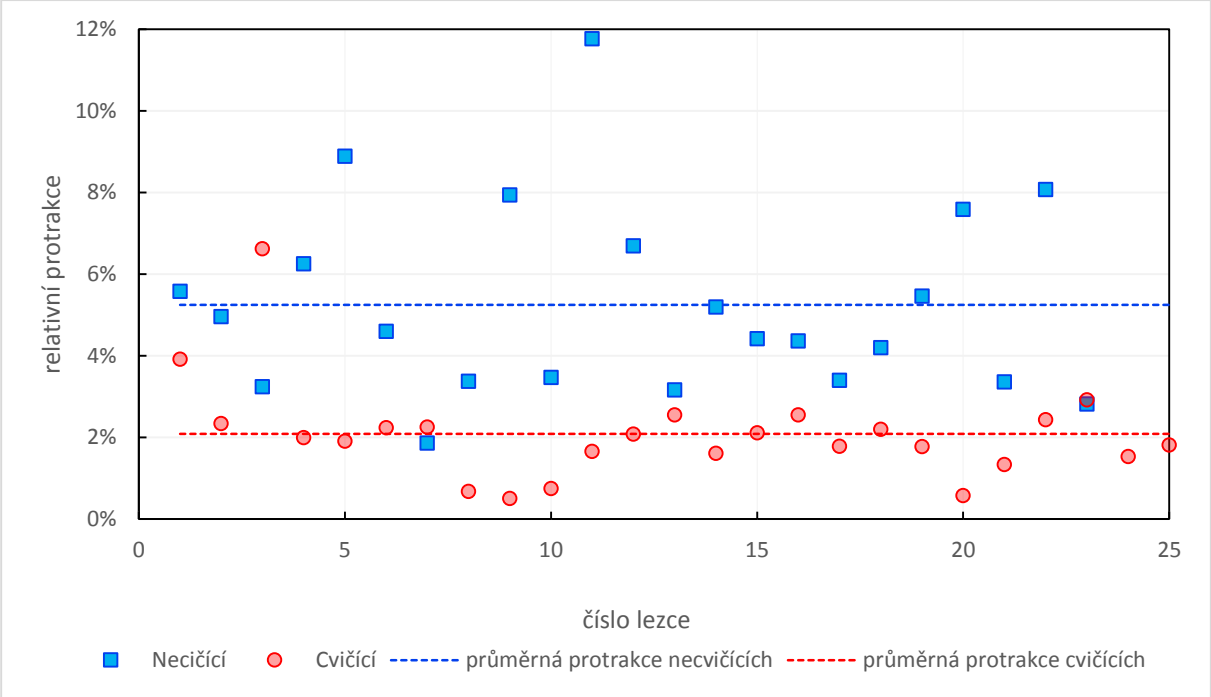
p_r LHK – střední hodnota relativní protrakce LHK

μ p_r PHK+LHK – průměr relativních protrakcí PHK i LHK

Z dat jsou také patrné větší naměřené hodnoty u pravého ramenního kloubu, což můžeme částečně přisuzovat k pravostranné dominantní končetině u všech lezců, symetriím protrakce se však bude věnovat diskuse k H2.

Stanovené hodnoty průměrných protrakcí obou horních končetin necvičících i cvičících lezců, včetně středních hodnot jsou zobrazeny v grafu 1. Pro lezce necvičící kompenzační cvičení je patrný relativně velký rozptyl hodnot relativních protrakcí, což můžeme přisuzovat individuálním mechanismům kompenzace zátěže. Někteří necvičící lezci

tak mohou mít relativní protrakci srovnatelnou s lezci cvičícími. Ve skupině cvičících lezců jsou stanovené hodnoty relativních protrakcí obecně velmi malé, což dokládá velmi významný vliv kompenzačních cvičení. Postavení ramenních kloubů je v této skupině velmi blízké fyziologickému ideálu a prakticky zde nedochází k decentraci.



Graf 1: Relativní protrakce pro jednotlivé lezce obou posuzovaných skupin

Nabízí se zde otázka, jak by vypadaly hodnoty probandů z řad nelezců či u lidí se sedavým zaměstnáním, kdyby byly taktéž zanesené do grafu. U běžné, nesportující populace by hodnoty byly pravděpodobně vzdálenější od úsečky *průměrná protrakce cvičících*. Nelze však odhadovat, zda by hodnoty byly srovnatelné nebo dokonce ještě větší než lezců necvičících, u nichž jsou na ramenní kloub kladeny obrovské nároky a jsou často velmi přetěžované. Na druhou stranu, sedavá zaměstnání neumožňují dlouhodobě správný kontakt hlavice s jamkou u ramenních kloubů, může zde tedy také docházet k významným protrakcím. Bolesti ramenních kloubů u pracujících vsedě u PC již byla předmětem mnoha studií (Grieger-Morris, 1992; Harman, 2005; Lluch, 2014). Zajímavý by byl poznatek, zda lezci neprovádějící kompenzační cvičení udávají v anamnéze bolesti ramenních kloubů, jelikož jak už bylo popsáno v kap. 2.3, v důsledku protrakce ramenního kloubu a svalové

nerovnováhy v jeho okolí dochází k bolestem a případným poruchám v kloubu (např. impingement syndrom). V této práci jsme se zabývali výzkumem lezců bez bolestí a zdravotních obtíží.

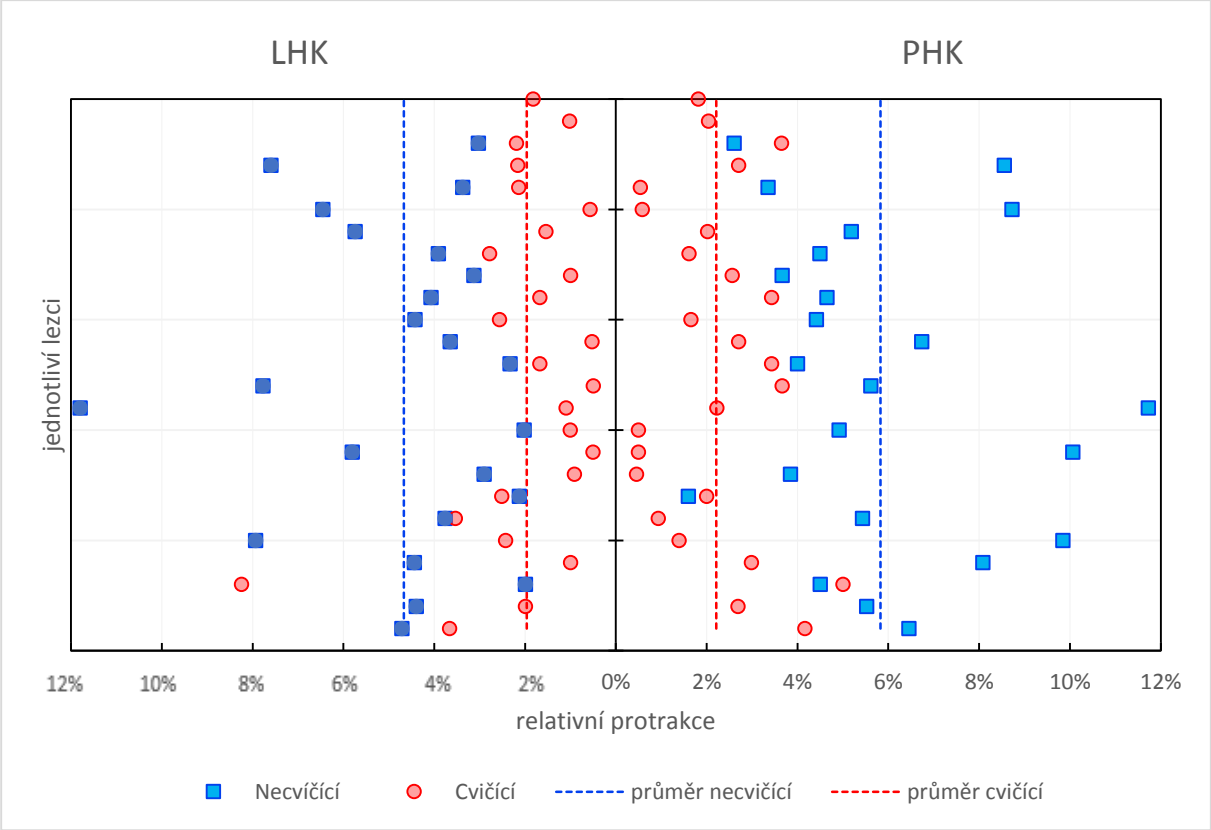
V průběhu celé práce operujeme s pojmy relativní protrakce, menší nebo větší protrakce. Tyto pojmy jsou zavedeny pro účely této práce, kdy hodnotíme rozdíly v míře protrakce u jednotlivých sledovaných skupin, popř. u jednotlivých kloubů. Úkolem práce není stanovit, kdy už mluvíme o protrakci, a kdy ještě ne, čili nedefinujeme rozdíl mezi ramenním kloubem ve fyziologickém postavení a v protrakci. Tato hranice je velmi úzká a doposud nebyla určena standardizovaná metoda k jejímu určení. Někteří autoři si proto stanovují vlastní kritéria, která nejlépe vyhovují požadavkům práce; v této práci nebylo potřeba hranici určovat.

H2: U lezců pravidelně provádějících kompenzační cvičení i u lezců neprovádějících kompenzační cvičení předpokládám shodnou míru protrakce u obou ramenních kloubů

Jak již bylo zmíněno výše, lezení je symetrický sport, při němž se zapojují téměř všechny velké svalové skupiny. Proto tato hypotéza předpokládala shodnou míru protrakce u obou ramenních kloubů. Nicméně tato hypotéza nebyla potvrzena. Není pravda, že by lezci (ať už cvičící, nebo necvičící) měli souměrnou protrakci na obou horních končetinách, kdy za souměrnost považujeme rozdíl $\leq 2\%$. V grafu 2 vidíme distribuci relativních protrakcí LHK a PHK u každého ze 48 lezců. Střední hodnoty jsou znázorněny svislou úsečkou. Čím blíže jsou body grafu střední svislé úsečce (0%), tím menší je relativní protrakce dané končetiny. Hodnoty pro konkrétního lezce jsou uvedeny stejným symbolem vždy ve stejné horizontální rovině.

Z grafu 2 vyplývají menší hodnoty relativní protrakce u LHK v obou sledovaných skupinách. Tato skutečnost může být částečně přikládána k menší protrakci u nedominantní horní končetiny. Soubor všech 48 lezců tvořili praváci. K potvrzení této domněnky by bylo zapotřebí provést obdobný výzkum u lezců s dominantní levou končetinou. Stejně jako u H1, kde jsme pozorovali menší rozptyl průměrných protrakcí u lezců cvičících (graf 1), i zde se vyskytuje menší rozptyl v případě porovnávání obou korních končetin. Tento jev lze opět přisuzovat obecně menší míře relativní protrakce u lezců pravidelně provádějících

kompenzační cvičení. U lezců necvičících pozorujeme větší rozdíl mezi relativní protrakcí PHK a LHK. To může být opět způsobeno lepší kompenzací protrakce u lezců cvičících.



Graf 2: Relativní protrakce u obou ramenních kloubů

Hodges et al. (2013) ve své práci prezentují naprosto rozdílný nábor svalových skupin v oblasti trupu při experimentálně vyvolaném bolestivém podnětu. Z celkového souboru 17 zdravých jedinců se nenašli dvě stejné reakce na týž podnět, svalová odpověď byla vždy jiná co do velikosti náboru i timingu svalových skupin. Taktika vyrovnávání se se zátěží, ať už bolestivou nebo sportovní, je vždy velice individuální. Proto ani v této práci jsme nenašli souhrnně symetrické postavení ramenních kloubů u sportovních lezců; každý lezec se se zátěží vyrovnává individuálně a tím dochází i k individuálnímu nastavení tělesných segmentů každého lezce tak, aby to vyhovovalo požadavkům jeho tělesného uspořádání.

6.3 Diskuse k výzkumným otázkám

1. Má kompenzační cvičení vliv na snížení protrakce ramenních kloubů?

Odpovědí na tuto řešenou otázku poskytují výsledky práce. Jelikož u lezců pravidelně provádějících kompenzační cvičení byla nalezena významně menší protrakce ramenních kloubů než u lezců necvičících, lze usuzovat na zásadní vliv kompenzačního cvičení. Jak již bylo zmíněno výše, byla předpokládána samostatná schopnost lezců provádět kompenzační cvičení a toto cvičení tedy nebylo nijak kontrolováno. Všichni lezci zařazení do skupiny č. 1 museli splňovat požadavky pro zařazení do této skupiny; víme tedy, že všichni prováděli kompenzační cvičení min. 2x týdně 30 min a museli do tohoto cvičení zařazovat protahování nejčastěji zkrácených svalů v oblasti ramenního kloubu a posilování nejčastěji oslabených svalů. Nebylo dále zjišťováno, jak dlouho již toto cvičení provádějí, jestli dodržují stejný postup nebo postupně zvyšují zátěž u posilování atd. Navzdory těmto nedostatkům byl potvrzen vliv cvičení na postavení ramenních kloubů. Pravidelné kompenzační cvičení lze sportovním lezcům jednoznačně doporučit. Kompenzační cvičení by mělo být pravidelně prováděno 1-3x týdně v závislosti na intenzitě lezení, mělo by být prováděno samostatně mimo lezeckou aktivitu. Po rozehřátí by měl být nejprve proveden strečink nejčastěji zkrácených svalových skupin (viz kap. 2.2.5) a následně posilování. Tato práce se věnuje problematice ramenních kloubů, nicméně správně sestavené kompenzační cvičení musí zahrnovat i ostatní zatěžované svalové skupiny. Zásady a doporučení kompenzačního cvičení u lezců se zaměřením na klíčové struktury jsou popsány v literatuře (Hörst, 2003, Tefelner, 1999).

2. Budou u sportovních lezců stejné hodnoty protrakce na obou ramenních kloubech?

Tato otázka opět vychází z předpokladu, že sportovní lezení je symetrický sport se zapojením velkého množství svalů v okolí ramenních kloubů. Ačkoliv se zde nabízí vliv dominantní končetiny, vycházeli jsme z předpokladu, že u výkonnostního lezení vzhledem k vysoké obtížnosti cest není možné upřednostňovat jednu horní končetinu. Rozmanitost ať už přírodních, nebo umělých lezeckých terénů zajišťuje rozvoj síly i koordinace obou horních končetin a tedy i obou ramenních kloubů. Nicméně i elitní lezci provádějí v běžném životě i jiné pohybové aktivity než je lezení, ať už to je pracovní zatížení, pohybové stereotypy jedince nebo např. domácí práce; žádná z těchto aktivit není prováděna symetricky. Významnou roli hraje také raný muskuloskeletální vývoj lezce, pohybové zatížení v dětství

nebo naopak nedostatečné vytvoření správných pohybových stereotypů, přítomnost juvenilních skolióz, vadného držení těla atd. I to má vliv na symetrii rozložení váhy a postavení ramenních kloubů u sledovaných lezců.

Dále jsme po studii výsledků práce zhodnotili, že dominance horní končetiny je nezanedbatelným faktorem vedoucím k asymetrii protrakce ramenních kloubů. V grafu 2 můžeme pozorovat tendenci k větší protrakci pravých ramenních kloubů než levých; všichni lezci byli praváci. Je ovšem nutné poznamenat, že asymetrie protrakcí u cvičících lezců není nikterak významná. Vhodnou kompenzací pravděpodobně dochází ke snížení míry asymetrií. Z uvedeného vyplývá, že ani symetrický sport jako lezení není dostatečná kompenzace dominantní končetiny, pokud není současně prováděno kompenzační cvičení.

7 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, zda se u sportovních lezců ve věku 18-35 let vyskytuje protrakce ramenních kloubů, a zda tato protrakce je rozdílná u lezců pravidelně provádějících kompenzační cvičení a u lezců neprovádějících kompenzační cvičení. Po prostudování odborné literatury a vytvoření teoretického základu jsme přistoupili k navržení vlastní metody měření ramenních kloubů, z nějž byla použitím odpovídajícího vzorce stanovena relativní protrakce.

Tato práce ověřovala platnost dvou hypotéz. První hypotéza se potvrdila, jelikož výsledkem byla statisticky významně menší protrakce ramenních kloubů u lezců pravidelně cvičících, a to při porovnávání pouze levých, pouze pravých, anebo obou ramenních kloubů. Dále byla zjištěna větší protrakce u pravých ramenních kloubů, což jsme částečně přisoudili pravé dominantní končetině u celého zkoumaného souboru lezců. Druhá hypotéza nebyla potvrzena. Obě skupiny lezců, lezci provádějící i neprovádějící kompenzační cvičení, měli asymetrickou protrakci ramenních kloubů.

Výsledky práce potvrdily významný vliv kompenzačního cvičení na postavení ramenních kloubů blíže fyziologickému ideálu a tím i prevenci bolestí a poruch ramenních kloubů. Proto lze kompenzační cvičení sportovním lezcům jednoznačně doporučit. Vzhledem k nedostatku literatury zabývající se dopady sportovního lezení na muskuloskeletální aparát lezců potažmo výskytem a mírou protrakce ramenních kloubů v populaci nemůžeme práci porovnat s výsledky jiných autorů. Při hodnocení výsledků jsme proto vycházeli z rozdílu mezi sledovanými skupinami a nezabývali jsme se bližším určením hranice mezi protrakcí a fyziologickým postavením kloubu. Tyto otázky by mohly být dále zpracovány v jiných vědeckých studiích.

Přínos této diplomové práce spatřujeme v návrhu vlastní metody měření a ve zhodnocení vztahu kompenzačního cvičení k protrakci ramenních kloubů u sportovních lezců.

8 SEZNAM LITERATURY

ANDREWS, J. R. et al. *Physical Rehabilitation Of The Injured Athlete*. Elsevier: Philadelphia, 2012. ISBN 9780721600147

BACKE, S. et al. Rock climbing injury rates and associated risk factors in a general climbing population. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*[online]. 2009 (19) [cit. 2015-09-09] Dostupné z: http://www.researchgate.net/publication/26278230_Rock_climbing_injury_rates_and_associated_risk_factors_in_a_general_climbing_population

BORSTAD, J. D.: Resting position variables at the shoulder: Evidence to support a posture-impairment association. *Physical Therapy* [online] 2006; 86 (4)[cit. 2015-09-04]. Dostupné z:http://ptjournal.apta.org/content/86/4/549.full

BRAUN, B. L. Postural differences between asymptomatic men and women and craniofacial pain patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 1991, (72) [cit. 2015-09-09]. Dostupné z: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1859260

BRUTHANS, T. Regenerace a rehabilitace špičkových sportovních lezců se zaměřením na svalstvo předloktí a ruky. Praha, 2004. Diplomová práce. FTVS UK

COLE, A. K. et al. Scapular Bracing and Alteration of Posture and Muscle Activity in Overhead Athletes With Poor Posture. *Journal of athletic training* [online]. 2013, roč. 48(1) [cit. 2015-02-13]. Dostupné z:http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3554027/

COOLS, A. M. et al. Rehabilitation of scapular muscle balance: which exercises to prescribe? *American Journal of Sports and Medicine*. 2007;35(10)

COOLS, A. M., et al. Scapular muscle recruitment patterns: trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. *American Journal of Sports and Medicine*. 2003;31(4)

CREASEY, M. et al. *Horolezectví*. Přeložil Petr Homola. 1.vyd. Praha: Rebo Productions, 2000. ISBN 80-7234-148-0

CROISIER, J.L. Muscular Imbalance and Acute Lower Extremity Muscle Injuries in Sport. *International SportMed Journal* [online]. 2004, 5(3) [cit. 2015-09-04]. Dostupné z: http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/58123/1/2004%20Article%20ISMJ%205%2c%20169-176%20%28MUSCULAR%20IMBALANCE%20..%20SPORT%29.pdf

ČERMÁK, J. Et al. *Záda už mě nebolí*. Praha: Jan Vašut s. r. o, 2005. ISBN 80-7236-117-1

DiVETA, J; WALKER, M.; SKIBINSKI, B. Relationship between performance of selected scapular muscles and scapular abduction in standing subjects. *Physical Therapy*[online]. 1990, (70) [cit. 2015-09-01] Dostupné z: http://www.udel.edu/PT/PT%20Clinical%20Services/journalclub/caserounds/01_02/apr02/GIBSON.pdf

DORAN, D. A; REAY, M. Injuries and associated training and performance characteristics in recreational rock climbers. *The Science of Rock Climbing and Mountaineering*. Human Kinetics Publishing: Champaign, 1999.

FOLKL, A. K. Characterizing the Consequences of Chronic Climbing-Related Injury in Sport Climbers and Boulderers. *Wilderness and Enviromental Medicine* [online]. 2013, 24(2) [cit. 2015-09-01]. Dostupné z: http://www.wemjournal.org/article/S1080-6032(12)00375-4/fulltext

FRANCOVÁ, J.; PAVLŮ, D.; PÁNEK, D. Možnosti využití terapeutického lezení ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2006, 13(1), s. 29-37.

FRANK, Tomáš; KUBLÁK, Tomáš a kol. *Horolezecká abeceda*. 1.vyd. Praha: Epocha, 2007. ISBN 978-80-87027-35-6

FUSCO, A. et al. *The Shoulder in Sport: Management, Rehabilitation and Prevention*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2007. ISBN 978-0-443-06874-4.

GREEN, D. J. et al. Australopithecus afarensis Scapular Ontogeny, Function, and the Role of Climbing in Human Evolution. *Science* [online]. 2012, 338(6106) [cit. 2015-09-02]. Dostupné z: http://www.sciencemag.org/content/338/6106/514.full

GRIEGER-MORRIS, P. et al. Incidence of Common Postural Abnormalities in the Cervical, Shoulder, and Thoracic Regions and Their Association with Pain in Two Age Groups of Healthy Subjects. *Physical Therapy* [online]. 1992, (72)[cit. 2016-09-08] Dostupné z: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.548.4223&rep=rep1&type=pdf

GROSS, M. et al. *Vyšetření pohybového aparátu*. Praha: Triton, 2005. ISBN 80-7254-720-8
HÁLKOVÁ, J. *Zdravotní tělesná výchova*. Praha: ČASPV, 2006. ISBN 80-86586-15-4

HATTINGH, G. *Horolezectví.* Přeložila Dana Tomanová. 1.vyd. Praha: Václav Svojtka, 1999. ISBN 80-7237-053-7

HARDWICK, D. H. et al. A Comparison of Serratus Anterior Muscle Activation During a Wall Slide Exercise and Other Traditional Exercises. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* [online]. 2006, 36(12) [cit. 2015-09-08]. Dostupné z: http://www.kinex.cl/papers/Hombro/serrato%20anterior.pdf

HARMAN, K. et al. Effectiveness of an Exercise Program to Improve Forward Head Posture in Normal Adults: A Randomized, Controlled 10-Week Trial. *The Journal of Manual & Manipulative Therapy*. [online]. 2005, 13(3) [cit. 2015-02-13]. Dostupné z: http://www.maneyonline.com/doi/abs/10.1179/106698105790824888

HOCHHOLZER, T., SCHÖFFL, V. *One move too many*. Ebenhausen Germany: Lochner Verlag, 2003. ISBN 3-928026-20-8

HODGES, P. W. et al., New insight into motor adaptation to pain revealed by a combination of modelling and empirical approaches. *European Journal of Pain*. [online]. 2013, 17(8) [cit. 2015-02-13]. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23349066

HÖRST, E. J. *Training for Climbing: The Definitive Guide to Improving Your Climbing Performance*. Connecticut: Falcon Guides, 2003. ISBN 0-7627-2313-0.

HÖRST, E. J. *Learning to Climb Indoors.* Connecticut: Falcon Guides, 2012. ISBN 978-0762739851

JANDA, V. *Svalové funkční testy*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2004. ISBN 978-80-247-0722-8

JANDA, V. *Základy funkčních neparetických hybných poruch*. 1. vydání. Brno: Ústav pro další vzdělávání zdravotnických pracovníků, 1984. 139 s. ISBN 57-855-84

JONES, O. G. Rock Climbing in the English Lake District. G. P. Keswick: Abraham & Sons, 1900

KABELÍKOVÁ, K. – VÁVROVÁ, M.: Cvičení k obnovení a udržování svalové rovnováhy: průprava ke správnému držení těla. Praha: Grada Publishing, 1997. ISBN 80-7169-384-7

KAPANDJI, A .I. *The Physiology of the Joints, Volume One: Upper Limb*. 5.ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1982. ISBN 0-4430-2504-5

KAUER, B., GERBERT, W. W. *Three-dimensional analysis of rockclimbing techniques*. Proceedings of the 1st International Conference on Science and Technology in Climbing and

Mountaineering; 7–9 April 1999, Leeds, UK

KENDALL, F. P., MCCREARY, E. K. *Muscles: Testing and Function*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1983. ISBN 07-8174780-5

KLUEMPER, M. et al. Effect of Stretching and Strengthening Shoulder Muscles on Forward Shoulder Posture in Competitive Swimmers. *Journal of Sport Rebilitation* [online]. 2006,

(15) [cit. 2015-02-13]. Dostupné z https://www.mc.uky.edu/athletic_training/publications%20folder/06Kluemper(58).pdf

KOLÁŘ, P. a kol. *Rehabilitace v klinické praxi*, 1. vyd. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-657-1.

KOLÁŘ, P. Systematizace svalových dysbalancí z pohledu vývojové kineziologie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2001 (4), s. 152-164.

KOLT, G. S. et al. Physical Therapies in Sport and Excercise. Philadelphia: Elsevier, 2007. ISBN 978-0-443-10351-3.

KRAČMAR, B. *Ontogenetický pohybový vzor ve sportovním lezení***.** UK FTVS, 2003

KROBOT, A. Variabilita tvaru lopatky a predikce pohybových poruch ramene. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2004, 11(2).

KUBLÁK, T. Klasifikace obtížnosti. *Horolezecká metodika* [online]. 2008.[cit. 2015-08-31]. Dostupné z: http://www.horolezeckametodika.cz/horolezectvi/horolezectvi-a-sport/klasifikace-obtiznosti

KYUNGSIK, Ch. et al. Analysis of climbing postures and movements in sport climbing for realistic 3D climbing animations. *Procedia Engineering* [online]. 2015, (112) [cit. 2015-08-05]. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S1877705815014241/1-s2.0-S1877705815014241-

main.pdf?_tid=78d90dda-3b67-11e5-8b0f-00000aab0f26&acdnat=1438775310_d223297b22f24bfb0b787dedc14703f8

LEE, J. The effect of scapular posterior tilt exercise, pectoralis minor stretching, and shoulder brace on scapular alignment and muscles activity in subjects with round-shoulder

posture. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [online]. 2015,(25) [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/269189646

LLUCH, E. et al. Immediate effects of active versus passive scapular correction on pain and pressure pain threshold in patients with chronic neck pain. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*[online]. 2014, 37(9) [cit. 2015-08-03]. Dostupné z: http://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/40692

LONG, J. *How to Rock Climb!*. 4.ed. Guilford: Falcon, 2004. ISBN 0-7627-2471-4

LYNCH S. et al. The effects of an exercise intervention on forward head and rounded shoulder postures in elite swimmers. British Journal of Sports Medicine [online]. 2010, (44) [cit. 2015-10-02]. Dostupné z: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20371564

MARINO, G., & KELLY, P. *Modifications of force distribution in novice rock climbing technique*. Proceedings of the 6th international symposium on biomechanics in sports, 1988

MAYER, M.; SMÉKAL, D. Syndromy bolestivého a dysfunkčního ramene: role krátkých represorů hlavice humeru. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2005, 12(2) s. 68-71.

MCINTYRE, D. R. Gait patterns during free choice ladder ascents. *Human Movement Science* (2), 1983.

MYERS, T.W. *Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapist*. Philadelphia: Elsevier, 2009. ISBN 978-0-443-10283-7.

MYOUNG-HYO, L. et al. Effects of neck exercise on high-school student's neck-shoulder posture. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2013,(25) [cit. 2015-02-13]. Dostupné z:http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3804985/pdf/jpts-25-571.pdf

NIEKERK, S. M. et al. Photographic measurement of upper-body sitting posture og high school students: a reliability and validity study. *BMC Musculosceletal Disorders* [online]. 2008, (9)[cit. 2015-09-08]. Dostupné z: http://dx.doi.org/10.1186/1471-2474-9-113

NIJS, J.; Roussel, N.; Vermeulen, K.; Souvereyns, G. Scapular positioning in patients with shoulder pain: a study examining the reliability and clinical importance of 3 clinical test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2005, (7) [cit. 2015-02-13]. Dostupné z: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16003663

OBTULOVIČ, T. *Zdravotní aspekty sportovního lezení* 2. Montana [online]. 2007, (3), [cit. 18. 4. 2012]. Dostupné z: http://www.horomedicina.cz.

PAGE, P. Shoulder Muscle Imbalance and Subacromial Impingement Syndrome In Overhead

Athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2011, 6(1) [cit. 2015-09-08]. Dostupné z: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3105366/

PAVLÍK, J. *Aplikovaná statistika.* Praha: VŠCHT, 2005. ISBN 80-7080-569-2

PETERSON, D. E. et al. Investigation of the Validity and Reliability of Four Objective Techniques for Measuring Forward Shoulder Posture. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* [online]. 1997,25(1) [cit. 2015-09-08]. Dostupné z: http://www.jospt.org/doi/pdfplus/10.2519/jospt.1997.25.1.34

PINK M., et al. The painful shoulder during the butterfly stroke. An electromyographic and cinematographic analysis of twelve muscles. *Clinical Orthopaedics and Related Research* (228), 1993

RAINE, S.; TWOMEY, L. Posture of the head, shoulders and thoracic spine in comfortable erect standing. *Australian Journal of Physiotherapy* [online] 1994, 40(1) [cit. 28-10-2009] Dostupné z: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0004951414604517

RIEGEROVÁ, J. Et al. Rozbor svalových funkcí a pohybových stereotypů u sportovců zabývajících se volným lezením a judem. *Česká antropologie*, 2003 (53).

ROCKWOOD, C. *The shoulder*. 4th ed., Philadelphia: Elsevier, 2009. ISBN 978-1-4160-3427-8

ROTMAN, I. *Poškození prstů rukou v horolezectví*. [online] 2004. [cit. 28-10-2009] Dostupné na www.horosvaz.cz

RUIVO, R. M. et al. Cervical and shoulder postural assessment of adolescents between 15 and 17 years old and association with upper quadrant pain. *Brazilian Journal of Physical Therapy* [online]. 2014, 15(4) [cit. 2015-02-13]. Dostupné z: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25054381

RUSSELL, S.D. et al. Computer models offer new insights into the mechanics of rock climbing. *Sports Technology* [online]. 2012, 5(3-4) [cit. 2015-08-31]. Dostupné z: http://bme.virginia.edu/muscle/pdf/Russell2012.pdf

SHEEL, A.V. Physiology of sport rock climbing. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2004, (38) [cit. 2015-08-05]. Dostupné z: http://bjsm.bmj.com/content/38/3/355.full

SCHÖFFL, V. Injury trends in rock climbers: evaluation of a case series of 911 injuries

between 2009 and 2012. *Wilderness and Enviromental Medicine* [online]. 2015, 26(1) [cit. 2015-08-03]. Dostupné z: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25712297

SCHWEIZER, A. *Biomechanik und Effektivität des Taping des A2 Pulley in Bezug auf das Sportklettern*. Bern, 1999. Disertační práce na Anatomickém Institutu Univerzity v Bernu

STRUYF, F. et al. Clinical Assessment of Scapular Positioning in Musicians: An Intertester Reliability Study. Journal of Athletic Training [online]. 2004, 44(5) [cit. 2015-10-01]. Dostupné z: http://natajournals.org/doi/pdf/10.4085/1062-6050-44.5.519

SYNKOVÁ, L. *Bouldering*, Diplomová práce, Brno 2006.

SZETO, G. P.Y. A field comparison of neck and shoulder postures in symptomatic and asymptomatic office workers. *Applied Ergonomics* [online]. 2002, 33(1), 75-84 [cit. 2016-09-14].Dostupnéz:https://www.researchgate.net/publication/11529908_A_field_comparison_of_neck_and_shoulder_postures_in_symptomatic_and_asymptomatic_office_workers

TEFELNER, R. *Trénink sportovního lezce*. Lelekovice: Rudolf Tefelner, 1999. ISBN 2000000332697.

TESTA, M.; MARTIN, L.; DEBU, B. 3D analysis of posture-kinetic coordination associated with a climbing task in children and teenagers. *Neuroscience Letters* [online]. 2003, (336), [cit. 05-02-2008]. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12493599

TEYS, P. et al. The initial effects of a Mulligan's mobilization with movement technique on range of movement and pressure pain threshold in pain-limited shoulders. *Manual Therapy* [online]. 2008, 13(1) [cit. 2015-08-03]. Dostupné z: http://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/20067

THIGPEN, Ch. A. et al. Head and shoulder posture affect scapular mechanics and muscle activity in overhead tasks. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [online]. 2010, 20(4) [cit. 2015-09-09]. Dostupné z: http://digitalcommons.unomaha.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1095&context=biomechanicsarticles

TLAPÁK, P. *Tvarování těla pro muže a ženy*. 9. vydání. Praha: ARSCI, 2011. ISBN: 978-80-7420-014-4

TRAVEL, J. G., et al. The trigger point manual. Překlad Martina Zemanová, Jan Vacek. Baltimore: Williams, 1999. ISBN 80-247-0722-5

VÉLE, F.: *Kineziologie*. Praha: Triton, 2006. ISBN: 80-7254-837-9

VOMÁČKO, L.; BOŠTÍKOVÁ, S. *Lezení na umělých stěnách*. 2. upr. vyd. Praha: Grada Publishing, 2008. ISBN 978-80-247-2174-3

VOJTA, V., PETERS, A. Vojtův princip: Svalové souhry reflexní lokomoce a motorická ontogeneze, GRADA, 1. vydání, Praha, 1995, 184 s., ISBN 80-7169-004-X.

WADSWORTH, D. J. Et al. Recruitment patterns of the scapular rotator muscles in freestyle swimmers with subacromial impingement. *International Journal of Sports Medicine*: 18(8), 1997

WINTER, S. *Sportovní lezení.* Přeložila Lenka Česenková. 1.vyd. České Budějovice: KOPP, 2004. ISBN 80-7232-234-6

WONG, E. K .L. et al. Strength Profiles of Shoulder Rotators in Healthy Sport Climbers and Nonclimbers. *Journal of Athletic Training* [online]. 2009, 44(5) [cit. 2015-09-04]. Dostupné z: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2742463/

WOO, T. et al. Postural estimates from digital images: Inter- and intra- tester reliability. 4th World Congress of Biomechanics [online]. Calgary, 2002. [cit. 2015-09-04]. Dostupné z: http://www.biotonix.com/website/wp-content/themes/nominal/PDF/005-Woo_2002.pdf

WOOLLINGS, K. *Injury Rates, Mechanisms, and Risk Factors For Injury in Youth Rock Climbers* [online]. Alberta, 2013 [cit. 2015-02-13]. Dostupné z: http://theses.ucalgary.ca/bitstream/11023/839/2/ucalgary_2013_Woollings_Kaikanani.pdf Theses. Faculty of Kinesiology, Calgari

9 PŘÍLOHY

9.1 Příloha 1 – Vyjádření etické komise

9.2 Příloha 2 – Informovaný souhlas

9.3 Příloha 3 – Dotazník

9.4 Příloha 4 – Záznamový arch

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
José Martího 31, 162 52 Praha 6-Veleslavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce, zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Vliv kompenzačního cvičení na míru protrakce ramenních kloubů u sportovních lezců

Forma projektu: diplomová práce
Období realizace: leden – srpen 2016
Předkladatel: Bc. Karolína Chládková
Hlavní řešitel: Bc. Karolína Chládková
Spoluřešitel(é):
Vedoucí práce: Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů CSc.
Název grantu:

Popis projektu
Cílem práce je zhodnotit, zda lezci pravidelně provádějící kompenzační cvičení budou mít menší protrakci ramenních kloubů než lezci necvičící. Sběr dat bude proveden pomocí dotazníku a vlastního měření protrakce ramenních kloubů. K tomuto měření budou použity 2 neinvazivní, bezbolestné přístupy. Jedním bude ohodnocení protrakce změřením vzdálenosti acromionu od sterna antropometrem, druhým bude naměření vzdálenosti acromionu od zdi posuvným měřítkem. Hodnoty budou odebrány vždy nejprve v přirozeném, poté v aktivně narovnaném stoji. Účastníci měření budou vybráni z řad sportovních lezců dosahujících lezecké obtížnosti alespoň VII dle UIAA, obou pohlaví a ve věkovém rozmezí 10-35 let.
Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky:
Všechna měření budou prováděna v místnosti s pokojovou teplotou. Nebudou použity žádné invazivní metodiky. Zdraví ani kožní kryt probandů nebude porušen.
Etické aspekty výzkumu
V případě zařazení nezletilých probandů do výzkumu bude informovaný souhlas podepsán zákonným zástupcem (rodič). Výzkum zahrnuje vulnarabilní skupinu nezletilých osob pro posouzení vlivu této věkové kategorie na míru protrakce ramenních kloubů. Data budou anonymizovaná.
Informovaný souhlas (přiložen)

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 01.12.2015 Podpis předkladatele:

Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: **Předsedkyně:** doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.
Členové: prof. PhDr. Pavel Slepička, DrSc.
doc. MUDr. Jan Heller, CSc.
doc. Ing. Monika Šorfová, Ph.D.
Mgr. Pavel Hráský, Ph.D.
MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 142/2015
dne: 9. 12. 2015

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodní směrnicemi pro provádění výzkumu, zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

UNIVERZITA KARLOVA v Praze
Fakulta tělesné výchovy a sportu
José Martího 31, 162 52, Praha 6

razítko UK FTVS

podpis předsedkyně EK UK FTVS

Informovaný souhlas probanda s účastí na studii

Tento informovaný souhlas se týká diplomové práce studentky Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy v Praze, studijní obor fyzioterapie

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů 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 biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné),* Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci *diplomové práce* s názvem Vliv kompenzačního cvičení na míru protrakce ramenních kloubů u sportovních lezců.

Cíl práce

Určit, zda se u lezců pravidelně provádějících kompenzační cvičení v oblasti ramenního kloubu vyskytuje menší protrakce ramenních kloubů než u lezců necvičících

Průběh práce a způsob měření

Veškerá účast na studii je dobrovolná. Měření, jehož budete součástí, je jednorázové, neinvazivní, nepřekročí 30 min, budete požádán o vysvléknutí horní poloviny těla do spodního prádla a měřícími nástroji budou antropometr a posuvné měřítko. Zásah bude bezbolestný. Veškerá získaná data budou anonymizovaná a nebudou nijak spojena s Vaší osobou a budou i nadále uchovaná v anonymní podobě.

Já, níže podepsaný/á souhlasím s mou účastí/účastí mého syna/dcery ve studii. Byl/a jsem podrobně informován/a o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Vyšetřující fyzioterapeut provádějící studii mi vysvětlil očekávané přínosy. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se mé účasti ve výzkumu, a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. Porozuměl/a jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná a na základě vlastního rozhodnutí.

Jméno a příjmení fyzioterapeuta: Bc. Karolína Chládková, Podpis:.....

Jméno a příjmení probanda:.....Podpis.....

Rok narození:.....

Místo, datum .....

DOTAZNÍK **č.____**

Prosím Vás o vyplnění tohoto dotazníku, který je zcela anonymní. Informace budou zpracovány v rámci mé diplomové práce. Jako poděkování Vám zodpovím případné dotazy a budou Vám k dispozici výsledky diplomové práce. Vyhovující odpověď prosím označte křížkem.

Jste: □ MUŽ □ ŽENA □ pravák □ levák **Věk:** _____

Jak dlouho lezete? méně než 3 roky 3-5 let více než 5 let

Kolikrát týdně lezete? 1x 2x 3x 4x 5x více než 5x

Jaká je Vaše nejvyšší dosažená obtížnost dle UIAA? _____

Jaká je Vaše průměrně (nejčastěji) lezená obtížnost dle UIAA? _____

Provozujete kromě lezení jiné sporty?
□ NE □ ANO: jaké a kolikrát týdně/měsičně____

Máte nějaké bolesti pohybového aparátu?
□ NE □ ANO: popište_____

Máte nějaké úrazy způsobené lezením?
□ NE □ ANO: popište_____

Prvozujete kompenzační cvičení, čili jakékoliv protahování či posilování, které není prováděno za účelem zvýšení fyzické zdatnosti, ale jako prevence před svalovými dysbalancemi? □ NE □ ANO

Pokud NE: i tak je pro mne Váš dotazník velmi cenný, prosím umístěte ho na sběrné místo

Pokud ANO: Kolikrát týdně/měsíčně? _____Jak dlouho (v hodinách)? _____

<u>Zakroužkujte, které z následujících provádíte a jak často:</u>

- protahování prsních svalů_____ návštěva fyzioterapeuta____
- protahování šíje_____ plavání s hlavou pod hladinou_____
- posilování mezilopatkových svalů_____ vířivka_____
- posilování zadní části deltového svalu_____ masáže_____
- stabilizace lopatek u páteře_____ sauna_____
- kliky, při nichž nedochází k přiblížení lopatek k sobě_____
-

Jste ochoten/-a dostavit se v termínu, který Vám bude vyhovovat na předem určené místo a podstoupit měření ramenních kloubů, které bude trvat 10 min? □ ANO □NE

KONTAKT NA VÁS (email, tel. číslo):_____

Děkuji za Váš čas

Záznamový arch

Tento záznamový arch patří k dotazníku č.:_____

Výška:_____

Váha:_____

Výpočet BMI:_____

Vzdálenost **acromion – sternum** (mm)

přirozený stoj

	PHK	LHK
1		
2		
3		

aktivně vzpřímený stoj

	PHK	LHK
1		
2		
3		