

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
KATEDRA ANATOMIE A BIOMECHANIKY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2014

Petr Šádek

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

Katedra anatomie a biomechaniky

DIPLOMOVÁ PRÁCE
VLIV STRETCHINGU NA MAXIMÁLNÍ SVALOVÝ
VÝKON

Vedoucí práce:
Mgr. Renata Konopková, Ph.D.

Vypracoval:
Bc. Petr Šádek

Praha 2014

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Renaty Konopkové, Ph.D. Použitá literatura a další informační zdroje, které jsou v této práci uvedeny, jsou řádně citovány a uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze

.....

Bc. Petr Šádek

.....

Poděkování:

Za vznik této diplomové práce si zasloužení poděkování Mgr. Renata Konopková, PhD., bez jejíchž připomínek a ochoty při konzultacích by tato práce nemohla být zhotovena. Zároveň bych chtěl poděkovat členům rodiny, za jejich pomoc a podporu při vypracování této studie. Speciální poděkování pak patří Bc. Lence Štokrové.

ABSTRAKT

Název práce:

Vliv stretchingu na maximální svalový výkon

Cíle práce:

Vzhledem k množství studií, zabývajících se vlivem stretchingu na sportovní výkon a jejich nejednotnosti v rámci použitých parametrů, testů a dokonce provedení stretchingu samotného, by bylo záhodno, kvůli významnosti tohoto tématu, zhodnotit a sjednotit dosavadní poznatky. Cílem diplomové práce je tedy porovnat a zhodnotit dostupné literární zdroje na téma vlivu stretchingu na sportovní výkon v rámci předvýkonové přípravy a pokud možno definovat nejvhodnější typ stretchingu samotného.

Metoda:

Diplomová práce je koncipována jako literární rešerše s přesně definovanými kritérii pro využití dostupných studií.

Výsledek :

I přes nejednotnost dostupných odborných publikací z hlediska parametrů výzkumu se většina publikací, splňujících kritéria pro začlenění do výzkumu, shoduje na dynamickém stretchingu jako formě rozcvičení nejvhodnější pro zvýšení následného sportovního výkonu. Ačkoliv studie toto dokazující jsou ve svém závěru vcelku jednotné, chybí přesné určení preferovaných cviků pro provedení dynamického stretchingu a taktéž definice parametrů použitého protahování.

Klíčová slova:

protahování, dynamické, statické, svalový výkon

ABSTRACT

Title:

The effect of stretching on maximal muscle performance

Objectives:

Due to the number of studies, concerning the effect of the muscle stretch on sport performance and their heterogeneity in the term of used parameters, tests and even performing the stretch exercises themselves, it would be desirable, thanks to the importance of this subject, to consolidate and evaluate up-to-date knowledge. The goal of this diploma thesis is to compare and assess available literature concerning the effect of muscle stretch during warmup on the sport performance and, ideally, to define the best type of the stretching itself.

Method:

The diploma thesis is composed as a literature review – an integrative review with exactly defined criteria for the use of available studies.

Result :

Even with the nonuniformity of parameters used in available studies there is a consensus in most of the used sources, which met the criteria of inclusion in this research, which (the consensus) determinates the dynamic stretching as the form most appropriate for enhancing the following sport performance. Although studies, proving this result, are in their findings quite unanimous, a precise definition of preferred exercises for performing the dynamic stretching and of its parameters is still missing.

Key words:

stretching, dynamic, static, muscle performance

Obsah

1 ÚVOD.....	10
2 TEORETICKÁ ČÁST.....	11
2.1 STRUKTURA SVALU.....	11
2.2 NEUROLOGICKÉ JEVY SOUVISEJÍCÍ S PROTAHOVÁNÍM.....	12
2.2.1 MOTORICKÁ JEDNOTKA.....	12
2.2.2 MECHANIKA SVALOVÉ KONTRAKCE.....	13
2.2.3 SVALOVÉ REFLEXY.....	14
2.2.4 POSTAKTIVAČNÍ POTENCIACE.....	16
2.3 POUŽITÉ PROTAHOVÁNÍ.....	17
2.3.1 STATICKÝ STRETCHING.....	17
2.3.2 DYNAMICKÝ STRETCHING.....	19
2.3.3 BALISTICKÝ STRETCHING.....	20
2.3.4 PROPRIOCEPTIVNÍ NEUROMUSKULÁRNÍ FACILITACE.....	21
2.4 VYBRANÉ ZPŮSOBY TESTOVÁNÍ.....	22
2.4.1 VÝSKOK.....	23
2.4.2 SVALOVÁ SÍLA.....	25
2.4.3 ELEKTROMYOGRAFIE.....	26
3 CÍLE PRÁCE.....	28
3.1 VĚDECKÉ OTÁZKY.....	28
4 METODIKA PRÁCE.....	28
4.1 ÚKOLY PRÁCE.....	28
4.2 METODA DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	28
4.3 METODA VÝBĚRU STUDIÍ.....	29
4.4 KRITÉRIA LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	29
4.5 KRITÉRIA VÝZKUMU.....	30
4.6 VÝSLEDEK LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	30
5 REŠERŠNÍ A VÝZKUMNÁ ČÁST.....	31
5.1 DEFINICE KATEGORIÍ.....	31
5.2 PŘEHLED STUDIÍ.....	32
5.3 VYUŽITÍ STATICKÉHO A DYNAMICKÉHO PROTAŽENÍ.....	33
5.3.1 STATICKÝ VS. DYNAMICKÝ STRETCHING.....	36
5.3.2. KOMBINACE STATICKÉHO A DYNAMICKÉHO PROTAŽENÍ.....	37
5.3.3 STATICKÉ PROTAŽENÍ.....	38
5.3.4 DYNAMICKÉ PROTAŽENÍ.....	42
5.4 DRUHY TESTŮ.....	44
5.4.1 TESTOVÁNÍ VÝBUŠNÝCH ČINNOSTÍ.....	44
5.4.2 TESTOVÁNÍ SVALOVÝCH VLASTNOSTÍ.....	46
6 DISKUZE.....	49
7 ZÁVĚR.....	55
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	56
PŘÍLOHY.....	70
Příloha č.1 – seznam tabulek.....	71
Příloha č.2 – seznam obrázků.....	72

Seznam zkratek

ADS – aktivní dynamický stretching

BS – balistický stretching

CMJ – výskok do výšky s protipohybem

CON - koncentrický

DS – dynamický stretching

DADS – statický dynamický stretching a aktivní dynamický stretching

ECC – excentrický

EMG - elektromyografie

NC – žádná změna

PAP – postaktivační potenciace

PLYO – plyometrický

PNF – proprioceptivní neuromuskulární facilitace

ROM – rozsah pohybu

SADS – statický pasivní stretching a aktivní dynamický stretching

SJ – výskok ze dřepu

SS – statický stretching

1 ÚVOD

Touha po nejlepším výkonu provází sport a má vliv na všechny jeho složky. Sportovec se snaží maximalizovat efekt všech odvětví, které mohou ovlivnit jeho následný výkon, od stravy, tréninku, odpočinku až po oděv. Bohužel, i přes vcelku dostatečný počet studií, věnujících se možná nejpodstatnější části každého výkonu, tedy rozcvičce, stále můžeme vidat během předvýkonové přípravy cvičení, které nejenže výkon nepodporí, ale občas i zhorší. Právě tato část sportovní přípravy vyvolává mezi odbornou i laickou veřejností množství sporů vzhledem k nejednotnosti poznatků a jejich následné aplikaci i od edukovaných trenérů. Pomineme-li cvičení obsahující krouživé pohyby v jednotlivých kloubech, na kterém se většina trenérů shodne, vyvstává otázka vhodnosti protahovacích, či švihových cvičení v rámci rozcvičení pro zvýšení vlastního výkonu. Jedná se o statický, dynamický a event. i balistický stretching.

Právě zde narážíme na nedostatek dostupných informací, minimálně co se domácí literatury týká. Často se můžeme totiž setkat s tím, že pokud se řekne protahování, většina sportovců si představí polohy za jejich možným aktivním rozsahem pohybu v daném kloubu s dlouhotrvající výdrží, což odpovídá statickému stretchingu. Nicméně málokdo už tuší, že lze provést protažení i bez překonání tohoto rozsahu pohybu a bez bolesti vycházející z protahování zkráceného svalu a stále lze mluvit o stretchingu. Tento typ protažení lze definovat jako dynamický a vyznačuje se menším rozsahem pohybu, aktivním provedením a menší dobou setrvání v koncové poloze oproti stretchingu statickému, spolu s výrazně odlišným efektem na svaly.

Cílem této studie je najít a ideálně definovat nejvhodnější typ stretchingu pro zvýšení následného sportovního výkonu. I přestože se většina odborné literatury shoduje na využití dynamického typu v rámci předvýkonové přípravy, není zcela ucelený názor, jak přesně má takový dynamický stretching vypadat. Jednak je tedy nutné nejprve definovat provedení dynamického protažení jako takového, aby sportovci věděli, jak provést potřebná cvičení. Dále by bylo vhodné definovat parametry nutné pro co největší pozitivní efekt stretchingu tak, aby daná cvičení byla lehce proveditelná všemi atlety.

2 TEORETICKÁ ČÁST

Protahování, respektive předvýkonová rozcvička, je v dnešní době velice podstatnou a zároveň komplexní částí sportovního výkonu. Jak už sám název napovídá, jedná se nejčastěji o práci s délkou svalu. Nicméně při zkracování či prodlužování funkční délky svalu nemůžeme opominout korespondující reakce, ať už lokální, či globální (Alter, 1998). Obojí je do jisté míry zaštitěno nervovým systémem a právě tyto změny v těle jsou ty, které se budeme snažit v teoretické části definovat a popsat, abychom jich pak dokázali lépe využít při samotné definici protahování.

Cílem teoretické části této studie je tedy v první řadě popsat struktury, které jsou zasaženy protahovacím cvičením. Jedná se zejména o vlastní sval, jeho nervové zásobení a další etáže řízení pohybu. V návaznosti na popis řízení pohybu pak je nutné zmínit, jakým způsobem a přes jaké struktury ovlivňuje motorickou jednotku, případně samotný sportovní výkon, jednotlivý typ protahování. V neposlední řadě pak bude přítomno krátké popsání testů, vybraných jako podstatné z hlediska praktické části této studie, jejich provedení a způsobu měření.

2.1 STRUKTURA SVALU

Pro přesnou definici svalové práce a našich možností, jak ji zlepšit, je nutné si přesně definovat oblast našeho působení, tedy strukturu svalu a řízení jeho činnosti. Pro tuto studii je významné složení hlavně kosterního svalu, tedy zástupce svalstva příčně pruhovaného (*musculi transversostritae*). Jako anatomická jednotka bude popsáno svalové vlákno (*myofibrum*), jako funkční, kineziologická jednotka pak motorická jednotka (Dylevský, 2009).

Bříško kosterního svalu (*venter*), které je obaleno vrstvou vaziva (*epimysium*) je tvořeno v průměru 10-100 svalovými snopci (*fasciculus*), což je soubor svalových vláken (*myofibra*) obalených vazivovým obalem (*perimysium*), čímž jsou od sebe oddělena. V této vrstvě obalu taktéž nacházíme množství nervového a cévního zásobení pro dané části svalu. Svalové vlákno se skládá z mnoha svalových vláček, která obsahují kontraktilní elementy a generují práci svalu. Vlákénko (*myofibrila*) můžeme popsat jako podélně orientovaný řetězec bílkovin, v jehož průběhu se střídají bílkoviny aktin a myozin jako hlavní zástupci a dále pak titin a nebulin zajišťující pružnost svalu. Z dalších přítomných bílkovin můžeme uvést např. desmin, vimetin, troponin, nicméně jejich význam pro vlastní svalovou práci je méně výrazný. Mikroskopickým pohledem

nacházíme v průběhu myofibrily střídání anizotropních úseků s úseky izotropními, což způsobuje příčné žihání svalu (Čihák, 2011). Jednotlivé izotropní úseky jsou rozděleny telofragmou, která svalové vlákénko dělí na sarkomery, což je kombinace aktinových a myozinových vláken, mezi kterými lze sledovat spolupráci vytvářející vlastní svalovou kontrakci, tedy změnu délky nebo napětí svalu. Bylo prokázáno prodloužení sarkomery až o 50% délky z klidového stavu (Trojan, 1994).

Jak již bylo zmíněno, mezi hlavní elementy ve svalu patří aktin a myozin. První jmenovaná bílkovina je zastoupena početněji, až v poměru 6:1 oproti myozinu, je tenčí a vlákno aktinu je složenou ze dvou spirálně stočených makromolekul. Myozin naproti tomu má velice charakteristický tvar, skládající se z podlouhlého těla s kulovitou hlavou, napojenou ohebným krkem na tělo. Hlava myozinu je místem komunikace aktinových a myozinových vláken (Dylevský, 2009).

Dalšími zástupci bílkovin jsou molekuly titinu a nebulinu. Titin je zakotven v Z linii sarkomery a jeho hlavní rolí je fixace aktinomyozinového celku při kontrakci v laterolaterálním směru. Dále slouží i k zajištění kontinuity sarkomery. Za zmínku stojí, že titin je molekula velmi pružná a proto při protažení svalu klade elastický odpor. Nebulin se taktéž podílí na elastickém odporu sarkomery při protažení, nicméně jeho vliv je menší. Zároveň stabilizuje polohu aktinu v sarkomeře (Dylevský, 2009).

2.2 NEUROLOGICKÉ JEVY SOUVISEJÍCÍ S PROTAHOVÁNÍM

Po popsání základních anatomických struktur svalu je stejně nutné popsat základní struktury nervové struktury, funkčně spojené se svalem příčně pruhovaným. Jedná se zejména o motoneuron, tvořící základní jednotku, označovanou jako motorická jednotka. Zároveň je nutné pro naši studii přesně popsat průběh svalové kontrakce a její řízení, spolu s doprovodnými neurofyziologickými jevy, jako je například postaktivní potenciace (PAP) či reciproční inhibice (Robbins, 2005).

2.2.1 MOTORICKÁ JEDNOTKA

Základní funkční jednotkou z neurologického hlediska je pro nás motorická jednotka. Je to spojení sarkolemy svalového vlákna s axonem alfa motoneuronu z předního rohu míšního daného segmentu míchy, spojení samotné se pak nazývá

neuromuskulární junkce. Morfologicky jej pak můžeme označit jako povrchovou invaginaci boutons terminaux axonu do sarkolemy (Fontana, 2014). Mezi axonem alfamotoneuronu a sarkolemou je synapse se štěrbinou širokou cca 20nm, není zde tedy přímý kontakt. V aktivní zóně (část membrány axonu sousedící se synaptickou štěrbinou) axonu pak nacházíme synaptická vezikula, obsahující v určitém množství neurotransmitter nutný pro přenos akčního potenciálu. Acetylcholin pak difunduje skrz štěrbinu a váže se na nikotinové receptory sarkolemy, způsobuje depolarizaci a začíná tak řetěz vedení akčního potenciálu do dalších částí svalu. Vzhledem k nepoměru mezi svalovým a nervovým vláknem je pak pro další šíření vzruchu podstatný systém T-tubulů. Jedná se o funkční a strukturní modifikaci endoplazmatického retikula, které jako labyrint obklopuje myofibrily a stará se o koncentraci vápníku, nutnou pro šíření vzruchu (Fontana, 2014).

Pojem motorická jednotka pak, ve větším měřítku, obsahuje všechna svalová vlákna inervovaná jedním alfamotoneuronem. Dochází tedy ke spřažení aktivity těchto vláken, podlehajících klasickému zákonu vše nebo nic, v jeden funkční celek. Počet vláken v jedné motorické jednotce nám pak umožňuje odhadnout preciznost pohybu daného svalu. Svaly, u kterých jeden alfamotoneuron inervuje menší počet svalových vláken (například okohybné svaly), mají mnohem lépe koordinované pohyby než svaly, u kterých je tomu naopak (Dylevský, 2009).

2.2.2 MECHANIKA SVALOVÉ KONTRAKCE

Jak již bylo popsáno výše, svalovou kontrakci zaštiťují zejména bílkoviny aktin a myozin, spojené dohromadu v sarkomeru. Podle stále používaného Huxleyova modelu svalové kontrakce pak je popsána kontrakce jako vzájemný posun těchto bílkovin proti sobě (Williams, 2011). K pohybu aktinu a myozinu dochází po vyslání signálu z odpovědného motoneuronu a je k tomu zapotřebí adenosintrifosfátových molekul, fungujících jako palivo pro svalovou kontrakci (Dylevský, 2009).

Z daného motoneuronu vychází impuls, odpovědný za excitaci, nutnou pro vykonání stahu. Neurotransmitterem tohoto signálu je pak pro kosterní svalstvo acetylcholin, který přenáší změnu napětí přes nervosvalovou ploténku do svalového vlákna a mění prostupnost sarkolemy pro vápníkové ionty. Vzniká akční potenciál, nutný pro svalovou kontrakci a zodpovědný za uvolnění vápníkových iontů, které uvolní místa na myozinu pro navázání aktinu. Za současného průběhu hydrolizace

přítomných molekul adenosintrifosfátu dochází k změně tvaru aktinu, do takto vzniklých mezer se pak zasouvají myozinové hlavy. Po provedení kontrakce jsou vápníkové ionty přečerpány zpět a tím dochází k přerušení vazby a umožnění regenerace svalu (Williams, 2011).

Z hlediska vedení vzruchu pak můžeme popsat změnu klidového potenciálu v oblasti povrchu svalového vlákna (změna uspořádání kladných a záporných nábojů) na akční potenciál, způsobující depolarizaci. Za tento děj odpovídají napěťově řízení sodíkové kanály, otevírající se v návaznosti na změnu napětí. Rozlišujeme branky aktivační a inaktivační, které jsou otevřené, dle svého názvu, v akčním, respektive klidovém stavu. V případě, kdy dochází k depolarizaci, tedy překročení určité hranice potenciálu, se aktivační branka otevírá a dochází k přísunu sodných iontů. Při ukončení fáze depolarizace se pak přísun těchto iontů zmenšuje, až zaniká. Po fázi depolarizace pak nacházíme následující děj, repolarizaci. Dochází k uzavření inaktivační branky, otevření kanálů pro draslík. Pro práci inaktivační branky je nutné dosažení klidového potenciálu příslušné membrány, za zajištění této skutečnosti pak odpovídá absolutní refrakterní fáze (Williams, 2011).

Po vzniku akčního potenciálu dochází k jeho vedení po membráně, úsek po úseku. Tento jev se nemůže vracet zpět, vzhledem k absolutní refrakterní fázi, a proto potenciál postupuje pouze směrem vpřed. Šíření potenciálu pak odpovídá šíření vzruchu a svalová aktivita (Dylevský, 2009; Williams, 2011). Svalová kontrakce (tedy výsledek šíření potenciálu) pokračuje do té doby, dokud je dostatečně vysoká koncentrace vápníku v sarkoplasmě, což odpovídá, v případě fyziologických podmínek, době do vyhasnutí signálu z alfa motoneuronu (Fontana, 2014).

2.2.3 SVALOVÉ REFLEXY

Významné rozdíly ve svalové práci po aplikaci protahování lze pochopit, pakliže zkusíme popsat, na základě kterých jevů vybrané cviky působí na pohybový aparát. V případě statického protahování se jedná o reflexní děje na úrovni míšního řízení (stretch reflex a reciproční inhibice), dynamický stretching pak má některé jevy společné a zároveň pracuje na základě jevů řízených i z vyšších úrovní nervové soustavy (Fontana, 2014).

Stretch reflex, nebo-li myotatický či napínací reflex, je složen pouze ze dvou neuronů, spojených jednou synapsí, jedná se tedy o monosynaptický reflex. Jeho funkce

je ve snaze zabránit přílišné změně délky svalu, která by jej mohla poškodit. V případě protažení svalu totiž tento reflex poměrně rychle (vzhledem k jeho monosynaptickému vedení na úrovni jednoho segmentu míchy) stejný sval kontrahuje, tedy zvyšuje jeho napětí, čímž vzdoruje z vnějšího vlivu navozenému protažení. V klinické praxi tento jev můžeme pozorovat například při neurologickém vyšetření periferních či centrálních paréz. Ve sportovním prostředí je pak jeho aplikace následující : při pokusu o protažení svalu dochází k aktivaci tohoto reflexu a nedochází k vlastnímu protažení svalu, vzhledem k jeho kontrakci, řízené na reflexní úrovni. Nicméně, při delším setrvání v protažení tohoto vztahu, tak jak je tomu přítomno při například statickém protahování, dochází k habituaci receptorů odpovědných za sledování délky svalových vláken (jedná se o svalová vřeténka, respektive jejich intrafusální vlákna) a můžeme sledovat snížení napětí daného svalu a opětovné postupné protahování svalu (Fontana, 2014).

Inversní k myotatickému reflexu je pak prodlužovací reakce. Jedná se o odpověď nervové soustavy na signál z Golgiho šlachového tělíska, které zaznamenává změny napětí příslušné šlachy. V případě překročení určitého práhu napětí pak dochází k prodlužovací reakci (taktéž autogenní inhibice) a dochází k inhibici alfa-motoneuronu a redistribuci, respektive snížení napětí daného svalu. Tento reflex je jednak podstatný jako ochrana svalstva před poškozením v případě vysokého napětí v daném svalu a výsledném tahu za šlachu na kost, kde se upíná, a taktéž pro povolení stretch reflexu (Fontana, 2014).

Jako další reflexní jev pak nacházíme při použití protahovacích cvičení reciproční inhibici. Pro plynulost a rozsah pohybu daným směrem, který vykonává agonista, je totiž nutné snížit napětí antagonisty, který je při daném pohybu protahován silou agonisty. Zde je podstatná právě reciproční inhibice, která vyjadřuje reflexní snížení napětí antagonisty při kontrakci agonisty. V případě, kdy vědomně kontrahujeme například m. biceps brachii pro provedení flexe loketního kloubu, je nutné současně snížit napětí v m. triceps brachii, abychom jej mohli protáhnout.

Úzce související s reciproční inhibicí je pak ko-kontrakce, přičemž tyto dva jevy se do jisté míry vylučují. Při ko-kontrakci dochází, jak už název napovídá, k současné kontrakci agonisty a antagonisty, tyto dvě svalové skupiny se tedy současně podílejí na daném pohybu, což je, jak se zdá, v přímém rozporu s reciproční inhibicí. Dochází zde k přepsání nižší úrovně řízení motoriky, tedy reciproční inhibice, vyšší úrovní řízení, což je svalová ko-kontrakce (Nielsen a Kagamihara, 1992). Zde má významný

vliv mozeček, jmenovitě Purkyňovi buňky, které mění aktivitu neuronů zodpovědných za reciproční inhibici (Smith, 1981).

2.2.4 POSTAKTIVAČNÍ POTENCIACE

Jako speciální kapitolu pak uvádíme postaktivační potenciaci (PAP), což je děj často využívaný právě při rozcvičení či při silových trénincích, kdy po maximální agonistické kontrakci dochází ke krátkodobému zvýšení síly daného svalu (Horwath a Kravitz, 2008). Ideálně tedy po použití tohoto efektu by mělo být možné nárazově dosáhnout výkonu vyššího než je v silách sportovce. Opodstatnění tohoto jevu můžeme nalézt ve dvou principech. Jedním z nich je zvýšená fosforylace mezi aktinem a myozinem ve svalových vláčenkách během maximální volní kontrakce. Díky tomu následný aktinomyozinový komplex reaguje na vápníkové ionty, vypouštěné pro aktivaci kontrakce, mnohem rychleji a větší měrou než by tomu bylo bez předchozí facilitace právě pomocí postaktivační potenciace (Hamada et al., 2000). Zároveň zde platí přímá úměra, kdy s větší svalovou kontrakcí dochází k vyššímu vypouštění a setrvání vápníkových iontů (Rixon et al., 2007). Výsledkem těchto fyziologických jevů na buněčné úrovni je tedy větší síla nadcházející svalové kontrakce a taktéž její rychlejší a plynulejší nástup (Chiu et al., 2003).

Druhým principem, odehrávajícím se během postaktivační potenciace, je ovlivnění Hoffmanova reflexu (H-Reflex), pojmenovaného po německém fyziologovi Paulu Hoffmanovi. H-reflex patří mezi reflexy spinální (oproti Hoffmanovu reflexu, dle německého neurologa Johanna Hoffmana, zabývající se poškozením kortikospinálního traktu) a popisuje reflexní reakci svalů po stimulaci aferentních I alfa vláken. Reflexní reakce těchto vláken, odpovědných za sledování změny délky svalu a rychlosti změny délky, je postaktivační potenciací facilitována a dochází k rychlejší odpovědi z a do nervových vláken (Hodgson et al., 2005).

Krom těchto skutečností dále nacházíme úzký vztah potenciace a typu vláken, obsažených v ovlivňovaném svalu. V každém příčně pruhovaném svalu nacházíme určitý podíl vláken typu I, IIA a IIB. Rozdělení těchto vláken je podle jejich složení, rychlosti a doby kontrakce. Pro nás podstatná vlákna typu II, která se vyznačují rychlou a silnou kontrakcí, jsou právě postaktivační potenciací ovlivněna mnohem více než vlákna typu I. Byla prokázána korelace zvýšení výkonu a množství typu II vláken oproti typu I vláken po aplikaci PAP, můžeme tedy očekávat podstatné zlepšení výkonu po aplikaci

rozcvičení spoléhající právě na tento neurofyziologický jev na svaly, obsahující převážně II vlákna. Jednalo by se o svaly potřebné pro rychlé, dynamické činnosti (Hamada et al., 2000; Horwath a Kravitz, 2008).

2.3 POUŽITÉ PROTAHOVÁNÍ

Odborné studie, popsané a porovnané v rámci této diplomové práce, využívají převážně 4 typy protahování, pokud si prozatím odmyslíme mírné odchylky v jednotlivých provedeních. Jedná se o protažení statické, dynamické, balistické a pomocí konceptu proprioceptivní neuromuskulární facilitace dle Kabata. Nicméně, jak popisuje například Carvalho (2012) ve své studii porovnávací různé kombinace protahování, můžeme nalézt i například statický dynamický stretching. Ač je to mírně matoucí, v konečném důsledku se i přes různé názvosloví setkáváme převážně s výše zmíněnými typy protahování, pokud je porovnáme podle neurofyziologických jevů, které můžeme vztáhnout k jejich aplikaci. Tudiž i statický dynamický stretching můžeme zařadit do stretchingu dynamického, vzhledem k obdobnému účinku na pohybový aparát sportovce. Hlavní rozdíly totiž nacházíme v provedení použitých cviků, nebo-li v jejich parametrech, nicméně idea cvičení samotného zůstává většinou stále stejná a držící se zásad, které budou popsány v následujících kapitolách.

I přes různou terminologii použitých protahovacích protokolů je tedy třeba mít stále na paměti, že korespondující neurofyziologické jevy odpovídají těm, které očekáváme po jednom z popsaných typů protahování.

2.3.1 STATICKÝ STRETCHING

Abychom mohli poukázat na vliv statického stretchingu na výkon sportovce, je třeba si jej nejprve definovat. Doposud se využíval v rámci většiny sportovních odvětví jako základní součást předvýkonové, občasné i povýkonové rozcvičky pro zlepšení flexibility spolu s předcházením úrazů. Ačkoliv se odborné publikace ne vždy shodují, jak má správné statické protahování vypadat, v oblasti hlavních kategorií mají jasno. Jedná se o uvedení svalu do jeho největší možné délky (největšího protažení) až do pocitu mírného dyskomfortu sportovce a setrvání v tomto stavu po delší časový úsek (10 a více sekund, až do minuty) (Lau et al, 2009). Podle požadovaného efektu pak lze dávkovat intenzitu protažení (do pocitu dyskomfortu,

těsně před) a dobu setrvání (s delším setrváním stoupá vliv protažení na kontraktilní a neurofyziologické aspekty svalu) (Behm a Kibele, 2007). Díky těmto faktorům statického stretchingu lze dosáhnout rozdílného efektu na svaly a tím pádem rozlišit jeho využití před či po výkonu pro dosažení maximálního efektu z protažení. V poslední době se ale shoduje stále větší množství studií, které dokazují negativní efekt statického stretchingu v rámci předvýkonové rozcvičky na následující sportovní výkon. Pro posouzení této skutečnosti je třeba popsat vlastní efekt tohoto druhu protahování na svaly a průběh dějů, které se při něm odehrávají.

Je mnoho faktorů, které mohou hrát roli v negativním vlivu statického stretchingu na výkon protahovaných svalů, který se projevuje sníženou svalovou silou. Rozdíl v síle svalu po aplikaci statického protažení se nacházel mezi 4,5% až 28% nezávisle na druhu kontrakce použité pro testování (Rubini et al., 2007). Jevy, stojící za tímto poklesem výkonu, můžeme rozdělit na mechanické a neuromuskulární. Mezi první jmenované patří změna viskoelasticity svalošlachové jednotky (Nelson et al., 2005; Torres et al., 2008). Jednalo by se tedy o změnu mezi vztahem napětí-délka svalu spolu s plastickou deformací měkkých tkání, vyvolanou právě sumací doby setrvání v prolongaci svalových vláken. Následně dochází k snížení potenciálu viskoelastických elementů tkání svalošlachové jednotky pro provedení kontrakce, tento děj bude ještě ozřejmen v další kapitole v rámci dynamického stretchingu. Související s tímto jevem je možné snížení svalového napětí, které upravuje polohu kontraktilních elementů svalového vlákna do neideální polohy pro vyvolání maximální kontrakce (Lau et al., 2009). V rámci neurofyziologických dějů vyvolaných statickým protahováním můžeme jmenovat sníženou aktivaci motorických jednotek, sníženou citlivost na svalové reflexy a snížení frekvence signálu pro motorickou jednotku (Torres et al., 2008, Fowles et al., 2005). Statický stretching by tedy mohl způsobovat sníženou citlivost svalových vřetének na proprioceptivní signály a následně by docházelo k zapojení menšího počtu svalových vláken do kontrakce (Cramer et al., 2004). Následně, jako náhrada za snížené zapojení svalových vláken, by bylo třeba výraznější práce vyšších etáží nervového systému a docházelo by k rychlejšímu opotřebenosti zapojených nervových struktur (Lau et al., 2009).

Stojí za zmínku, že ne všechny studie se shodují na nevhodnosti statického stretchingu před výkonem. Egan et al. (2006) při testování extenze v kolenním kloubu nezjistil žádný rozdíl mezi skupinou podstupující statický stretching a mezi kontrolní

skupinou. Tento jev potvrdily další studie testující svaly horních či dolních končetin, jejich počet je ale výrazně nižší než počet studií s výše popsányi negativními efekty. Co lze ale konstatovat je absence studií, které by prokázaly zlepšení výkonu po aplikaci pouze statického protažení.

Kromě efektu tohoto stretchingu se ale odborné publikace neshodují ani na způsobu provádění těchto cvičení a tedy na požadovaném efektu na svaly. Vzhledem k dříve definovaným kategoriím statického protahování je rozpor při provádění protažení do pocitu dyskomfortu a do pocitu těsně před dyskomfortem. Knudson ve svých studiích (Knudson et al, 2001; 2004) uvádí, že při protažení, které nepřekročilo hranici dyskomfortu probanda, nedošlo při následném testování k negativnímu ovlivnění výkonu. Současně při výdrži v prolongaci svalu menší než 30 sekund se také nemusí dostavit již zmíněné komplikace. Definice správného provedení statického stretchingu tedy stále zůstává otázkou cíleného efektu na protahované svaly, protože při aplikaci nižší intenzity a doby protažení bude následný stav svalstva jiný než při aplikaci delší výdrže v pocitu dyskomfortu (Young et al., 2006).

2.3.2 DYNAMICKÝ STRETCHING

Dalším možným působením na svaly v rámci přípravy je stretching dynamický. Můžeme si jej představit jako specifické pohybové vzorce, které obvykle souvisejí s danou sportovní činností či dokonce napodobují pohyby při jejím provádění používané. Blíže jej definují Fletcher a Jones (2004) jako kontrolované aktivní pohyby v rozsahu pohybu každého kloubu. Pro názornost uvedme, že formou dynamického stretchingu pro flexory kolenního kloubu (bez aplikace rotační složky pro jednotlivé svaly) by bylo maximální přitažení kolene k hrudníku ve stoji či při chůzi. Dle výše zmíněné definice by tento cvik byl obzvláště vhodný například pro sprint, běh přes překážky a sporty obsahující výskok do výšky či dálky. Oproti statickému typu protahování se tedy jedná o činnost daleko svižnější, rytmičtější a v neposlední řadě i často pocitově příjemnější (Fletcher, 2004). Nicméně, jak by měl prokazovat současný trend ve vrcholových sportovních klubech, dynamický stretching krom těchto kladů nabízí pro sportovce nejpodstatnější atribut, a to sice lepší výsledky (Lau, 2009). Je vhodné zmínit, že použití dynamického stretchingu nachází maximum svého uplatnění v rámci komplexních silově-rychlostních činnostech, kde se jedná především o výbušnost (Yamaguchi, 2005). Zde lze také sledovat největší rozdíly ve výkonu mezi použitými způsoby protahování. Vliv dynamického stretchingu lze sledovat na zvýšení

koncentrické a isotonické síle svalů (Yamaguchi et al., 2007) a zároveň na zvýšené elektromyografické aktivitě během daných kontrakcí (Herda et al., 2008).

Abychom mohli posoudit, zda-li je přínos dynamického stretchingu opravdu přínosný oproti stretchingu statickému, je třeba opět uvést, k jakým dějům v motorickém komplexu dochází při a po aplikaci samotného protahování. Krom základních jevů, jako je například zvýšená srdeční činnost a tělesná teplota díky rytmicitě provádění cviků, kdy oproti statickému stretchingu můžeme provést až několik desítek opakování za minutu (Fletcher, 2004), dochází dále k postaktivační potenciaci motorických jednotek (Hilfiker et al., 2007), snížení reciproční inhibice (Jaggers et al., 2005) a celkové stimulace nervového systému. Tyto jevy (více o postaktivační potenciaci dále) svojí činností facilitují práci nervových vláken typu alfa i gamma, ale také dochází ke zvýšení množství spojů mezi aktinem a myozinem (Behm et al., 2004). Každý aktinomyozinový můstek vytváří ve svalovém vlákénku určitou míru napětí a dynamickým stretchingem facilitovaná tvorba těchto spojů následně zvyšuje sílu kontrakce svalu (Fontana, 2014). Právě díky těmto jevům, tedy zvýšené tvorbě aktinomyozinových komplexů a lepší reakci motorických jednotek, by mělo dojít ke zvýšení výsledné svalové práce, projevující se ať už elektromyografickou aktivitou, silou maximální volní kontrakce, nebo změnou sledovaných údajů pro danou sportovní činnost (Yamaguchi et al., 2007; Herda et al., 2008).

Za zmínku stojí také možnost kombinace dynamického a statického stretchingu v rámci předvýkonové přípravy. Torres et al. (2008) a Winchester et al. (2008) ve svých studiích skutečně tuto možnost použili a prokázali, že zapojení dynamického stretchingu může eliminovat negativní jevy zapříčinené statickým protahováním a neomezovat následný výkon. Nicméně se neukazuje tato možnost jako lepší oproti použití pouze dynamického stretchingu (Torres et al., 2008). Zároveň je těžké prokázat, jakým způsobem takto obsáhlá rozcvička působí na svalový výkon sportovce, který je přehlacen množstvím cviků navzájem se křížících v efektu. Prozatím tedy statický stretching před výkonem zůstává nevýhodný i v kombinaci s jinými druhy protažení, zatímco dynamický stretching by měl výkon facilitovat.

2.3.3 BALISTICKÝ STRETCHING

V dnešní době již vcelku překonaný typ stretchingu, co se jeho využití v předvýkonové rozcvičce týká, nicméně občas se s ním stále setkáváme. Tyto situace můžeme zařadit převážně do dvou kategorií (Behm a Chaouachai, 2011). Buďto

se jedná o dobře zainstruované výkonnostní sportovce, kteří využívají pro svůj sport švihové pohyby ve velkém rozsahu, jako jsou například bojová umění (Handrakis et al., 2010), nebo v horším případě je nacházíme u trenérů či sportovců špatně edukovaných či využívající starší metody, ve kterých ještě plně nebyl prokázán negativní efekt špatně aplikovaného balistického protahování (Judge et al., 2009).

Balistický typ protahování nejvíce vystihují švihové pohyby končetin či trupu, kdy dochází k mohutné prvotní aktivaci agonistického svalstva pro daný pohyb, díky čemuž pohyb začíná s poměrně vysokou rychlostí, která vytrvává díky setrvačnosti až do rozmezí mezi aktivním a pasivním rozsahem pohybu, kdy se začínají aktivovat antagonistické svalové skupiny (tedy svaly, které „protahujeme“), snažící se zabránit překročení limitu pohybu v daném kloubu (Behm a Chaouachai, 2011). Nacházíme zde pouze velice krátké setrvání v koncové poloze, po němž přichází pohyb opačným směrem, dochází tedy ke hmitání.

V případě nedostatečné edukace či somatognosie sportovce může dojít k závažným úrazům při použití balistického stretchingu. Vzhledem k typu pohybu může lehce dojít v jeho koncové poloze k mikrotraumatům a rupturám antagonistického svalstva, které nedostatečně včas či koordinovaně zareaguje na protažení, případně nemá dostatečnou páku pro zadržení pohybu vzniklého švihem. Právě díky švihem má sice balistické protahování výrazný rozsah pohybu, přesahující obvykle stretching dynamický, zároveň ale stejná skutečnost může překvapit svalstvo sportovce a obrát ho o možnost ovlivnění tohoto pohybu a zabránění vzniku potíží (Jaggers et al., 2008).

2.3.4 PROPRIOCEPTIVNÍ NEUROMUSKULÁRNÍ FACILITACE

Tato metoda, fyzioterapeutické populaci poměrně dobře známá, byla vyvinuta původně v minulém století v USA pro léčbu neurologických onemocnění, respektive jejich příznaků (změny svalového napětí). 20 let poté ale přichází Holt (1970, 1983) a díky svým zkušenostem z oblasti sportu propojuje právě cviky na stejných podkladech, jako má PNF, s rozcvičovací fází sportovního výkonu. Toto cvičení pak doplňuje v roce 1982 Sven-Anders Sölvenborn (McAtee a Charland, 2014). I přestože tedy cviky dle PNF známe spíše jako rotační, multikomponentní pohyby, pro jejich použití v rámci sportovní přípravy byly některé zásady pozměněny či odstraněny, aby mohli sportovci samostatně, případně v páru využít této metody (McAtee a Charland, 2014).

V současné době využívaná metoda pro protažení svalů vycházející z konceptu PNF tedy vypadá následovně: sportovec a jeho partner, který mu pomáhá s protažením, zaujmají polohu, kdy cvičený sval je v protažení pasivním, s dopomocí partnera. Následně sportovec tlačí do zkrácení, proti odporu kolegy, a po povolení izometrické kontrakce je relaxovaný sval protažen opět pomocí partnera (Christensen et al., 2008). Jedná se tedy vlastně o jev postizometrické relaxace s protažením, jak jej známe například z Lewitovy manuální medicíny (McAtee a Charland, 2014). Lze diskutovat o vhodnosti tohoto protažení v případě jeho využití před dynamickou činností, která potřebuje rychlou a velkou aktivitu svalu.

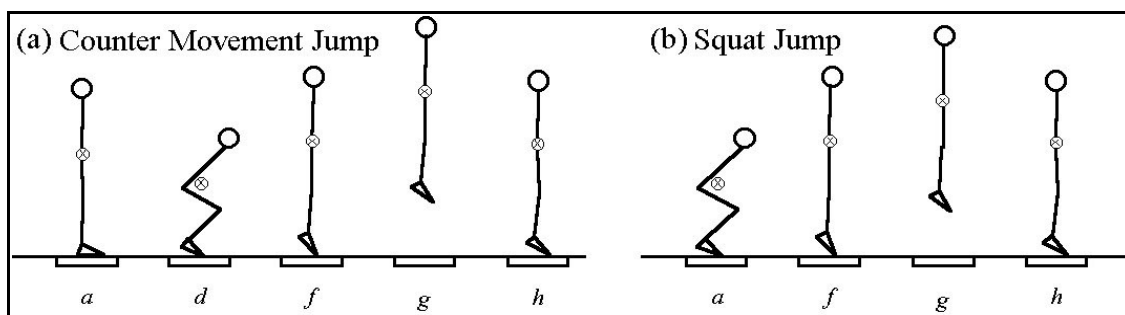
V ztížených podmínkách pak je výhodou tohoto způsobu cvičení tak, jak jej popsal Sölvenborn, možnost provádět jej bez partnera s opřením o pevnou podložku, jako je například zeď. V této pozici zůstávají komponenty cviku naprosto stejné, pouze nedochází k pasivnímu protažení svalu, namísto toho pak je buďto samostatná relaxace, nebo aktivní protažení antagonistou protahovaného svalu (McAtee a Charland, 2014).

2.4 VYBRANÉ ZPŮSOBY TESTOVÁNÍ

Vzhledem k množství testů, vyskytujících se v použitých studiích, bylo obtížné vybrat několik kapitol, které se pro naše potřeby ukáží jako nejsměrodatnější, co se hodnocení efektu protahování týče. I v rámci běžného výskoku do výšky lze najít přes 10 variant provedení. I z tohoto důvodu byly vybrány pouze 3 zaštitující kategorie testů, které sice neodpovídají početnímu zastoupení jednotlivých způsobů měření, nicméně prokazují svůj význam jiným způsobem. Ačkoliv první skupina testů, měření výskoku, je nejpočetnější a nejhomogeničtější, nelze toho říct i o zbylých skupinách. Měření svalové aktivity pomocí EMG bohužel není výrazně početně zastoupeno (pouhých 7 testů), i přesto prokazuje dobrou výpovědní hodnotu a nabízí nám kvalitativně jiné informace, než testy výskoku a sprintu. Zároveň bylo uznáno za vhodné zjistit dosavadní poznatky v oblasti měření vlivu protahování pomocí EMG vzhledem k dostupnosti a lehkosti použití tohoto testování v tuzemských podmínkách. Zbylá skupina se pak věnuje měření svalové síly a jejích aspektů, které budou podrobněji popsány dále. Pro naši práci je důležité upřesnit, jakým způsobem se měří a hodnotí právě tato veličina, vzhledem k jejímu vlivu na veškeré sportovní činnosti.

2.4.1 VÝSKOK

Jako hlavní způsob testování byl vybrán obecný test výskoku do výšky. Jedná se o početně vysoce zastoupený způsob testování svalového výkonu. Jako hlavní typy výskoku pak nacházíme skok ze dřepu a skok s protipohybem. Výskok ze dřepu, ač se zdá jako častěji využívaný ve sportu, ve skutečnosti nacházíme velice zřídka, protože se jedná o izolovaný pohyb (Cagno et al., 2010) z předem určeného stavu, což nemůžeme ve výkonnostních sportech brát jako často se vyskytující se situaci. Výhodou tohoto způsobu skoku do výšky je možnost přesného definování výchozí polohy a nastavení úhlu v kolenních kloubech pro lepší přesnost měření (La Torre et al., 2010). Naopak výskok s protipohybem nacházíme v množství sportů, například ve volejbale, fotbale, basketbalu apod. Jedná se o typ výskoku, kdy nezávisle na předchozí činnosti sportovec přechází do dřepu a současného zášvihu paží, aby se následně vymrštil do výšky pomocí jak dolních, tak horních končetin, které jdou předšvihem do vzpažení (Pearce et al., 2009; Behm a Chaouachai, 2011). Výchozí poloha pro provedení výskoku je tedy čistě individuální, podle motorických programů každého sportovce. Vzhledem k tomu, že je možnost vlivu úhlu kolenního kloubu na reakci na předchozí protažení u měření výskoku (La Torre et al., 2010), vzniká zde prostor pro možnou diskuzi ohledně výsledků testů s výskok s protipohybem, nicméně stále zůstává jako nejčastěji zastoupený způsob testování. Zároveň byl prokázán pozitivní efekt na výšku výskoku při použití horních končetin a dynamického přechodu z protažení do zkrácení svalů zodpovědných za výskok, který je typický pro výskok s protipohybem (Psycharakis, 2012). I z tohoto důvodu se jedná o nejčastěji používaný typ výskoku.



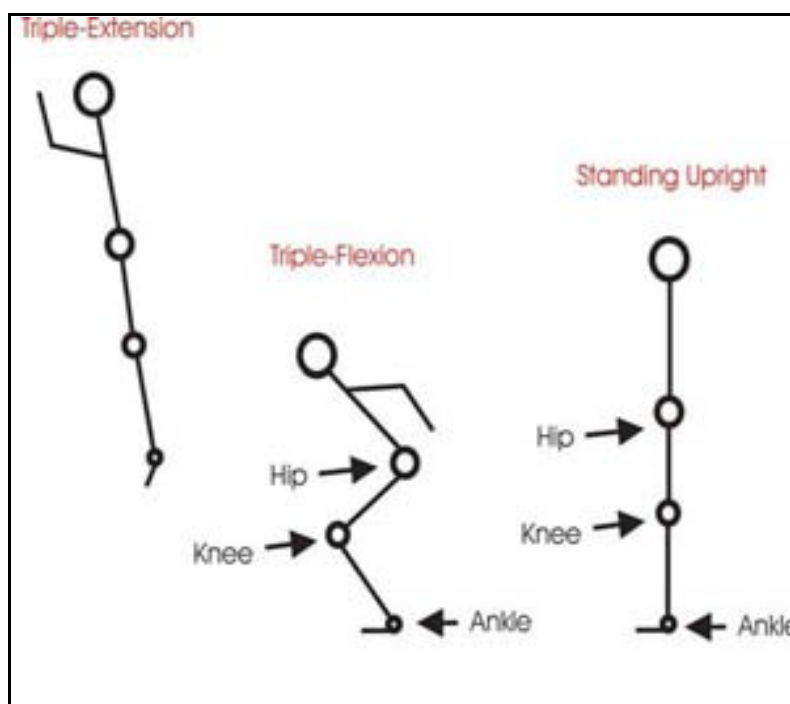
Obrázek č.1: Výskok s protipohybem (CMJ) a výskok ze dřepu (SJ)

Sledované veličiny jsou pak pro většinu druhů výskoku shodné, jedná se zejména o výšku vlastního výskoku, respektive její rozdíl. Hodnocení je pak formulováno pomocí dat získaných přístrojem pro měření zatížení a doby kontaktu, nejčastěji se jedná o silovou desku. Například v laboratořích FTVS UK nacházíme

exemplář tohoto typu přístroje, jedná se o silovou desku Kistler (Medtec, Itálie). Dále pak můžeme hodnotit sílu odrazu, čas kontaktu s podložkou a čas letu (Werstein a Lund, 2012). V tomto případě je jako výsledná veličina použit reaktivní silový index, který vyjadřuje poměr času letu oproti času kontaktu s podložkou (Werstein a Lund, 2012).

Jako svalové skupiny, odpovědné za výskok (pokud si odmyslíme práci horních končetin, která, ač se podílí také na výšce výskoku, nehraje hlavní roli), můžeme označit prakticky všechny svaly dolních končetin a trupu. Nicméně, pro vybrání skupin, pro které bychom aplikovali dynamický stretching pro zjištění jeho vlivu na následný pohyb, bychom vybrali pouze svaly s funkcí vztažnou k výskoku, nikoliv s funkcí stabilizační. Pakliže budeme brát výskok s protipohybem jako náš hlavní typ testování, vzhledem k jeho přechodu ze stoje do dřepu a opačně se na výskoku podílí prakticky všechny extenzorové a flexorové svalové skupiny (Psycharakis, 2012). Pokud bychom hodnotili pouze vlastní přechod z dřepu do výskoku, což je druhá fáze tohoto kombinovaného pohybu, jako hlavní agonisty pak můžeme označit kyčelní extenzory, kolenní extenzory a dorsální flexory (Psycharakis, 2012). Polohu, ze které sportovec přechází do samotného výskoku, můžeme označit jako trojflexní polohu, jak je vidět na obrázku č.2. Většinu svalů, odpovědných za přechod z dřepu do výskoku, odpovídá i přehled studií, testujících svalovou aktivitu pomocí EMG pro hlavní agonisty výskoku, nacházíme testování aktivity zejména u m. Gastrocnemius (Fletcher, 2010), m. biceps femoris (Herda et al., 2008) a m. quadriceps femoris (Hough et al., 2009).

Jak popisuje Psycharakis (2012) ve své studii sledující rozdíl mezi výskokem ze dřepu a výskokem s protipohybem, důvody pro využití druhého jmenovaného typu můžeme rozdělit na vliv dolních končetin a vliv horních končetin. Při švihnutí horními končetinami za a následně před tělo dochází k přidání další energie stejného vektoru jako je samotný výskok, což může zlepšit výskok až od 10 až 20% (Grimshaw, 2006). U dolních končetin se jedná zejména o vliv aktivního protažení před vlastním zkrácením daných svalů, kdy dochází k uložení a tedy následnému použití mnohem většího množství elastické energie, uchované ve svalu při předchozím protažení. Tento jev může opět zvýšit výskok až o 10% (Grimshaw, 2006). Doba prostojení mezi přechodem z protažení do zkrácení a svalová aktivita svalů zodpovědných za tyto pohyby tedy hraje výraznou roli pro výšku samotného výskoku (Psycharakis, 2012).



Obrázek č.2: Trojflexe při výskoku s protipohybem

2.4.2 SVALOVÁ SÍLA

Jako další hlavní kategorie testů se v námi použitých studiích vyskytuje měření svalové síly či výkonu svalů. Tyto dvě veličiny jsou spolu v úzkém vztahu, kde sílu můžeme definovat jako hmotnost, kterou sval udrží v rovnováze proti gravitaci, zatímco výkon představuje práci (tedy svalová síla působící po dráze) za čas. Výsledkem svalové síly je Newton, nebo-li poměr kilogramů zvednuté hmotnosti a centimetru čtverečného příčného řezu svalem, výsledkem svalového výkonu je Watt, tedy počet Joulů za sekundu (Behm a Chaouachai, 2011). Je nutné poznamenat, že studie, hovořící o svalovém výkonu, nehodnotí výkon ve smyslu fyzikální veličiny, ale výkon spíše bližší výkonu podaném sportovcem, tedy parametr určitého cviku (jako je například výška výskoku).

V případě měření svalové síly se často setkáváme s různými podsložkami této veličiny, jako je například moment setrvačnosti či točivý moment (anglicky torque). V tomto případě pak je účelem zkoumání zjistit otáčecí sílu v daném úhlu pohybu, vyvinutou svalem na objekt, obvykle se při testování hodnotí maximum této síly. Pro její zjištění můžeme využít vztahu točivého momentu a vzdálenosti objektu od centra otáčení, který pak vyjadřuje popsanou sílu. Dále můžeme zkoumat různé podsložky této veličiny, jako je například točivý moment specifický v určitém úhlu, zrychlení točivého momentu (Kannus, 1994). Nicméně pro naše účely je ideální použití

maximálního točivého momentu, díky současným dynamometrům je měření točivého momentu vcelku lehký a rychlý způsob testování. Nevýhodou zůstává praktická aplikace, kdy tento způsob testování svalové síly pomocí dynamometru je zaměřen na čistě analytický pohyb, způsobený jednou svalovou skupinou, přičemž je obecně známo, že obzvláště na sportovních činnostech je suma podílejících se svalů daleko větší než pouze agonistická skupina (Kannus, 1994).

2.4.3 ELEKTROMYOGRAFIE

EMG, neboli elektromyografie, je přístrojová zobrazovací metoda, sloužící k zobrazení elektrických potenciálů z kosterních svalů. Jak bylo výše popsáno, svalová práce je řízená nervovými vzruchy, šířícími se skrz vlákna svalu, a právě toto vedení lze sledovat skrz elektrody umístěné na kůži daného svalu. V tomto případě se jedná o povrchové EMG, jeho alternativou je jehlové EMG, které využívá jehlové elektrody umístěné přímo ve svalu samotném. Výsledkem, zobrazeným pomocí EMG, pak je primárně popsání začátku a konce svalové práce (Trojan a kol., 1994).

Povrchové EMG tedy získává informace o nervové aktivitě šířením akčního potenciálu i do okolní kůže a tuku, přilehlého k svalu. Záznam o této aktivitě je pak výsledkem jednak vlastní nervové činnosti zkoumaného svalu, ale zároveň různých interferencí z přilehlých oblastí. Proto je nutné velice dobře vybrat umístění elektrody pro povrchové EMG, aby byl výsledek co nejpřesnější. Za tyto vlivy, ztěžující vyhodnocení výsledku měření, odpovídá zejména špatný kontakt elektrod s kůží nebo biologický signál (Trojan a kol., 1994).

Pomocí této metody pak můžeme velice dobře zobrazit několik ukazatelů svalové práce, jedná se zejména o začátek a konec šíření vzruchu, což značí analogicky začátek a konec vlastní svalové kontrakce (se zpožděním – rozdíl mezi EMG zobrazením a dějem sledovatelným na svalu), dále postupný nábor motorických jednotek, ať už v prostorové či časové sumaci (dochází buďto k zvýšení počtu aktivovaných motorických jednotek nebo ke zvýšení vysílání signálů pro aktivaci daných motorických jednotek) a unavu svalových vláken (Trojan a kol., 1994).

Je nutné poznamenat, že při použití EMG měření testování pohybu, jako je například výskok do výšky, dochází díky změně napětí svalů a kůže zároveň k pohybu elektrod, které pak mohou vykazovat mírně modifikované signály. I z tohoto důvodu je izometrická kontrakce lépe měřitelná než jiné typy kontrakce, nicméně pro

studie námi hodnocené je EMG použito převážně při sledování svalové aktivity během pohybu sportovce (Fletcher et al., 2010).

3 CÍLE PRÁCE

Cílem práce bylo získat a zhodnotit současné studie či jiné monografie poskytující aktuální poznatky na téma stretchingu a jeho vlivu v rámci předvýkonové přípravy. Tato diplomová práce rešeršního charakteru by měla poskytnout ucelený obraz ohledně typů v současnosti využívaného protahování, jeho vlivu na pohybový aparát z hlediska anatomického, neurofyzilogického a kineziologického a zodpovědět dále položené otázky.

3.1 VĚDECKÉ OTÁZKY

Vzhledem k dostupným literárním podkladům, získaných rešeršními prací, byly definovány v rámci této diplomové práce následující vědecké otázky :

- 1) Je dynamický stretching pro zvýšení následného svalového výkonu lepší než stretching statický ?
- 2) Jak vybrat a nastavit parametry prospěšnějšího typu stretchingu pro maximální pozitivní efekt ve sportu?

4 METODIKA PRÁCE

4.1 ÚKOLY PRÁCE

Chronologicky seřazené pořadí úkolů, vytyčených pro diplomovou práci, vypadá následovně :

- 1) Zvolení výzkumné metody, stanovení cílů a vědeckých otázek
- 2) Určení kritérií pro zahrnutí studií v literární rešerši
- 3) Vyhledání dostupných literárních zdrojů dle určených parametrů
- 4) Určení kritérií pro zahrnutí studií ve výzkumu
- 5) Výběr studií pro vlastní výzkum
- 6) Analýza vybraných studií
- 7) Zhodnocení poznatků ze studií
- 8) Zodpovězení vědeckých otázek

4.2 METODA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Pro tuto diplomovou práci bylo využito výzkumné metody rešeršního charakteru.

Vzhledem k nejednotnosti zahrnutých studií v jejich zaměření (vliv statického stretchingu, dynamického stretchingu, obou typů) nebylo využito meta-analýzy. Stanovení kritérií pro výběr studií a monografií získaných rešeršní prací bude popsáno dále. V teoretické části je popis anatomických a neurokineziofyziologických poznatků nutných pro pochopení vlivu stretchingu na pohybový aparát spolu s hledisky, dle kterých lze hodnotit získané poznatky, v rešeršní části následuje graficky znázorněný přehled vybraných studií a poté vlastní přehled poznatků spolu s diskuzí a závěrem.

4.3 METODA VÝBĚRU STUDIÍ

Pro výběr studií zkoumaných touto diplomovou prací bylo použito primárně literární rešerše z elektronických databází MEDLINE, Medvik, PEDro, PubMed. U takto získaných studií bylo omezení data publikování od 1.1.2005 do 1.5.2014 pro zaručení aktuálnosti získaných poznatků, vzhledem k populárnosti řešeného tématu v zahraniční literatuře. Následuje popis kritérií určených pro zařazení studií do primárního výběru podkladů, tedy literární rešerše.

4.4 KRITÉRIA LITERÁRNÍ REŠERŠE

Jazyk :

- Český
- Anglický

Klíčová slova :

- Stretching
- Dynamic
- Static
- Muscle performance

Typ studie :

- Randomizovaná studie
- Kontrolovaná studie

Datum publikování :

- 1.1.2005 – 1.5.2014

4.5 KRITÉRIA VÝZKUMU

Pro vyloučení studií, získaných literární rešerší, z vlastního výzkumu byla stanovena následující kritéria :

- Musí být přítomen jasný popis aplikovaného stretchingu z hlediska jeho provedení a parametrů
- Výsledek aplikovaného stretchingu je zobrazen na pohybu nebo zobrazovací či jinou vyšetřovací metodou

4.6 VÝSLEDEK LITERÁRNÍ REŠERŠE

Po aplikaci kritérií rešerše a výzkumu bylo získáno celkem 75 studií na téma vlivu stretchingu na sportovce a jejich výkon. Tyto studie byly pak popsány v přehledných tabulkách, seřazených abecedně dle jména hlavního autora. U každé studie je popsán rok publikování, způsob protahování, použité měření a výsledek vztažený k použitému protahování, což odpovídá kritériím výzkumu.

5 REŠERŠNÍ A VÝZKUMNÁ ČÁST

5.1 DEFINICE KATEGORIÍ

Obvyklá rozcvička, která předcházela sportovnímu výkonu, dříve sestávala nejčastěji ze zahřívací fáze, obsahující typicky běžeckou abecedu, která měla za úkol zvýšit tělesnou teplotu a takzvaně „zahřát svaly“, dále pak protahovací částí a nakonec se setkáváme s fází lehkého posilování, případně cviků specifických pro následnou sportovní činnost (Behm et al., 2004). V protahovací části pak můžeme nacházet krom cviků obsahujících kroužení i aktivní či, častěji, pasivní pohyby (za pomoci druhé končetiny) do rozsahu pohybu daného kloubu, držené od 10 až do 60 sekund (Norris, 1999). V prvních letech nového tisíciletí ale můžeme zpozorovat zajímavý trend: vzhledem k množství výzkumů, věnujícím se tématu rozcvičení, dochází k předefinování předvýkonové přípravy. V rámci tohoto trendu se statický stretching, tedy protažení držené po delší dobu (až do 90s (Wong et al., 2011), přesouvá buďto do samostatné tréninkové jednotky, nebo je přítomen až na závěr, tedy po vlastním výkonu (Behm a Chaouachi, 2011). Nové studie se totiž shodují, že statický stretching, pakliže je proveden bez kombinace stretchingu dynamického, výkon nejenomže nezlepšuje, ale může jej i eventuelně zhoršovat (Kistler et al., 2010; Nelson et al., 2005; Samuels et al., 2008; Sayers et al., 2008; Wilson et al., 2008). Současně s tímto poznatkem je testován tedy vliv dynamického protahování na sportovní výkon, eventuelně různých kombinací těchto typů svalového stretche. Oproti statickému druhu jej můžeme charakterizovat menší dobou setrvání v protažení, menším rozsahem tohoto pohybu a aktivním provedením (Behm a Chaouachai, 2011). Nicméně, pro velké množství parametrů takto aplikovaného stretchingu, které mohou výrazně ovlivnit následný výkon sportovce, by bylo vhodné porovnat dosavadní poznatky z této oblasti a ideálně určit, jak má vypadat nejlepší způsob přípravy na výkon z hlediska vlastních cviků.

Pro účely praktické části této diplomové práce byly získané odborné studie rozděleny do několika skupin, ve kterých pak následně byly zhodnoceny pro získání závěrů. Po provedení diskuze těchto závěrů bychom měli získat lepší představu o tom, jak vypadá „správný“ dynamický stretching, který bychom chtěli dodat sportovcům, vrcholovým či rekreačním, v případě jejich zájmu o lepší sportovní výkon.

Jako hlediska, dle kterých byly studie rozděleny do skupin, byly určeny

následující skutečnosti. Jako první, zaštitující kategorie, byl určen typ použitého protažení. Byly použity studie, které používají buďto statický, dynamický či kombinovaný stretching. Zároveň nacházíme studie, které použily vlastní typ protažení, který se svými parametry blížil některému z těchto druhů, i ty jsou zde zařazeny, díky do jisté míry nespecifičnosti v popisu dynamického stretchingu. Jako další kategorie je způsob testování efektu použitého rozcvičení. Jedná se o porovnání využití pohybových testů (výskok, sprint, hod medicinbalem apod.) oproti vyšetřovacím metodám (zde jde zejména o EMG, případně dynamometry). Jako poslední kapitola pak je zhodnocení ostatních parametrů, které mohou ovlivňovat výsledek protažení (testovací soubor, rozehřívací sekvence, typ zátěže apod.), nicméně vzorek studií, ve kterých jsou tyto skutečnosti popsány, není dostatečně velký pro určení závěru, pouze můžeme konstatovat doporučení, co se určení těchto faktorů týká.

Pro přehlednost je v rámci každé kapitoly umístěna tabulka, obsahující řešené studie a jejich základní údaje relativní pro následný rozbor, seřazené podle hlavního parametru pro konkrétní kapitolu, spolu s grafickým znázorněním sledovaných faktorů.

5.2 PŘEHLED STUDIÍ

Nejprve je nutné předeslat rozsah cviků, aplikovaných ve všech námi vybraných studiích. Bylo dbáno na korektnost použitého protahování a na popis výbraných svalů či svalových skupin, pro které byly provedeny protahovací cviky. Nehledě na typ protahování tak byla snaha jednak o popsání cviků, použitých pro specifický sval. Zároveň bylo dbáno na korelaci těchto cviků s testem použitým v dané studii. V případě analytického měření svalové síly či rozsahu pohybu tak nacházíme počet protahovaných svalů menší než v případě měření výskoku. V případě specifických testů, jako je například EMG, je pak specifikován testovaný sval.

Vzhledem k množství druhů a modifikací protahování byl, jako první kategorie, určen typ protažení použitého v dané studii. V první podskupině pak jsou studie porovnávající typy protažení proti sobě, případně jejich modifikace stejným způsobem. Už jsme si určili dva základní typy stretche, jedná se o statický a dynamický, a zároveň čím se vyznačují. Nicméně i tak lze pozměnit průběh cvičení, aby došlo k diferenciaci, a zároveň byly dodrženy parametry nutné pro klasifikaci stretchingu jako dynamického. Jedná se například o protahování za chůze a za stoje (Fletcher et al., 2007). V obou

případech lze protažení označit za dynamické, nicméně v jednom případě je prováděno staticky (ve stoji) a v druhém případě je označeno přívlastkem aktivní (za chůze) (Fletcher et al., 2007). Jako další možnosti pak nacházíme kombinace statického či dynamického stretchingu s dalšími pohyby, ať už se jedná o aktivní pohyby připomínající následnou sportovní činnost (Faingbaum et al., 2005; Samson et al., 2012; Vetter et al., 2007) či o použití pomůcky, například zátěžových vest (Faingbaum et al., 2006; Needham et al., 2009).

Jako speciální podskupina je určeno porovnání kombinací dynamického a statického stretchingu buďto proti kontrolní skupině, proti jednomu samostatnému typu nebo proti další kombinaci. Jedná se zejména o určení pořadí, v jakém statické a dynamické protažení následuje v rámci jedné sportovní rozcvičky.

Třetí skupina pak obsahuje statický typ protahování a jeho vliv na pohybový aparát a sportovní výkon. Zde se mírně zvětšuje tematizace jednotlivých studií, zaobírají se nejen vlastním sportovním výkonem, ale nacházíme i případy klinické, kdy se posuzuje vliv na rehabilitaci pacientů s poškozením svalů dolních končetin (O'Sullivan et al., 2009).

V poslední podskupině je porovnáván vliv pouze dynamického stretchingu, zejména na následnou výbušnou svalovou činnost. Těchto studií je podstatně méně a taktéž se méně rozcházejí ve svých modifikacích a závěrech.

Vzhledem ke speciální pozici cvičení dle PNF konceptu dle Kabata v sportovní přípravě byl tento typ protažení uveden jako samostatný druh stretchingu (Minshull et al., 2014; Christensen et al., 2008). Jeho využití nacházíme nejčastěji při snaze o zvětšení rozsahu pohybu (Minshull et al., 2014), nicméně jsou i studie snažící se jej využít pro zvýšení svalového výkonu a porovnávají jej se stretchingem dynamickým (Christensen et al., 2008).

5.3 VYUŽITÍ STATICKÉHO A DYNAMICKÉHO PROTAŽENÍ

Nejširší skupina, zahrnující všechny popsané variace použité v protahovacích jednotkách, obsažených ve studiích zkoumaných touto diplomovou prací. Nejčastěji se setkáváme s porovnáním statického a dynamického protažení proti sobě, případně

proti kontrolní skupině, podstupující rozcvičení sestávající pouze ze zahřívací části a odpočinku, namísto vlastního svalového stretchu (Aguilar et al., 2012; Amiri et al., 2011; Ayala et al., 2013; Gelder et al., 2011; Sekir et al., 2009 a další). Do další skupiny bychom pak mohli zařadit studie porovnávající kombinaci SS a DS, použitých v rámci jedné rozcvičky v předem určeném pořadí, a výsledný vztah jejich efektů na svalové skupiny (Chaouachai et al., 2010; Fletcher et al., 2007; Sim et al., 2009; Torres et al., 2008; Troumbley, 2010; Wallman et al., 2008). Dále pak nacházíme protahování, ať už dynamické či statické, spolu se sérií dalších cviků během jednoho rozcvičovacího protokolu. Jedná se zejména o cviky napodobující pohyby použité při následném sportovním výkonu, například výskoky či výňatky z běžecké abecedy (Faigenbaum et al., 2005; Samson et al., 2012; Vetter et al., 2007). Jednu z menších skupin tvoří rozcvičovací protokoly využívající prvky z konceptu PNF dle Kabata pro převážně zvětšení rozsahu pohybu v porovnání se statickým stretchingem a dynamickým stretchingem (Signorelli et al., 2008), nicméně větší vzorek těchto studií nacházíme v porovnání pouze oproti protažení statickému, jemuž bude věnována další kapitola. Jako poslední skupinu bychom pak mohli určit cvičení absolvovaná s přidanou zátěží, či jinak ztížená, kdy průběh klasického DS je ztížen například zátěžovou vestou s předem definovanou zátěží ve formě procenta tělesné váhy (Faigenbaum et al., 2006; Needham et al., 2009). Následuje tabulka studií splňujících nutná kritéria – využití statického a dynamického stretchingu, případně jejich kombinace, v porovnání oproti kontrolní skupině či mezi sebou navzájem.

Autor	Rok	Stretching	Testy	Výsledek
Aguilar et al.	2012	SS, DS	CMJ, AP (ROM, točivý moment)	↑ DS
Amiri et al.	2010	SS, DS, SS + DS	Obratnost	↑ DS
Amiri et al.	2011	SS, DS	Rychlost nohy	↑ DS
Amiri et al.	2012	SS, DS	AP - flexe kol. kl.	↑ DS
Ayala et al.	2013	SS, DS	Točivý moment	Bez rozdílu
Cagno et al.	2010	SS, DS	CMJ, SJ, technické skoky	↓ SS
Carvalho et al.	2012	pSS, aSS, DS	SJ, CMJ	↑ DS, (↓ aSS)
Curry et al.	2009	SS, DS	CMJ, točivý moment, Thomas test	Individuální
Dalrymple et al.	2007	SS, DS	CMJ	Bez rozdílu

Dawson et al.	2009	DS, DS + SS, SS + DS	Sprint	↓ DS + SS
Faigenbaum et al.	2005	SS, DS, DS + drop jump	CMJ, LJ, člunkový běh, dosah DKK	↓ SS pro CMJ, LJ, člunkový běh
Faigenbaum et al.	2006	SS, DS, DS + 2%W, DS + 6%W	CMJ, LJ, hod, sprint	↑ DS, DS + 2%
Fletcher et al.	2007	aDS, pSS + aDS, sDS + aDS	Sprint	↑ aDS, ↑ sDs + aDS, ↓ pSS + aDS
Gelder et al.	2011	SS, DS	Obratnost	↑ DS
Gelen et al.	2012	SS, DS, plyometrie	Rychlost servisu	↑ DS, ↑ plyometrie
Herda et al.	2008	SS, DS	EMG, točivý moment	↑ DS, ↓ SS
Hough et al.	2009	SS, DS	CMJ, EMG	↑ DS, ↓ SS
Chaouachi et al.	2010	Kombinace SS, DS, POD	CMJ, pětiskok, sprint, člunkový běh	Bez rozdílu
Little, Williams	2006	SS, DS	CMJ, sprint	↑ DS
Manoel et al.	2008	SS, DS, PNF	Svalová síla - extenze kol. kl.	↑ DS
McMillian et al.	2006	SS, DS	Pětiskok, člunkový běh, hod	↑ DS
Moran et al.	2009	SS, DS	Rychlost odpalu	↑ DS
Needham et al.	2009	SS, DS, DS + 20%W	CMJ, sprint	↑ DS, ↓ SS
Ondra	2011	SS, DS	Hod, LJ, CMJ	↑ DS – dle věku
O'Sullivan et al.	2009	SS, DS	AP (ROM)	↑ SS
Papadopoulos et al.	2005	SS, DS	Točivý moment	↓ SS
Pearce et al.	2009	SS, DS	CMJ	↑ DS
Perrier et al.	2011	SS, DS	CMJ, reakční čas, dosah DKK	↑ DS, ↑ SS pouze dosahu
Samson et al.	2012	SS, DS + specifické cvičení	CMJ, dosah DKK, AP, sprinty	↑ SS, zlepšení po specif. cvič.
Sekir et al.	2009	SS, DS	EMG, točivý moment	↑ DS
Signorelli et al.	2008	SS, DS, PNF	Wingate test	↑ DS, ↑ PNF
Sim et al.	2009	DS, SS + DS, DS +	Sprint	↓ DS + SS

		SS		
Taylor et al.	2009	SS, DS	CMJ, sprint	↓ SS
Torres et al.	2008	SS,DS, SS + DS	Bench press, bench throw, hod	↑ SS + DS
Troumbley	2010	SS,DS, SS + DS	Člunkový běh	↑ DS, ↓ SS
Vetter et al.	2007	SS,DS + skoky	CMJ, sprint	↓ SS
Wallman et al.	2008	SS,DS,SS + DS	CMJ, EMG	Bez rozdílu
Werstein et al.	2012	SS,DS	Drop jump	↑ DS
Winchester et al.	2008	DS + SS, DS + NS	Sprint	↑ DS + NS
Wong et al.	2011	SS + DS	Dosah DKK, sprint	Bez rozdílu
Yamaguchi, Ishii	2005	SS, DS	AP – extenze kol.kl.	↑ DS

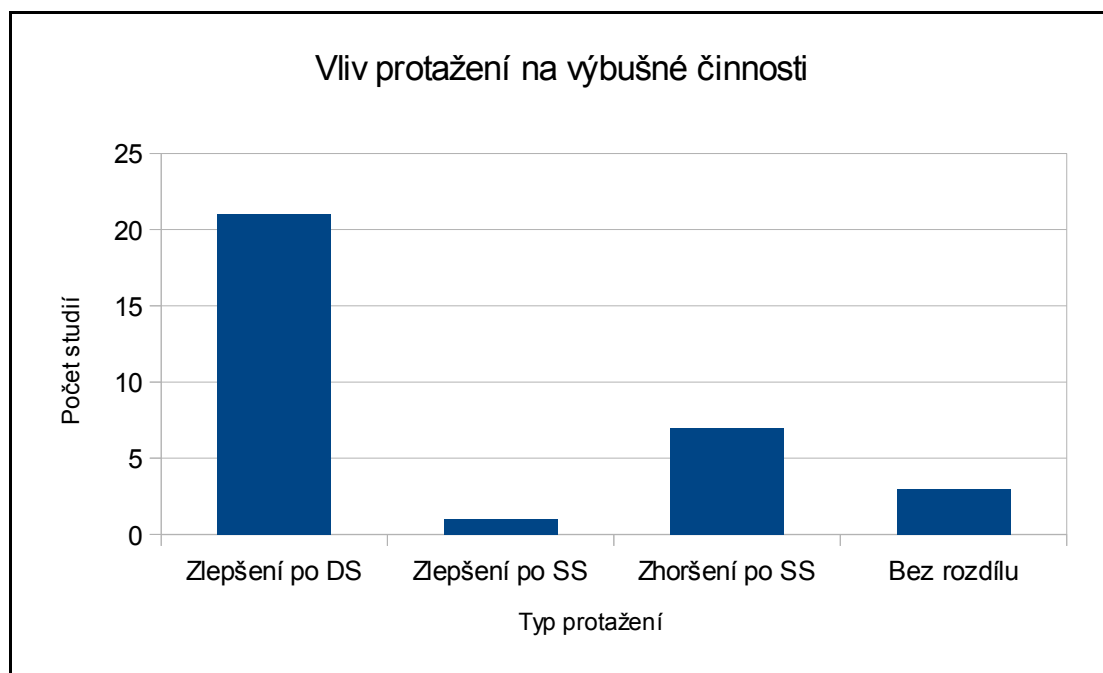
Tabulka č.1: Studie využívající kombinaci statického a dynamického protažení

Legenda (SS = statický stretching, DS = dynamický stretching, p = pasivní, a = aktivní, W = weight, s = statický, POD = point of discomfort, CMJ = countermovement jump, AP = aktivní pohyb, ROM = range of motion, LJ = long jump)

5.3.1 STATICKÝ VS. DYNAMICKÝ STRETCHING

První skupina studií tedy byla určena jako porovnání efektu statického a dynamického protažení buďto proti sobě, nebo proti kontrolní skupině, která nejčastěji nepodstoupila žádné protahovací cviky v rozehřívací sekvenci, pouze fáze běhu a odpočinku. V tomto případě bylo dbáno na shodu časových úseků, věnovaných jednotlivým částem rozcvičení, pro zaměření ovlivnění výsledků. Většinou nacházíme 5-8 minut věnovaným běhu s individuálně nastavenou intenzitou, následovaných protažením nebo odpočinkem, trvajícím stejně dlouho. Poté probíhá vlastní testovací fáze, kdy je sledovaný parametr měřen v předem určeném počtu opakování testovacích pohybů. Mezi testy patří zejména výbušné pohyby (skoky do výšky, do dálky, krátké sprinty, bench press či servis či nadhoz při baseballu). Podmínky pro začlenění do této kategorie splnilo celkem 30 studií. V grafu č.1 sledujeme pak vliv typu protažení na výše popsané výbušné sportovní činnosti. Zlepšení, respektive zhoršení výkonu sportovce v daném testu bylo měřeno oproti kontrolní skupině, nepodstupující protahovací fázi při rozcvičení. Pouze signifikantní výsledky (hladina významnosti byla určena autorem v rámci každé studie) byly

zaznamenány a použity, tendence ke zlepšení zde nejsou uvedeny.



Graf č.1: Vliv protažení na výbušné činnosti

Jak je vidět v grafu č.1, znázorňujícím vliv použitého protažení na výbušné činnosti následující vybraný rozcvičovací protokol, většina studií prokázala pozitivní efekt dynamického stretchingu pro sportovní výkon.

Za zmínku stojí malá část studií, která využila zátěžových vest pro ztížení dynamického stretchingu (Faigenbaum et al., 2006; Needham et al., 2009). Přidáním zátěže mělo dojít ideálně k facilitaci efektu, získaného dynamickým stretchingem, tedy postaktivačním potenciací svalové práce a náborem většího počtu motorických jednotek, kdy tento efekt by měl přetrvat i do následného sportovního výkonu. Testování bylo s 2%, 6% a 20% probandovy váhy (jedná se o 1,2kg, 3,7kg a 12kg respektive) ve formě zátěžové vesty. V případě 2% tělesné váhy byl zjištěn lepší výkon při následném testu výskoku a sprintu jak oproti SS skupině, tak i oproti DS skupině, při větším objemu zátěže (6% a 20%) byl už efekt buďto nepřítomen, či dokonce bylo zhoršení následného výkonu. Bylo by tedy velice vhodné podniknout další studie využívající zátěžové vesty pro zjištění, nakolik může přidání menšího procenta tělesné váhy pro rozcvičovací protokol facilitovat již tak pozitivní efekt dynamického stretchingu.

5.3.2. KOMBINACE STATICKÉHO A DYNAMICKÉHO PROTAŽENÍ

Pro kombinaci statického a dynamického stretchingu v rámci jednoho rozcvičovacího protokolu bylo použito celkem 10 studií. Převážně byl testován vliv této kombinace proti jednoduchému rozcvičení, skládajícího se jen z jednoho typu protahování (Amiri et al., 2010; Fletcher et al., 2007; Torres et al., 2008; Troumbley et al., 2010; Wallman et al., 2008; Wong et al., 2011), zároveň část studií posuzovala pořadí, v jakém je dynamický a statický stretching kombinován (Dawson et al., 2009; Chaouachai et al., 2010; Sim et al., 2009; Winchester et al., 2008). Cíl těchto studií byl zjistit, jakým způsobem spolu reagují efekty jednotlivých typů protažení, popsanych v teoretické části, a zda-li při vhodně zvolené kombinaci protahování nedojde k synergickému efektu a výsledné protažení bude prospěšnější než jen aplikace jednoho typu. Pro tyto studie byl nejčastější typ testování sprint spolu s výskokem do výšky, tedy opět činnosti výbušné (viz tabulka č.1). Vzhledem k malému počtu studií a jejich nejednostnosti, co se použitých rozcvičovacích sekvencí týče, nebylo možné výsledky pro lepší přehlednost graficky znázornit.

I přes nedostatečný počet studií ale lze zviditelnit jistý trend, co se týče rozcvičovací sekvence a pořadí statického a dynamického stretchingu vůči sobě. Jak prokázali Fletcher (2007) a Torres (2008) ve svých studiích, při zařazení statického protažení před dynamické dochází k výrazně lepšímu následnému výbušnému výkonu oproti použití DS samostatně, zatímco při obráceném pořadí, kdy stretching dynamický předchází statickému, můžeme naopak upozorovat snížení výkonu sportovců, což bylo testováno například na sprintu (Sim et al., 2009; Fletcher et al., 2007; Dawson et al., 2009), kdy byl čas nutný pro zaběhnutí 20, respektive 50m sprintu výrazně vyšší po aplikaci DS + SS protokolu oproti jak SS + DS protokolu, tak i proti samostatnému dynamickému protažení. Za zmínku ale stojí, že studie testující výskok do výšky pro stejné protahovací protokoly, neprokázaly obdobný výsledek jako byl viděn po testech sprintů (Chaouachai et al., 2010; Wallman et al., 2008; Wong et al., 2011), což by mohlo poukazovat na rozdílnou odezvu pohybového aparátu na aplikaci kombinovaného protažení při testování sprintem a výskokem do výšky.

5.3.3 STATICKÉ PROTAŽENÍ

V dnešní době se již s klasicky aplikovaným statickým stretchingem, kdy je

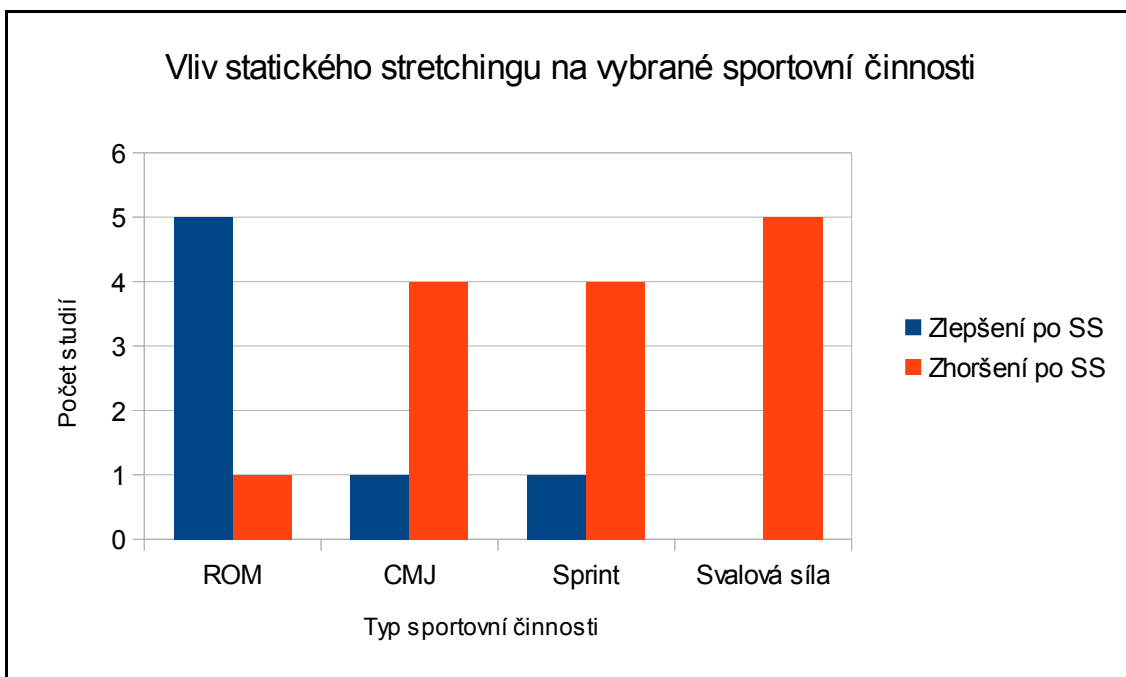
doba výdrže větší než 15s, málokdy potkáme. I přesto ale velké množství relevantních studií v posledních letech zkoumalo jeho efekt nejen na rozsah pohybu, zejména v dolních končetinách (Barroso et al., 2012; Gajdosik et al., 2007; Chaouachi et al., 2008), ale i na výbušné činnosti typu sprintu či běhu (Bazett-Jones et al., 2008;), výjimku pak tvoří studie zkoumající vliv na leg press, bench press či dokonce balanční cvičení (Barroso et al., 2012; Gomes et al., 2011; Handrakis et al., 2010 respektive). Naprostá většina studií pak zkoumá vliv akutní, kdy je statický stretching součástí předvýkonové rozcvičky a ihned poté následuje vlastní výkon sportovce. Efekt statického protahování po výkonu byl již vcelku prokázán za poslední roky (Behm, Chaouachi, 2011) a netřeba jej dále zdůrazňovat. Za zmínku stojí studie zkoumající vliv statického stretchingu po delší časový úsek, od 2 do 6 týdnů (Bazett-Jones et al., 2008), na sportovní výkon, zodpovídající otázku, zda-li má smysl zařadit protahovací cviky do dlouhodobého tréninkového plánu, obzvláště mimo herní část sezony. Jako relevantní pro náš výzkum (splňující požadavky řešerše) pak byly vybrány následující studie, věnující se vlivu statického protažení, často v kombinaci s jiným typem, na sportovní výkon.

Autor	Rok	Stretching	Testy	Výsledek
Barroso et al.	2012	SS, BS, PNF, NS	Leg press, dosah DKK	↑ dosah, ↓ leg press oproti NS
Bazett-Jones et al.	2008	SS	CMJ, ROM, sprint	Bez rozdílu
Beckett et al.	2009	SS, NS (v pauze)	Sprinty, změny směrů	↓ SS
Behm, Kibele	2007	SS dle POD (50,75,100%)	CMJ, Flexe kol.kl.	↓↓↓ 100% POD, ↓ 50% POD
Costa et al.	2009	SS (15s, 45s)	Rovnováha	↑ SS (15s)
Cronin et al.	2008	SS, vibrace	ROM, CMJ	↑ SS
Gajdosik et al.	2007	SS, NS	ROM, točivý moment pasivně	↑ SS
Gomes et al.	2011	SS, NS, PNF	Benchpress, Flexe kol.kl.	↓ PNF
Haag et al.	2010	SS, NS	Hod	Bez rozdílu
Handrakis et al.	2010	SS, NS	Stoj na 1DK, skok	↓ SS pro stoj, jinak bez rozdílu
Chaouachi et al.	2008	SS + sprint, sprint	ROM, sprint	↑ SS + sprint
Kistler et al.	2010	SS, NS	Sprint	↓ SS

Kokkonen et al.	2007	SS, NS	ROM, sprint, CMJ, AP v kol. kl.	↑ SS
La Roche et al.	2008	SS, BS	Točivý moment	Bez rozdílu
Maddigan et al.	2012	SS, PNF	ROM, reakční čas	Bez rozdílu
Minshull et al.	2014	SS, PNF	ROM	↑PNF
Molacek et al.	2010	SS x2/x5, PNF x2/x5	Bench press	Bez rozdílu
Moss et al.	2011	SS, NS	CMJ, EMG	Bez rozdílu
Nelson et al.	2005	SS, NS	Svalová síla	↓↓ SS, ↓NS
Robbins, Scheuermann	2008	2x/4x/6x SS	CMJ	↓ 6x SS
Samuels et al.	2008	SS, BS, NJ	CMJ, točivý moment	↓ SS
Sayers et al.	2008	SS, NS	Sprint	↓ SS
Torre et al.	2010	SS, NS	SJ	↓ SS (dle úhlu)
Wilson et al.	2008	SS, NS	Běh	↓ SS, ↑ NS
Yamaguchi et al.	2006	SS, NS	Točivý moment	↓ SS

Tabulka č.2: Studie využívající statické protažení

Celkem bylo zhodnoceno a porovnáno 25 vybraných studií, sledujících vliv statického protahování oproti nejčastěji kontrolní skupině (14 studií). Často je též sledován rozdíl mezi SS a propioceptivní neuromuskulární facilitací, metodikou vyvinou v minulém století panem Kabatem v USA (Barroso et al., 2012; Gomes et al., 2011; Maddigan et al., 2012; Minshull et al., 2014; Molacek et al., 2010). Malá část studií pak využívá pro porovnání efektu balistický stretching nebo vibrace (Barroso et al., 2012; La Roche et al., 2008; Samuels et al., 2008 a Cronin et al., 2008 respektive). Pro přesnější určení parametrů statického stretchingu a jejich vliv pak můžeme využít studie sledující efekt rozdílného počtu sérií opakování či doby výdrže v svalovém stretchu. Bohužel, podíl těchto studií z celkového souboru je malý a jejich závěr tudíž nelze brát jako významný, nicméně jej můžeme použít jako ukázkou směru, kterým se mohou další případné výzkumné cesty ubírat. Na tyto skutečnosti bude poukázáno dále.



Graf č.2: Vliv statického stretchingu na vybrané sportovní činnosti

V grafickém znázornění vlivu statického protahování na součásti sportovní výkonu pak nalézáme potvrzení ohledně vlivu tohoto typu rozcvičení. Jako jediný signifikantně pozitivní efekt nalézáme zvýšený rozsah pohybu v kloubu, jehož okolní svaly byly protaženy. Jak již bylo vysvětleno v teoretické části, toto je jeden z hlavních efektů statického protažení, který očekáváme a proč toto rozcvičení je obvykle použito. Ostatní sledované pohyby, jež jsou buďto výbušného či silového charakteru, pak vykazují známky horšího výkonu po aplikaci statického stretchingu ať už oproti kontrolní skupině, či oproti jiným druhům protažení (PNF a balistický stretching).

Za zmínku stojí studie s menším zastoupením, zkoumající různé parametry statického protažení a jejich vliv. Jedná se například o počet sérií SS použitých v rozcvičce (Molacek et al., 2010; Robbins a Scheuermann, 2008), kde bylo poukázáno na vztah vyššího počtu sérií protahovacích cvičení a následné menší svalové síly, což je velice podstatná informace. Jako další parametr pak můžeme zmínit dobu setrvání v protažení svalu (Costa et al., 2009). Byl sledován vliv 15s a 45s výdrže na rovnováhu probandů, testovanou stojem na podložce Biodex Balance System, kdy skupina využívající kratší typ protažení prokázala výrazně menší výchylky rovnováhy. Tato skutečnost odpovídá výsledkům, které popsal Young (2006, 2007) ve svých studiích, hodnotících provedení a parametry statického stretchingu na sportovní výkon, kdy bylo zjištěno, že s delší dobou setrvání v statickém stretchingu dochází k nárůstu eventuelního deficitu na sledované charakteristiky sportovců. Dalším diskutovaným

tématem pro statický stretching je míra protažení, určovaná pocitem dyskomfortu z protažení (POD). Jedná se vlastně o určení, ač převážně subjektivní, úhlu v kloubu, jehož svaly protahujeme. Vzhledem k reakci svalů, respektive nervové soustavy, na pokus o protažení svalu pak chápeme, odkud se bere název označení pocit dyskomfortu. Behm a Kibele (2007) se ve své studii pokusili tento parametr zobjektivizovat, kdy změřili úhel v kolenním kloubu probandů, získaný při protažení právě do subjektivního pocitu dyskomfortu, a pak zjišťovali vliv různých poměrů protažení na výskok. Lze diskutovat ohledně vhodnosti tohoto testu, nicméně jako výsledek bylo zjištění, že při vyšším protažení (POD byl přítomen) dochází k zhoršení následného sportovního výkonu a tedy výkonu vlastních svalů (Behm a Kibele, 2007).

5.3.4 DYNAMICKÉ PROTAŽENÍ

Počet studií, sledující pouze vliv stretchingu dynamického oproti kontrolní skupině bez protažení, eventuelně oproti protažení dle konceptu PNF, v porovnání s počtem studií sledující vztah mezi statickým a dynamickým stretchingem jen zdůrazňuje aktuálnost námi zvoleného tématu studie. Nalézáme zde totiž velký nepoměr, kdy studie sledující kombinaci obou protahovacích sekvencí jsou zastoupeni 4x více (34 : 9). Jako polehčující okolnost pak slouží kolektivní neshoda ohledně popisu vlastního dynamického stretchingu, jak již bylo předesláno jednak v teoretické části, druhak v kapitole hodnotící kombinaci protahování. I z toho důvodu je nutné přesněji specifikovat parametry protažení, aby bylo možné ho označovat jako dynamické.

V následující tabulce tedy nacházíme studie, které se věnovaly výhradě dynamickému protahování a jeho vlivu na sportovní výkon. Bohužel, i přes malý počet studií nalézáme výrazné neshody ve vybraných způsobech testování, v určení kontrolních skupin a dalších parametrů výzkumu. I přesto ale lze opět vysledovat a zhodnotit jisté tendence, vyskytující se napříč vybranými studii. Nehledě na početní zastoupení se tedy opět přibližujeme k určení ideálního předvýkonového protahovacího protokolu.

Autor	Rok	Protažení	Testy	Výsledek
Fletcher	2010	Slow DS, fast DS, NS	CMJ, EMG, srdeční rytmus	↑ fast DS
Herda et al.	2013	DS	Rom, svalová síla, EMG	↑ DS
Herman et al.	2008	DS, NS	Točivý moment, hod, běh, kliky, shyby, dosah	↑ DS

			DKK	
Christensen et al.	2008	DS, NS, PNF	CMJ	Bez rozdílu
Jaggers et al.	2008	DS, BS	CMJ	↑ DS
Reiman et al.	2010	DS, DS + 5%W	Power test	Bez rozdílu
Turki et al.	2011	DS – CON, ISO, ECC, PLYO, DS, NS	CMJ	↑ DS, ↑ DS - CON
Turki et al.	2012	DSx1, DSx2, DSx3	Sprint	↑ DSx1, DSx2
Zourdos et al.	2012	DS, NS	VO2, výdej kalorií	Bez rozdílu

Tabulka č.3: Studie využívající dynamické protažení

Nedostatek studií nám zabránil v grafickém znázornění porovnání vybraných studií, bylo by velice obtížné určit společné kategorie, které by mohly hodnotit tuto skupinu. I přesto ale můžeme z tohoto počtu studií vyčíst jisté tendence. V první řadě je určitě třeba uvést, že 6 z 9 studií uvádí zlepšení výkonu po aplikaci DS v porovnání s kontrolními skupinami, které obsahovaly taktéž dobře stanovené a provedené typy rozcvičení. Zároveň nenacházíme studie, které by prokazovaly zhoršení výbušných činností po DS, pouze výsledky nedostatečně významné a tudíž výsledné hodnocení bylo nenalezení rozdílu mezi kontrolní skupinou a výzkumnou skupinou. Lze tedy minimálně konstatovat, že po aplikaci samostatného dynamického protažení by sportovec neměl očekávat zhoršení svého výkonu.

V jedné z předchozích kapitol už byl popsán výzkum, věnující se myšlence přidání zátěže ve formě procenta tělesné váhy sportovci při provádění rozcvičovacího protokolu (Faigenbaum et al., 2006; Needham et al., 2009). Reiman et al. (2010) ve své studii pokračují v této cestě a sledují rozdíl mezi vlivem dynamického protažení a DS s přidáním 5% tělesné zátěže, bohužel nebyl zjištěn výrazný rozdíl. Lze opět diskutovat ohledně velikosti přidané zátěže. Další specifický výzkum se zaměřuje na tempo, s jakým je dynamické protahování prováděno, tedy kolik počtů opakování sportovec provede za určitý časový úsek (Fletcher, 2010). Výzkumný soubor byl rozdělen na sportovce podstupující pomalý a rychlý dynamický stretching, testování pak bylo provedeno na výskoku do výšky, EMG, zároveň byl sledován srdeční rytmus. Při rychlém (100 opakování za minutu) provedení bylo zjištěno zlepšení výšky výskoku a svalové aktivity (Fletcher, 2010). Jako poslední studie, zasluhující si zdůraznění, je pak vliv množství sérií DS při rozcvičovacím protokolu (Turki et al., 2012). Jako závěr

pak bylo poznamenáno, že při provedení DS v jedné a dvou sériích má na výkon sportovce pozitivnější vliv než provedení sérií tří (Turki et al., 2012). Tyto tři příklady speciálních studií jsou opět jen ukázkou, co vše může mít vliv na výsledný efekt použitého protahování a jak jakákoliv nejednotnost v zahřívacích částech tréninku, použitých sportovci, může vést eventuelně i k horšímu sportovnímu výkonu.

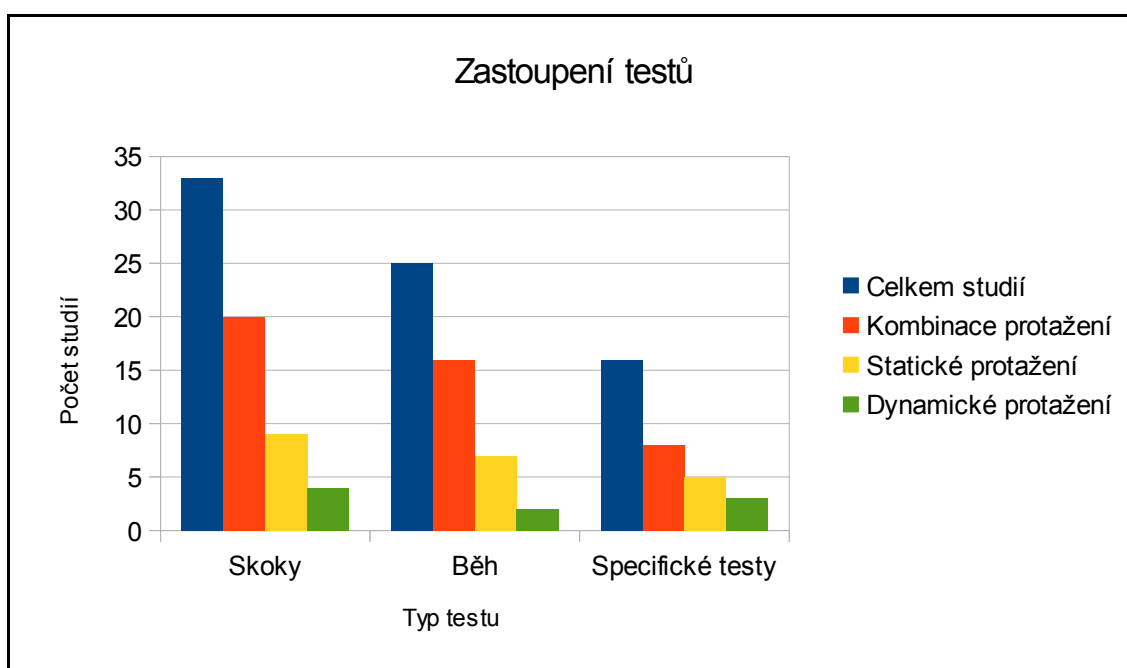
5.4 DRUHY TESTŮ

Jako druhé hlavní hledisko pro rozřazení studií a porovnání poznatků z nich získaných pak slouží typ použitého testu, sledujícího vliv protahování na svalový výkon. Vzhledem k získaným studiím byly určeny dvě hlavní kategorie: výbušné činnosti, kam patří veškeré typy výskoků, sprintů, obratnostních běhů a disciplín, ale i cviky jako bench press a leg press či specifické sportovní pohyby (nadhoz, odpal míčku), a dále testy sledující průběh a změnu fyziologických vlastností svalů, respektive sportovce, jedná se hlavně o svalovou sílu, rozsah pohybu v daném kloubu, srdeční rytmus, respirační parametry (VO₂), reakční čas, rovnováha a svalová aktivita (měřeno pomocí EMG). Většina sledovaných charakteristik z druhé skupiny se vážně přísne k určitému typu protahování, zatímco pohybové testy jsou společné napříč kategoriemi, zejména výskok a sprint mají velice široké zastoupení, zatímco například srdeční rytmus a metabolická aktivita jsou zřídka viděné testy při sledování vlivu protahování.

5.4.1 TESTOVÁNÍ VÝBUŠNÝCH ČINNOSTÍ

Jak již bylo předesláno, tato skupina obsahuje především testy obsahující výbušné, dynamické činnosti. Jedná se zejména o výskok do výšky, buďto ze dřepu (SJ) anebo s protipohybem ze stoje (CMJ), mezi sledované veličiny pak patří výška výskoku (Aguilar et al., 2012; Behm et al., 2007; Torre et al., 2010) nebo čas letu a čas kontaktu s podložkou v rámci jednoho skoku (Cagno et al., 2010; Werstein, 2012). Ojedinele se setkáváme s násobnými skoky, jako je například pětiskok (Chaouachi et al., 2010; McMillian et al., 2006), nebo skoky do dálky (Faigenbaum et al., 2005, respektive 2006). Dalším testovaným pohybem bývá sprint (Dawson et al., 2009; Faingebaum et al., 2006; Chaouachi et al., 2010; Needham et al., 2009) a různé modifikace běhu, věnující se většinou obratnostem – změny směrů, člunkové běhy (Amiri et al., 2010; Faingebaum et al., 2005; Gelder et al., 2011). Zde se hodnotí převážně čas, za který sportovec uběhne danou vzdálenost, respektive jeho změna. V případě člunkových běhu

platí totéž, nicméně sportovec běží po vytyčené trase v určitém tvaru, často dle písmene T (McMillian et al., 2006). Jako poslední skupina pak bylo shrnutí testů nespadaajících do dvou výše popsaných hlavních kategorií. Jedná se převážně o testy, které se snaží co nejvěrněji kopírovat sportovní činnost skupiny probandů dané studie a tím přiblížit výsledek realné aplikaci. I proto zde nacházíme například rychlost odpalu míčku u golfistů (Moran et al., 2009), rychlost míčku při podání u tenistů (Gelen et al., 2012). Zároveň do této skupiny byly zařazeny testy podobné jako výskok či sprint, ale v menším zastoupení, jedná se většinou o cviky kopírující svalovou činnosti při sportu, využívající přidanou zátěž. V následujícím grafu je pak znázorněn poměr využití těchto kategorií testů spolu s početním zastoupením studií v jednotlivých kategoriích.



Graf č.3: Zastoupení testů v souboru použitých studií

Jako jednoznačně nejčastěji používané skupina testů jsou výskoky, jak ukazuje graf č.3. Vcelku úzká škála testů, popsaných výše, které nejčastěji hodnotí rozdíl výšky výskoku před a po aplikaci vybraného rozcvičení, eventuelně časem letu a časem kontaktu s podložkou tak vede ve srovnání využití testů. Jako druhá, podobně široká skupina se pak umístily běžecké disciplíny, obsahující zejména testování doby sprintu. Opět nenacházíme velkou pestrost použitých testů, nicméně variace sprintů, co se například vzdálenosti týče, nalézt můžeme běh na 10m (Needham et al., 2009; Turki et al., 2012), na 20m (Dawson et al., 2009; Needham et al., 2009; Samson et al., 2012; Turki et al., 2012), či dokonce na 40m (Winchester et al., 2008) a 50-55m (Bazett-Jones et al., 2008; Fletcher a Anness, 2007), maximem pak bylo 100m (Kistler

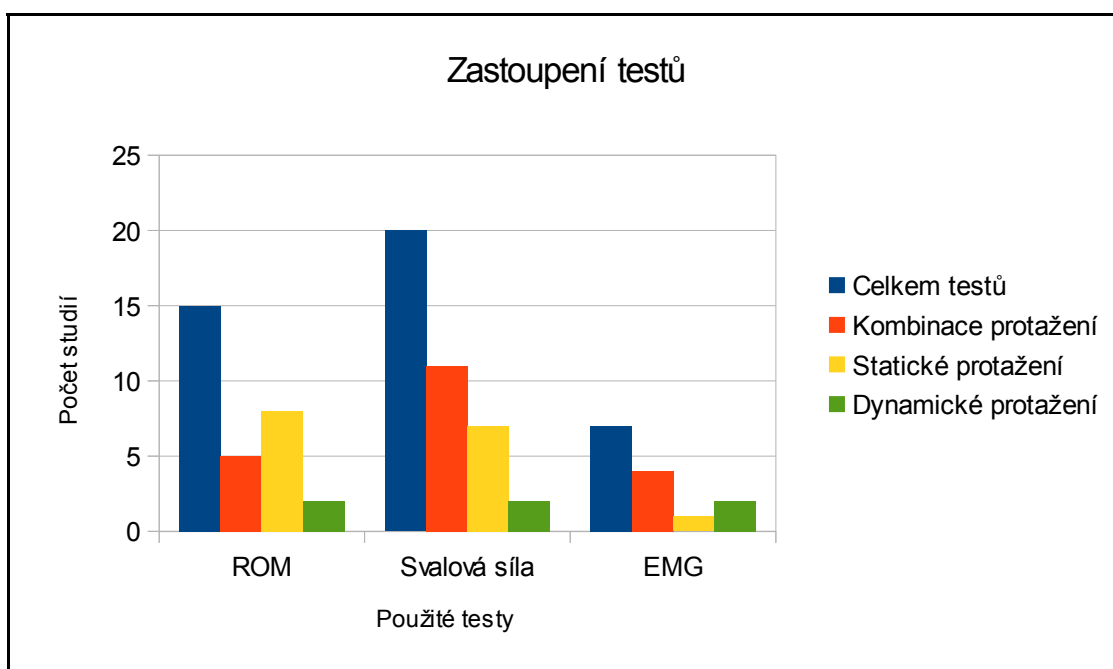
et al., 2010). Většina sprintů pak využívala spíše kratší vzdálenosti, do 40m, nad 50m bylo využito v hodnocených studiích spíše výjimečně. Naprosto ojediněle pak byl sledován běh na 600m (Herman et al., 2008). Jako specifické člunkové běhu pak můžeme zmínit například Illinois agility test (Amiri-Khorasani et al., 2010) či T-drill (Troumbley, 2010), kde nacházíme specifické rozložení míst, kterými musí proband proběhnout či se dotknout.

V poslední skupině tedy nacházíme zbylé hodnotící zkoušky, například bench press (Gomes et al., 2011; Molacek et al., 2010; Torres et al., 2008) leg press (Barroso et al., 2012) či hod medicinbalem (Faigenbaum et al., 2006; Haag et al., 2010; Herman et al., 2008; McMillian et al., 2006; Ondra, 2011; Torres et al., 2008). Jak již bylo zmíněno, tyto pohyby často kopírují či napodobují činnosti sportovců při výkonu jejich sportu, ale dělají tak v jiném prostředí a s přidanou zátěží. Dále byly do specifických testů zařazeny testy, hodnotící komplexnější pohyby sportovců. Kromě výše zmíněných hodů medicinbalem či cviky se závažími se pak jedná o testy obratnosti či rovnováhy, jako je například stoj na jedné dolní končetině (Handrakis et al., 2010), rychlost kopu nohou jako napodobení výkopu fotbalisty (Amiri-Khorasani et al., 2011; Samson et al., 2012).

5.4.2 TESTOVÁNÍ SVALOVÝCH VLASTNOSTÍ

Druhá kapitola, věnující se porovnání testů vybraných v námi popsaných studiích, se zaměřuje na méně očividné aspekty sportovního výkonu, ve své podstatě ale lépe popsatelné. Jedná se o mnohem analytičtější testy, sledující převážně pouze jeden parametr. Bylo sem zařazeno měření rozsahu pohybu v daném kloubu, nejčastěji v kolenním (Amiri et al., 2012; Manoel et al., 2008; Yamaguchi a Ishii, 2005; Behm a Kibele, 2007; Gomes et al., 2011; Kokkonen et al., 2007), měření pak bylo provedeno obvykle inklinometrem. Nejčastěji bylo měření při aktivním provedení daného pohybu, pasivně pak bylo spíše výjimečně (Gajdosik et al., 2007). Měření rozsahu pohybu bylo prováděno výhradně na dolních končetinách. Jako další sledovaný parametr, který byl často zastoupen, můžeme uvést svalovou sílu. Opět se častěji setkáváme s měřením na dolních končetinách. Měření bylo prováděno dynamometrem, jako sledované veličiny pak nacházíme sílu, bez určení vektoru (Manoel et al., 2008; Yamaguchi a Ishii, 2005; Behm a Kibele, 2007; Gomes et al., 2011; Nelson et al., 2005; Herda et al., 2013) nebo dále točivý moment, nebo-li moment setrvačnosti (Aguilar et al., 2012; Ayala et al., 2013; Curry et al., 2009; Gajdosik et al., 2007; Herman et al., 2008; La Roche et al.,

2008; Papadopoulos et al., 2005; Samuels et al., 2008; Sekir et al., 2009; Yamaguchi et al., 2006). Poslední skupina pak byla vyhrazena pro EMG měření svalové aktivity vybraných svalů. I přes malý počet studií, využívajících tento způsob hodnocení efektu předvýkonové rozcvičky, jsou závěry zde získané velmi podstatné. Měření bylo provedeno zejména pro musculus gastrocnemius (Fletcher, 2010; Wallmann et al., 2008) a pro musculus biceps femoris (Fletcher, 2010; Herda et al., 2008; Moss et al., 2011; Sekir et al., 2009;), tudíž opět je výrazná preference svalů dolních končetin. Ojediněle se setkáme s měřením svalové aktivity pomocí EMG u čtyřhlavého svalu stehenního (Hough et al., 2009; Moss et al., 2011; Sekir et al., 2009).



Graf č.4: Zastoupení testů sledujících analytické parametry

V tomto grafickém znázornění pak můžeme vysledovat jisté tendence, stojící za vyzdvižení. Vzhledem k popsání efektu statického stretchingu na sval sportovce není překvapující množství studií věnující se právě tomuto tématu. Oproti tomu negativní dopad předcházejícího statického protahování na svalovou sílu již byl vcelku prokázán (Behm, 2011) a i přesto nacházíme množství studií, které se opět věnují této problematice (Gomes et al., 2011; Kokkonen et al., 2007; La Roche et al., 2008; Nelson et al., 2005; Samuels et al., 2008; Yamaguchi et al., 2006). Tyto výzkumné práce jsou poměrně nedávného data a opět převážně prokazují negativní efekt popsaného rozcvičovacího protokolu. Oproti tomu studie věnující se dynamickému protahování lze popsat skoro opačně: jejich počet není nikterak vysoký, i přes nedávné nálezy prokazující zlepšení sportovního výkonu po tomto stretchingu (Behm, 2011), a výsledky

jsou převážně pozitivní . Nedostatečně prozkoumaným polem pak stále zůstává měření svalové aktivity po dynamickém stretchingu pomocí EMG, jehož použití jsme zaznamenali pouze v 7 relevantních studiích, nicméně většina z nich prokázala pozitivní efekt na sportovní aktivitu po použití dynamického stretchingu (Fletcher, 2010; Herda et al., 2013; Hough et al., 2009; Sekir et al., 2009).

6 DISKUZE

Po zhodnocení všech studií, které vyhověly kritériím literární rešerše a výzkumu samotného, bylo pro jejich nehomogeničnost obtížné najít dostatek hodnotících hledisek, společných napříč danou skupinou. Setkáváme se s mnoha rozvíčovacími protokoly, cílenými na individuální svaly vzhledem k cíli dané studie, množstvím testů a testovacích souborů. Naštěstí pro naše potřeby všechny použité studie dodržují základní definici stretchingových cvičení tak, jak byly popsány v teoretické části, stejně jako je shodné provedení určitých testů, ačkoliv nelze mluvit o standardizaci. I z tohoto důvodu jako hlavní rozřazovací kritéria byla vybrána použitá cvičení a vybrané testovací způsoby, jak je popsáno v praktické části.

Na efekt rozvíčovacího protokolu má ale vliv více skutečností, než jen samotné cvičení. Pomineme-li biorytmy a další skutečnosti, které jsou do jisté míry mimo vliv řešitele studie, naprostá většina proměných může taktéž ovlivnit výsledek dané studie. Je pak pouze na posouzení nejen vlastní práce, ale i literárního přehledu, aby určily velikost vlivu těchto faktorů. V případě našeho testování se pak jedná například o zahřívací fázi před samotným protažením, délku pauzy mezi protokolem rozvíčovacím a testovacím, ale i pohlaví, věk a trénovanost probandů. Je možné najít studie, sledující vliv právě těchto parametrů na efekt protahování, nicméně není s podivem, že jejich početní zastoupení není nikterak výrazné a i jejich výsledek proto nelze brát jako přenosný, s ohledem na velikost souboru studií. I tak ale můžeme tyto skutečnosti použít jako ukázkou, jakým směrem lze dále postupovat a na jaké aspekty se případně zaměřit v budoucích studiích.

Tyto parametry jednotlivých studií se ale podílí na výsledném efektu rozvíčovacího protokolu na sportovní výkon v naprosté většině případů pouze kvantitativně, nikoliv kvalitativně. Můžeme tedy očekávat vliv odpovídající typu použitého protahování a ostatní vlastnosti by měly ovlivnit pouze velikost zlepšení či zhoršení, nikoliv polaritu efektu samotného (Behm a Chaouachai, 2011).

Efekt statického protahování byl sledován hlavně ve vztahu k rozsahu pohybu a k svalové síle, hodnocené především pomocí dynamometru (Gomes et al., 2011; La Roche et al., 2008; Samuels et al., 2008; Yamaguchi et al., 2006). Druhotné testy pak byly běžecské disciplíny a testy výskoku. Pakliže uvážíme vliv statického protahování na svalové struktury, je očekávaným výsledkem menší svalová síla při následné aktivitě, zatímco rozsah pohybu můžeme očekávat zvýšený (Behm a Chaouachai, 2011; Fontana,

2014). Toto očekávání pak naplňuje převládající výsledek, graficky vyjádřený pomocí grafu č.2, sledujícím vliv pouze statického stretchingu na svalový výkon. Podíváme-li se totiž důkladněji na použité pohyby pro testování, zjistíme, že většina z nich využívá výbušné svalové síly, případně vytrvalosti ve výbušnosti (Beckett et al., 2009). Pro využití statického protažení před výbušnou činností je pak vhodné použít například sprint, aby se zmenšil negativní efekt výdrže v protažení, typické pro statické protahování (Chaouachai et al., 2008). Otázkou zůstává, zda-li při použití dynamického stretchingu v kombinaci se sprintem by nebylo dosaženo výsledku ještě lepšího. Odpovědi pak mohou být studie zaměřující se na interferenci statického a dynamického protahování v rámci jedné rozcvičky a jejich vzájemné pořadí (Amiri et al., 2012; Chaouachai et al., 2010; Dawson et al., 2009; Fletcher et al., 2007; Sim et al., 2009; Torres et al., 2008; Troumbley, 2010; Wallman et al., 2008). Jako závěr lze konstatovat, že při využití dynamické činnosti pro statickém protažení můžeme očekávat do jisté míry snížení negativního efektu očekávaného po aplikaci tohoto typu stretchingu, zatímco při opačném pořadí tomu tak není (Dawson et al., 2009).

Jako další parametr, který můžeme ovlivnit pro zlepšení efektu statického protažení, je míra pocitu dyskomfortu. Jak je výše popsáno, jedná se o pocit doprovázející protahování svalu, vycházejících ze šlachových a svalových receptorů protahovaného svalu, které jsou pak interpretovány pocitem podobným bolesti, ve snaze zabránit v protažení svalu. Obecně platí, že čím větší silou protahujeme, tím větší je pocit dyskomfortu (Behm a Chaouachai, 2011), současně můžeme i uvažovat o změně kvantity efektu tohoto protahování, která se musí nutně měnit v návaznosti na síle, kterou používáme pro protažení (Fontana, 2014). Tato skutečnost jde zároveň využít jako hodnocení použitého protažení ve smyslu popisu cvičení, kdy je změřen individuální rozsah v kloubu při pocitu dyskomfortu (jedná se o pocit subjektivní, vlastní každému probandu) a je pak hodnocen vliv identických cviků s protažením do určitého procenta, kdy 100% je pocit dyskomfortu (Behm a Kibele, 2007). Výsledek pak očekáváme odpovídající naší úvaze o vztahu míry protažení a negativního efektu, kdy s protažením blížícím se pocitu dyskomfortu očekáváme výraznější zhoršení následné svalové práce (Behm a Kibele, 2007).

Dalším podstatným faktorem, určujícím efekt statického stretchingu, je doba výdrže v protažení. Zde se výrazně rozchází praktické využití, kdy je trend výdrže maximálně do 10 až 15s (Judge, 2009), a testovacími podmínkami, kdy je stretch držen

až po dobu dvou či čtyř minut (Behm a Chaouachai, 2011). Zde můžeme vzít v potaz v autogenní inhibici, popsanou v teoretické části, která říká, že při delší výdrži v protažení svalu vzniká habituace svalových receptorů a dochází tedy k zvýšení tolerance protažení daných struktur, zatímco při kratším intervalu k tomuto jevu nemusí nutně dojít (Fontana, 2014). V případě zvětšení rozsahu pohybu je tedy žádoucí delší setrvání v protažení svalu (Behm a Chaouachai, 2011). V případě svalové síly a obdobných dynamických veličin je ovšem vztah spíše opačný, kdy s kratším setrváním v protažení dochází k méně výraznému zhoršení následného sportovního výkonu (Costa et al., 2009).

Na obranu statického protahování je nutno poznamenat, krom jeho pozitivního vlivu na rozsah pohybu, i možný pozitivní vliv na dynamickou rovnováhu sportovců. V případě jeho správné aplikace bylo ukázáno zlepšení stoje ve smyslu snížení výchylek a ztrát rovnováhy oproti kontrolní skupině, což ukazuje na pozitivní vliv právě statického protahování, které by mělo snižovat posturální instabilitu (Handrakis et al., 2010; Costa et al., 2009).

Pro lepší pochopení vlivu statického stretchingu na svalový aparát sportovců pak je třeba zmínit i srovnání výsledků z EMG a MMG (mechanomyografie, tedy znázornění a hodnocení změny mechanických parametrů svalu), kdy byla zjištěna diskrepance po aplikaci statického stretchingu mezi očekávanými nálezy z těchto dvou zobrazovacích metod (Herda et al., 2008). Výsledky ukazují, že negativní vliv statického stretchingu na svalový výkon může být zapříčiněn spíše ovlivněním mechanických parametrů svalu, než neurofyzilogických (tedy například změnou elasticity než změnou nábory motorických jednotek) (Herda et al., 2008).

Pakliže od statického protahování očekáváme jako pozitivní efekt změnu ve funkční délce svalů a jako negativní pak snížení svalové síly a výkonu v odpovídajících disciplínách, od dynamického stretchingu pak můžeme očekávat skoro opačný efekt, pomineme-li změnu v délce svalu. Obecně můžeme konstatovat, že při porovnávání efektu dynamického protahování oproti statickému či balistickému stretchingu nebo proti kontrolní skupině můžeme očekávat lepší výkon v dynamických disciplínách po stretchingu dynamickém. Mezi tyto disciplíny pak lze zařadit širokou škálu skoků, běhů, hodů a dalších pohybů, mnoho z nich je v provedení přímo vyňatém z daného sportu (Cagno et al., 2010; Faigenbaum et al., 2006; Gelen et al., 2012; Moran et al., 2009). I přesto je ale nutné zhodnotit parametry použitého dynamického stretchingu tak,

jak jsme provedli výše pro statické protahování, pakliže je cílem zjistit provedení nejideálnějšího rozcvičovacího protokolu.

Opět můžeme sledovat u dynamického stretchingu několik faktorů, ovlivňujících jeho efekt na sportovce. Z hlediska modifikací nacházíme provedení se zátěží ve formě vesty s procentem tělesné váhy, bylo popsáno využití 2% až 20% přidané váhy při vykonání rozcvičky (Faigenbaum et al., 2006; Needham et al., 2009; Reiman et al., 2010). Zlepšení po takto modifikovaném protahování bylo v případě 2% zátěže, v případě 5%, 6% a 20% pak nebylo zlepšení v porovnání oproti 2% zátěži či skupině bez zátěže. Lze tedy usoudit, že zátěž facilitující efekt dynamického protažení by neměla překročit 5% tělesné váhy probanda a spíše se pohybovat okolo 2% (Faigenbaum et al., 2006).

Mezi další faktory můžeme zařadit frekvenci provádění opakování, vzhledem k způsobu cvičení dynamického stretchingu má tato vlastnost význam pouze zde, u statického stretchingu není praktické ji sledovat. Můžeme tedy specifikovat nejen počet provedení cviku za minutu, ale i určitou sekundu, kdy má pohyb započít a skončit (Fletcher, 2010). S tím souvisí nutnost specifikovat počet sérií, které proband provede. Bylo zjištěno, že při provádění více jak 2 sérií po 10 opakováních dochází ke snižování pozitivního efektu dynamického stretchingu (Turki et al., 2011). Současně můžeme sledovat i tento přístup v dalších studiích, které používají taktéž maximálně 2 série s maximem 10 opakování a vykazují lepší zlepšení následného svalového výkonu sportovců ().

Je třeba také zmínit minoritní faktory, které nebyly popsány ve většině vybraných studiích, ale mohou ovlivnit efekt použitého protahování. Jedná se například o způsob zahřátí před samotnou rozcvičovací sekvencí cviků. Většina autorů využívá běh na specifikovanou vzdálenost, přičemž intenzita je zvolena buďto individuálně probandem, nebo nastavena dle tepové frekvence. Tato část rozcvičení pak slouží k zahřátí organismu a zrychlení reakcí na buněčné úrovni. Jako námět pro studii by pak mohla být úvaha, zda-li uměle vyrobené a aplikované teplo (například zábal či jiný způsob zahřátí, vodní procedury) mělo stejný či lepší efekt. Mezi podobné faktory pak můžeme zařadit věk a pohlaví probandů, pauzy mezi jednotlivými částmi testování a rozcvičení a taktéž způsoby, jak docílit perzistence tohoto efektu, jako je například využití kinesiotapu. Vzhledem k možnostem jeho aplikace, která by měla podpořit svalovou kontrakci a facilitovat tak tedy pohyby, za které je zodpovědný zatejpovaný

sval, bychom mohli prodloužit trvání efektu aplikovaného protahování (Kobrová a Válka, 2012).

Abychom mohli posoudit, zda-li námi zvolené protahování a jeho parametry jsou opravdu nejvhodnější, je taktéž třeba s opatrností vybrat vhodný test, kterým tuto skutečnost prokážeme. V odborných studiích se setkáváme s několika druhy testů, jak lze vyčíst z grafu č.3 a č.4. Jedná se zejména o testování pohybů, respektive sportovních činností, nebo svalových a funkčních parametrů (Behm a Chaouachai, 2011). Je nutné zvážit vhodnost testu, či jejich kombinací, pro cíl, kterého chceme dosáhnout. Pakliže chceme dosáhnout popsání protahovací sekvence, která nejlépe facilituje výkon sportovce ve výbušných činnostech, můžeme rovnou vyřadit testy sledující rozsahy pohybu, které nejčastěji nacházíme u statického protahování (Behm a Chaouachai, 2011). Test svalové aktivity pomocí EMG je vhodný z hlediska jeho výsledků, nicméně jako samostatný test neprokazuje změnu v hodnotách, které primárně hledají sportovci, a v případě jeho kombinace například s testem výskoku pak nacházíme komplikace v podobě interferencí signálu z elektrod a posun elektrod samotných po kůži vzhledem k pohybu sportovce, čímž může dojít k sledování nevhodného svalu (Fletcher et al., 2010).

Testy svalové síly, například měření dynamometrem, a testy sportovních činností (výskok, sprint), mají prakticky totožné možnosti aplikace, z tohoto hlediska se tedy zdají jako nejvhodnější pro naše potřeby. Můžeme ale vysledovat několik rozdílů. Jako nejhlavnější je dostupnost jednotlivých zařízení nutných pro měření. Pro přesnost a zhodnocení svalové síly a jejích podskupin, popsaných v teoretické části (moment otáčení, zrychlení a další), je nutný vcelku moderní dynamometr, náročný na podmínky, ve kterých je uchován a kde na něm probíhá testování (Behm a Chaouachai, 2011). Stejně tak fotobuňky a kamerový systém pro měření sprintu, spolu s podmínkami pro provedení sprintu samotného, který vyžaduje atletickou trať o dostatečné kvalitě, není snadné sehnat. Pro měření výskoku ale postačuje silová deska spolu s kamerovým systémem, nehledě na minimum nároků na prostory, kde je výskok testován. Jako další kritérium, neméně závažné, pak můžeme zdůraznit komplexnost testovaných pohybů. Měření svalové síly je ve své podstatě analytické, sleduje práci agonistické svalové skupiny v daném rozsahu a nehodnotí vliv zbytku těla, zároveň pohyb sám je do jisté míry vyňat z kontextu sportu. Oproti tomu testy sprintu, výskoku a jim podobné kopírují více (výskok s protipohybem) či méně (výskok ze dřepu)

(Psycharakis, 2012) vlastní sportovní činnosti, které sportovec umí a využívá během svého sportu. Sice zde může dojít k mírné nepřesnosti v měření vzhledem k individuálnímu provedení, které u analytického měření pohybu nenacházíme, nicméně jak sportovec, tak i řešitel má očividný vztah výsledku měření k vlastní sportovní činnosti, což můžeme zhodnotit jako jeden z nejpodstatnějších výsledků z jakékoliv studie, jedná se o její přiblížení se reálnému provedení řešené problematiky.

Pokud bychom chtěli rámcově popsat ideální způsob protažení spolu s ideálním způsobem testování na podkladě námi provedené literární rešerše a jejího následného rozboru (tedy vlastních cílů této diplomové práce), výsledek by vypadal následovně. V rozvíčovací protokolu by sportovci provedli běh po 5-10 minut s individuální intenzitou, po kterém by následoval vlastní dynamický stretching, provedený buďto s přidanou zátěží 2% tělesné váhy probanda, nebo v kombinaci se stretchingem statickým s dobou výdrže 15s, statické protažení by předcházelo dynamickému. Bylo by provedeno 10 opakování ve dvou sériích. Jako ideální testování by pak dle výsledků byl výskok snožmo z místa s protipohybem (CMJ), sledovali bychom pak výšku výskoku.

Pro vyhodnocení této jednotky testu a rozvíčovacího protokolu se nabízí několik možností. Případá v úvahu vybrání jednoho typu rozvíčení a porovnání jej s kontrolní skupinou, nepodstupující žádný stretching. Pakliže ale vezmeme v potaz výsledek této literární rešerše a uznáme pozitivní efekt dynamického stretchingu, aplikovaného samostatně, můžeme tento typ rozvíčení určit jako kontrolní skupinu. Pak se otevírá možnost vzít oba typy protahování, popsané v předchozím odstavci, a porovnat je mezi sebou navzájem a oproti kontrolní skupině. Vzhledem k tomu, že nebyla nalezena studie porovávající efekt právě těchto dvou způsobů protažení, měl by být výsledek signifikantním zjištěním na poli vhodnosti a aplikaci dynamického a kombinovaného protahování.

7 ZÁVĚR

Přestože byl ideální (dle dostupných poznatků získaných literární rešerší a přehledem studií) rozcvičovací protokol popsán, díky nejednostnosti odborných zdrojů, zabývajících se danou tematikou, není ani náš závěr jednoznačný, ale máme možnost využití minimálně dvou protahovacích sekvencí. Je třeba taktéž konstatovat, že zůstává více faktorů, které by bylo vhodné otestovat v klinických podmínkách a zjistit tak jejich vliv na efekt a persistenci použitého protahování.

Jako vědecké otázky jsme si v metodické části práce stanovili porovnání vlivu dynamického a statického protahování na svalový výkon a dále stanovení parametrů vhodnějšího druhu protahování pro jeho následné použití. Odpověď na obě otázky byla stanovena již v diskuzi, kde byla zhodnocena výrazná převaha pozitiv dynamického stretchingu na následný svalový výkon, obzvláště co se výbušných činností týče. V žádném případě ale není cílem této studie snižovat efekt protahování statického, které má také svoji velice podstatnou roli ve sportovní přípravě. Je třeba ale rozlišit cíle, kterých chceme u vybrané skupiny jedinců dosáhnout, a poté správně aplikovat jednotlivé typy protažení, ať už se jedná o samostatné, či kombinované metody, abychom stanovených cílů dosáhli.

Současně pak byly v diskuzi stanoveny určité úvahy, ohledně ideálního typu protažení, protože je obtížné vybrat pouze jeden typ dynamického stretchingu, vzhledem k jeho různým variacím a kombinacím s dalšími typy. I z tohoto důvodu je závěr diskuze formulován způsobem, který spíše než odpověď na otázku ukazuje směr, který by bylo vhodné dále prozkoumat, pro zlepšení obecného povědomí o efektu dynamického stretchingu. Zjištění těchto poznatků by pak mohlo vést k rozvoji hlavně sportovního výkonu, aniž by se sportovci museli snižovat k jiným, méně žádoucím cestám.

Je obecně problémem sportu, vrcholového nebo rekreačního, nedůslednost, s jakou je dbáno na korektní rozcvičení před a po sportovním výkonu. Krom zlepšení výkonu totiž protahování, dynamické nebo statického, hraje velkou roli i v prevenci a rehabilitaci po úrazech nejen sportovních. Tímto bychom zároveň chtěli poukázat na možné prolnutí výsledků této diplomové práce nejen do světa sportu, ale zároveň i do klinické praxe fyzioterapeutů, kteří mohou naše výsledky použít pro zlepšení kvality života svých pacientů a klientů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1) AGUILAR, Alain J., Lindsay J. DISTEFANO, Cathleen N. BROWN, Daniel C. HERMAN, Kevin M. GUSKIEWICZ a Darin A. PADUA. A Dynamic Warm-up Model Increases Quadriceps Strength and Hamstring Flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012, vol. 26, issue 4, s. 1130-1141.
- 2) ALEXANDER, Principles of Animal Locomotion. *Principles of animal locomotion*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, c2003, viii, 371 p. ISBN 06-910-8678-8.
- 3) ALTER, Michael J. *Strečink: 311 protahovacích cviků pro 41 sportů*. Praha: Grada. ISBN 80-7169-763-X.
- 4) AMIRI-KHORASANI, Mohammadtaghi, Mansour SAHEBOZAMANI, Kouros G TABRIZI, Ashril B YUSOF a Winne MEEUWISSE. Acute Effect of Different Stretching Methods on Illinois Agility Test in Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010, vol. 24, issue 10, s. 2698-2704.
- 5) AMIRI-KHORASANI, Mohammadtaghi, Noor A Abu OSMAN, Ashril YUSOF, Ashril B YUSOF a Winne MEEUWISSE. Acute Effect of Static and Dynamic Stretching on Hip Dynamic Range of Motion During Instep Kicking in Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011, vol. 25, issue 6, s. 1647-1652.
- 6) AMIRI-KHORASANI, Mohammadtaghi, Reza MOHAMMADKAZEMI, Soodeh SARAFRAZI, Shahin RIYAHY-MALAYERI a Vahid SOTOODEH. Kinematics Analyses Related to Stretch-Shortening Cycle during Soccer Instep Kicking After Different Acute Stretching. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012, vol. 26, issue 11, s. 3010-3017.
- 7) ANDERSON, Bob a Jean ANDERSON. *Stretching*. 30th anniversary ed. Bolinas, Calif.: Shelter Publications, 2010, 239 p. ISBN 09-360-7046-3.
- 8) AYALA, Francisco, Mark De Ste CROIX, Pilar Sainz De BARANDA a Fernando SANTONJA. Acute effects of static and dynamic stretching on hamstring eccentric isokinetic strength and unilateral hamstring to quadriceps strength ratios. *Journal of Sports Sciences*. 2013, vol. 31, issue 8, s. 831-839.

- 9) BABBAR, Shia, K. ZUTSHI a J. MUNJAL. Acute effect of a dynamic and static stretching exercise bout during warm up on power in soccer players. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy*. 2011, roč. 5, č. 2, s. 819-823.
- 10) BARROSO, Renato, Valmor TRICOLI, Saulo dos Santos GIL, Carlos UGRINOWITSCH, Hamilton ROSCHEL, Mohamed AMRI a David G BEHM. Maximal Strength, Number of Repetitions, and Total Volume Are Differently Affected by Static-, Ballistic-, and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012, vol. 26, issue 9, s. 2432-2437.
- 11) BAZETT-JONES, David M, Mark H GIBSON, Jeffrey M MCBRIDE, Mariella ALOISA, Mellissa R DOYEN, Licet M ECHEVARRIA, Hyun HWANG, Christine SAMUELS, Steven A VENEGAS a Peter C DOURIS. Sprint and Vertical Jump Performances Are Not Affected by Six Weeks of Static Hamstring Stretching. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008, vol. 22, issue 1, s. 25-31.
- 12) BECKETT, James R. J., Knut T. SCHNEIKER, Karen N E. WALLMAN, Brian T. DAWSON a Kym J. GUELFY. Effects of Static Stretching on Repeated Sprint and Change of Direction Performance. *Medicine*. 2009, vol. 41, issue 2, s. 444-450.
- 13) BEEDLE, Barry, Scott J RYTTER, Ryan C HEALY a Tara R WARD. Pretesting Static and Dynamic Stretching Does Not Affect Maximal Strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008, vol. 22, issue 6, s. 1838-1843.
- 14) BEHM, David G. a Anis CHAOUACHI. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European Journal of Applied Physiology*. 2011, vol. 111, issue 11, s. 2633-2651. DOI: 10.1007/s00421-011-1879-2.
- 15) BEHM, David G. a Armin KIBELE. Effects of differing intensities of static stretching on jump performance. *European Journal of Applied Physiology*. 2007, vol. 101, issue 5, s. 587-594.
- 16) CAGNO, Alessandra Di, Carlo BALDARI, Claudia BATTAGLIA, Maria Chiara GALLOTTA, Miguel VIDEIRA, Marina PIAZZA a Laura GUIDETTI.

- Preexercise Static Stretching Effect on Leaping Performance in Elite Rhythmic Gymnasts. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010, vol. 24, issue 8, s. 1995-2000.
- 17) CALAIS-GERMAIN, Blandine. *Anatomy of movement*. English language ed., Rev. ed. Seattle: Eastland Press, 2007, 316 p. ISBN 978-093-9616-572.
 - 18) CARVALHO, Felipe L.P., Mauro C.G.A. CARVALHO, Roberto SIMÃO, Thiago M. GOMES, Pablo B. COSTA, Ludgero B. NETO, Rodrigo L.P. CARVALHO a Estélio H.M. DANTAS. Acute Effects of a Warm-Up Including Active, Passive, and Dynamic Stretching on Vertical Jump Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012, vol. 26, issue 9, s. 2447-2452.
 - 19) COSTA, Pablo B, Barbara S GRAVES, Michael WHITEHURST, Patrick L JACOBS, Harvey WALLMANN a Joel T. CRAMER. The Acute Effects of Different Durations of Static Stretching on Dynamic Balance Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009, vol. 23, issue 1, s. 141-147.
 - 20) CRONIN, John, Michelle NASH, Chris WHATMAN, Leonid V. KOVALCHUK, Marina V. KHOREVA, Anna NIKONOVA, Viktor E. KAZANSKI, Ilya LOZINSKY, Irina N. D'IAKONOVA a Andre KAMKIN. The acute effects of hamstring stretching and vibration on dynamic knee joint range of motion and jump performance. *Physical Therapy in Sport*. 2008, vol. 9, issue 2, s. 35-58.
 - 21) CURRY, Brad S, Devendra CHENGKALATH, Gordon J CROUCH, Michelle ROMANCE a Patricia J MANNS. Acute Effects of Dynamic Stretching, Static Stretching, and Light Aerobic Activity on Muscular Performance in Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009, vol. 23, issue 6, s. 1811-1819.
 - 22) ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 1*. 3., upr. a dopl. vyd. Editor Miloš Grim, Oldřich Fejfar. Praha: Grada, 534 s. ISBN 978-80-247-3817-8.
 - 23) DALRYMPLE, Kortney, Shala DAVIS, Gregory DWYER a Gavin MOIR. Effect of Static and Dynamic Stretching on Vertical Jump Performance in Collegiate Women Volleyball Players. *Medicine*. 2007, vol. 39, Supplement.

- 24) DAWSON, B., A. SIM, K. WALLMAN, K. GUELFİ a W. YOUNG. Effects of static stretching in warm-up on repeated sprint performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2009, vol. 12, issue 5, s. 587-594.
- 25) DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 532 s. ISBN 978-80-247-3240-4.
- 26) FAIGENBAUM, Avery D., Mario BELLUCCI, Angelo BERNIERI, Bart BAKKER a Karlyn HOORENS. Acute Effects of Different Warm-up Protocols on Fitness Performance in Children. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005, vol. 19, issue 2, s. 376-381.
- 27) FAIGENBAUM, Avery D., James E. MCFARLAND, Jeff A. SCHWERDTMAN, Nicholas A. RATAMESS, Jie KANG a Jay R. HOFFMAN. Dynamic Warm-Up Protocols, With and Without a Weighted Vest, and Fitness Performance in High School Female Athletes. *Journal of Athletic Training*. 2006, roč. 41, č. 4.
- 28) FLETCHER, Iain M. The effect of different dynamic stretch velocities on jump performance. *European Journal of Applied Physiology*. 2010, vol. 109, issue 3, s. 491-498.
- 29) FLETCHER, Iain M. a Ruth ANNESS. The Acute Effects of Combined Static and Dynamic Stretch Protocols on Fifty-Meter Sprint Performance in Track-and-Field Athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007, vol. 21, issue 3.
- 30) FLETCHER, Iain a Gregory DWYER. The effect of different dynamic stretch velocities on jump performance. *Journal of strength and conditioning research*. 2010, roč. 1, č. 24, s. 491-498. DOI: 10.1007/s00421-010-1386-x.
- 31) FONTANA, Josef. Funkce buněk a lidského těla: Multimediální scripta [online]. [cit.2014-09-01]. Dostupné z: <http://fbllt.cz/skripta/>
- 32) GAJDOSIK, Richard L., Jennifer D. ALLRED, Holly L. GABBERT, Beth A. SONSTENG, Andrea M. VALDEZ a Joel T. CRAMER. A stretching program increases the dynamic passive length and passive resistive properties of the calf muscle-tendon unit of unconditioned younger women. *European Journal of Applied Physiology*. 2006, vol. 99, issue 4, s. 449-454.
- 33) GELDER, Leonard H Van, Shari D BARTZ, BINGUL, C. BULGAN a M.

- AYDIN. The Effect of Acute Stretching on Agility Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011, vol. 25, issue 11, s. 3014-3021.
- 34) GELEN, Eugen, Michael DEDE, BINGUL, C. BULGAN a M. AYDIN. Acute effects of static stretching, dynamic exercises, and high volume upper extremity plyometric activity on tennis serve performance. *Journal of Sports and Science Medicine*. 2012, roč. 1, č. 11.
- 35) GERGLEY, Jeffrey C. Latent Effect of Passive Static Stretching on Driver Clubhead Speed, Distance, Accuracy, and Consistent Ball Contact in Young Male Competitive Golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010, vol. 24, issue 12, s. 3326-3333.
- 36) GERGLEY, Jeffrey C. Acute Effect of Passive Static Stretching on Lower-Body Strength in Moderately Trained Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013, vol. 27, issue 4, s. 973-977.
- 37) GERGLEY, Jeffrey C, Barbara S GRAVES, Michael WHITEHURST, Patrick L JACOBS, Harvey WALLMANN a Joel T. CRAMER. Acute Effects of Passive Static Stretching During Warm-up on Driver Clubhead Speed, Distance, Accuracy, and Consistent Ball Contact in Young Male Competitive Golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009, vol. 23, issue 3, s. 863-867.
- 38) GOMES, Thiago M, Roberto SIMÃO, Mario C MARQUES, Pablo B COSTA, Jefferson da Silva NOVAES, Maurizio FERRARIN a Giampiero MERATI. Acute Effects of Two Different Stretching Methods on Local Muscular Endurance Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011, vol. 25, issue 3, s. 745-752.
- 39) GRIMSHAW, Paul. *Sport and exercise biomechanics*. New York: Taylor, 2006, vi, 392 s. .: ISBN 978-1-85996-2848.
- 40) HAAG, Samuel J, Glenn A WRIGHT, Cordial M GILLETTE a John F GREANY. Effects of Acute Static Stretching of the Throwing Shoulder on Pitching Performance of National Collegiate Athletic Association Division III Baseball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010, vol. 24, issue 2, s. 452-457.
- 41) HAMADA, Taku, Digby G. SALE, Duncan J. MACDOUGALL a Mark A.

- TARNOPOLSKY. Postactivation potentiation, muscle fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology*. 2000, roč. 88, č. 6.
- 42) HANDRAKIS, John P, Veronica N SOUTHARD, Jairo M ABREU, Mariella ALOISA, Mellissa R DOYEN, Licet M ECHEVARRIA, Hyun HWANG, Christine SAMUELS, Steven A VENEGAS a Peter C DOURIS. Static Stretching Does Not Impair Performance in Active Middle-Aged Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010, vol. 24, issue 3, s. 825-830.
- 43) HERDA, Trent J, Joel T CRAMER, Eric D RYAN, Malachy P MCHUGH a Jeffrey R STOUT. Acute Effects of Static versus Dynamic Stretching on Isometric Peak Torque, Electromyography, and Mechanomyography of the Biceps Femoris Muscle. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008, vol. 22, issue 3, s. 809-817.
- 44) HERDA, Trent J., Nathan D. HERDA, Pablo B. COSTA, Ashley A. WALTER-HERDA, Andrea M. VALDEZ a Joel T. CRAMER. The effects of dynamic stretching on the passive properties of the muscle-tendon unit. *Journal of Sports Sciences*. 2013, vol. 31, issue 5, s. 479-487.
- 45) HERMAN, Sonja L, Derek T SMITH a Gayle Silveira REBELLO. Four-Week Dynamic Stretching Warm-up Intervention Elicits Longer-Term Performance Benefits. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008, vol. 22, issue 4, s. 1286-1297.
- 46) HOF, Leonard a Jean W VAN DEN BERG. How much energy can be stored in human muscle elasticity?. *Movement Science*. 1986, roč. 5, č. 2, s. 107-114.
- 47) HORWATH, R a L KRAVITZ. Postactivation Potentiation: A Brief Review. *Fitness journal*. 2008, roč. 5, č. 5, s. 21-23.
- 48) HOUGH, Paul A, Emma Z ROSS a Glyn HOWATSON. Effects of Dynamic and Static Stretching on Vertical Jump Performance and Electromyographic Activity. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009, vol. 23, issue 2, s. 507-512.
- 49) CHAOUACHI, Anis, Carlo CASTAGNA, Moktar CHTARA, Matt

- BRUGHELLI, Olfa TURKI, Oliver GALY, Karim CHAMARI a David G BEHM. Effect of Warm-Ups Involving Static or Dynamic Stretching on Agility, Sprinting, and Jumping Performance in Trained Individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010, vol. 24, issue 8, s. 2001-2011.
- 50) CHAOUACHI, A., K. CHAMARI, P. WONG, C. CASTAGNA, M. CHAOUACHI, I. MOUSSA-CHAMARI, D. G. BEHM, Ilya LOZINSKY, Irina N. D'IAKONOVA a Andre KAMKIN. Stretch and sprint training reduces stretch-induced sprint performance deficits in 13- to 15-year-old youth. *European Journal of Applied Physiology*. 2008, vol. 104, issue 3, s. 515-522.
- 51) CHIU, Loren Z.F., Andrew C. FRY, Lawrence W. WEISS, Brian K. SCHILLING, Lee E. BROWN a Stacey L. SMITH. Postactivation Potentiation Response in Athletic and Recreationally Trained Individuals. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2003, vol. 17, issue 4.
- 52) CHRISTENSEN, Bryan K a Brad J NORDSTROM. The Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and Dynamic Stretching Techniques on Vertical Jump Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008, vol. 22, issue 6, s. 1826-1831.
- 53) JAGGERS, Jason R, Ann M SWANK, Karen L FROST a Chong D LEE. The Acute Effects of Dynamic and Ballistic Stretching on Vertical Jump Height, Force, and Power. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008, vol. 22, issue 6, s. 1844-1849.
- 54) JUDGE, Lawrence W, Bruce CRAIG, Steve BAUDENDISTAL a Kimberly J BODEY. An Examination of the Stretching Practices of Division I and Division III College Football Programs in the Midwestern United States. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009, vol. 23, issue 4, s. 1091-1096.
- 55) KALLERUD, Heidi a Nigel GLEESON. Effects of Stretching on Performances Involving Stretch-Shortening Cycles. *Sports Medicine*. 2013, vol. 43, issue 8, s. 733-750.
- 56) KANNUS, Peter. Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *International Journal of Sports Medicine*. 1994, roč. 15, č. 1.

- 57) KAY, Anthony D. a Anthony J. BLAZEVIČH. Effect of Acute Static Stretch on Maximal Muscle Performance. *Medicine*. 2012, vol. 44, issue 1, s. 154-164.
- 58) KISTLER, Brandon M, Mark S WALSH, Thelma S HORN, Ronald H COX, Jennifer L CAPUTO, Marina PIAZZA a Laura GUIDETTI. The Acute Effects of Static Stretching on the Sprint Performance of Collegiate Men in the 60- and 100-m Dash After a Dynamic Warm-Up. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010, vol. 24, issue 9, s. 2280-2284.
- 59) KOBROVÁ, Jitka a Robert VÁLKA. *Terapeutické využití kinesio tapu*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 153 s. ISBN 978-802-4742-946.
- 60) KOKKONEN, Joke, Arnold G. NELSON, Carol ELDREDGE a Jason B. WINCHESTER. Chronic Static Stretching Improves Exercise Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2007, roč. 39, č. 10, s. 1825-1831.
- 61) Kokkonen J, Nelson AG, Cornwell A (1998) Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res Quart Exerc Sport*69:411–415
- 62) KOMI, Paavo V. Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of biomechanics*. 2000, roč. 33, č. 10, s. 1197-1206. DOI: 1197-206.
- 63) LAROCHE, Dain P, Mélanie V LUSSIER, Stephen J ROY, Kazushige OSHITA a Sumio YANO. Chronic Stretching and Voluntary Muscle Force. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008, vol. 22, issue 2, s. 589-596.
- 64) LITTLE, Thomas a Alun G. WILLIAMS. Effects of Differential Stretching Protocols During Warm-Ups on High-Speed Motor Capacities in Professional Soccer Players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2006, vol. 20, issue 1, s. 203-307.
- 65) LA TORRE, Antonio, Carlo CASTAGNA, Elisa GERVASONI a Emiliano CE. Acute effects of static stretching on squat jump performance at different knee starting angles. *Journal of strength and conditioning research*. 2010, roč. 24, č. 3, s. 687-695.
- 66) MADDIGAN, Meaghan E., Ashley A. PEACH, David G. BEHM, Moktar CHTARA, Karim CHAMARI, Mohamed AMRI a David G. BEHM. A Comparison of Assisted and Unassisted Proprioceptive Neuromuscular

- Facilitation Techniques and Static Stretching. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012, vol. 26, issue 5, s. 1238-1244.
- 67) MANOEL, Mateus E, Michael O HARRIS-LOVE, Jerome V DANOFF a Todd A MILLER. Acute Effects of Static, Dynamic, and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Muscle Power in Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008, vol. 22, issue 5, s. 1528-1534.
- 68) MCHUGH, M. P., C. H. COSGRAVE, Eyal LEDERMAN, Leonid V. KOVALCHUK, Marina V. KHOREVA, Anna NIKONOVA, Viktor E. KAZANSKI, Ilya LOZINSKY, Irina N. D'IAKONOVA a Andre KAMKIN. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scandinavian Journal of Medicine*. 2009, vol. 22, issue 3, s. 35-58.
- 69) MCATEE, Robert E a Jeff CHARLAND. *Facilitated stretching*. Fourth edition. Champaign, IL: Human Kinetics, 2014, xi, 203 pages. ISBN 14-504-3431-2.
- 70) MCMILLIAN, Danny J., Josef H. MOORE a TAYLOR. DYNAMIC VS. STATIC-STRETCHING WARM UP: THE EFFECT ON POWER AND AGILITY PERFORMANCE. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2006, vol. 20, issue 3.
- 71) MINSHULL, Claire, Roger ESTON, Andrea BAILEY, David REES a Nigel GLEESON. The differential effects of PNF versus passive stretch conditioning on neuromuscular performance. *European Journal of Sport Science*. 2014, vol. 14, issue 3, s. 233-241.
- 72) MOLACEK, Zachary D., Donovan S. CONLEY, Tammy K. EVETOVICH a Kristi R. HINNERICHS. Effects of low- and high-volume stretching on bench press performance in collegiate football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010, roč. 24, č. 3, s. 711-717.
- 73) MORAN, K., T. MCGRATH, B. MARSHALL a E. WALLACE. Dynamic Stretching and Golf Swing Performance. *International Journal of Sports Medicine*. 2009, vol. 30, issue 02, s. 113-118.
- 74) MORRIN, Kira M. a Robin J. LUND. Acute effects of warm-up stretch protocols on balance, vertical jump height, and range of motion in dancers. *Journal of Dance Medicine*. 2012, vol. 17, issue 6, s. 1564-1567.

- 75) MOSS, Wesley R, J Brent FELAND, Iain HUNTER, J Ty HOPKINS a Sumio YANO. Static stretching does not alter pre and post-landing muscle activation. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy*. 2011, vol. 3, issue 1, s. 589-596.
- 76) MIYAGUCHI, K, S DEMURA a Emiliano CE. Lateral dominance of stretch-shortening cycle performance in unilateral and bilateral athletes. *Journal of sports medicine and physical fitness*. 2008, roč. 48, č. 1, s. 24-31.
- 77) NEEDHAM, Robert A, Christopher I MORSE a Hans DEGENS. The Acute Effect of Different Warm-up Protocols on Anaerobic Performance in Elite Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009, vol. 23, issue 9, s. 2614-2620.
- 78) NELSON, Arnold G., Joke KOKKONEN a David A. ARNALL. Acute Muscle Stretching Inhibits Muscle Strength Endurance Performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005, vol. 19, issue 2, s. 338-343.
- 79) NIELSEN, J a Y KAGAMIHARA. The regulation of disynaptic reciprocal Ia inhibition during co-contraction of antagonistic muscles in man. *The Journal of Physiology*. 1992, č. 10, s. 373-391.
- 80) ONDRA, Jaroslav. *Akutní efekt odlišných metod strečinku na vybrané výkony mladých fotbalistů*. Brno, 2011. Diplomová práce. Masarykova univerzita.
- 81) O'SULLIVAN, Kieran, Elaine MURRAY a David SAINSBURY. The effect of warm-up, static stretching and dynamic stretching on hamstring flexibility in previously injured subjects. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2009, vol. 10, issue 1, s. 819-823.
- 82) PAPADOPOULOS, George, Theophanis SIATRAS a S. KELLIS. The effect of static and dynamic stretching exercises on the maximal isokinetic strength of the knee extensors and flexors. *Isokinetics and Exercise Science*. 2005, roč. 13, č. 4, s. 285-291.
- 83) PEARCE, Alan J., Dawson J. KIDGELL, James ZOIS a John S. CARLSON. Effects of secondary warm up following stretching. *European Journal of Applied Physiology*. 2009, vol. 105, issue 2, s. 175-183.
- 84) PERRIER, Erica T, Michael J PAVOL, Mark A HOFFMAN, Ashril B YUSOF a Winne MEEUWISSE. The Acute Effects of a Warm-Up Including Static or

- Dynamic Stretching on Countermovement Jump Height, Reaction Time, and Flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011, vol. 25, issue 7, s. 1925-1931.
- 85) REIMAN, Michael P, Ashley M PEINTNER, Amber L BOEHNER, Cori N CAMERON, Jessica R MURPHY a John W CARTER. Effects of Dynamic Warm-Up With and Without a Weighted Vest on Lower Extremity Power Performance of High School Male Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010, vol. 24, issue 12, s. 3387-3395.
- 86) ROBBINS, Daniel W. Postactivation Potentiation and Its Practical Applicability: A Brief Review. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005, vol. 19, issue 2. DOI: <http://dx.doi.org/10.1519/r-14653.1>.
- 87) ROBBINS, Jason W a Barry W SCHEUERMANN. Varying Amounts of Acute Static Stretching and Its Effect on Vertical Jump Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008, vol. 22, issue 3, s. 781-786.
- 88) ROSENBERKOVÁ, Andrea. *Bezprostřední vliv aplikace různých druhů strečinku a jejich kombinací na vybrané motorické výkony*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Masarykova univerzita.
- 89) SAMSON, Michael, Duane C. BUTTON, Anis CHAOUACHI a David G. BEHM. Effects of dynamic and static stretching within general and activity specific warm-up protocols. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2012, č. 11, s. 279-285.
- 90) SAMUEL, Michelle N, William R HOLCOMB, Mark A GUADAGNOLI, Mack D RUBLEY, Harvey WALLMANN a Joel T. CRAMER. Acute Effects of Static and Ballistic Stretching on Measures of Strength and Power. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008, vol. 22, issue 5, s. 1422-1428.
- 91) SAYERS, Adam L, Richard S FARLEY, Dana K FULLER, Colby B JUBENVILLE, Jennifer L CAPUTO, Marina PIAZZA a Laura GUIDETTI. The Effect of Static Stretching on Phases of Sprint Performance in Elite Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008, vol. 22, issue 5, s. 1416-1421.
- 92) SEKIR, U., R. ARABACI, B. AKOVA a S. M. KADAGAN. Acute effects of static and dynamic stretching on leg flexor and extensor isokinetic strength in

- elite women athletes. *Scandinavian Journal of Medicine*. 2009, vol. 20, issue 2, s. 268-281.
- 93) SHRIER, Ian, N. SARABON, G. MARKOVIC, Pablo B COSTA, Jefferson da Silva NOVAES, Maurizio FERRARIN a Giampiero MERATI. Does Stretching Improve Performance?. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2004, vol. 14, issue 5, s. 267-273.
- 94) SIGNORELLI, Gabriel R., Gabriel S. TRAJANO, Bruno L. FRANCO a Carlos G. de OLIVEIRA. Acute Effect of Three Different Stretching protocols on Wingate Test. *Medicine*. 2008, vol. 40, Supplement, s. 113-118.
- 95) SIM, Aaron Y, DAWSON, Kym J GUELF, WALLMAN a Warren B YOUNG. Effects of static stretching in warm-up on repeated sprint performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009, vol. 23, issue 7.
- 96) SIMIC, L., Roberto SIMÃO, Mario C MARKOVIC, Pablo B COSTA, Jefferson da Silva NOVAES, Maurizio FERRARIN a Giampiero MERATI. Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review. *Scandinavian Journal of Medicine*. 2012, vol. 23, issue 2, s. 745-752.
- 97) SMITH, Allan M. The coactivation of antagonist muscles. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. 1981, vol. 59, issue 7, s. 733-747.
- 98) TAYLOR, Kristie-Lee, Jeremy M. SHEPPARD, Hamilton LEE a Norma PLUMMER. Negative effect of static stretching restored when combined with a sport specific warm-up component. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2009, vol. 12, issue 6, s. 657-661.
- 99) TORRE, Antonio La, Carlo CASTAGNA, Elisa GERVASONI, Emiliano CÈ, Susanna RAMPICHINI, Maurizio FERRARIN a Giampiero MERATI. Acute Effects of Static Stretching on Squat Jump Performance at Different Knee Starting Angles. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010, vol. 24, issue 3, s. 687-694.
- 100) TORRES, Earlando M, William J KRAEMER, Jakob L VINGREN, Jeff S VOLEK, Disa L HATFIELD, Barry A SPIERING, Jen Yu HO, Maren S FRAGALA, Gwendolyn A THOMAS, Jeffrey M ANDERSON, Keijo HÄKKINEN a Carl M MARESH. Effects of Stretching on Upper-Body

- Muscular Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008, vol. 22, issue 4, s. 1279-1285.
- 101) TROJAN a kol.: *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing, 1999, 3. vydání, 616 s. ISBN 80-7169-788-5
- 102) TROUMBLYEY, P. *Static Versus Dynamic Stretching Effect on Agility Performance*. Logan, Utah, 2010. Diplomová práce. Utah State Univerzity.
- 103) TRUČKA, Michal. *Vliv aplikace různých druhů strečinku (v rozcvičení) na vybrané silové výkony*. Brno, 2011. Diplomová práce. Masarikova univerzita. Vedoucí práce Mgr. Zuzana Hlavoňová.
- 104) TURKI, Olfa, Anis CHAOUACHI, Eric J DRINKWATER, Moktar CHTARA, Karim CHAMARI, Mohamed AMRI a David G BEHM. Ten Minutes of Dynamic Stretching Is Sufficient to Potentiate Vertical Jump Performance Characteristics. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011, vol. 25, issue 9, s. 2453-2463.
- 105) TURKI, Olfa, Anis CHAOUACHI, David G BEHM, Hichem CHTARA, Moktar CHTARA, David BISHOP, Karim CHAMARI a Mohamed AMRI. The Effect of Warm-Ups Incorporating Different Volumes of Dynamic Stretching on 10- and 20-m Sprint Performance in Highly Trained Male Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012, vol. 26, issue 1, s. 63-72.
- 106) VETTER, Niamh a Emma REDDING. Effects of Six Warm-Up Protocols on Sprint and Jump Performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013, vol. 21, issue 3, s. 34-40.
- 107) VRBA, Lukáš. *Akutní efekt statického a dynamického strečinku na vybrané silové výkony*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Masarykova univerzita.
- 108) WALLMANN, Harvey W, John A MERCER a Merrill R LANDERS. Surface Electromyographic Assessment of the Effect of Dynamic Activity and Dynamic Activity with Static Stretching of the Gastrocnemius on Vertical Jump Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008, vol. 22, issue 3, s. 787-793.
- 109) WERSTEIN, Kira M. a Robin J. LUND. The Effects of Two Stretching Protocols on the Reactive Strength Index in Female Soccer and Rugby

- Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012, vol. 26, issue 6, s. 1564-1567.
- 110) WILSON, Jacob M., Lyndsey M. HORNBuckle, Jeong-su KIM, Brian A. SOMMER, Sang-Rok LEE, Tej DIAH, Brett DALMAU, David MENDEZ, Lynn B. PANTON a Peter C DOURIS. The Effects Of Static Stretching On Energy Cost And Endurance Performance During Treadmill Running. *Medicine*. 2008, vol. 40, Supplement, s. 25-31.
- 111) WINCHESTER, Jason B, Arnold G NELSON, Dennis LANDIN, Michael A YOUNG a Irving C SCHEXNAYDER. Static Stretching Impairs Sprint Performance in Collegiate Track and Field Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008, vol. 22, issue 1, s. 13-19.
- 112) WONG, Del P., Anis CHAOUACHAI, Patrick W.C. LAU a David G. BEHM. Short Durations of Static Stretching when Combined with Dynamic Stretching do not Impair Repeated Sprints and Agility. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2011, roč. 10, č. 2, s. 408-416.
- 113) YAMAGUCHI, Taichi a Kojiro ISHII. Effects of Static Stretching for 30 Seconds and Dynamic Stretching on Leg Extension Power. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005, vol. 19, issue 3, s. 677-683.
- 114) YAMAGUCHI, Taichi, Kojiro ISHII, Masanori YAMANAKA, Kazunori YASUDA, Andrea M. VALDEZ a Joel T. CRAMER. Acute Effect of Static Stretching on Power Output During Concentric Dynamic Constant External Resistance Leg Extension. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2006, vol. 20, issue 4, s. 449-454.
- 115) ZOURDOS, Michael C., Jacob M. WILSON, Brian A. SOMMER, Sang-Rok LEE, Young-Min PARK, Paul C. HENNING, B. LYNN a Jeong-Su KIM. Effects of dynamic stretching on energy cost and running endurance performance in trained male runners. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012, roč. 26, č. 2, s. 335-341.

PŘÍLOHY

Seznam příloh:

Příloha č.1 – Seznam tabulek

Příloha č.2 – Seznam obrázků

Příloha č.1 – seznam tabulek

Tabulka č.1: Studie využívající kombinaci statického a dynamického protažení

Tabulka č.2: Studie využívající statické protažení

Tabulka č.3: Studie využívající dynamické protažení

Příloha č.2 – seznam obrázků

Obrázek č.1: Výskok s protipohybem (CMJ) a výskok ze dřepu (SJ)

Autor neuveden. [cit. 2014-09-01]. Obrázek ve formátu GIF. Dostupné z:
<http://www.athletesacceleration.com/images/horizontaljumping1.jpg>

Obrázek č.2: Trojflexe při výskoku s protipohybem

Autor neuveden. [cit. 2014-09-01]. Obrázek ve formátu GIF. Dostupné z:
<http://www.sportscience.co/wp-content/uploads/2013/03/counter-movement-jump-squat-jump.jpg>

Graf č.1: Vliv protažení na výbušné činnosti

Graf č.2: Vliv statického stretchingu na vybrané sportovní činnosti

Graf č.3: Zastoupení testů v souboru použitých studií

Graf č.4: Zastoupení testů sledujících analytické parametry