

Univerzita Karlova v Praze
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Přehled různých forem rozcvičení před
sportovním výkonem ve sprintu**

Literární rešerše

An overview of the different forms of warm-up before athletic performance in
sprinting

Diplomová práce

Vedoucí práce

PhDr. Aleš Kaplan, PhD.

Vypracovala

Bc. Dominika Zapaláčová

PRAHA SRPEN 2016

ABSTRAKT

Název diplomové práce: Přehled různých forem rozcvičení před sportovním výkonem ve sprintu

Zpracovala: Bc. Dominika Zapaláčová

Vedoucí diplomové práce: PhDr. Aleš Kaplan Ph.D.

Cíle práce: Cílem této práce je prostudováním vědeckých a odborných publikací a článků získat informace týkající se rozcvičení před rychlostním sportovním výkonem reprezentovaným krátkým sprintem a zároveň se zamyslet, jak následně různé druhy rozcvičení ovlivňují výše uvedený sportovní výkon. Dále pomocí případové studie na základě vybrané výzkumné metodiky provést měření rychlosti běžecké lokomoce po vybraném druhu rozcvičení.

Metodika práce: V této práci byla použita metoda literární rešerše, především zahraniční, ale také české literatury, získané převážně z internetových databází a oborové bibliografie. Dále byla využita metoda případové studie pro měření rychlosti běžecké lokomoce.

Výsledky práce: Vypracováním literární rešerše bylo prokázáno, že rychlostní sportovní výkon může být z velké části ovlivněn také zvolenou formou rozcvičení. Většina zde zmíněných autorů uvádí pozitivní vliv dynamického protažení a zároveň doporučují odstranění statického protažení před rychlostním sportovním výkonem. Provedené měření rychlosti běžecké lokomoce ukázalo, že probandi nevykázali žádný rozdíl v rychlosti běhu po aplikaci aktivního dynamického protažení, a časy u těchto sportovců zůstaly nezměněné.

Klíčová slova: rozcvičení, sprint, statické protažení, dynamické protažení, rychlost, biomechanika sprintu, svalová zranění.

ABSTRACT

Thema works: An overview of the different forms of warm-up before athletic performance in sprinting.

Student: Bc. Dominika Zapařačová

Supervisor: PhDr. Aleř Kaplan Ph.D

Aims: The aim of this thesis is the study of scientific and professional literature and articles to obtain information on warming up before speed sports performance represented by quick sprinting. It is also to consider how subsequent various kinds of warm up exercises can affect the sports performance mentioned above. Furthermore, to use a case study based on selected research methodology to measure the speed of running locomotion after the selected type of warming up.

Methodology: A method of literary research is used in the thesis, primarily using foreign literature but Czech literature too, obtained mainly from online databases and subject bibliographies. Also the case study method was used to measure the speed of running locomotion.

Results: Conducting literary research has proved that speed sports performance might be greatly affected by the selected method of warming up. Most of the mentioned authors state the positive influence of dynamic stretching and they also recommend eliminating static stretching before speed sports performance. Measuring the speed of running locomotion has proved that the probands did not show any difference in running speed after applying active dynamic warm up and the sportsmen's times remained unchanged.

Key words: warming up, sprint, static stretching, dynamic stretching, speed, biomechanics of sprinting, muscle injury.

Děkuji vedoucímu své diplomové práce PhDr. Aleši Kaplanovi, Ph.D., za odborné vedení, praktické rady, ochotu a pomoc při zpracování diplomové práce a realizaci měření případové studie. Dále děkuji hráčům a trenérům FC Chotěboř za ochotu zúčastnit se šetření.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a použila pouze uvedené zdroje literatury.

Chotěboř, 22. srpna 2016

v.r

Svoluji k zapůjčení své diplomové práce ke studijním účelům. Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovateli, kteří musí pramen převzaté literatury řádně citovat.

Jméno příjmení:	Číslo obč. průkazu:	Datum vypůjčení:
Adresa:		Poznámka:

OBSAH

1. ÚVOD.....	9
2. CÍLE PRÁCE	11
2.1 Cíle práce.....	11
2.2 Úkoly práce	11
2.3 Stanovení výzkumných otázek	11
3. METODOLOGICKÝ POSTUP.....	12
4. CHARAKTERISTIKA SPRINTU	14
4.1 Sprinterské běhy	14
4.2 Faktory ovlivňující výkon	14
4.3 Fáze závodu.....	15
4.4. Technika běhu	16
4.4.1 Biomechanické aspekty sprintu	17
4.4.2 Neuro-biomechanické aspekty sprintu	19
4.4.2.1 Technika zotavení	21
4.4.2.2 Přejídná fáze	22
4.4.2.3 Přípravná dokroková fáze	22
4.4.2.4 Dokroková fáze	22
4.4.2.5 Pohyb paží	23
4.4.3 Švihový způsob běhu	24
4.4.4 Šlapavý způsob běhu.....	24
4.4.5 Start	25
5. FYZIOLOGICKÉ ASPEKTY SPRINTU	27
5.1 Fyziologické a metabolické nároky u sprinterů	27
5.1.1 Anaerobní metabolismus	28
5.1.2 ATP-CP systém	28
5.1.3 Rozpad PCR.....	28
5.1.4 Resyntéza ATP z glykogenu během cvičení velkou intenzitou	29
5.1.5 Příčiny únavy ve sprintu	29
5.1.6 Rychlá a pomalá svalová vlákna	30
5.1.7 Energie při sprintu	30
5.1.8 Zatížení maximální intenzity	31

5.2 Tělesná konstituce sprintera	32
5.3 Zapojované svaly	35
5.4 Rozcvičení	37
6. PŘEHLED VÝZKUMNÝCH ČLÁNKŮ	42
6.1 Vliv statického protažení	42
6.2 Vliv dynamického protažení	53
6.3 Kombinace statického a dynamického protažení	59
6.4 Porovnání statického a dynamického protažení	62
6.5 Zařazení masáže v rozcvičení	75
6.6 Vliv rozcvičení na svalová zranění	78
6.7 Vliv mentální přípravy v rozcvičení	78
7. SEZNÁMENÍ S PŘÍPADOVOU STUDIÍ	81
7.1 Měření rychlosti běžecké lokomoce po vybraném druhu rozcvičení	81
7.1.1 Metody měření	81
7.1.2 Účastníci měření	81
7.1.3 Šetření	82
7.1.4 Rozcvičovací intervence	82
7.1.4.1 Pasivní statický strečink	83
7.1.4.2 Aktivní statický strečink	83
7.1.4.3 Statický dynamický strečink	84
7.1.4.4 Aktivní dynamický strečink	84
7.1.5 Statistická analýza	84
7.2 Výsledky šetření	85
8. DISKUSE	88
9. ZÁVĚR	91
10. SOUPIS POUŽITÉ LITERATURY	93
10.1 Literatura	93
10.2 Internetové zdroje	124
Přílohy	126

1. ÚVOD

Rozcvičení je důležitou součástí sportovní přípravy. Sportovci ho zařazují jak do své tréninkové jednotky, tak také před závodem. V obou případech je cíl rozcvičení stejný. Jeho úkolem je co nejlépe připravit tělo sportovce na nadcházející výkon.

V této práci je citováno značné množství autorů, kteří se ve svém výzkumu zabývají rozcvičením a také jeho různými formami.

Rozcvičení má mnoho svých pro, ale také proti. Samozřejmě a především chrání naše tělo před zraněním, ať už se jedná o samotnou přípravu, nebo o přípravu, kdy je tělo ke zranění náchylnější, například v chladu či při únavě. Dalším významným přínosem rozcvičení může při jeho správném provedení být zlepšení následné výkonnosti. Naopak, špatně zvolené a provedené rozcvičení může způsobit zhoršení následného výkonu, v horším případě může vést až ke zranění.

Stejně jako dochází k inovacím, změnám a pokroku v mnoha oblastech lidského života, vyvíjí se také oblast sportu, ať už z hlediska sportovních pravidel, vybavení, vzniku nových sportovních odvětví a samozřejmě také rozcvičení.

Rozcvičení je nezbytnou součástí každého sportovního výkonu a stejně jako mnoho sportovních odvětví, i samotné rozcvičení si prošlo dlouhým vývojem. V dřívějších dobách mezi sportovci převládala v rozcvičení dynamická aktivita, která nápodobou hlavního pohybu pomáhala tělu sportovce připravit se na výkon. Vývojem a výzkumy se tato metoda dostávala do pozadí a většina sportovců i trenérů začala upřednostňovat rozcvičení prováděné statickou formou, z čehož se později stal fenomén moderní doby. I přesto, že do současnosti proběhlo mnoho výzkumů zabývajících se různými formami rozcvičení, a také přes jasné výsledky těchto výzkumů, i nadále převládá mezi sportovci dominance statického rozcvičení.

Díky tomuto vývoji se však do rozcvičení dostalo značné množství pomůcek a prostředků, které lze pro zefektivnění této přípravy využít. Může se jednat například o thera-bandy, masáže, nebo v současnosti velice rozšířené masážní válce, nebo z oblasti psychologické můžeme do oblasti rozcvičení zařadit také vizualizaci následné hlavní pohybové činnosti.

Cílem této práce je pomocí literární rešerše poskytnout náhled na rozcvičení před rychlostním sportovním výkonem tak, jak ho uvádí mnoho autorů zejména v zahraniční literatuře a porovnat několik výzkumů, které se této problematice věnovaly. Pro zpracování jsem použila citace a názory renomovaných odborníků na dané téma a formou literární rešerše tyto informace zpracovala. Dále také uvádím srovnání výsledků vybrané výzkumné metodiky, která se týká vlivu různých forem rozcvičení na rychlostní sportovní výkon po čtyřech odlišných rozcvičovacích intervencích. Mnou naměřené výsledky jsem porovnála s výsledky studie Fletchera a Jonese a uvedla tak názornou ukázkou vlivu statického a dynamického protažení na krátkém sprinterském úseku.

2. CÍLE PRÁCE

2.1 Cíle práce

Cílem práce je pomocí literární rešerše získat prostudováním vědeckých a odborných publikací a článků informace týkající se rozcvičení před rychlostním sportovním výkonem reprezentovaným krátkým sprintem a zároveň se zamyslet, jak následně různé druhy rozcvičení ovlivňují výše uvedený sportovní výkon. Zároveň je cílem práce pomocí případové studie na základě vybrané výzkumné metodiky Fletchera (2004) provést měření rychlosti běžecké lokomoce po vybraném druhu rozcvičení.

2.2 Úkoly práce

Na základě stanovených cílů diplomové práce jsem se zaměřila na následující úkoly:

- 1) provedení literární rešerše českých a zahraničních zdrojů zabývajících se problematikou sprintu a rozcvičení a vlivu jeho rozdílných druhů na následný rychlostní výkon,
- 2) rozdělení získaných informací do předem stanovených kategorií,
- 3) porovnání názorů autorů zabývajících se problematikou rozcvičení před rychlostním výkonem,
- 4) provedení měření na základě vybraného výzkumu Fletchera (2004),
- 5) porovnání výsledků vybraného výzkumu a mnou naměřených hodnot a jejich zhodnocení.

2.3 Stanovení výzkumných otázek

Stanovení výzkumných otázek

Na základě cílů diplomové práce byly vytvořeny následující výzkumné otázky.

Výzkumné otázky

- 1) Jak různé formy rozcvičení ovlivňují rychlostní schopnosti?
- 2) Jaká forma rozcvičení je pro sprinterské tratě nejvhodnější?
- 3) Může nevhodné rozcvičení způsobit zranění a jak tomu předcházet?
- 4) Může statické rozcvičení snížit a dynamické zvýšit výkon v rychlostních schopnostech?
- 5) Liší se zásadně mnou naměřené výsledky a výsledky výzkumu Fletchera (2004)?

3. METODOLOGICKÝ POSTUP

Diplomová práce byla zpracována formou literární rešerše. Zaměřena je především na téma rozcvičení, zejména atletického sprintu. Pro hodnotné zpracování této práce bylo hlavním předpokladem získání dostatečného množství informací o této problematice, a to ze zdrojů českých i zahraničních. Dále byla v práci využita případová studie, jejímž cílem bylo provést šetření podle předem zvoleného článku, získání potřebných informací a jejich následné zpracování.

Cílem této práce je prostudování vědeckých publikací a článků zabývajících se problematikou rozcvičení před rychlostním sportovním výkonem reprezentovaným krátkým sprintem z hlediska nových poznatků. Zjistit, jaké typy rozcvičení jsou doporučovány a jaký vliv mají na organismus a následný výkon sprintera.

Pro práci byly zdroje vyhledávány v anglickém a českém jazyce na základě několika informačních zdrojů, tj. oborové bibliografie, internetových portálů a databází, zejména PubMed, JOSPT, JSSM, JSCR a dalších.

Klíčovými slovy pro vyhledávání potřebných informací byly pro české zdroje především rozcvičení, sprint, statické protažení, dynamické protažení, rychlost, biomechanika sprintu či svalová zranění. Pro zdroje zahraniční byla využita zejména slova warm-up, sprint, static stretching, dynamic stretching, muscle injury, hamstring, speed, biomechanics sprint running a jejich možná spojení.

Problematika této práce byla zaměřena zejména na aktivní sportovce, kteří ve svém odvětví využívají rychlostní schopnosti a maximální rychlost, jako jsou zejména atleti, běžci na krátké tratě.

Získané informace byly seřazeny do čtyř hlavních kategorií:

1. Charakteristika sprintu.
2. Fyziologické aspekty sprintu.
3. Přehled výzkumných článků.
4. Seznámení s případovou studií.

První kategorie se zabývá charakteristikou sprintu, kde je stručně charakterizován sprint, faktory ovlivňující tento výkon a fáze, na které je rozdělen závod na sprinterské trati. Další

subkategorie této kategorie je technika běhu, ve které jsou popsány zejména biomechanické aspekty ovlivňující sprint a jeho jednotlivé části.

Druhá kategorie je rozdělena na několik subkategorií, které obsahují informace o fyziologických nárocích sprinterů, jejich tělesné konstituci, jaké jsou nejčastější svaly, které musí sprinter zapojit při snaze o dosažení maximálního výkonu, a také to, jak rozcvičení působí na tělo a organismus atleta připravujícího se na rychlostní úsek.

Kategorie zabývající se přehledem výzkumných článků je rozdělena na subkategorie pojednávající o vlivech ať už jednotlivých druhů rozcvičení, či jejich kombinaci na organismus i psychickou stránku atleta. Konkrétně byly tyto subkategorie rozděleny na vliv statického protažení, vliv dynamického protažení, kombinaci statického a dynamického protažení, porovnání statického a dynamického protažení. Další ze subkategorií pojednává o zařazení masáže v rozcvičení, dále jaký vliv má mentální příprava v rozcvičení na následný výkon a jaký vliv má rozcvičení na svalová zranění.

Poslední kategorie se zabývala případovou studií, která byla rozdělena do subkategorií, které popisují jednotlivé části provedeného šetření. První se zabývá popisem vybrané studie jako předlohy pro mnou zvolené šetření a dále je rozdělena na subkategorie, ve kterých jsou popsány metody měření, účastníci, kteří se měření zúčastnili, jak celé šetření probíhalo, jaké byly vybrány metody protahování a konkrétní cviky a dále také popisem postupu výpočtu a v poslední subkategorii jsou popsány mnou naměřené výsledky.

V prvních dvou hlavních kategoriích, tedy charakteristice sprintu a fyziologických aspektech sprintu, jelikož hlavní cíl této práce je zaměřen na rozcvičení, jsem zvolila stručnější popis problematiky. V některých částech je proto zvoleno méně autorů a práce tak místy dostává podobu jednoduchého teoretického sdělení. Cílem těchto dvou kategorií bylo podání hlavních, všeobecně přijímaných informací o jednotlivých popisovaných tématech.

Absolutní podobu teoretické literární rešerše tedy dostává kategorie třetí, zabývající se přehledem výzkumných článků, které popisují různé druhy rozvíčovacíh protokolů a také to, jaký mají vliv na lidský organismus a následný výkon.

Závěrečná část práce je věnována vyhodnocení dat a zjištěné informace jsou shrnuty do písemného hodnocení, které popisuje shodu autorů v některých problematikách.

4. CHARAKTERISTIKA SPRINTU

Krátké sprinty Millerová (2003) řadí k typu rychlostně-silových disciplín. O úrovni sprinterského výkonu rozhoduje různou měrou podle délky tratě startovní akcelerace, maximální rychlost a rychlostní vytrvalost. V krátkých sprintech se jedná o výkony krátkodobé, prováděné maximální intenzitou. Z hlediska pohybové struktury se jedná u hladkého sprintu o pohyb cyklický.

Bird (2002) popisuje sprint na 100 metrů jako přirozeně výbušnou disciplínu, zahrnující několik faktorů, kdy se sportovec pohybuje v několika fázích.

4.1 Sprinterské běhy

Sprinterské disciplíny zařadil Čillík (2003) svým charakterem do skupiny tělesných cvičení vykonávaných maximálním úsilím. Tyto běhy tvoří skupinu atletických disciplín cyklického charakteru, ve kterých se závodí na trati 100 m, 200 m a 400 m a ve štafetách na 4×100 a 4×400 metrů. Dále se vyznačují, jak uvádí Šimonek (1989) relativně krátkým trváním, do 60 s a maximální, respektive submaximální intenzitou pohybové činnosti. Sprinteři závodí v oddělených drahách, s cílem překonat určenou vzdálenost v co nejkratším čase. Podle Hlíny (1984) je pohybová struktura sprinterského běhu stabilní a téměř zcela automatizovaná a z pohybových schopností se na sprinterském výkonu podílí nejvíce rychlost a síla. Mezi faktory bezprostředně ovlivňující výkon v běhu na 100 metrů Hlína (1984) zařadil startovní akceleraci, dobu, za kterou sprinter dosáhne své maximální rychlosti, maximální rychlost a speciální rychlostí vytrvalost a Kampmiller (1996) rozdělil běhy na krátké vzdálenosti na ucelenou a komplexní pohybovou činnost skládající se z nízkého startu a startovního rozběhu, běhu na trati a doběhu do cíle.

4.2 Faktory ovlivňující výkon

Mnohé charakteristiky lidského těla hrají významnou roli v působení na sprinterský výkon. Jak popisuje Hay (1993), zdánlivě jednoduchá dovednost jako sprint je ve skutečnosti závislá na schopnosti sportovce kombinovat činnost nohou, paží, trupu a dalších do hladce koordinovaného celku. Dále je podle Halla (1999) nutné vzít v úvahu aspekty lidské anatomie, například tělesnou výšku, frekvenci a délku kroku, rychlost, produkci energie, somatotyp, antropometrii, sílu a složení svalových vláken při takovéto analýze. Je však také

důležité zvážit vnější faktory, jako jsou obuv, únava, prodělaná zranění, povrch a změna horizontálních sil.

Studie Baechleho (1994), Crowdera (1992), Dintimana (1997), Javera (1995) či Telleze (1984) se shodují v tom, že existuje mnoho faktorů, které určují úspěch sportovce nejen na stometrové trati. Mezi tyto faktory patří fyziologické, morfologické a anatomické aspekty.

Bird (2002) ve svém článku určil sedm konkrétních mechanismů ovlivňujících výkon. Mezi tyto mechanismy řadí frekvenci a délku kroku, rychlost, energetickou produkci, somatotyp, antropometrii a sílu.

Millerová (2003) popsala, že výkon v krátkých sprintech ovlivňují také faktory psychologické, kdy jsou kladeny nároky na sebeovládání při startu, na schopnost koncentrace maximálního volního úsilí a odolnost proti rušivým vlivům prostředí.

Perič s Dovalilem (2010) dále uvádí, že jedním z důležitých faktorů ovlivňujících výkon ve sprintu jsou rychlostní schopnosti. Rychlostní schopnosti jsou podle nich definovány jako schopnosti vyvíjet činnost s maximální intenzitou. Chápeme je jako schopnosti konat krátkodobou pohybovou činnost (do 20 s), a to bez odporu nebo jen s malým odporem (přibližně 20 -25% maxima). Jsou charakteristické převážným zapojením ATP-CP zóny.

4.3 Fáze závodu

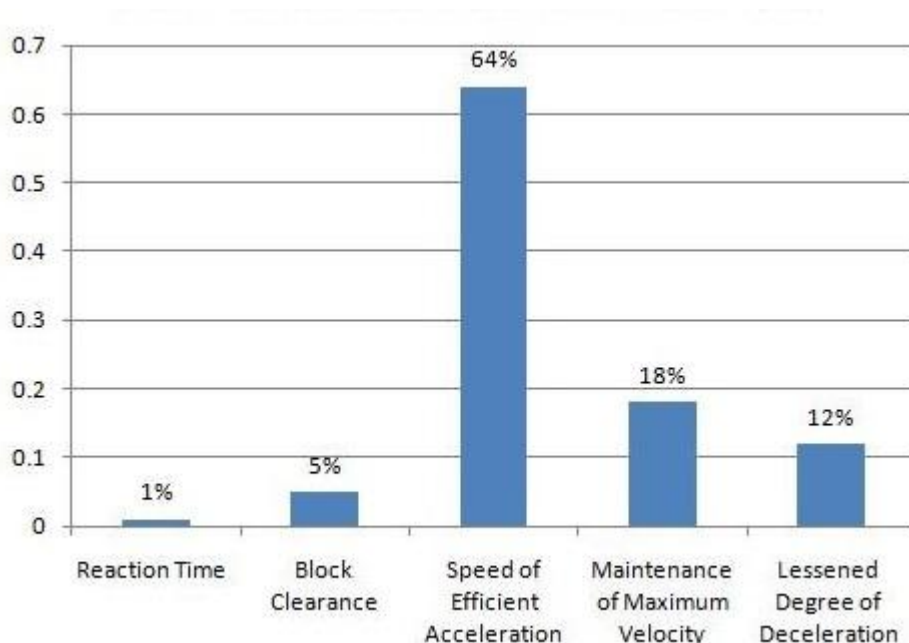
Bird (2002) rozdělil sprint na 100 metrů do následujících třech fází:

- 1) akcelerace od 0 do 30 metrů, která je rozdělena do zrychlení a přechodu
- 2) maximální rychlost vyvinutá mezi 30 až 60 metry
- 3) udržení rychlosti, které Jarver (1995) uvádí po 60 až 100 metrech

Dále Bird (2002) uvádí, že sportovec musí pokračovat cyklem pohybu po celou dobu, a to nejrychlejším možným způsobem. Tento cyklus lze rozdělit na následující fáze:

- 1) podpurná fáze, která začíná dotekem chodidla a končí, když atletovo těžiště přechází dopředu
- 2) hnací fáze, která začíná jako konec podpurné fáze a končí, když noha opustí zemi
- 3) fáze obnovy, během které není noha v kontaktu se zemí a je přenesena vpřed a připravena na další dokrok.

Graf 1. Procentuální vyjádření částí běhu na 100 metrů podle Leeho (2011) v anglickém originále



4.4. Technika běhu

Správná technika, jak uvádí adriansprints.com (2011), je důležitá pro atlety ve všech sportech. Dobrá sprinterská technika umožňuje pohyb rychlejší a efektivnější. Naopak nedostatečná technika a mechanismy běhu tento potenciál omezují.

Francis (2011) definoval sprinterskou pozici tak, že hlava je vztyčena, trup je vzpřímen a ruka řídícího ramene se dostává do úrovně obličeje, ramena jsou uvolněna a kyčle jsou dostatečně vysoko nad zemí pro to, aby vedoucí noha mohla plně rozvinout došlap na zem.

Další z autorů Phelps (2011) doporučuje techniku pro horní i dolní polovinu těla. V horní polovině těla, kde jsou zahrnuta hlava, ramena a paže, je důležité, aby hlava byla v prodloužení a relaxovaná a tím bude páteř lépe přizpůsobena pro držení těla v rovině. V obličejové části jsou všechny svaly relaxované a dále je důležité držet hlavu rovně bez zbytečných pohybů do stran. Pro ramena platí, že jsou uvolněna, všechny pohyby horní končetiny vychází z ramenního kloubu, a proto by se paže měla pohybovat volně, bez jejich zvedání, přibližně v úhlu devadesáti stupňů a nekřížit pohyb paží před tělem. Mezi techniku dolní poloviny těla řadí autor polohu kyčle, zrychlení dolních končetin, rychlost a práci chodidla. Pro kyčle je důležité vysoké postavení a pro správné držení těla také udržení

v předním postavení. Technika akcelerace, kde mají nohy pracovat jako písty nahoru a dolů, se kolena pohybují směrem vpřed se zdůrazněním práce kolene a špičky vzhůru. Technika rychlosti nohy by měla mít cyklus jako jízda na kole, kolena regenerují ve fázi před tělem, pata se dostává pod hamstringy a důraz je kladen na zdvižené koleno, patu a prsty. V oblasti chodidla by mělo dojít k plantární flexi jen při zvednutí nohy ze země, ve všech ostatních částech by měla být noha ve flexi dorzální. Noha je také využívána jako odrazový můstek a pata se využívá jen při zastavení.

Podle Telleze (2011) je sprint přirozená potřeba, ve které atlet musí provádět svůj pohyb přirozeně. Ve sprinterském cyklu je vyžadován pouze zdvih kyčle a nohy od země.

Faccioni (2011) rozdělil techniku sprintu na techniku startu, horní polovinu těla, mechaniku nohou a ostatní techniky. V technice startu uvádí důležitou aktivní práci paží, vysoký zdvih kolen, co nejdéle skloněnou hlavu a aktivní a cyklickou práci nohou. Pro horní polovinu těla zdůrazňuje loket před tělem, sklon těla mírně dopředu a bradu dolů. U mechaniky nohou uvádí pro zlepšení techniky jízdu na kole nebo běh přes malé překážky.

Obr. 1 Sekvence sprinterského běhu podle Dysona (1973)



4.4.1 Biomechanické aspekty sprintu

Jak uvádí Tellez (2011), světoví sprinteři na trati sto metrů závodí přibližně čtyřicetkrát. Pokud stojí mechanická chyba jednu tisícinu sekundy za krok, celková doba v cíli bude činit 0,43 sekundy. Fyziologie, biomechanika a fyzikální zákony řídí veškerou sprinterskou techniku. Kineziologie, studium pohybu určuje, jak by se měl sprinter pohybovat. Na začátku pohybu musí tělo začínat z klidového stavu. Po začátku pohybu potřebuje tělo čas pro získání maximální rychlosti a zrychlení. Na začátku je proto délka i frekvence kroku malá. Tělo je ovšem schopno zrychlení na přibližně 60 metrech a posledních 40 metrů udržuje techniku běhu i rychlost.

Mezi základní biomechanické aspekty sprinterského běhu patří délka a frekvence kroku. Podle Blazevice (2007) je délka kroku tvořena třemi fázemi – fází opory, fází přenosu a fází letu. Fáze přenosu je definována Blazevicem (2007) jako horizontální vzdálenost, kde centrální těžiště těla je od okamžiku vzletu nohy vpředu, od okamžiku, kdy opustí zemi. Letovou fázi Blazevic (2007) definoval jako horizontální vzdálenost, kdy se centrální těžiště pohybuje, zatímco běžec je ve vzduchu. U této fáze Fletcher (2009) uvádí, že je řízena principy průběhu pohybu. Samotné tělo je zásadně poháněné vzduchem. I když můžeme odpor vzduchu a výšku ovlivnit jen málo, úhel vzletu lze ovlivnit, přičemž rychlost uvolňování má zásadní význam a bude řídit, jak dlouhý krok sprinter dělá. Dobrá rychlost uvolňování je důvodem reakčních sil vyvolaných sportovcem, které jsou výsledkem fáze přenosu. Pro maximalizaci hnací síly je důležité ztrojnásobit extenzi v kyčli, koleni a kotníku, zatímco schopnost zvyšovat fázi přenosu délky svalu přes dobrý rozsah pohybu extenze kyčle umožní tyto síly používat delší dobu. Také pokud jsou aplikovány ve správném směru, zvýší impuls vývoje sportovce a jejich rychlost. Poslední oporová fáze musí být co nejkratší. Podle Fletchera (2009) může být definována jako horizontální vzdálenost, kdy je v okamžiku běžcova dokroku palec dokrokové nohy před těžištěm. Velká oporová fáze bude znamenat, že noha je umístěna před tělem závodníka a způsobí brzdící síly, které musí atlet překonat. To způsobí snížení rychlosti běhu a pokles frekvence kroků. Chodidlo je třeba umístit pod centrální těžiště, zatímco se dostává zpět, aby nedošlo k brzdění síly, účinně přenáší intenzitu narůstající ve fázi přenosu. Zvýší-li se horizontální reakce, zvýší se také rychlost pohybu vpřed. V praxi může být brzdící účinek oporné fáze omezen tím, že se sportovec pohybuje před centrálním těžištěm horizontální rychlostí, která je určena v okamžiku, kdy sportovec opustí zem. Pokud je rychlost centrálního těžiště 10ms^{-1} a přední noha se pohybuje dopředu 2ms^{-1} , pak rychlost dokroku bude 12ms^{-1} . V důsledku toho směr, kterým se noha pohybuje, bude udržovat, zrychlovat nebo zpomalovat sportovce. Proto se myšlenka krátkého působení doteku se zemí při maximální rychlosti stala populární. Avšak tlak na zadní stranu stehna může zvýšit tlak na hamstringy. Umístění dokrokové nohy pod centrální těžiště umožní prodloužit hybnost v kyčli.

Druhým aspektem sprintu je frekvence kroku, která je Merem (1992) definována tak, že zvyšováním rychlosti běhu se zvyšuje délka i frekvence kroku. Nicméně dále říká, že při vyšších rychlostech se frekvence kroku zvýší více než délka kroku. U rychlejších sprinterů se oproti jejich pomalejším protějškům projevuje větší frekvence kroků. Frekvence kroku se podle Atwatera (1981) skládá z kombinace kontaktu se zemí a doby letu. Poměr mezi nimi

závisí na tom, zda se sportovec snaží zrychlovat nebo udržet maximální rychlost. Na začátku je kontakt se zemí přibližně 67% času krokové frekvence, která je při maximální rychlosti snížena o 40-45%. Krátký kontakt se zemí je doba spojená s dobrou frekvencí kroků. Tím je řízena především rychlost startu z předchozího kroku a schopnost efektivně přenášet rychlost z oporové nohy. Sportovec tedy potřebuje zvýšit impuls, aby se zvýšila dynamika, přičemž směr síly označuje směr následného zrychlení. To znamená, že větší tlak do zad bude atleta pohánět rychleji dopředu. Rychlejší sprinteři mají menší úhel v kyčli při vzletu díky větší extenzi. To způsobí kratší kontakt se zemí.

4.4.2 Neuro-biomechanické aspekty sprintu

V běhu na 100 metrů hledá atlet svoji absolutní maximální rychlost. Jakákoli rychlost sportovce mezi 95-100 % maxima využívá stejnou techniku. Seagrave (2009) poukázal na 6 základních bodů rychlého běhu:

- 1) Pozice těla – důležité je zaměřit se na změny v technice a tím zlepšit výkon. Pokud má atlet špatné držení těla, je téměř nemožné ovlivnit ostatní body.
- 2) Technika zotavení – v první fázi rychlého běhu cyklického pohybu fáze kmihi se končetiny mechanicky navrací do další fáze běžeckého kroku.
- 3) Přejídná fáze – fáze běžeckého cyklu, kde se musí uskutečnit změna směru končetiny.
- 4) Přípravná dokroková fáze – fáze, kdy musí atlet aktivně připravit chodidlo a nohu na dokrok. Je to druhá nejdůležitější fáze v běžeckém cyklu.
- 5) Fáze dokroku – nejdůležitější fáze cyklu. Poté, co atlet opustí zemi, letová dráha těžiště je neměnná až do dalšího dokroku.
- 6) Pohyb paží – paže vyvažují pohyb nohou, ve vhodné pozici × paže ovlivňují nohy, proto mají pozitivní vliv.

Pozice těla má podle Seagraveho (2009) tři odlišné složky – stabilní jádro, posturální polohování a kontrola, vertikální (podélná) poloha. Každé musí být dokonale provedeno, aby se usnadnil účinek provedení. Pokud bude jedno provedeno hůře než optimálně, bude celkový výkon nižší než optimální.

- a) stabilní jádro – bez stabilního jádra segmentů těla, která zahrnují oblast dolního hrudního koše a níže, včetně kyčelního kloubu, nemůže sportovec vytvořit značnou sílu při kontaktu se zemí bez ztráty energie. Musí být schopen se pohybovat a zpevnit

v této oblasti tak, že síla nebude absorbována v mnoha kloubech. Toto jádro se vztahuje k břišnímu svalstvu – příčný, vnitřní a vnější šikmý, stejně jako hlavní segmenty přímého svalu břišního. Cílem je snížit objem nitrobřišního prostoru. Zpevnění se týká stabilizace páteře a pánve v sagitální, frontální a příčné rovině.

b) posturální polohování a kontrola – je nutné, aby svaly byly v optimálním poměru délky a napětí. Sportovci mají často přední sklon pánve, ale cílem je pánev v neutrální poloze. V tomto postavení pánve se flexory kyčle napínají a v ideální délce si zachovávají elasticitu. Tato neutrální pozice také usnadňuje zahájení flexe. Náklon kyčle zkracuje flexory a tím se snižuje efektivnost ohybačů, poté zůstává noha za tělem. To také ovlivňuje efektivnost fáze přípravy na dokrok ovlivňující extenzory kyčle.

c) vertikální poloha – s výkonem souvisí také přemístění pánve, kdy sportovec musí umístit ramena nad boky, čímž udržuje optimální poměr délky napětí kyčelních flexorů, které pak usnadňují zachování elastické energie, produkují síly a umožňují lepší práci flexorů.

BASPO (2014) na druhém obrázku uvádí polohu těla při běhu. Centrální těžiště v první pozici a také zlepšení držení těla, ve druhé pozici je znázorněn přenos sil a poslední pozice uvádí křivku přímého pohybu směrem dopředu.

Obr. 2 Poloha těla podle BASPO (2014)



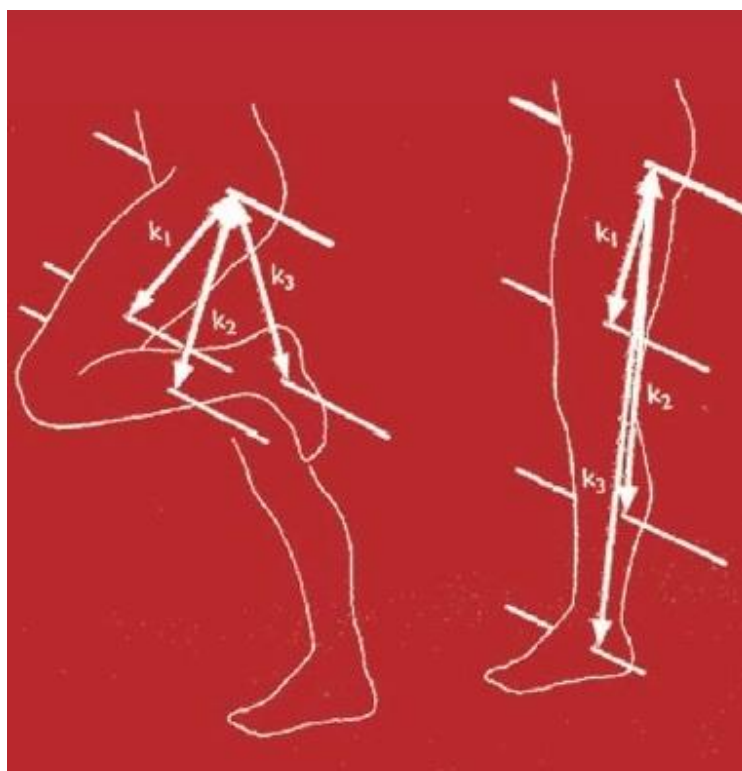
4.4.2.1 Technika zotavení

Seagrave (2009) rozdělil zotavení při běhu na následující dvě fáze:

a) zbytková fáze, která začíná při vzletu a představuje nejlepší příležitost k uvědomění si doby potřebné pro dokrok končetiny pomocí optimálního rozsahu pohybu. Při vzletu se rozsah kyčelního kloubu dále zvyšuje a důležité je zde udržování těla ve správné poloze a dokrok palcovou částí ve správný okamžik.

b) fáze zotavení, jejímž cílem je maximální zrychlení a tím snížení množství času zotavení končetiny během optimálního rozsahu pohybu. Je zde nezbytný nízký moment setrvačnosti a využití elastické energie. Fáze končí v optimální flexi kyčle. Kotník musí zůstat v dorzální flexi a koleno ve flexi. To zajišťuje nejnižší moment setrvačnosti a úhlové zrychlení, dokud není zastaven pohyb stehna.

Obr. 3 Moment setrvačnosti a fáze odpočinku dolní končetiny podle Fletchera (2009)



4.4.2.2 Přejíhodná fáze

Přejíhodná fáze začíná náhlým zpomalením práce stehna, jehož ukončení práce odpovídá podle Seagraveho (2009) začátku pohybu druhé nohy. Stehno také umožňuje sprinterovy převést impuls, který zrychluje pohyb celého těla a tím vzniká efektivnější délka kroku.

4.4.2.3 Přípravná dokroková fáze

Podle Seagraveho (2009) je přípravná dokroková fáze druhou nejdůležitější fází. Je zde třeba minimalizovat moment setrvačnosti tak, že je udržováno maximální uvolnění svalů kolem kolenního kloubu. Jestliže je koleno uvolněno, hmotnost a délka bérce nemají na moment setrvačnosti vliv, v opačném případě se moment setrvačnosti zvyšuje. Těsně před došlapem, v místě maximální pasivní extenze kolenního kloubu dochází k nejlepší kontrakci svalstva, čímž se kolenní kloub stabilizuje. Vzhledem k tomu je úhlová rychlost kyčelního kloubu maximalizována těsně před došlapem. Noha vytváří vysokou rychlost chodidla, což minimalizuje brzdící síly, které dále minimalizuje krátká vzdálenost mezi dokrokem na špičku a těžištěm.

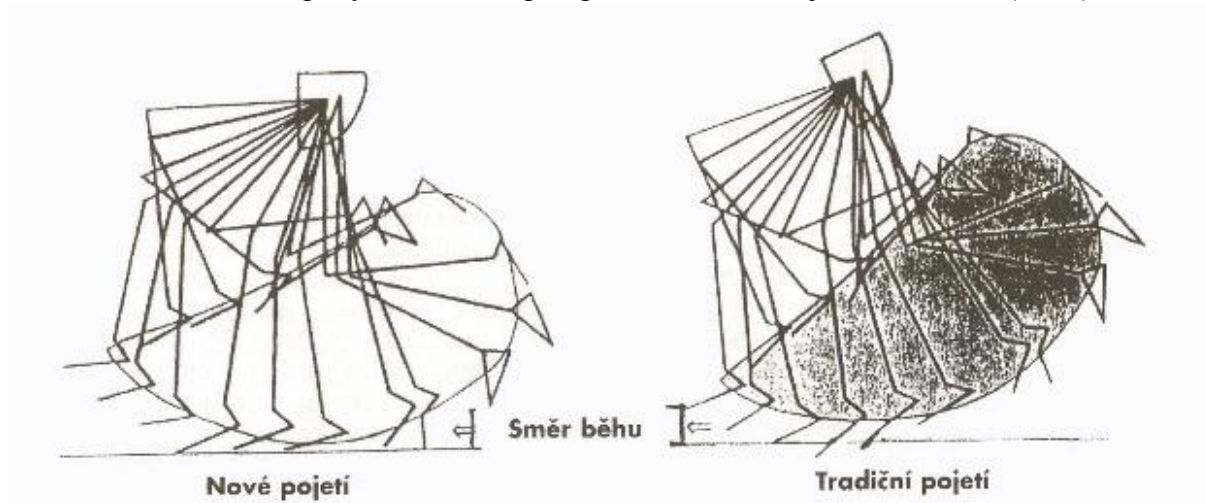
4.4.2.4 Dokroková fáze

Seagrave (2009) rozdělil dokrokovou fázi pohybu běžce na dvě části, přední a zadní dokrokovou fázi, které popisuje následujícím způsobem:

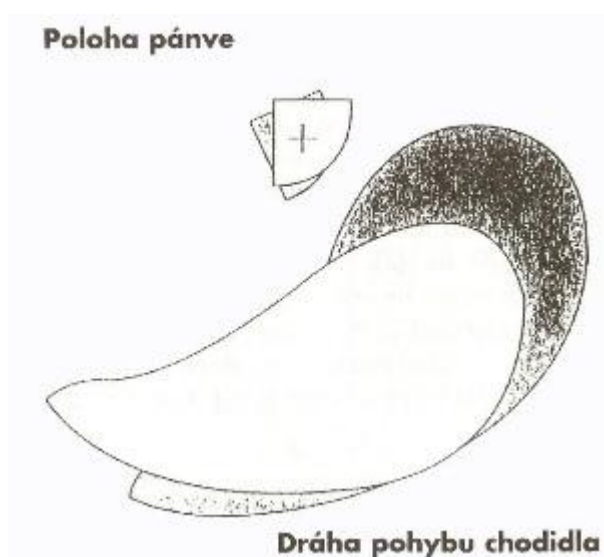
- a) přední dokroková fáze – cílem je zaujmout horizontální těžiště od dokroku do poloviny odrazu v co nejkratším čase.
- b) zadní dokroková fáze – začíná, když je těžiště nad základnou a impulsem této fáze je pokračovat tlakem z kyčle během dokroku.

Vzhledem k tomu, že 70 % z celkového výkonu se provádí v první fázi dokroku, je tato fáze pro běh nejdůležitější.

Obr. 4 Dráha pohybu chodidla při sprinterském běhu jak uvádí Joch (2015)



Obr. 5 Porovnání polohy pánve a dráhy při sprinterském běhu podle Jocha (2015)



4.4.2.5 Pohyb paží

Pohyby horních končetin jsou uvolněné, loket je volně umístěn pod úhlem 90° a rameno poté podle Seagraveho (2009) pomocí extenzorů zrychlí pohyb. Navrácení ramene do flexe nastává díky elastické energii v předním deltovém svalu, prsním svalu a dvojhlavém svalu pažním. Výsledná flexe ramene by měla být v pozici, kdy konečky prstů nikdy nejsou výš než rameno. Biceps je nejdůležitější sval pro elastickou energii s cílem usnadnit zvedání paže.

4.4.3 Švihový způsob běhu

Společným znakem struktury pohybu při všech sprinterských vzdálenostech je podle Gleska (1986) švihový běžecký krok, při kterém je z hlediska mechaniky nejdůležitější fáze odrazu, která začíná, když svislá těžnice vycházející z těžiště těla prochází oporou. Švihová noha napomáhá pohybu stehna vpřed a nahoru pro zisk setrvačnosti a zvyšuje účinnost odrazu. Poté, co koleno dosáhne vrcholu, se pohyb stehna zastaví a moment hybnosti končetiny se přenáší na tělo, čímž ulehčuje odraz, který je právě dokončován prací v kotníku a zapojením menších svalových skupin. Během pasivní letové fáze dosahuje těžiště svoji nejvyšší polohu. Při dokroku začínajícím fází opory by nemělo nastat brzdění pohybu došlapující končetinou, protože setrvačnost se plně využije, pokud je dokroková noha při doteku se zemí celkem uvolněná. Dokrok má být měkký, na přední vnější část chodidla a koleno dokrokové nohy pokrčené. Po nejvyšším bodě zdvihu kolena nastává pokles stehna, podkolenní švihá vpřed a současně se zvedá také chodidlo. Aktivním pohybem směřujícím vzad a dolů se chodidlo dostává do přední oporové fáze. Poté začíná odraz, odpich z kotníku, kolen a boků, který je třeba dokončit až do optimálního dopnutí v koleni. Paže při švihovém způsobu běhu pracují aktivně, ale nemají přímý vliv na pohyb vpřed. Pomáhají však vytvořit potřebné podmínky na vyrovnaní pohybu pánve, zvyšují účinnost běžeckého luku, udržují rovnováhu a vyrovnávají výkyvy těžiště a boků také ve vertikále, zvětšují účinnost odrazu a tím také rychlost běhu a vyrovnávají pohyb dolních končetin. Dick (1987) popsal držení těla při sprinterském švihovém kroku tak, že jsou ramena uvolněna, na tváři ani krku nejsou známky námahy či napětí, měl by vznikat dojem síly trupu a hladkého a plynulého pohybu a došlápnutí probíhá z polohy vysokého kolene a plným rozsahem pohybu.

4.4.4 Šlapavý způsob běhu

Startovní rozběh neboli startovní akcelerace je sled prvních kroků po výběhu z bloků vykonaných šlapavým způsobem běhu, jehož optimální vykonání se podle Gleska (1986) promítá v optimálním poměru mezi délkou a frekvencí kroků. Fázi zvyšování rychlosti až po maximální běžeckou rychlost můžeme označit časem, 5-6 s, nebo prostorem, 30-60 m. Technika šlapavého běhu je charakterizována dokrokem pod, nebo mírně za těžiště těla. Předsunuté těžiště musí být zachyceno před pádem vpřed energičtějším šlapáním. Síla oporné nohy musí také působit na podélnou osu trupu, která je charakteristická v tom, že je vždy v prodloužení směru oporové nohy. Pokrčení nohy v kotníku, když je stehno kolmo k zemi dojde ke zvýšení vnitro svalového napětí a připravě lýtkového svalstva na úplný a rychlý stah.

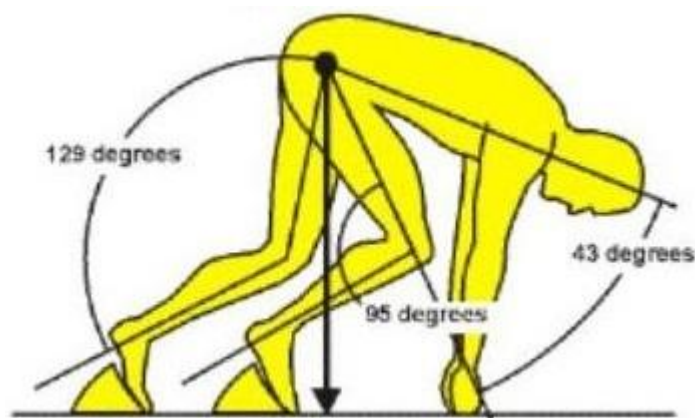
Při šlapavém způsobu běhu také dochází k minimálním výkyvům ramen a pánve. Dick (1987) uvádí, že při šlapavém způsobu běhu se při prvních krocích záda zploští a vzniká dojem horizontálního postavení, kdy je tělo nízko, pohled očí směřuje dolů a v obličeji jsou pouze minimální stopy námahy. Pohyby dolních končetin jsou prováděny v maximálním rozsahu a atlet zdůrazňuje zdvih kolen k trupu.

4.4.5 Start

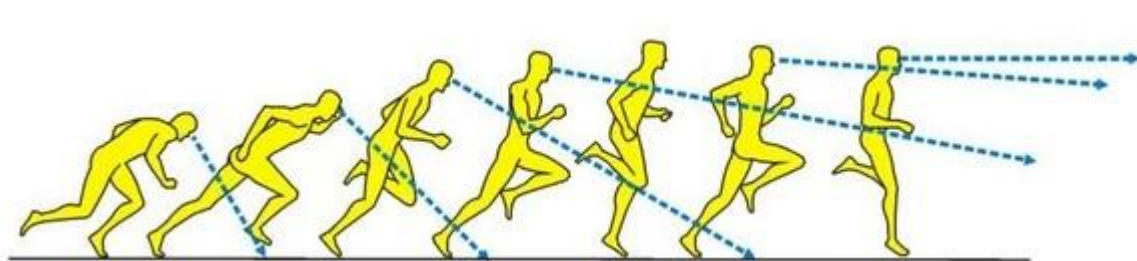
Sprinterský start a akcelerace z bloků jsou dvě nesmírně důležité fáze, které přímo vytváří sportovní výkon na 60, 100, 200 a 400 metrů ve sprintu. Start a akcelerace z bloků jsou podle Čoha (2006) první dvě součásti sprinterské rychlosti, kde se atlet snaží převzít maximální rychlost z bloku. Studie Telleze (1984) ukázala, že obě fáze tvoří 64 % z celkového výsledku pro sprint na 100 metrů. Studie autorů Telleze (1984), Mera (1988), Coopenolleho (1989,1990), Schota (1992), Korchemnyho (1992), Guissarda (1992) a Harlanda (1997) se shodují v tom, že účinnost startu závisí v první řadě na pozici bloků, celkovém těžišti při startovní pozici, čase a rychlosti následovaných po akceleraci. Optimální soudržnost mezi startem a akcelerací z bloků je specifická motorická úloha, se kterou se sportovec musí integrovat, a to z hlediska prostoru a času, z acyklického pohybu do pohybu cyklického. Akcelerace z boku je fáze sprintu, kde se kinematické parametry sprinterského kroku mění ve více dynamické. Vzhledem k těmto změnám akcelerace z bloků se zvětšuje celkové těžiště těla atleta. Akcelerace z bloků je komplex cyklických pohybů definovaných převážně postupnou frekvencí a délkou kroků, doby kontaktu a letové fáze a celkového těžiště v okamžiku kontaktu se zemí. Všechny tyto parametry jsou navzájem provázané a každý z nich je podmíněn centrálními procesy regulace pohybu, biomotorickými schopnostmi, energetickými procesy a morfologickými vlastnostmi sportovce, jak popisují Cavagna (1971), Mann (1980), Buhrle (1983), Moravec (1988), Mero (1990,1992), Coppenolle (1990) Locatelli (1995) a Muller (1997). Luhtanen (1980) rozdělil dokrokovou fázi sprinterského kroku v akcelerační fázi na fázi brzdovou a propulsní. Součet obou těchto fází tvoří celkovou dobu kontaktu nohy se zemí. Vzhledem k měnícím se biomechanickým podmínkám se mění také index kontaktní a letové fáze. Celková doba kontaktu se zemí klesá a zvyšuje se fáze letová. Délka kroku závisí na tělesné výšce a / nebo délce nohy a síle vyvinuté extenzory svalu kyčle, kolene a hlezenního kloubu v kontaktní fázi. Mero (1987) a Lehmann (1997) říkají, že provedení kontaktní fáze je jedním z nejdůležitějších tvůrců výkonnosti sprinterské rychlosti. Kontaktní fáze musí být co nejkratší, s optimálním poměrem mezi fází brzdovou a propulsní. Frekvence kroku podle Mera (1992) závisí na fungování centrální nervové

soustavy a je do značné míry předem geneticky určena. Čím vyšší je frekvence, tím kratší je délka kroku a naopak. Účinnost akcelerace je ve skutečnosti definována jako optimální poměr mezi délkou a frekvencí kroku. Čohova (2006) studie měla za cíl identifikovat a analyzovat nejdůležitější kinematické parametry, které pozitivně přispívají k efektivnímu startu a akceleraci. Předmětem testu byla daná pozice z hlediska výšky a středu tělesného těžiště, čas startu z předního a zadního bloku, rychlost a úhel bloků, rychlost celkového těžiště v prvních třech metrech a kinematické parametry akcelerace v prvních deseti krocích. Tato studie ukázala následující klíčové faktory výkonu během sprinterského běhu – z polohy pozor, rychlost, úhly bloku, délka prvního kroku, nízký kolmý vzestup centrálního těžiště v prvních třech metrech akcelerace, index kontaktní a letové fáze v prvních deseti krocích a optimální poměr mezi délkou a frekvencí kroku.

Obr. 6 Poloha těla při startu z bloků podle Leeho (2009)



Obr. 7 Směr pohledu během sprinterské trati podle Hansena (2009)



5. FYZIOLOGICKÉ ASPEKTY SPRINTU

Sprinteři reprezentují muskulární typy s povahou rychlých svalových vláken. Jak popsal Grasgruber (2002), ta nejsou schopna dlouhotrvajících výkonů a uplatňují se při krátkodobých, anaerobních výkonech (probíhajících bez přístupu kyslíku). Antropologické studie ukazují, že Afroameričané (kteří jsou převážně západoafrického původu) mají ve srovnání s bílou populací USA delší končetiny v poměru k délce trupu, delší a štíhlejší lýtka, užší boky, vyšší hustotu kostní hmoty (o 5-20%) a z toho vyplývající větší hustotu těla. Dobře známým faktem je i vyšší hladina testosteronu, která u mladých mužů až o 19% přesahuje průměr bílé populace. Sprinteři světové třídy mají obvykle ve svazech v oblasti stehna 70-75% rychlých svalových vláken. Naopak vytrvalostní běžci mohou mít podle Grasgrubera (2002) až 90% vláken pomalých. Poměr svalových vláken se nedá zcela ovlivnit tréninkem, protože je do značné míry dán geneticky.

5.1 Fyziologické a metabolické nároky u sprinterů

Jak uvádí web West of Scotland Sprint Training and Coaching Information a Gleeson (2016), sprinter musí udržet velmi vysoký výkon v průběhu relativně krátké doby. Jedinou energií, kterou lze použít přímo pro svalovou kontrakci, je adenosin trifosfát (ATP). Jelikož intramuskulární dodávky ATP jsou dostačující po dobu přibližně dvou sekund, je neodkladná resyntéza ATP a té je dosaženo rozdělením intramuskulární zásoby fosfokreatiku (PCR) a rychlou aktivací glykolýzy. Oba tyto procesy probíhají bez využití kyslíku. Nicméně sprint není zcela anaerobní pohybovou činností. Je tu přínos oxidace sacharidů na ATP resyntézu během sprintu, která se zvyšuje například v době trvání a prodlužující se délce sprintu, přestože průměrná rychlost běhu během těchto disciplín je mnohem větší, než je ta, která vyvolá maximální spotřebu kyslíku (VO_{2max}). DiPrampero (1993), Ferretti (2011), Keller (1973), Margaria (1964, 1967), Perronet (1989), Rittweger (2009), Schenou (1991) a Walmsley (1978) uvádí, že sprint není omezen zásobou energie, nicméně Bundle (2012) předpokládá, že má metabolická energie větší funkční význam, protože trvá od několika sekund až po několik minut. Podle Bundlova (2012) výzkumu není sprint omezen na nejnižší energetické doplňování zásob, ale progresivní zhoršení síly kosterního svalstva, a proto se spoléhá na anaerobní metabolismus intenzivní kontrakce. Pro činnost ve sprintu je tedy důležitá mechanická intenzita pohybového aparátu, která může dosáhnout určeného množství uvolněné mechanické energie a dosáhnout tak vysoké úrovně.

5.1.1 Anaerobní metabolismus

Kosterní svalstvo může podle Gleesona (2016) pracovat i za nedostatečného přísunu kyslíku, a sice v důsledku jeho schopnosti vytvořit energii anaerobně. Svalu to umožňují dva oddělené systémy – ATP-CP systém a glykotický systém. Protože glykotický systém je závislý na produkci kyseliny mléčné, zatímco ATP-CP systém nezahrnuje tvorbu laktátu, tyto způsoby anaerobní obnovy ATP jsou někdy označovány jako laktátové a alaktátové systémy.

5.1.2 ATP-CP systém

Tento zdroj je Gleesonem (2016) popisován jako intramuskulární zásoba ATP a PCR, také známého jako kreatin fosfátu (CP), a dohromady jsou ATP a PCR označovány jako ATP-CP systémy. Jejich nejdůležitější vlastností je, že energetické zásoby, které zastupují, jsou svalů k dispozici téměř okamžitě.

5.1.3 Rozpad PCR

PCR ve svalu může být použito k resyntéze ATP ve vysoké frekvenci. Tato vysoká míra přenosu energie podle Gleesona (2016) odpovídá schopnosti produkovat vysoký výkon. Hlavní nevýhodou tohoto systému je jeho omezená kapacita, celkové množství energie k dispozici je malé. Není-li žádný jiný zdroj energie do svalů k dispozici, dojde rychle k únavě. Během krátkých výbušných běhů, na 30-50 metrů bez zpomalení, dochází v posledních několika metrech – maximální výkon může být udržen po celou dobu a požadavky na energii jsou z velké míry splněny rozpadem zásob PCR. Na delších vzdálenostech běžecká rychlost klesá, protože se snižují zásoby a tím klesá i výkon. Nicméně, rychlost zotavení po krátkém sprintu je poměrně rychlá a druhý může být dokončen se stejnou rychlostí po pouhých 2-3 minutách zotavení. Pro delší sprinty (100 m a více) je zapotřebí mnohem delší doba zotavení před způsobilostí vydat maximální výkon. Na začátku činnosti vysoké intenzity se míra PCR produkce hydrolýzy a laktátu ve srovnání s ostatními rychle zvýší. Čím větší je intenzita cvičení, tím větší je míra poklesu PCR a nárůstu laktátu. Není jasné, zda k těmto reakcím dochází z důvodu zpoždění v propustnosti pro kyslík nebo setrvačnosti při aktivaci mitochondriální ATP resyntézy na začátku kontrakce. Během krátkého sprintu rychlost nároku na ATP převyšuje kapacitu mitochondriální resyntézy ATP, a proto má anaerobní metabolismus dominantní vliv na resyntézu ATP. Ve fyziologických podmínkách se tento podíl resyntézy ATP z anaerobního metabolismu, ať při nástupu mírné intenzity cvičení nebo při intenzitě vysoké, projevuje jako nedostatek kyslíku. PCR je relativně malá molekula a zvýšení její koncentrace ve svalu bude mít osmotický vliv, udržení

více vody ve svaích a tím zvýšení tělesné hmotnosti. Jakékoliv zlepšení výkonnosti svalů bude kompenzováno zvýšením setrvačnosti a energetickými požadavky pro pohyb těžšího těla.

5.1.4 Resyntéza ATP z glykogenu během cvičení velkou intenzitou

Pokud vysoká intenzita cvičení trvá i pouhých několika sekund, musí být, jak uvádí Gleeson (2016), zřetelné zvýšení přínosu z glykolýzy do resyntézy ATP. Glykogenolýza je hydrolýza svalového glykogenu na glukózu. Fosfát a glykolýza jsou série reakcí podílejících se na snížení glukózy fosfátu na laktát. Vnitřní povaha energie metabolismu zajišťuje, že aktivace svalové kontrakce vápenatými ionty a hromadění ATP a PCR hydrolýzy působí jako stimulatory glykogenolýzy a glykolýzy a tímto způsobem zaručí, že výroba anaerobní ATP se udržuje alespoň krátkodobě. Anaerobní glykolýza zahrnuje více kroků než hydrolýza PCR. Ta může poskytnout ATP pomaleji, ale ve srovnání s oxidační fosforylací je stále velmi rychlá. Resyntéza ATP začne téměř okamžitě při cvičení, a to z glykolýzy a při maximální únavě. Na rozdíl od hydrolýzy PCR, výroba ATP z glykolýzy nedosahuje své maximální frekvence až po pěti sekundách cvičení a udržuje se při této vysoké rychlosti po dobu několika sekund. Ve sprintu jsou zásoby svalového glykogenu rozdělovány rychle a s příslušnou mírou tvorby laktátu: některé z laktátů se šíří ze svalových vláken, ve kterých vznikají a vyskytují se v krvi. Svalová zásoba glykogenu může být použita v průběhu vysoké anaerobní intenzity cvičení a dodá hlavní energii potřebnou pro intenzitu maximálního úsilí, které trvá od dvaceti sekund do dvou minut. Pro sprinty trvající méně než 20 sekund jsou ATP-CP hlavním zdrojem energie. I když celková kapacita glykolytického systému je podle Gleesona (2016) větší, než je u ATP-CP systému, rychlost, se kterou se může vyrábět energie, je nižší. Výkon, který může být udržován tímto systémem, je proto odpovídajícím způsobem nižší, a to z tohoto důvodu, že maximální rychlost nelze udržovat po dobu delší než několik sekund; jakmile jsou ATP-CP vyčerpány, míra výkonu se musí snižovat. Kosterní svaly jsou tvořeny svalovými vlákny s různými metabolickými a fyziologickými charakteristikami. Rychlá svalová vlákna mají vyšší obsah PCR glykogenu než svalová vlákna pomalá. Rychlá vlákna mají také větší množství fosforylázy, což je enzym, který štěpí glykogen.

5.1.5 Příčiny únavy ve sprintu

Únava je Gleesonem (2016) definována jako neschopnost udržet dané nebo očekávané síly nebo výstupní výkon a je nevyhnutelným rysem cvičení maximální intenzitou. Ztráta výkonu nebo větší síly je pravděpodobná ve 40-60% maxima pozorovaného během 30 sekund po

cvičení maximální intenzitou. Měření u elitních sprinterů provedené maximálním úsilím na cykloergometru ukazují, že maximální výkon je dosažen již po 3-4 sekundách; poté výkon poklesl. Během sprintu se fáze zrychlení koná během prvních 4-5 sekund, během které sprinter uběhne 30 až 40 metrů trati. Poté rychlost poklesne (ne ve stejném rozsahu jako na ergometru). Vzhledem k pohybu vpřed, který je vyvolán rychlým během, je rychlost udržována. To vysvětluje, proč čas na 200 metrů je obvykle více než dvojnásobný než čas na 100 metrech. Nicméně i ve sprintu na 100 metrů běžci v závěrečné třetině závodu mírně zpomalují, protože už nastává únava. Úspěch ve sprintu na 100 a 200 metrů je spojen s maximální rychlostí, které může být dosaženo tím, že sportovec minimalizuje nevyhnutné ztráty při výkonu v počáteční fázi zrychlení, a sice dosažením maximální rychlosti. Únava není jednoduchý proces s jednou příčinou, a může k ní přispět mnoho faktorů. Nicméně, během cvičení maximálním úsilím, trvajícím méně než 30 sekund, bude způsobena zejména postupným poklesem produkce anaerobní ATP nebo zvýšeným ADP nárůstem způsobeným vyčerpáním PCR a poklesem glykolýzy. Při střední intenzitě cvičení, trvajícím 1-5 minut, může nárůst atomu vodíku přispět k únavovým procesům. Celková shoda v okamžiku cvičení velmi vysokou intenzitou se zdá být závislá na pH, ale počáteční výroba během prvních několika vteřin aktivity je více spojena s dostupností PCR.

5.1.6 Rychlá a pomalá svalová vlákna

Ve svalovině člověka nacházíme podle Socha (2007) tzv. pomalá svalová vlákna typu I, nezbytná pro vytrvalostní (aerobní) svalovou práci, a vlákna rychlá (typ II). Ta se dále dělí na pomalejší typ IIa, jenž má i určitý aerobní potenciál, a rychlejší typ IIb, který se uplatňuje v anaerobních výkonech krátkého trvání. Vlákna I a IIa jsou také označována jako vlákna červená. Toto zbarvení jim dodává protein myoglobin, odpovědný za přenos kyslíku při svalové práci. Rychlá vlákna IIb se označují jako vlákna bílá. Špičkoví sprinteři mají obvykle ve stehenní svalovině 70–75 % rychlých svalových vláken. Naopak vytrvalostní běžci mohou mít až 90 % vláken typu I. Poměr svalových vláken není možné ovlivnit tréninkem, je do značné míry dán geneticky.

5.1.7 Energie při sprintu

Petr (2012) ve svém článku uvádí, že fyziologové byli přesvědčeni, že sprinterům pomáhá k maximální rychlosti vysoká úspornost při výdeji energie. Nejnovější výzkum ale odhalil, že sprinteři energií bezostyšně mrhají. Tajemství rychlého běhu na krátké trati tkví v co nejúspornějších pohybech s co nejmenším výdejem energie. Tak zněla základní poučka

fyzologie sprintu. Američtí biomechanici Matthew Bundle z univerzity v Montaně a Peter Weyand ze Southern Methodist University však postavili teorii sprintu na hlavu. Měřili výkony velké skupiny dobrovolníků, kteří se lišili zdatností ve sprintu. Testy trvaly od 2 sekund do 5 minut a dobrovolníci v nich sprintovali buď v běhu, nebo na kole. Výsledky měření shrnuli američtí vědci Bundle a Weyand (2012) ve studii, kterou zveřejnil vědecký časopis *Exercise and Sport Sciences Review*. Uvádí zde, že pokud lze něco říct o hospodaření s energií u sprinterů, pak to, že energií doslova mrhají. Je to důsledek práce rychlých svalových vláken, která vyvíjejí velkou sílu a smršťují se velkou rychlostí, vysvětlují. Pokud netrvá sportovní výkon déle než minutu, pak nehraje množství vydané energie velkou roli. Pro sprintera je mnohem důležitější, aby při kroku nebo šlápnutí do pedálů vyvinul nohou co největší sílu. Jen tak může převést energii z práce svalů na rychlý pohyb. Kolik se přitom potřebuje energie, není důležité, protože sprinterský výkon trvá jen krátce.

Dle Millerové (2003) je zdrojem energie pro svalovou činnost v krátkých sprintech ATP, jehož zásoba ve svalectech stačí na několik málo sekund. K obnově ATP je využívána zásoba kreatinfosfátu, postačující na dobu zhruba do 10s, a anaerobní glykolýza. Při ní vzniká v organismu velký kyslíkový deficit, dosahující až 95% kyslíkové poptávky. Energie je čerpána na dluh, při tom se ve svalectech a krvi zvyšuje množství kyseliny mléčné a dochází k poklesu pH. Kyslíkový dluh se kryje až po skončení výkonu. Zjištěné hodnoty laktátu čtyři minuty po výkonu dosahují u soutěžících v běhu na 100m hodnot 10-14 mmol/l. Výkon v krátkých sprintech je náročný též na nervosvalovou koordinaci, ve které má řídící funkci CNS. Frekvence běžeckých kroků je závislá na pohyblivosti dějů v CNS. Záleží na schopnosti nervových buněk rychle střídát podráždění a útlum.

5.1.8 Zatížení maximální intenzity

Heller (2003) udává, že výkony rychlostní či silové povahy mohou trvat řádově jen několik sekund, intenzita energetického metabolismu dosahuje okolo 200násobku základní energetické přeměny, resp. náležitého bazálního metabolismu (=100% BM). Tyto výkony jsou hrazeny neoxidativně (anaerobně), okamžitými či pohotovostními zdroji energie ve svalu, tzv. adenosintrifosfátem a kreatinfosfátem. Oxidativní či aerobní energetický metabolismus se uplatňuje minimálně, kapacita oběhového a dýchacího systému se nestačí rozvinout na žádoucí úroveň a také podíl laktátového metabolismu, přesněji anaerobní glykolýzy, je nízký, kyslíkový dluh odpovídá převážně neoxidativní laktátové úhradě.

5.2 Tělesná konstituce sprintera

Puleo a Milroy (2004) popsali, že sprinteři a běžci přes překážky jsou často fyzicky zdatní a vypadají svalnatě oproti běžcům na střední a dlouhé tratě, kteří jsou méně svalově vyvinutí a výškově menší. Sprinteři také mají jen minimum tuku, ale vypadají mnohem zdatněji nejen kvůli tomu, že jsou pravděpodobně vyšší, ale jejich hrudní koš je pokrytý vrstvami svalů, které vznikly v tréninkových programech, které u běžců na delší tratě chybějí. Paže jsou částí sprinterského mechanismu. Žádný sprinterský závod se neobejde bez vydatné činnosti paží. Další rozdíly jsou v délce kroku. Sprint je především o vysoké rychlosti. Nohy se vícekrát za vteřinu pohybovat nemohou, takže se dále dostane ten, kdo při stejném množství kroků pokryje větší plochu. Potíž je v tom, že na opakující se dlouhé kroky je třeba mnohem více energie než na kratší, což vysvětluje, proč sprinteři nevyhrávají dlouhé závody. K dosažení větší vzdálenosti musejí být silnější i stehna, takže jsou objemnější a těžší, což omezuje jejich pohyblivost a při extrémních zátěžích může být i sebezničující. Podpurné svaly dolního břicha a pánev se také posilují, aby pomohly stehnům dosáhnout větší výšky. Ze stejného důvodu se při sprintu více ohýbají kolena a lýtka se mohou při nejvyšším výskoku dotýkat hamstringů.

Hogan (2012) ve svém článku uvádí, že sprinteři mají především v hlavních hybných silách pozoruhodnou svalovou hmotu. Co se týká držení těla, tito sportovci mají tendenci mít velmi dobře vyvinutou horní část zad. U sprinterů se může zdát značná bederní lordóza, což převážně může souviset s větším množstvím svalové hmoty v hýžděové oblasti. V této disciplíně se objevují jak sprinteři nižší, tak vyšší postavy. Pokud jde ale o zrychlení, mohou mít vysocí jedinci nevýhodu, protože čím nižší jedinec, tím bude moci lépe zrychlit a kontrolovat vlastní tělesnou hmotnost. Jak autor uvádí, je také obdařen dominancí rychlého vlákna, které má několik rychlost produkujících vlastností, které jej předurčují k rychlosti a síle výkonu. V tabulce 1 můžeme vidět rozdíl mezi strukturou, biomechanikou a funkcí rychlých a pomalých vláken.

Tab. 1 Struktura rychlých a pomalých svalových vláken podle Hogana (2012)

Terminologie	Pomalé svalové záškuby	Rychlé svalové záškuby
Struktura		
Barva	červená	bílá
Průměr vlákna	malý	velký
Mitochondriální obsah	vysoký	nízký
Kapilární obsah	vysoký	nízký
Sarkoplasmatické retikulum	jednoduché	komplexní
Obsah vláken energetické jednotky	nízký	vysoký
Biochemie		
Vápník	nízký	vysoký
Myozin ATPázy	nízký	vysoký
Glykolitická kapacita	nízká	vysoká
Oxidační kapacita	vysoká	nízká
Mechanické funkce		
Rychlost kontrakce nebo záškubu	pomalá	rychlá
Rychlost relaxace	pomalá	rychlá
Únava	nízká	vysoká
Vytváření sil	nízké	vysoké

Ve druhé tabulce zobrazující fyzickou charakteristiku sprinterů Hogan (2012) v originále uvádí fast twitch estimations, tedy rychlé svalové záškuby, pro atlety z různých sportů.

Tab. 2 Rychlé svalové záškuby podle Hogana (2012)

Sport	Muži (% rychlého svalového záškubu)	Ženy (% rychlého svalového záškubu)
100-200m	48-80%	72-75%
800m	40-64%	25-55%
Vrh koulí	50-88%	45-52%
Vytrvalci	25-45%	25-50%
Netrénovaní jedinci	25-62%	25-72%

Charles (2009) ve své tabulce uvádí rekordy v běhu na 100 metrů a zároveň také tělesné konstituce sprintera a ve svém článku se dále zabývá vývojem rychlosti velikosti forem v moderní atletice.

Tab. 3 Tabulka světových rekordů v běhu na 100 metrů jak uvádí Charles (2009)

Year	Name	Time (s)	Height (m)	Mass (kg)	Slenderness
1929	Eddie Tolan	10.4	1.70	65.8	7.61
1930	Percy Williams	10.3	1.68	63.5	7.63
1932	Eddie Tolan	10.3	1.70	65.8	7.67
1932	Ralph Metcalfe	10.3	1.80	77.1	7.73
1933	Ralph Metcalfe	10.3	1.80	77.1	7.73
1934	Ralph Metcalfe	10.3	1.80	77.1	7.73
1936	Jesse Owens	10.2	1.78	74.8	7.68
1948	Barney Ewell	10.2	1.75	70.3	7.75
1951	Emmanuel McDonald Bailey	10.2	1.73	86.2	6.85
1968	Charles Greene	10	1.73	68.0	7.71
1968	Charles Greene	9.9	1.73	68.0	7.71
1972	Eddie Hart	9.9	1.78	71.2	7.87
1976	Harvey Glance	9.9	1.88	83.9	7.88
1987	Carl Lewis	9.93	1.88	81.6	7.99
1987	Ben Johnson	9.83	1.88	86.2	7.78
1988	Ben Johnson	9.79	1.88	86.2	7.78
1988	Carl Lewis	9.92	1.88	81.6	7.99
1991	Carl Lewis	9.86	1.88	81.6	7.99
1999	Maurice Greene	9.79	1.75	79.8	7.28
2002	Tim Montgomery	9.78	1.78	72.6	7.80
2005	Asafa Powell	9.77	1.91	88.0	7.85
2006	Justin Gatlin	9.77	1.85	85.0	7.65
2006	Asafa Powell	9.77	1.91	88.0	7.85
2006	Asafa Powell	9.77	1.91	88.0	7.85
2007	Asafa Powell	9.74	1.91	88.0	7.85
2008	Usain Bolt	9.69	1.96	86.0	8.29

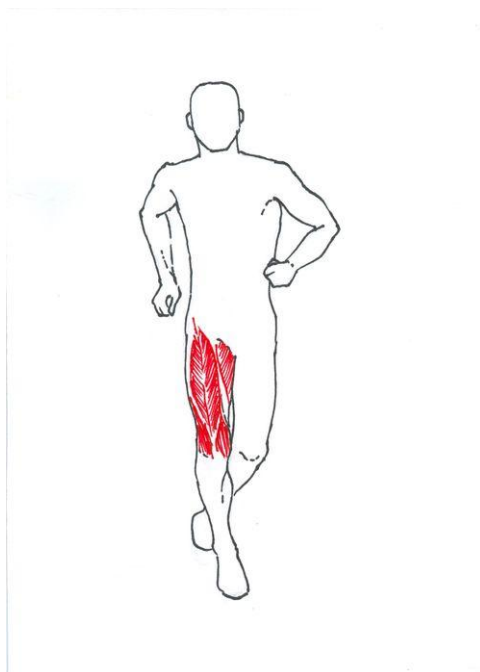
5.3 Zapojované svaly

Pařík, Hojka a Pavelka (2011) ve své studii popsali převážně zapojované svaly při sprinterském výkonu. Mezi tyto svaly patří m. rectus abdominis, m. gluteus maximus, m. quadriceps femoris – převážně pak m. rectus femoris a m. vastus medialis, m. biceps femoris, m. gastrocnemius, m. tibialis anterior, m. soleus a další svaly.

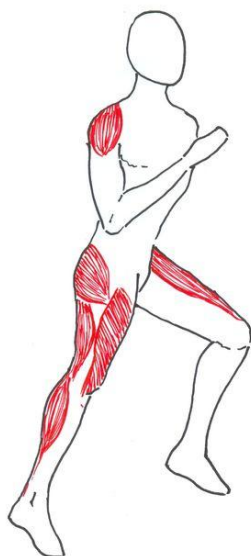
- Musculus rectus abdominis neboli přímý sval břišní má jeden vrchol aktivace před okamžikem dokroku pravé končetiny, kdy je na celou končetinu vyvíjeno velké zatížení a sval se svojí aktivací snaží zachovat dynamickou rovnováhu celého trupu a největší aktivace nastává při přenášení pravé švihové končetiny během opory levé dolní končetiny.
- Musculus rectus femoris neboli přímý sval stehenní pracuje po celou dobu běhu a vrcholy jeho aktivace nastávají při zakopnutí dolní končetiny, kdy je sval v největším protažení a v momentě vertikály.
- Musculus tibialis anterior, sval na přední straně bérce, vykazuje největší aktivitu v okamžiku dokroku.
- Největší aktivita musculus gluteus maximus, velkého svalu hýžděového, nastává těsně před okamžikem odrazu, v momentě extenze v kyčelním a začínající extenzi v kolenním kloubu.
- Na musculus vastus medialis, zevní hlavě čtyřhlavého svalu stehenního, je nejvíce patrná střídající se práce svalu.
- Musculus gastrocnemius, povrchový sval na zadní straně lýtky, vykazuje největší aktivitu těsně před okamžikem odrazu, kdy postupně dochází k plné extenzi v hlezenním kloubu a sval se zkracuje.
- K aktivaci musculus biceps femoris, tedy dvojhlavého svalu stehenního, dochází těsně před dokrokem a aktivita končí chvíli po odrazu.

Bernaciková (2010) uvádí, že u běhu se zapojují svalové skupiny jako u chůze, ve dvou základních fázích, letové a opěrné. Na konci opěrné fáze se na odrazové končetině zapojují především extenzory kyčle (velký sval hýžděový a hamstringy), kolene (čtyřhlavý sval stehenní) a plantární flexory hlezenního kloubu (trojhlavý sval lýtkový). V letové fázi se poté zapojují flexory kyčle (sval bedrokyčelní a přímý stehenní) a svaly na přední straně bérce. U sprinterů je také důležité zapojení svalů břišních.

Obr. 8 Nejvíce zatěžované svaly z čelného pohledu podle Bernacikové (2010)



Obr. 9 Nejvíce zatěžované svaly z bočního pohledu podle Bernacikové (2010)



5.4 Rozcvičení

Doba rozcvičení je důležitá před každým atletickým výkonem a cíle podle Herberta (2002) souvisí také s mentální a tělesnou přípravou na trénink či soutěž. Dobře navržené rozcvičení může, jak uvádí McArdle (2007) zvýšit teplotu svalů, tělesného jádra a průtok krve. Tyto vlivy mohou mít následující pozitivní vliv na výkon:

- podle Herberta (2002) rychlejší svalovou kontrakci a relaxaci agonistických i antagonistických svalů
- zvýšení rychlosti rozvoje síly a reakční doby, jak uvádí Asmussen (1976)
- dle Bergha (1979) a Enoka (2001) zvýšení svalové síly
- snížení viskózního odporu ve svalech podle Enoka (2001)
- McArdle (2007) uvádí zlepšení dodávky kyslíku v důsledku Bohrova efektu, čímž vyšší teplota umožní kyslíku přenášet hemoglobin a myoglobin
- dále McArdle (2007) uvádí zvýšení průtoku krve k aktivním svalům
- a Enok (2001) přidává zlepšení reakce metabolismu

Zatímco vliv rozcvičení na svalová zranění je nejasný, Fradkin (2006) a Shrier (1999,2000) evidují pozitivní vliv. Například zvýšení tělesné teploty může zvýšit podle Safrana (1988) odolnost svalu před natržením.

Deacon (2016) uvádí, že ačkoli tradiční rozcvičení zahrnuje běh, následné cviky a dovednosti, trenér nemusí mít vždy příležitost vše se svými svěřenci uskutečnit, a to jak z hlediska provedení technického i fyzického. Fyzický rozvoj přichází ve formě zvyšování jejich pracovní kapacity, a to prostřednictvím využití této části tréninkové jednotky, kde je trénink prováděný jako rozcvičení. Rozcvičení může zahrnovat cvičení, která nejsou pouze fyzická nebo zvyšující teplotu pracujících svalů a těla jako celku, ale poskytuje přiměřený stupeň nervosvalové aktivace v oblasti klíčových kloubů, mobilizaci klíčových svalů a rozsahu pohybu a potencionálních nebo připravujících se svalů. Toto může být nazýváno jako v anglickém originále RAMP warm-up – raise, aktive, mobilise, potentiate, přeložené do češtiny jako zvýšit, aktivovat, mobilizovat a zesílit. Ve článku Jeffreys (2007) argumentuje záležitostí, že tato nová klasifikace rozcvičení může vést ke struktuře, která navrhne rozcvičení pro trénink i závody. Bylo to popsáno jako rozcvičení, což by mělo smysl v tom, co rozcvičení navrhuje k dosažení – připravit tělo na optimální výkon pohybů prováděných aktivit. To znamená, že výběr cvičení a stereotyp rozcvičení potřebuje zahrnout část RAMP,

stejně jako přejít z nižší intenzity do vyšší a z hlavních do více specifických cvičení. Plánování rozcvičení je stejně důležité jako hlavní část tréninkové jednotky. Pečlivý výběr aktivit rozcvičení může významně přispět k celkovému tréninkovému programu a mělo by být v rovnováze s hlavním cílem tréninkové jednotky. Pro usnadnění rozcvičení mohou být zvoleny aktivity přispívající k cílům tréninkové jednotky i tréninkového cyklu. Plánované rozcvičení efektivně zahrnuje řadu klíčových prvků v rámci tréninku, prvků, které nemusí být zahrnuty do rozcvičení, pokud mají vlastní specifický časový rámeček. Většina rozcvičení bude trvat deset až třicet minut. Čas a spotřeba energie je tak důležitým aspektem pro RAMP rozcvičení. Cviky, které mohou být zvoleny v rámci pořadí v rozcvičení, mohou vyvinout stále větší technické a fyzické základní dovednosti. Rozcvičení může být kratší či delší v závislosti na ročním období a potřebách sportovce. Použití rozcvičení a schopnost postupně zvyšovat množství vykonané práce u rozcvičení, která se přidá k pracovní kapacitě, je důmyslné. S tímto termínem jsou trenéři obeznámeni. Zda ho použijí ve svém slovníku či nikoli, je něco, co zkouší předat svým sportovcům při dosahování – schopnosti adaptace a zvládnutí více tréninků, což může být v objemu tréninku, intenzitě tréninku nebo obecných schopnostech provádět cvičení. Rozcvičení může tedy poskytnout základ pro zahrnutí různých fyzických a technických výzev před tím, než sportovec provede hlavní část tréninku nebo jeho následné části. Je-li pracovní kapacita rozvíjena jako součást rozcvičení a ne pouze jako část běžecké jednotky, znamená to, že běžecká jednotka nemusí být tak dlouhá a rozsáhlá nebo složitá. To znamená, že může být orientována více na kvalitu. Kvalita z hlediska rychlosti znamená, že atlet může běžet a techniku provádět společně v této jednotce. Umožňuje to sportovcům dělat správně fyzickou a technickou práci a cvičení dovedností založených v rozcvičovací rutině k přípravě pohybu a výkonu na optimální úrovni. Posloupnost RAMP rozcvičení umožňuje atletovi kombinovat cvičení aktivující zlepšení nebo mobilizující, zatímco se současně zvyšuje svalová teplota. Ke konci rozcvičování lze provést více specifické cvičení. Pro atletickou jednotku budou následovat běžecká cvičení, která budou přesněji aktivovat, zlepšit a mobilizovat v závěrečné fázi na optimální rychlost, intenzitu a rozsah pohybu potřebného pro běžeckou aktivitu. Všechna cvičení by měla mít svůj účel a atleti by se měli naučit, kam je zařadit s ohledem na pohybové vzorce, které se snaží rozvíjet a zlepšovat. Drily samy o sobě však nebudou mít na sportovce větší běžecký efekt. Aplikace drilů a úmyslný převod do běžeckého výkonu je pro úspěch důležitý. Často se opakující cviky jsou ponechány samostatně. Deacon (2016) uvádí, že dobře promyšlený výběr cviků prováděných pravidelně bude mít lepší vliv na následné výsledky. Drily, které připravují chodidlo na kontakt se zemí, podporující flexi, optimální úhly kyčle a holeně by měly být

hodnoty využívané nejčastěji. Dále Deacon (2016) za hlavní běžecké cviky považuje vyvinout více účinného energie skrz opakování a nácvik cvičení, aktivovat, mobilizovat a zesílit.

Faccioni (2008) uvádí, že zatímco rozcvičení k účasti na pohybové aktivitě je přijímáno jako zásadní pro minimalizaci zranění a zlepšení výkonnosti, tak metody, kterými se tohoto cíle snaží dosáhnout, jsou méně než ideální. Rozcvičovací metody jsou využívány v mnoha dynamických sportech a obvykle zahrnují počáteční běh a následuje 10-15 minut statického protahování. Poté, jak popisuje Faccioni (2008), následuje několik cvičení a sportovci začnou s hlavní částí své pohybové aktivity. Zatímco základ těchto metod se může jevit jako využití běžných tréninkových principů, bližší analýza ukázala významné omezení těchto metod v přípravě atleta na dynamickou sportovní aktivitu. Pro DeVriese (1980) je hlavním fyziologickým důvodem rozcvičení zvýšení teploty tělesného jádra alespoň o 1-2°C. Karvonen (1978) uvádí zvýšení srdeční frekvence a průtok krve do tkání, která podle DeVriese (1980) zlepší efektivitu spotřeby kyslíku a jeho dopravu a, jak uvádí Karvonen (1978), také odstraňování oxidu uhličitého a odstraňování a odbourávání anaerobních vedlejších produktů, laktátu. Hill (1927) uvádí zvýšení aktivace centrálního nervového systému, zvýšení koordinace, přesnosti a reakční doby. Bergh (1980) a DeVries (1980) dále uvádí zvýšení rychlosti, síly svalové kontrakce a kontrakce mechanické účinnosti a podle Lehmann (1970) a Sapegy (1981) zvýšení pružnosti pojivové tkáně, což má ovšem za následek menší výskyt svalových a šlachových zranění. Tyto reakce vedou dle Bergha (1979) ke zvýšení schopnosti fyzické práce, což je, jak uvádí Bergh (1980) s Karvonem (1978), nesmírně důležité pro sporty vyžadující krátkou dobu vysoce intenzivní práce, jako jsou sprint či skoky. Faccioni (2008) uvádí, že hlavní kritika typického rozcvičení vychází z toho, že neposkytuje dostatečnou přípravu sportovce na požadavky, které budou následovat. Strečink se obvykle provádí jako statické protahování, přičemž většina sportovců provádí cviky pomalu, a sice v sedu na zemi či stojí na místě. Tento způsob protahování je Beaulieu (1981) a Sapegou (1981) prokázán jako výhodný pro zvýšení rozsahu pohybu končetin, stejně jako dále uvádí Shellock (1985) a Taylor (1990), je jeho cílem uvolnit svaly tak, aby byly méně odolné proti pasivnímu protažení. Tento typ protažení však nepřipraví svaly a pojivové tkáně na aktivní kontrakce – proces relaxace, který nastane při běhu, skoku nebo pohybech, jako jsou kopy, jak je požadováno v dynamickém finálním pohybu. Během doby protahování, obvykle 5-20 minut, je jak uvádí Faccioni (2008), tělo velice efektivní při odstraňování nadměrné tělesné teploty, tudíž zvýšená tělesná teplota od počátečního běhu se statickým protahováním rychle ztratí. Tento stav je ještě více převládající v chladném počasí. Podle

Lehman (1970) a Sapegy (1981) dochází k mnoha zraněním na začátku soutěže převážně v důsledku nedostatečné přípravy na aktivitu. Nedostatečné rozcvičení může vést podle Faccioniho (2008) k méně než optimální úrovni rychlosti a dovedností, které by mohly vést k rychlému zisku dobrých výsledků. Dynamické protažení je pro konkrétní přípravu svalstva na dynamické pohyby velice důležité a Kurz (1990) tento druh strečinku definoval jako opakovanými kontrakcemi agonistů vyvolat rychlé protažení antagonistů, takže jakýkoliv aktivní pohyb lze klasifikovat jako dynamické protažení. Taylor (1990) uvádí, že tato metoda velice konkrétně připravuje svalové tkáně pro aktivní svalovou kontrakci a relaxaci, avšak tato krátká doba protahování vede pouze k minimálnímu zlepšení flexibility.

Rozcvičení podle Sanderse (2013) připravuje sportovce na následnou námahu. Sportovec, jak uvádí Bishop (2003), Fradkin (2010) a Hedrick (1992), zvyšuje nervosvalovou, organickou a duševní výkonnost a také motivaci. Rozcvičování je podle Bishopa (2003) a Zentze (1998) také důležité jako prevence zranění. Sanders (2013) rozděluje rozcvičení na obecné, specifické a mentální. V průběhu aktivního rozcvičení se také podle Elama (1986) a Hedricka (1992) zvýší teplota svalů v důsledku zvýšeného buněčného metabolismu. Lepší výkon se týká zvýšené teploty svalů, nicméně, jak uvádí Duffield (2009) a Shellock (1986), výkon nesouvisí se zvýšením tělesné teploty. Potní žlázy pracují proti zvýšení tělesné teploty a k udržení homeostázy všech tkání, a proto, jak uvádí Bishop (2003) a Skof (2007), je pro lepší výkon důležitější zvýšená teplota svalů než teplota tělesná. Astrand (1977) také uvádí, že rychlost průtoku krve je určena především enzymatickým chováním, které je podporováno zvýšenou tělesnou teplotou nebo fyzickou aktivitou. Specifické rozcvičení by se mělo vztahovat ke konkrétní disciplíně, protože tato cvičení podle Bishopa (2003) slouží ke zvýšení aktivace svalů vztahujících se k danému sportu. Stimulací nervových procesů jsou svaly připraveny a zvyšuje se jejich protažení, svaly tedy dle Shellocka (1986) mohou kontrahovat rychleji, což je účinnější a méně náchylné ke zranění. Podle Bishopa (2003) a Smitha (1994) snižuje zvýšená svalová práce elasticitu a viskozitu ve svalu během rozcvičení a riziko zranění se tedy nárůstem rychlosti kontrakce snižuje. Aktivace dolních končetin je hlavním cílem rozcvičení před sprintem, nicméně podle Akuthoty (2008), Blisse (2005) a Thomase (2000) je rovněž důležitá aktivace svalstva trupu pro následný výkon. Pohyb sprintera je, jak uvádí Brown (2005), asymetrický ke střední rovině těla a vzhledem k tomu působí velké síly na trup a kyčle sprintera. Tyto síly musí být podle Nessler (2009) tlumeny a transportovány svaly trupu, což vede k optimálnímu přenosu síly končetin a zajišťuje efektivní pohyb s minimálním snížením výkonu. Hedrick (2000), Nessler (2009) a Wood (2000) předpokládají,

že silné svalové jádro zlepší přenos síly ve sprinterském pohybu a může zvýšit výkon. Avšak nedostatek přenosu sil ve sprintu může podle Browna (2006), Brummita (2005), Cisika (2002) a Nesslerera (2008) vést k biomechanickému namáhání páteře a zvýšit možnost zranění. Mezi svaly pracujícími během sprintu jsou podle Browna (2005), Cisika (2002) a Hedricka (2000) svaly břišní a hluboké hřbetní svaly. Běh nízkou až střední intenzitou je podle Bishopa (2003) typickým prvkem všeobecného rozcvičení a koordinační a dynamická protahovací cvičení mohou být, jak uvádí Hedrick (2006) Smith (1994) a Verheijen (1998), zahrnuty do rozcvičení a akcelerační běhy a sprinterské starty mohou být v rozcvičení pro zlepšení výkonu také využity. Podle Elama (1986) je účinnost všeobecného rozcvičení složena z běhu, koordinačních cvičení, akceleračních, startů a protahovacích cvičení a funkčních cviků v rozcvičení, jak uvádí Thomas (2000), jsou často diskutovány. Sanders (2013) ve své studii neprokázal žádné účinky funkčních cvičení na sprinterský výkon provedených navíc k běžnému rozcvičení a zdá se, že obecné rozcvičení je k aktivaci svalů pro výkon ve sprintu dostačující.

6. PŘEHLED VÝZKUMNÝCH ČLÁNKŮ

6.1 Vliv statického protažení

Pasivní strečink těsně před zahájením fyzické aktivity je mezi sportovci běžná praxe, protože protahování je bráno jako podpora pro lepší výkon a snížení zranění. Touto tematikou se ve svém zkoumání zabývá také Shellock a Preitice (1985) v práci Rozcvičení a protažení pro zlepšení fyzické výkonnosti a prevence sportovních zranění a také Smith (1994) v Rozcvičovacím procesu protahovat nebo neprotahovat. Přesvědčivé experimentální důkazy nicméně tyto názory nepodporují. Kromě toho existují důkazy, že akutní svalové protažení může být pro výkon škodlivé, pokud jde o výkon spojený s maximální silou nebo točivým momentem. Těmito tématy se zabývali především Nelson s Kokkonenem (2001, 1998), dále také Young s Behmem (2002), Macdaugal (2000), Avela a kolektiv (1999) a Cornwell s Nelsonem (2001). Bylo prokázáno, že protahování vyvolá silový deficit v soustředěné svalové akci. Kokkonen a další (1998) zjistili, že maximální výkon jak kolenní flexe, tak extenze při jednom maximálním opakování zvýší pokles výkonnosti (o 7,3 a 8,1%), když je tento výkon proveden 10 minut po statickém protažení kvadricepsu a hamstringových svalových skupin. Nelson a Kokkonen (2001) uvádí podobné výsledky, když byl balistický strečink nahrazen statickým. Kromě toho také poukazují na ztrátu v izokinetickém točivém momentu při pomalejší rychlosti pohybem, a to, jak Avela (1999) a Fowles (2000) zjistili, snížení (23,2 a 28%) v maximální isometrické plantární flexi točivého momentu v kotníku poté, co byly plantární flexory pasivně protažené. Nelson (2001) uvádí, že ztráta v izometrickém točivém momentu byla v konkrétním úhlu kloubu. Na závěr bylo prokázáno, že protahování sníží výšku vertikálního skoku. Cornwell (2001) zjistil, že protahování před závodem vyvolá významný pokles výšky skoku jak pro skok z místa (4,4%), tak pro skok proti pohybu (4,3%). Young a Behm (2002) také porovnávali různé rozcvičovací protokoly a zjistili, že statický strečink má negativní vliv na výkon ve vertikálním skoku. S ohledem na škodlivé účinky pasivního protahování na svalové skupiny, které jsou závislé na rychlosti vzniku síly a maximální generace síly, by se dalo předpokládat, že protahování před výkonem by mělo negativní vliv na výkon u výbušných sportů. To, co se zjistí v laboratoři, však není vždy přímo přenášeno do sportovního výkonu. Vzhledem k tomu, že se protažení před výkonem všeobecně praktikuje, snaží se Nelson (2005) určit, zda bude negativní vliv

protažení zřejmý ve sportovním výkonu. Vzhledem k výbušné povaze sprinterského startu, by statický strečink mohl negativně ovlivnit sprinterský výkon. Navíc, protože každý krok v průběhu sprintu vyžaduje výbušný vzlet, jakýkoli negativní vliv na startu by mohl být přenášen do celého závodu. Proto hlavním cílem jejich studie bylo zjistit, zda by protažení před závodem zpomalovalo start z bloků a tím vedlo ke špatnému výkonu. Protože většina studií je zaměřena na protažení obou nohou, bylo sekundárním cílem studie Nelsona (2005) zjistit, zda protažení buď pravé, nebo levé nohy bude mít podobné výsledky jako protažení obou nohou. Každá protahovací cvičení byla provedena 4× a každé trvalo 30 sekund. Testy protažení obou nohou, protažení přední nohy a protažení zadní nohy, vyvolají významné zvýšení času (0,04 sekund) na 20metrových úsecích. Tudíž protahování před výkonem může mít negativní vliv na výkon v krátkodobém cvičení.

Strečinková cvičení jsou obvykle součástí rozcvičení před pohybovou aktivitou. Jak uvádí Bacuron (2009), předpokládá se, že jejich zapojení zvýší následný výkon, sníží riziko zranění a zmírní příznaky bolesti svalů. Church (2001), Funk (2003) a Woolstenhumle (2006) rozdělují několik protahovacích technik, a to statické, dynamické, balistické a proprioceptivní nervosvalovou facilitaci. Nejpoužívanější technikou v rozcvičování je statický strečink. Používá se, protože se jeví jako jednodušší a bezpečnější než ostatní. Nicméně studie autorů jako například Cramer (2005), Fletcher (2004), Nelson (2001, 2005), Wallmann (2005) a Yamaguchi (2006) ukázaly, že akutní statické protažení může snížit sílu a energii s negativním vlivem na výkonnost svalů během skoků, sprintu a silové vytrvalosti. Proto mnoho autorů nedoporučuje statické protahování těsně před činností vyžadující vysokou úroveň síly a energie. Na druhé straně několik studií říká, že balistický strečink nevypadá, že má vliv na produkci síly. Unick (2005) nezjistil žádné omezení v kapacitě skoků po hmitavých cvičeních zaměřených na hamstringy a čtyřhlavý sval stehenní. Stejně tak ani Bradley (2007) nenašel snížení v kapacitě vertikálního skoku. Nicméně Nelson (2001) vykázal pokles v kolenní extenzi a flexi vrcholu točivého momentu po balistickém strečinku zaměřeném na hamstring a čtyřhlavý sval stehenní. Z tohoto důvodu se zdá, že tento typ strečinku nemá na produkci síly vliv. Cílem Bacuronovi (2009) studie bylo porovnat akutní účinky balistického a statického strečinku na maximální sílu dolních končetin. Ve svých výsledcích autor uvádí zlepšení protahovacích podmínek po balistickém i statickém strečinku. Nicméně statické podmínky vykazovaly výrazně větší zlepšení v rozsahu pohybu, než podmínky balistické. Navíc měření fleximetrem odhalilo větší změnu v rozsahu pohybu kyčelního kloubu a také zlepšení testu flexibility v anglickém originále nazývaném sit-and-

reach test. Síla nohou při jednom maximálním opakování se výrazně snížila po statickém stavu ve srovnání s kontrolními a balistickými podmínkami. Procentuální pokles síly nohou jedním maximálním opakováním po balistickém a statickém protokolu byl 2,2 a 13,4 procent.

Otázkou Andersenova (2005) výzkumu je, zda má mezi aktivními jedinci strečink před a po tréninku vliv na bolest svalů a riziko úrazu. Autor ve své práci na základě Bischoffa (1999) a Irwina (1998) uvádí, že protahování před nebo po fyzické aktivitě můžeme provádět denně pro snížení bolesti a zlepšení výkonu. Cheung (2003) také uvádí, že strečink před nebo po cvičení jako zabránění nebo zmírnění svalové bolesti, pokud je efektivní, může mít pozitivní vliv na následnou fyzickou aktivitu. To znamená, že pokud strečink snižuje bolestivost, pak budoucí výkon může být neovlivněn. Strečink před cvičením se obvykle sestával z 2 až 10 opakování s výdrží 20 až 120 sekund. Naproti tomu strečink prováděný po cvičení využíval 4 až 10 opakování s výdrží 30 až 120 sekund. Byl zde pozorován průměrný pokles o 2 procenta v bolesti během prvních 72 hodin. Výsledky studií Sacketta (2000) ukazují, že pro zabránění zranění je třeba se protahovat po dobu až 12 týdnů. Snížení rizika zranění je poté pravděpodobně menší než 5 procent. Shrier (1999) mezi argumenty proti strečinku před cvičením pro prevenci úrazů řadí poddajnost ve svalech, jako je změna délky svalu při svalové síle. Dále je délka sarkomeru v aktivním svalu heterogenní, což je při svalové aktivitě důležité, protože když je sarkomer natažená do té míry, že aktinová a myozinová vlákna se nepřekrývají, síla je absorbována a přenášena na cytoskelet svalových vláken, což vede k jejich poškození. Svalová poddajnost může být nepodstatná ke zranění, zatímco ztráty schopností absorbovat přetížené sarkomeru má větší význam. Dalším problémem je to, že soulad svalové tkáně v klidu a během pohybu spolu nesouvisí. Je proto složité definovat správné techniky protahování vedoucí ke snížení rizika zranění. Protahování nezlepšuje shodu tkání, protahovací cvičení spíše zvýší protahovací toleranci, tedy sníží bolest během protahování. Podle Andersena (2005) výsledky nepodporují protažení před nebo po cvičení jako intervenční řešení svalové bolesti po cvičení a dále nepodporují protažení před cvičením pro snížení rizika zranění.

Jak uvádí Knudson (2006), protažení je důležitá terapeutická a tréninková metoda pro zvýšení rozsahu pohybu kloubů. Knudsonem (2000), Harveyem (2002), Shrierem (2004) a Decosterem (2005) byly provedeny výzkumy o účincích různých protahovacích programů, které dokumentovaly klinickou účinnost technik při úpravě flexibility. Zlepšení v měkkých tkáních a technologické měření síly teprve nedávno dovolily biomechanickým studiím

dokumentovat mechanismy působení protahování na svalovou šlachovou jednotku a svalovou výkonnost. Ve svém výzkumu se Knudson (2006) zabýval biomechanickými účinky protahování na svalovou šlachovou jednotku a vlivy protahovacích cvičení na kosterní svalstvo. Akutní účinek vycházející z protahování je výrazné zvýšení v rozsahu pohybu, především z důvodu zvýšené protahovací tolerance, a výrazné snížení ve většině forem svalového výkonu. Protahování také vytváří významné akutní snížení pasivního napětí (napětí – relaxace) ve svalu, ale neukazuje se vliv na jeho pružnost či tuhost. Protahovací trénink výrazně zvyšuje rozsah pohybu, ale také vede ke zvýšení pasivního napětí a tuhosti svalstva. Jak ve svém výzkumu uvádí Magnusson (2006), statický strečink je obecně považován za nedílnou součást zahřátí ve sportu a rozcvičovacích rutin před cvičením. Magnusson (2006) a Witvrouw (2004) uvádí, že tento typ protahování je často používán v přesvědčení, že pomáhá sportovnímu výkonu, snižuje riziko zranění a bolest svalů v důsledku namáhavé činnosti. Ačkoli nedávné výzkumy oponují některým z těchto přesvědčení, pokud jde o výhody statického protahování, ukázaly konkrétní studie, že statické protahování vyvolá výrazný nedostatek akutní svalové síly, jak ve svém výzkumu uvádí Marek (2005) a Yamaguchi (2006), dále podle Evetoviche (2003) a Mareka (2005) točivého momentu, síly podle Powera (2004) a Younga (2002) a podle Magnussona (2006) také maximální síly, a to zejména při činnostech jako je skok podle Bradleyho (2007), Faigenbauma (2005) a Younga (2001), podle Fletchera (2004) a Nelsona (2005) ve sprintu a hbitosti dle McMilliana (2006). Dawson (2004) a Spencer (2004) uvádí, že by také hráči ragby, pozemního hokeje či fotbalu měli zařazovat více sprintů v maximální rychlosti, proložené krátkými, obvykle aktivními intervaly odpočinku mezi úsilím. Podle Dawsona (2004), Keogha (2003) a Yamaguchiho (2006) vyžaduje týmový sportovní výkon také mnoho změn směru. Ačkoli výzkumy efektu vlivu statického protahování na výkonnost ukázaly výkonnost zhoršenou v porovnání s protahováním dynamickým, jak uvádí McMillian (2006), Little (2006) uvádí, že nebyl pozorován žádný vliv statického protahování, když je zařazeno do rozcvičení. Mimoto žádná studie nezkoumala účinek vedeného statického protahování během aktivity. Omezení ve výzkumech zahrnuje využití protokolů, které nereprezentují typické rozcvičovací metody používané atlety ve výkonu. Například celková doba protažení realizovaná v předchozích studiích se podle Kokkonena (1998) pohybovala v rozmezí od 90 sekund a podle Fowlese (2000) do 30 minut na svalovou skupinu. V praxi znamená podle ACSM (2006) čas protažení 10 – 20 sekund pro svalovou skupinu s dvěma až třemi opakováními. Bishop (2003) použil statické protahování s dalšími zahřívacími prvky, které jsou obvykle provedeny jako aerobní aktivita či dynamické složky. Cílem Beckettovi (2009) studie bylo zjistit vliv statického

protažení během odpočinku mezi opakovanými sprinty a také opakované změny rychlosti směru. Výsledky této studie ukazují, že 4minutové intenzivní statické protahování dolních končetin během intervalu odpočinku snižuje výkon, ale má menší vliv na změnu směru. Jak uvádí Young (2007) ve své studii, je statické protažení široce využíváno pro rozcvičení před tréninkem i soutěží. Mnoho výzkumů však ukázalo, že statický strečink může zhoršit výkon svalů. Podle Shellocka (1985) je rozcvičení před sportovním výkonem všeobecně přijímáno a praktikováno s úmyslem zlepšit výkon a snížit riziko zranění. SMA(2016) uvádí, že rozcvičovací rutina často zahrnuje všeobecné komponenty vykonávané submaximální intenzitou, jako je běh, série statického protažení a specifické složky zahrnující cvičení pohybů, které mají být provedeny. Statické protahování je činnost, ve které je tělo schopno se protáhnout do konce rozsahu pohybu v kloubu a tuto pozici určitý čas udržet, obvykle 10-30 sekund. V typickém rozcvičení před intenzivní aktivitou, jako je protažení, může být opakováno po krátkém intervalu odpočinku, aby celková doba protažení pro svalovou skupinu byla půl až dvě minuty. Statické protahování bylo populární součástí rozcvičení a bylo doporučováno pro snížení svalového napětí, zvýšení rozsahu pohybu a krátkodobé flexibility a snížení rizika svalového a šlachového zranění. V posledních letech bylo provedeno množství výzkumů zabývajících se účinností statického protažení v rozcvičení ve vztahu k výkonu. Cornwell (2001) a Church (2001) navrhuji odstranění této metody z tradičního rozcvičení. Mnoho výzkumů dokazuje, že akutní statický strečink může zhoršit svalovou či vytrvalostní sílu, jak uvádí například Evetovich (2003) nebo Nelson (2005), dále, jak uvádí Church (2001) a Marek (2005), energii a podle Nelsona (2005) a Siatrase (2003) také složky sportovního výkonu. Mechanismus kontrolující tento efekt je podle Behma (2001) snížení nervové aktivace, podle Evetoviche (2003) snížená svalová šlachová ztuhlost nebo dle Cornwella (2002) kombinace nervového a svalového vlivu. Jak uvádí Young (2007), mělo by být zváženo odstranění statického protažení z rozcvičení.

Zvyšující se sportovní výkon je podle Worrella (1994) společným cílem sportovců, trenérů i lékařů. Mnoho úsilí je soustředěno na zvyšující se sprinterský výkon a svalovou sílu. Sprinter vyvine maximální nároky na svalové a šlachové struktury dolních končetin. Jak uvádí Mann (1981), zejména svaly hamstringů se stávají více aktivní než jiné svaly dolních končetin během sprintu. Kromě toho Mann (1980) uvádí, že sprinteři, kteří jsou rychlejší, vytváří v průběhu kontaktu se zemí na zadní straně stehna točivý moment hamstringu. Navíc uvádí, že rychlejší sprinteři mají více zranění hamstringů než běžci pomalejší. Worrell (1991) uvádí vztah mezi flexibilitou hamstringu a zranění a Sullivan (1992) nejefektivnější hamstringové

protahovací metody a dále, že není významný rozdíl mezi statickým a PNF protahováním hamstringů. Ve studiích Holta (1970), Mooreho (1980), Osterniga (1987, 1990), Prenticeho (1983) a Sadyho (1982) je uváděna převaha PNF protahování v kombinaci se statickým protahováním. Během excentrické kontrakce mechanická práce absorbuje elastické složky svalu jako potenciální energii, která je podle Cavagna (1970, 1968) využita během okamžité koncentrické kontrakce. Tento stav excentrické kontrakce následuje kontrakcí koncentrickou vznikající během chůze a běhu a mezi faktory určující množství energie absorbované svalem jsou rychlost excentrické kontrakce a délka svalu. Tím, že délka svalu se může zvětšovat, mnoho sil bude absorbováno během excentrické kontrakce a více sil bude vytvářeno během kontrakce koncentrické. Teoreticky by pacientům s nadměrným zraněním dolních končetin z přetížení prospělo protahování svalů, protože větší síla bude absorbována a zmírní přetížení na oslabených a zanícených tkáních. Mimo to svalový výkon zvyšuje potenciální energii dostupnou pro koncentrickou kontrakci. Mann (1981) a Wood (1984) uvádí, že během sprintu předchází koncentrická kontrakce hamstringu kontrakci excentrické. Výsledky studie Worrella (1994) uvádí, že nedošlo k významnému zvýšení ve flexibilitě hamstringu, ačkoli ke zvýšení došlo u statického protahování a PNF a k významnému zvýšení došlo v maximálním excentrickém točivém momentu.

Holt (1996) popisuje flexibilitu jako vnitřní vlastnosti tělesných tkání, které určují rozsah pohybu dosažitelného bez zranění v kloubu či skupině kloubů. Pasivní flexibilita je podle Gleima (1997) lineární nebo úhlové měření aktuálního omezení pohybu v kloubu či kloubech, přičemž dynamická flexibilita se vztahuje ke zvýšení odporu svalového protažení pro daný rozsah pohybu a protažením podle Harveye (2002) usnadnit zvýšení pružnosti. Jak uvádí Thacker (2004), normální neomezený rozsah pohybu může pomoci biomechanické výkonnosti, prevenci zranění a vrcholu funkce v dlouhodobé přípravě, ale mechanismy pro tuto adaptaci zůstávají nejisté. Protahování působí krátký nebo přechodný efekt, který podle Gleima (1997) může narůstat s opakováním modifikovaného základního rozsahu pohybu, nebo podle Handela (1997) zlepšit celkovou svalovou sílu vytvářené kapacity. Podle Littla (2006) mohou být protahovací metody statické či dynamické různými funkčními výsledky. Jak autor uvádí, statické protahování zahrnuje držení svalového napětí na konci pasivního rozsahu, zatímco dynamické protahování zahrnuje některé formy proprioceptivní nervosvalové facilitace a balistické protažení, kde svaly aktivně prochází celým svým rozsahem. Podle Shriera (2004) naznačuje stávající literatura přizpůsobení výkonu nebo zvýšený rozsah pohybu, ačkoli se statické protahování jeví jako nejbezpečnější. Shrier (2000)

uvádí, že s ohledem na tuto skutečnost zařazení aktivního rozcvičení před protažením má za následek zlepšení v rozsahu pohybu. Radford (2006) protahováním dolních končetin prokázal intenzivní zvýšení rozsahu pohybu, ačkoli je nejasné, zda je tato změna klinicky důležitá. Shrier (2004) uvádí, že akcelerace je zásadní dovedností v mnoha sportech. Fletcher (2004) porovnáním aktivního a statického protažení v rozcvičení zjistil, že statický strečink v rámci rozcvičení výrazně snížil výkon v krátkém sprintu, zatímco dynamická cvičení vedla k opačnému výsledku. Nelson (2005) dospěl k závěru, že protahování před výkonem může mít negativní vliv na silová krátkodobá cvičení. Při porovnání vlivu metod rozcvičení Little (2006) zjistil, že statické protažení není škodlivé pro vysokorychlostní výkon, ale dynamické protažení je vhodnější. Stewart (2007) dospěl k závěru, že rozcvičení zvyšuje sprinterský výkon, zatímco protažení žádný vliv nemá. Podle Kokkonena (1998), Powera (2004) a Younga (2001) je dokázáno, že statické protahování může negativně ovlivnit svalovou sílu a podle Behma (2004) také reakční dobu. Jak uvádí Favero (2009), předešlé účinky protažení, snižující svalovou sílu a rychlost, naznačují, že protahování může mít škodlivý vliv také na další silové aktivity, a dále udává, že jedním z faktorů, které by mohly mít vliv na protahování ve sprintu, je jedincův rozsah pohybu.

Podle Pollocka (1998) je flexibilita podporovaná jako důležitá složka tělesné zdatnosti. Shellock (1985) a Smith (1994) odhadují, že zvýšení flexibility podporuje zlepšení výkonu a snížení výskytu zranění. Následně podle Holcomba (2000) protahovací cvičení zlepšují flexibilitu, a sice pravidelným zařazováním do tréninkového programu a předsoutěžních rozcvičovacích aktivit mnoha atletů. Nicméně dle Herberta (2002) a Weldona (2003) se stává otázkou mnoha výzkumů rozšířený souhlas a zařazení protahovacích cvičení jako hlavních komponent předsoutěžních aktivit přinášejících údajné benefity pro výkon a prevenci zranění. Winchester (2008) navíc uvádí, že nedávné výzkumy prokázaly nepříznivý vliv krátkodobého statického protahování na různé odlišné maximální výkony. Například podle Avely (1999), Fowlese (2000) a Nelsona (2001) protažení před výkonem ukazuje na efekt inhibitoru na maximální sílu nebo točivý moment, dále podle Younga (2002) na vertikální skok a dle Nelsona (2005) na běžeckou rychlost. Burkett (2005) uvádí, že použití dynamického rozcvičovacího protokolu se v literatuře věnuje pozornost jako účinnému prostředku zlepšujícímu atletický výkon a poskytujícímu bezpečné rozcvičovací postupy. Young (2002) našel zvýšení ve skoku do výšky na místě a rychlosti rozvoje síly, a to při použití dynamických rozcvičovacích protokolů, než při tradičním obecném rozcvičení. Navíc tento výzkum ukazuje významné zvýšení výkonu v poklesu skoku do výšky, skoku do výšky na

místě, době dotyku, rychlosti rozvoje síly, maximální síle, která je využita v dynamickém rozcvičovacím protokolu a porovnána se statickým protahováním. Podobné výsledky uvádí také Fletcher (2004) se zvýšením sprinterské výkonnosti, Stewart (2003) se zlepšením produkce síly a Trimble (1988) se zesílením H reflexu. Burkett (2005) uvádí, že další výzkumy potvrzují výše uvedené poznatky. Vzhledem ke škodlivému efektu pasivního svalového protažení v laboratorních podmínkách na dovednost opírající se o rychlost silové produkce a maximální sílu, může předpokládat, že výkon protažení může mít negativní vliv na výbušnost, například ve sprintu. Avšak jak uvádí Winchester (2008), co bylo objeveno v laboratoři, není vždy přesně přeneseno do sportovního výkonu. Little (2006) uvádí zlepšení v sprinterském výkonu při použití jak statického tak dynamického protahování na 20 metrů při letném startu, ale u skupiny s dynamickým protahováním se zlepšuje pouze 10metrový sprint ze standardního startu. Jelikož protahování je stále široce prováděno mnoha sportovními trenéry, je otázkou, zda negativní vliv zaznamenaný v dřívějších výzkumech se projeví v aktuálním atletickém výkonu, jak uvádí Winchester (2008). Určený explozivním charakterem sprinterského startu, sprinterský výkon může být negativně ovlivněn statickým protahováním. Navíc každý krok během sprintu vyžaduje výbušnost, negativní vliv na startu může být přenesen do celé trati. Proto se může zdát, že při studování literatury, která využívá dynamických rozcvičovacích protokolů, mohou tyto výše uvedené výkony představovat více účinné metody přípravy na atletický výkon než tradiční statické protahování, ačkoli některé výzkumy upevňují tento vztah. Cílem Winchesterovi (2008) studie bylo zjistit, zda zařazení pedsoutěžního protažení může mít negativní vliv na sprinterský výkon, když mu předchází dynamické rozcvičení. Výsledky této studie ukazují, že výkon statického protažení následovaného dynamickým bude sprinterský výkon snižovat.

Howell (2004) a Stolen (2005) uvádí, že statické protahování má několik benefitů, zahrnujících prevenci zranění a zlepšení atletické výkonnosti. Sayers (2008) však uvádí, že mnoho studií se také zabývá otázkou škodlivých vlivů statického protahování na atleta a výkon svalů. Mezi autory zabývající se vlivem statického protahování na různé aspekty výkonu, jako jsou maximální či explozivní síla, se řadí Behm (2001), Bradley (2007), Cramer (2004, 2005), Fowles (2000), Herbert (2002), Unick (2005), Wallmann (2005), Yamaguchi (2006) či Young (2001, 2002). Avšak vztah mezi statickým protažením před aktivitou a sprinterským výkonem je úzce prozkoumán. Jak uvádí Nelson (2005), statickému protažení byl prokázán negativní vliv na výkon v běhu na 20 metrů. Dále uvádí, že sprinterský výkon je zhoršen po statickém protažení a protažení svalů pouze jedné nohy má stejný negativní vliv

jako protažení obou nohou. Autoři podle Nelsona (2005) také odhadují, že snížení ztuhlosti svalové a šlachové jednotky přispívá ke snížení výkonnosti. Stejný vztah mezi statickým protažením a sprinterským výkonem pozoroval ve své studii Fletcher (2004). Zatímco také autoři stanovují, že škoda ve výkonu může snižovat ztuhlost svalové a šlachové jednotky, podle Sayerse (2008) dále uvádí, že statické protahování mění strukturu šlach, zvyšuje pružnost šlach a také snižuje sílu výkonu a pozdější svalovou aktivaci. Sayers (2008) dále uvádí, že statické protahování nemá vliv na sprinterský výkon, avšak ve své studii o akceleraci a maximální rychlosti naměřil změnu dvěma samostatnými komponenty. Little (2005) uvádí, že akcelerační fáze sprintu může být měřena na vzdálenosti 10 metrů ze startovní pozice a maximální rychlost může být zjišťována na vzdálenost 20 metrů z letmého startu. Proto může být 30metrový sprint rozdělen do dvou částí, akcelerační na prvních deseti metrech a část maximální rychlosti na dalších dvaceti. Stolen (2005) uvádí, že možný účinek statického protahování na sprinterský výkon je důležitý pro hráče fotbalu, protože sprinterský běh zahrnuje poměrně rozsáhlou část hráčovy aktivity během hry, kde se snaha o sprint objevuje přibližně každých 90 sekund, čímž je pokryto přibližně 11 % celkové vzdálenosti. Sayers (2008) ve svém výzkumu uvádí, že výsledky statického protahování před 30metrovým sprintem se v celkovém sprinterském čase zvýšily, když byly porovnány s časem bez protažení, stejně jako pouze čas akcelerační fáze.

Terapeuté využívají cvičení navržená s cílem pro zvýšení flexibility svalové a šlachové struktury pro snížení výskytu zranění a podle Garretta (1984) a Worrella (1991,1994) také zvýšení svalové výkonnosti. Zranění hamstringů jsou jedním z nejčastějších svalových a šlachových zranění dolních končetin. Agre (1985) a Garrett (1984) uvádí, že nastanou převážně během vysokorychlostních a vysokointenzivních cvičení s vysokou rychlostí opakování. Uváděné faktory, které přispívají ke zranění hamstringů, zahrnují nedostatek svalové pružnosti, jak uvádí Arge (1985) a Worrell (1991), podle Worrella (1991) je to dále také nesprávné rozcvičení s únavou a Worrell (1992) také přidává nepřiměřený čtyřhlavý sval stehenní k síle hamstringu a Arge (1985) navíc slabou tělesnou mechaniku při běhu. Worrell (1992) stanovil, že nedostatek flexibility hamstringu bylo nejčastější zranění hamstringů v atletice. Statické protažení je podle Smitha (1994) jednou z nejbezpečnějších a nejčastěji používaných protahovacích metod využívaných pro zvýšení svalové délky. Tento typ protažení je Liebesmanem (1994) aplikován pomalu a postupně při poměrně neměnné síle k vyvolání napínacího reflexu. Zvyšující se svalová délka tak souvisí s viskoelastickým chováním, které bylo předvedeno v laboratorních i reálných podmínkách podle Magnussona

(1996) a Taylora (1990). Toto chování je podle Norkina (1992) úměrné velikosti aplikovaného zatížení a zvýšení teploty ve tkáních. Bandy (1994) a Smith (1994) podporují tvrzení, že statické protažení po dobu 30 sekund s třemi opakováními pro každou jednotku je dostatečné pro zvýšení svalové délky. Mnoho studií, například Bandy (1994), Hubley (1984), Sullivan (1992), Taylor (1995), Wiktorsson-Moller (1983) či Worrell (1994), využilo vlastní podmínky pro stanovení síly protahování. Tyto podmínky, jako je pocit protažení, jemné protažení nebo protažení bez bolesti, jsou také často využívány v klinické nebo dřívější sportovní aktivitě. Jak uvádí Volkert (2003), pouze některé studie použily vyčíslenou protahovací sílu, a to v kilogramech. Klinicky není délka hamstringu přesně měřena, ale je nepřímo měřen, jak uvádí Gajdosiken (1983, 1993), rozsah pohybu kyčle během předkopávání nebo aktivní kolenní extenze rozsahu pohybu s 90° flexi v kyčli. Gajdosik (1983) obhajuje aktivní kolenní extenzi, protože je více selektivní pro měření délky hamstringu než pasivní předkopávání. Rozcvičení a protažení jsou Garrettem (1984), Hanricsonem (1984) a Worrellem (1994) obhajovány pro klinické zvýšení délky svalu, Hubleyem (1984) pro zlepšení výkonu a Smithem (1994), Wesslingem (1987) a Worrellem (1991) pro snížení svalových zranění. Rozcvičení může být povrchní a hloubkové nebo podle Taylora (1995) opakování cvičení nízkou intenzitou, jako je běh či jízda na kole, jak uvádí Hubley (1984), Wessling (1987) a Williford (1986), i chůze do schodů. Využití rozcvičovacích aktivit s protažením, zvyšující svalovou délku, je založeno především na laboratorních studiích. Tyto studie provedené Lehmannem (1970) a Warrenem (1971) uvádí, že zvýšení teploty ve tkáních v souvislosti se silou protažení může zvýšit a prodloužit pojivové tkáně a svalovou a šlachovou pružnost. Jak popisují Gillete (1991) a Stewart (1998), rozcvičovací cvičení zvyšují jak svalovou, tak tělesnou teplotu. Stewart (1998) potvrdil, že teplota pokožky se rychle zvyšuje během pěti až deseti minut po rozcvičení. Je však nedostatečná evidence, že samotné rozcvičení či rozcvičení následované protahováním významně zvýší flexibilitu, jak uvádí autoři Gillete (1991), Stewart (1998), Wiktorsson-Moller (1983) či Williford (1986). Gillete (1991) uvádí, že 20 minut běhu či běhu v kombinaci s pasivním protažením nemá významný vliv na rozsah pohybu kolene v porovnání se samotným pasivním protažením. Williford (1986) porovnal vliv pětiminutového běhu před protažením se samotným protažením a také neprokázal významný rozdíl. Zatímco mnoho studií o protahování, například Bandyho (1994), Sullivana (1992), Taylora (1995), Wesslinga (1987), Wiktorsson-Mollera (1983) či Williforda (1986), se soustředí na okamžitý vliv na svalovou a šlachovou jednotku, trvající vliv protahování je klinicky důležitý, protože tento trvající vliv se může týkat optimalizace funkcí, prevence

zranění a zlepšení svalového výkonu. Pouze Henricson (1984), Hubley (1984) a Moller (1985) hodnotí trvalý vliv rozsahu pohybu získaného po protahování. Hubley (1984) uvádí, že zvýšení pohybu v kyčelním kloubu po statickém protahování nebo jízdě na rotopedu vydrží 15 minut po těchto aktivitách. Henricson (1984) říká, že největší zvýšení v kyčelní flexi a abdukci rozsahu pohybu nastává okamžitě po zahřátí s pasivním protažením, a tak zvýší rozsah pohybu trvalý 30 minut po této aktivitě. Výsledky Volkerta (2003) ukazují významné zvýšení délky hamstringů po intervenčním měření mezi testy před i po statickém protažení i v kombinaci s rozcvičením.

Účelem pedsoutěžního rozcvičení je příprava sportovce na následný výkon a dobře navržené rozcvičení může podle Swansona (2006) pomoci sportovci v mentální přípravě před výkonem a optimalizovat výkon při fyziologických změnách. Nízká a střední intenzita aerobní aktivity je Bishopem (2003) označována za důležitý prvek rozcvičení, protože zvyšuje svalovou teplotu, která je přímo odpovědná za řadu mechanismů důležitých pro krátkodobou výkonnost, stejně jako za rozsah pohybu a změny vztahu síly a rychlosti. Fowlesem (2000) a Powerem (2004) je dokázáno, že statické protahování může snižovat výkon v silových aktivitách a negativně ovlivnit maximální izometrickou sílu, Kokkonenem (1998) také snížení opakování maximální síly a výbušnosti, Youngem (2004) a Behmem (2006) také výkon v krátkém sprintu. Behm (2004) uvádí, že přílišná snaha v protažení naruší rovnováhu, reakční čas i čas pohybu. Cornwell (2001) a Church (2001) doporučují statické protahování z rozcvičení vyřadit. Výsledky přinášející Fletcherova (2004) a McMillianova (2006) studie naznačují, že dynamické rozcvičení má příznivější vliv na silové výkony než rozcvičení statické. Taylor (2009) uvádí, že důležitou součástí rozcvičení jsou specifické rozcvičovací aktivity a ve svém výzkumu také uvádí, že pokud má být do rozcvičení zahrnuto statické protažení, je doporučeno zařadit specifické vysokointenzivní aktivity před výkon. Sportovci před svým výkonem, jak uvádí Shellock (1985), Alter (1996) či Smith (1994) zapojují statické protahování, protože věří, že zvýší jejich výkon a sníží možnost zranění. Podle Avely (1999), Cornwella (2001), Kokkonena (1998) či Nelsona (2001) může však statické protažení bránit výkonu vyžadujícímu maximální sílu. Výsledky Kistlerovy (2009) studie uvádí, že využití statického protahování těsně před výkonem sportovce činí pomalejším. Výsledky byly také významně odlišné i v testu bez protahování.

6.2 Vliv dynamického protažení

Jak popisuje Young (2009), v minulosti se typické rozcvičení skládalo z pětiminutového běhu, jízdy na kole nebo jiné aktivity zvyšující tělesnou teplotu. Toto zahřátí bylo obvykle následováno dvacetiminutovým statickým protahováním k uvolnění těla. Tento typ rozcvičení má však několik omezení. Prvním je čas využívaný pro vlastní rozcvičení, který je často nedostatečný. Je to pravda převážně ve srovnání s dobou strávenou typickým statickým protahováním. To vytváří problém v rozcvičení tím, že se snižuje tělesná teplota. Protože během statického protahování je tělo relativně neaktivní, lépe se vrací zpět k tělesné teplotě před rozcvičením. Tradiční statické protahování vede také k dalším problémům. Výzkumy ukazují, že statické protahování může zvýšit sílu, rychlost a výkon u rekreačních i elitních atletů. Dále statické protahování souvisí se zvýšením pravděpodobnosti zranění. Statické protažení tedy může vyvolat zranění, pokud je nesprávně zařazeno. Dalším problémem, který Young (2009) uvádí, je spojený s tradičním rozcvičovacím protokolem. Podle autora jsou příliš obecné a nepřipraví atleta fyzicky nebo psychicky na specifické požadavky nadcházejícího úsilí v tréninku a soutěži.

Cílem pro účinné dynamické rozcvičení je podle Younga (2009) příprava atletů pro tréninkovou jednotku nebo soutěžní událost. S ohledem na nedostatky tradičního rozcvičovacího protokolu nabízí dynamické rozcvičení několik výhod, které se tímto omezením zabývají. Dynamické rozcvičení je příprava před tréninkem, zahrnující různé tréninkové metody a pohyby specifické, spojené a vhodně organizované pro zlepšení atletovy výkonnosti v daném úkolu a zároveň snižuje pravděpodobnost zranění.

Dynamické rozcvičení přináší více benefitů než tradiční rozcvičovací protokol. Zajišťuje, že sportovec začíná tréninkové nebo soutěžní úsilí fyzickou přípravou pro následující jednotku. Protože dynamické rozcvičení podle Younga (2009) zahrnuje neustálý pohyb a záměrný výběr metod a pohybů, je si atlet jist zvyšující se tělesnou teplotou. Zvýšená tělesná teplota je spojena se zvyšujícími se nervovými vzruchy, zvýšenou silou, rychlostí a flexibilitou a poklesem pravděpodobnosti zranění. Dále dynamické rozcvičovací pohyby z hlavních specifických pohybů zajišťují, že je atlet připraven na specifické požadavky tréninkové jednotky nebo závodního úsilí. Naproti tomu tradiční rozcvičovací protokoly mají tendenci být velmi obecné a síla atleta okamžitě přechází k intenzivnější části cvičení nebo soutěže. To

může být problém především, když pohyby v tréninku či soutěži jsou komplexní pohyby vyžadující vysokou úroveň dovedností nebo vysokou intenzitu.

Faccioni (2001) uvádí, že zatímco rozcvičení k účasti na pohybové aktivitě je přijímáno jako zásadní pro minimalizaci zranění a zlepšení výkonnosti, tak metody, kterými se tohoto cíle snaží dosáhnout, jsou méně než ideální. Rozcvičovací metody jsou využívány v mnoha dynamických sportech a obvykle zahrnují počáteční běh s následujícím 10-15 minutovým statickým protahováním. Poté, jak popisuje Faccioni (2001), následuje několik cvičení a sportovci začnou s hlavní částí své pohybové aktivity. Zatímco základem těchto metod se může jevit využití běžných tréninkových principů, bližší analýza ukázala významné omezení těchto metod v přípravě atleta na dynamickou sportovní aktivitu. Pro DeVriese (1980) je hlavním fyziologickým důvodem rozcvičení zvýšení teploty tělesného jádra alespoň o 1-2°C. Karvonen (1978) uvádí zvýšení srdeční frekvence a průtoku krve do tkání, která podle DeVriese (1980) zlepši efektivitu spotřeby kyslíku a jeho dopravu, a jak uvádí Karvonen (1978), také odstraňování oxidu uhličitého a odstraňování a odbourávání anaerobních vedlejších produktů, laktátu. Hill (1927) uvádí zvýšení aktivace centrálního nervového systému, zvýšení koordinace, přesnosti a reakční doby. Bergh (1980) a DeVries (1980) dále uvádí zvýšení rychlosti, síly svalové kontrakce a kontrakce mechanické účinnosti a podle Lehmann (1970) a Sapegy (1981) zvýšení pružnosti pojivové tkáně, což má za následek menší výskyt svalových a šlachových zranění. Tyto reakce vedou dle Bergha (1979) ke zvýšení schopnosti fyzické práce, což je, jak uvádí Bergh (1980) s Karvonenem (1978), nesmírně důležité pro sporty vyžadující krátkou dobu vysoce intenzivní práce, jako jsou sprint či skoky. Faccioni (2001) uvádí, že hlavní kritika typického rozcvičení vychází z toho, že neposkytuje dostatečnou přípravu sportovce na požadavky, které budou následovat. Strečink se obvykle provádí jako statické protahování, přičemž většina sportovců provádí cviky pomalu v sedu na zemi či stojí na místě. Tento způsob protahování je Beaulieuem (1981) a Sapegou (1981) prokázán jako výhodný pro zvýšení rozsahu pohybu končetin, stejně jako dále uvádí Shellock (1985) a Taylor (1990), je jeho cílem uvolnit svaly tak, aby byly méně odolné proti pasivnímu stresu při protažení. Tento typ protažení však nepřipraví svaly a pojivové tkáně na aktivní kontrakce – proces relaxace, který nastane při běhu, skoku nebo pohybech, jako jsou kopy, jak je požadováno v dynamickém finálním pohybu. Během doby protahování, obvykle 5-20 minut, je, jak uvádí Faccioni (2001), tělo velice efektivní při odstraňování nadměrné tělesné teploty, tudíž zvýšená tělesná teplota od počátečního běhu se statickým protahováním rychle ztratí. Tento stav je ještě více převládající v chladném počasí.

Podle Lehmana (1970) a Sapegy (1981) dochází k mnoha zraněním na začátku soutěže převážně v důsledku nedostatečné přípravy na aktivitu. Nedostatečné rozcvičení může vést podle Faccioniho (2001) k méně než optimální úrovni rychlosti a dovedností, které by mohly vést k rychlému zisku dobrých výsledků. Dynamické protažení je pro konkrétní přípravu svalstva na dynamické pohyby velice důležité a Kurz (1990) tento druh strečinku definoval jako opakované kontrakce agonistů s cílem vyvolat rychlé protažení antagonistů, takže jakýkoliv aktivní pohyb lze klasifikovat jako dynamické protažení. Taylor (1990) uvádí, že tato metoda velice konkrétně připravuje svalové tkáně pro aktivní svalovou kontrakci a relaxaci, avšak tato krátká doba protahování vede pouze k minimálnímu zlepšení flexibility.

Podle Allerheiligena (1994), Altera (1997), Shellocka (1985) a Yamaguchiho (2005) je hlavním cílem rozcvičení před sportovní aktivitou prevence sportovních zranění a zlepšení výkonnosti. Z tohoto důvodu musí většina trenérů a sportovců vybrat a provádět optimální rozcvičovací rutiny. Obecné rozcvičení se podle autorů spolu s Youngem (2002) skládá z aerobních cvičení nízké intenzity a protahovacích cvičení. Mnozí autoři věřili, že protahovací cvičení zvýší sportovní schopnosti tím, že zlepší svalový výkon. Yamaguchi (2005) a Young (2002) uvádí jako široce rozšířenou rozcvičovací metodu statické protahování. Nicméně studie autorů Avelly (1999), Behma (2001), Fowlese (2000), Knudsona (2005), Nelsona (2001), Powera (2004) a Weira (2005) ukazují, že statické protahování sníží svalovou výkonnost během isometrické svalové akce a podle Cramera (2004, 2005), Evetoviche (2003), Mareka (2005) a Nelsona (2001) také isokinetické nebo dle Kokkonena (1998) a Yamaguchiho (2006) isotonické svalové akce a explosivního výkonu. Proto autoři Cornwell (2001, 2002), McNeal (2003), Wallmann (2005) a Young (2001, 2002) navrhuji, aby statické protažení nebylo zahrnuto do rozcvičení. Yamaguchiho (2007) studie prokázala, že dynamické protahovací rutiny, jako je dynamické protahovací cvičení cílových svalových skupin a dynamické protahovací cvičení simulující skutečný pohybový vzor, výrazně zlepšily výkon.

Simonson (1936) uvádí, že vliv rozcvičení na výkon je zjišťován již od roku 1930. Bishop (2003, 2003) Faigenbaum (2006) a McMillian (2006) se shodují, že kompletní aktivní rozcvičení před tréninkem či soutěží představuje pozitivní vliv na atletický výkon. Fradkinem (2010) pozorované zlepšení výkonu porozcvičovací intervence udává změnu z méně než 1 % do přibližně 20 %. Safran (1989) uvádí klasický, typický rozcvičovací příklad všeobecně

zahrnující nízkou intenzitu aerobních cvičení následovaných řadou protahovacích postupů a ukončený specifickými složkami daného sportu. Tradičním a nejvyužívanějším typem protažení vykonávaného během rozcvičení se stalo protažení statické. Přesto podle Fletchera (2004), McMilliana (2006) a Yamaguchiho (2005) narůstají výsledky signalizující negativní vliv akutního statického protažení na výbušnost, dále podle Becketta (2009), Chaouachiho (2010), Fletchera (2007), Gelena (2010), Nelsona (2005), Sayerse (2008), Siatrase (2003) či Winchestera (2008) na sprinterský výkon, či dokonce v kombinaci s aerobním rozcvičením, jak popisují ve své práci Behm (2001,2007), Ce (2008), Fletcher (2007), Jagers (2008), Power (2004) a Vetter (2007). Dynamické protažení je Fletcherem (2004, 2007), Littlem (2006), Moranem (2009) a Pearcem (2009) doporučováno jako náhrada jiných forem protažení a tradičního statického protažení během rozcvičení. Dynamické protažení je Chaouachim (2008), Jaggersem (2008) a Yamaguchim (2005) definováno jako kontrolovaný pohyb přes aktivní rozsah pohybu v každém kloubu se statickými dynamickými protahovacími rutinami prováděnými ve stabilní poloze, zatímco jak uvádí Faigenbaum (2006), Gelen (2010) a Pearce (2009) aktivní dynamické rutiny jsou prováděny v pohybu. Jsou zde také výzkumy, které nasvědčují tomu, že dynamické protahování podle Yamaguchiho (2005) zlepšuje sílu, podle McMilliana (2006) pohyblivost, sprinterský výkon podle Fletchera (2004, 2007), Gelena (2010) a Littla (2006), skok do výšky podle Holta (2008) a Pearceho (2009), elektromyografickou aktivitu měřenou Herdem (2008) během isometrické maximální volní kontrakce a Fletcherem (2010) během výkonu ve vertikálním skoku. Dynamické protažení během rozcvičení podle Fletchera (2004) pozitivně ovlivňuje 20metrový sprinterský výkon v porovnání s před protahovací jednotkou. Podobných výsledků dosáhl také Little (2006) na trati 10 a 20 metrů sprinterského času po rozcvičení, které zahrnovalo 2 sady 30 dynamických protažení v porovnání s časy po statickém protažení či bez protažení. V další Fletcherově (2007) studii došlo k významnému snížení v čase ve sprintu na 50 metrů, pozorovaného po rozcvičení zahrnující statické dynamické protažení, kombinované s aktivním dynamickým protažením. Gelen (2010) porovnával rozdílné rozcvičovací metody zahrnující statické protažení, dynamické protažení a kombinaci statického a dynamického protažení, na sprint, dribling ve slalomu a výkon u hráčů fotbalu při kopu na branku. Významné zlepšení u všech výkonů bylo prokázáno po dynamickém protažení v porovnání s řízeným protahováním, které se skládalo z pětiminutového běhu. Naproti tomu další výzkumy neuvádí krátkodobé benefity spojené s využitím podle Beedleho (2008) dynamického protažení na maximální sílu, podle Chaouachiho (2010) a Littla (2006) na skok vysoký a na krátký sprinterský výkon podle Chaouachiho (2010) a Faigenbauma (2005).

Faigenbaum (2005) také uvádí, že provedení devíti dynamických protažení $2 \times$ během 10 yardů nemá vliv na výkon ve sprintu na tuto vzdálenost v porovnání se statickým protahováním v rozcvičení a rozcvičení se zátěžovou vestou. Chaouachiho (2010) laboratorní výzkum neuvádí žádný vliv ukončení 4 opakování po 15 sekundách statického dynamického protahování během rozcvičení na 5, 10 a 30metrový výkon ve sprintu. Podle Faigenbauma (2006) a Yamaguchiho (2005) se výsledky provedených studií zabývají rozdíly v provedení dynamického protažení, množství protažení svalových skupin, měrou protažení, zdali je, či není protažení kombinováno se sportovně specifickými úkoly a typem testu prováděného po protažení. Obsah dynamického protažení se dle Yamaguchiho (2005) skládá z patnácti opakování v jedné sérii, z 2 opakování po 30 sekundách podle Jaggerse (2008) a Samuela (2008), totéž se třemi opakováními uvádí Beedle (2008) a Manoel (2008), 6 opakování popisuje Papadopoulos (2005) a 7 Torres (2008) pro každou svalovou skupinu a Sekir (2009) dokonce 6 minut pro každou svalovou skupinu. Další studie mají začleněné aktivní dynamické protahování v běžeckém tempu v 10 až 20 metrech či yardech. Tyto cviky Faigenbaum (2006) a Pearce (2009) opakuji ve svých studiích jednou či dvakrát. Fletcher (2004, 2007) využil ve svých studiích 2×8 opakování a 20 opakování při aktivním dynamickém protahování. Protože únava a potenciální vliv se objevují podle Behma (2004) současně, může být důležité porovnat různé obsahy dynamických protahovacích aktivit k zjištění obsahů aktivity potřebné k zajištění optimálního zlepšení výkonu a minimalizace současné únavy. Behm (2011) uvedl, že delší doba dynamického protahování vede ke zvýšení výkonnosti. Mnoho článků o profesionálním sportu uvádí rozdílnou průměrnou dobu opakování protažení. Přibližně 12 sekund uvádí Ebben (2005), 14,5 sekundy Simenz (2005), 17 sekund Ebben (2004) a 18 sekund Ebben (2001) pro baseball, basketbal, hokej a fotbal. Podle výzkumů Beedla (2008), Jaggerse (2008), Manoely (2008), Papadopoulos (2005), Samuela (2008) a Yamaguchiho (2005) je typická, relativně krátká doba protažení nezbytná ke zkoumání krátké doby dynamického protahování během celého rozcvičovacího protokolu. Zdá se, že rozdíly týkající se vlivu dynamického protahování na výkonnost mohou mít podle Turkiho (2012) znak velkého rozsahu použitých strategií rozcvičení. Protože je dynamické protažení doporučováno Amiri-Khorasanim (2010), Dalrymplem (2010), Gelenem (2010), Manoelem (2008) a Needhamen (2009) jako důležitá složka rozcvičení, je také potřeba zjistit vhodný obsah aktivního dynamického protažení. Cílem Turkiho (2012) studie bylo zjistit vliv 1 až 3 opakování aktivního dynamického protažení na výkon ve sprintu na 10 a 20 metrů. Výsledky této studie uvádí, že výkon 1 až 2 opakování na 20 metrů aktivního dynamického protažení v rozcvičení může zlepšit 20metrový sprinterský výkon. Výsledky také uvádí, že tři

opakování aktivního dynamického protažení mohou způsobit náhlou únavu a zhoršit sprinterský výkon během pěti minut od rozcvičení.

Ačkoli se Holcomb (2000) a Martens (2004) domnívají, že statické protahování zvýší výkon, Fowles (2000) s Kokkonenem (1998) uvádí, že ve skutečnosti může redukovat anaerobní výkon snížením síly a podle Cornwella (2001,2002) a Younga (1998) také energie. Faigenbaum (2005, 2006), McNeal (2003) a Siatras (2003) uvádí, že statické protahování ovlivní podobně také funkci svalů u dětí i dospívajících. Taylor (1990) uvádí, že dlouhodobé statické protahování zvyšuje rozsah pohybu v určitém kloubu, ale rozcvičovací protokoly zahrnující dlouhodobé statické protahování mohou nepříznivě ovlivnit anaerobní výkon mladých sportovců. Mann (1999), Rutledge (2001), Verstegen (2004) a Young (2001) uvádí, že cílem dynamického protažení je zvýšit tělesnou teplotu, zvýšit motorickou jednotku vzrušivosti, zlepšit anestetiku, maximalizovat aktivní rozsah pohybu a rozvíjet základní pohybové dovednosti. Dynamická cvičení v rozcvičení mohou vytvářet optimální prostředí pro vytváření energie tím, že zvyšují nervosvalové funkce. Tento jev Robbins (2005) a Sale (2002) označují jako postaktivační potenciál a předpokládají, že zvýší silový výkon. Postaktivační potenciál má podle Gullicha (1996) a Hamady (2000) největší vliv na rychlá svalová vlákna, čímž je ovlivněna aktivita jako skoky, hody nebo sprinty. Rozcvičovací protokoly zahrnující nízkou až vysokou intenzitu dynamických pohybů mohou zlepšit podle Faigenbauma (2005, 2006), McNeala (2003) a Siatrase (2003) silový výkon jak u dětí, tak podle Younga (1998, 2002), Gullicha (1996), Burketta (2005), Duthiho (2002) a Thompsena (2006) také u dospělých. Cissik (2005) a Faccioni (1995) uvádí, že využití zátěžové vesty při rozcvičení vyžaduje nervovou aktivaci, což vede ke zvýšení výkonnosti. Burkett (2005) s Thompsonem (2006) doplňují také zlepšení výkonu ve skocích. Ve Faugenbaumově (2006) výzkumu došlo k významnému zlepšení ve skocích po dynamickém protažení v porovnání se statickým při využití zátěžové vesty a žádné významné rozdíly nebyly pozorovány při sprintu na 10 yardů.

Sprinterský výkon, jak uvádí Guggenheimer (2009), hraje významnou roli v mnoha sportovních výkonech. Little (2005) uvádí, že konkrétní komponenty, jako zrychlení a maximální rychlost, jsou relevantní zvláště pro sporty, jako je atletika, americký fotbal a fotbal. Mezi další metody patří kmitání celým tělem, u nichž bylo Boscem (1998), Mesterem (2006) a Torvinenem (2003) prokázáno zlepšení dynamických výkonů spojených se skoky,

silou dolních končetin a flexibilitou. Chiu (2003) uvádí, že postaktivačního potenciálu může být dosaženo několika způsoby, i právě kmitavými pohyby. Sale (2002) popisuje postaktivační potenciál jako zvýšení svalového izometrického šubnutí a nízkofrekvenční tetanické síly po rozcvičení, nebo, jak také uvádí Gourgoulis (2003), jde o zvýšený či vybuzený stav zkušenosti z nervosvalového systému. Delecluse (2003) s deRuiterem (2003) sledovali zlepšení v intenzitě a síle a Bosco (1998) také v elektromyografické aktivitě po zaměření na posaktivační potenciál. Gourgoulis (2003) a Masamoto (2003) uvádí zvýšení výkonu během dynamických událostí, jako jsou například skoky po rozcvičení zaměřeném na postaktivační potenciál. Jak uvádí Guggenheimer (2009), velká část autorů souhlasí s tím, že postaktivační potenciál může pozitivně ovlivnit činnost výbušné povahy. Bishop (2003), Grodjinovsky (1970) a Pyke (1968) doporučují v rozcvičení dynamická cvičení pro zvýšení svalové teploty se zaměřením na specifické pohyby. Guggenheimerova (2009) studie však neprokázala účinnost pro využití kmitavých pohybů celého těla a čisté síly jako prostředku pro zlepšení akutního sprinterského výkonu.

Jak uvádí Church (2001), Egan (2006), Little (2006), McMillian (2006), Taylor (1997) a Young (2002), je statické protahování běžnou součástí tradičního rozcvičení před sportovním výkonem, přesto Fletcher (2004), Fowles (2000), McMillian (2006), Nelson (2005) a Young (2002) uvádí negativní vliv tohoto protahování na výkon. Bishop (2003) s McMillianem (2006) uvádí pozitivní ovlivnění výkonu po dynamickém rozcvičení. Cílem Hermanovy (2008) studie bylo zjistit, jak výkon ovlivní dynamické protahování a celkové 4 týdenní dynamické protahování pozitivně ovlivnilo maximální točivý moment kvadricepsu, výkon skoku do dálky, sílu horních končetin v odhodu medicinbalu, zvýšení flexibility a zlepšení se projevilo také v běhu na 300 yardů a 600 metrů.

6.3 Kombinace statického a dynamického protažení

Atleti již tradičně, jak uvádí Fletcher (2007), využívají rozsáhlé zahřívací a protahovací rutiny jako část jejich přípravy pro trénink a soutěž s přesvědčením, že tyto rutiny vedou ke zvýšení výkonu. V posledních letech byly tyto postupy zpochybněny, a to zejména význam statického protahování jako součást rozcvičení. Výzkumy ukazují na snížení svalového výkonu po protahování. Mezi autory zabývajícími se těmito výzkumy patří Avela (1999), Behm (2001), Church (2001), Cornwell (2001), Knudson (2001), Fletcher (2004), Fowles (1997 a 2000),

Kokkonen (1998), Rosenbaum (1995), Siatras (2003) nebo Young (2001 a 2002). Tento fenomén byl spojen se dvěma hlavními procesy. Statický strečink způsobuje podle Wilsona (1991) pokles ve ztuhlosti svalové a šlachové jednotce, což vede k nižší rychlosti produkci síly a zpoždění v aktivaci svalu, čímž se ve své studii zabývali Avela (1999), Evetovich (2003), Kokkonen (1998) a Kubo (2001), což může vést k ochabnutí šlach, které si vyžádá čas než se sval pokusí stáhnout, čímž se zabýval Rosenbaum (1995), což vede k menší efektivitě přenosu síly ze svalu, který podle Kokkonena (1998) a Wilsona (1994) pracuje. Další teorie zahrnují akutní nervové potlačení, vyplývající v jakýsi růst autogenního útlumu, který snižuje nervové řízení svalu, jak popisují Avela (1999), Cramer (2004), Knudson (2001), Kubo (2001) či Rosenbaum (1995). Vede ke snížení v aktivaci svalu po protažení svalu, a to podle Avela (1999) Guissarda (1988) a také Vujnovic (1994). Nicméně otázkou musí být zvýšení platnosti takového výzkumu na aktuální rozcvičovací režimy, které sportovci provádí před výkonem. Mnoho studií má tendenci vyžadovat výdrž protahování svalu po delší dobu, v rozmezí od devadesáti sekund, jak uvádí Kokkonen (1998) nebo Nelson (2001), až do jedné hodiny podle Avela (1999). Zatímco metody stanovení výkonu jsou zaměřeny na svalovou sílu jako je stanovení maximální volné kontrakce svalových skupin, jak uvádí Avela (1999), Behm a Nelson (2001), Cramer (2004), Evetovich (2003), Fowles (2000) a Kokkonen (1998), byly takové testy funkce svalu podle Murphyho (1997) vnímány jako omezené, pokud jde o změnu výkonu. Navzdory obtížnosti používání tohoto výzkumu ve sportovním prostředí se mnoho atletů pohybuje mimo statický pasivní přístup protahování v rozcvičení, a to ve prospěch využívání dynamického protahování, které je definované jako kontrolovaný pohyb prostřednictvím aktivního rozsahu pohybu pro jeden nebo více kloubů podle Fletchera (2004). Nicméně pouze studie Fletchera (2004) a Siatrose (2003) zkoumají změny výkonu spojeného s akutními účinky statického a dynamického protažení na běžecký výkon. Siatras (2003) zjistil významné snížení rychlosti běhu po provedení statického strečinku, ale žádnou změnu běžecké rychlosti po provedení dynamického strečinku, zatímco Fletcher (2004) zjistil významný pokles ve výkonu na 20metrový sprint po statickém strečinku a výrazný nárůst výkonu po dynamické intervenci v porovnání s výsledky získanými během samotného rozcvičení. Jedna z oblastí, která nebyla zkoumána, je kombinace statického a dynamického protažení, ačkoliv je to považováno za klasický model rozcvičení. Zde aerobní cvičení slouží ke zvýšení teploty těla sportovce a tyto cviky se provádí před statickým protahováním a nakonec jsou zařazeny dynamické cviky specifické pro soutěžní výkon. Cílem studie Fletchera (2007) bylo zkoumat rozcvičovací protokoly pro sprintery a stanovit vliv statických a dynamických složek ve sprinterově rozcvičení na výkon v padesáti metrech. Zlepšení

výkonu na padesát metrů je spojeno s aktivním dynamickým strečinkem a dynamickým aktivním dynamickým strečinkem spojeným s nácvikem specifických pohybů pomáhajících propriorecepci a aktivaci, což umožňuje optimální přechod z excentrické do koncentrické svalové kontrakce. Z výsledků byl učiněn závěr, že pasivní statické protahování v rozcvičení snižuje sprinterský výkon, přestože je v kombinaci s dynamickým protažením ve srovnání s pouze dynamickým protažením.

Výzkumy Behma (2001, 2004, 2011) a Powera (2004) ukazují, že podpora statického protažení může zhoršit následný výkon. Studie Avelly (2004) či Fowlese (2000) využívají značnou dobu statického protažení, 30-60 minut, nebo Bacurau (2009), Cramer (2005) a Kokkonen (1998) 15-20 minut. Toto trvání neodráží běžné protažení před sportovním výkonem mezi rekreačními či vrcholovými sportovci. Protokoly realizující méně rozsáhlé statické protažení, podle Becketta (2009) a Winchestera (2008) přibližně 2-10 minut, také ukazují zhoršení v následném sprinterském výkonu. Nicméně Young (2006) uvádí, že dvě minuty statického protažení nemají vliv na protažení lýtky a snížení výšky skoku. Behm (2011), Nelson (2005) a Sayers (2008) směřují svůj výzkum k ukázce, že pokud celková doba trvání statického protažení je větší nebo rovna 90 sekundám, dochází k výraznému zhoršení sprinterského výkonu. Behm (2011) v rozsáhlém výzkumu uvádí, že pokud celková doba statického protažení je menší než 90 sekund, zdá se být více střídavá v záznamech o zhoršení. Naproti tomu studie Manoela (2008) a Yamaguchiho (2007) o dynamickém protažení ukazují zlepšení výbušnosti, Fletchera (2007) pomoci ve sprintu a Holta (2008), Hougha (2009), Pearceho (2009) podporu ve skoku a Christensen (2008), Samuel (2008) a Torres (2008) uvádí příznivý vliv na zlepšení výkonnosti. V souvislosti s dynamickým protažením směřuje literatura k tomu, že kratší dynamické protažení nemá podle Beedleho (2008), Samuela (2008) a Unicka (2005) nepříznivý vliv na výkon a delší doba dynamického protažení může podle Hougha (2009), Pearceho (2009) a Yamaguchiho (2007) pomáhat následnému výkonu. Studie kombinující statické a dynamické protažení ukazují rozdílné výsledky v obou samostatných činnostech, podle Younga (2002) ve skoku a podle Winchestera (2009) ve sprinterském výkonu. Naopak není významný rozdíl ve vertikálním skoku a elektromyografu, jak uvádí Wallmann (2008), sprintu, hbitosti a skoku podle Chaouachiho (2010) a podle Torrese (2008) ve svalovém výkonu dolních končetin. Wong (2011) uvádí, že protikladné záznamy jsou nejasné, pokud je zde odpovídající nebo optimální kombinace a doba statického a dynamického protažení, které může být použito před výkonem v závislosti na zlehčení rozsahu pohybu a následného výkonu. Důvod zařazení statického protažení do rozcvičení je,

že mnoho dynamických sportů, které rozšiřují statickou flexibilitu, očekává ovlivnění výkonu. Jelikož studie Bandyho (1998), Chana (2001) a Davise (2005) říkají, že dynamické protažení nemá vliv na zvýšení flexibility jako statické, může být velmi důležité zahrnout statické protažení v rozcvičení pro aplikaci ve specifickém sportu. Avšak, jak uvádí Chaouachi (2010), některé výzkumy ukazují, že provádění dynamického protažení po statickém snižuje či odstraňuje škodlivý výkon zahrnutý ve statickém protahování. Nejsou předchozí studie zkoumající vliv kombinace různé doby statického protažení a dynamického na opakovaný sprinterský výkon a změnu směru, jak popisuje Wong (2011), Rampinini (2007) a Reilly (2000), kteří dále uvádí, že někteří autoři popisují, že opakovaný sprinterský výkon a změna směru jsou rozhodujícími činiteli pro sportovní výkony na hřišti, jako je například fotbal. Proto cíl Wongovi (2011) studie zkoumá vliv různé doby statického protažení následovaného dynamickým protažením na funkční měření výkonu, jako je opakovaný sprinterský výkon a změna směru. Je tu předpoklad, že delší doba protahování může zhoršit výsledky v opakovaném sprinterském výkonu i změně směru, a to v porovnání s kratší dobou statického protažení. Doba statického protahování ve Wongově (2011) výzkumu měla pozitivní vliv na flexibilitu, avšak nebyl zde žádný významný rozdíl v opakovaném sprinterském výkonu a změně směru mezi určenými podmínkami. Nicméně krátká doba statického protahování neposkytuje dostatečný podnět ke zjištění snížení výkonu.

6.4 Porovnání statického a dynamického protažení

Jak uvádí Smith (1994), nepsané zákony u cvičení mezi elitními atlety jsou takové, že rozcvičení před cvičením je nezbytné, aby jakákoli následující pohybová aktivita byla úspěšná. Strečink je všeobecně považován za důležitou součást rozcvičení a je nezbytný pro kondici, flexibilitu a prevenci zranění. Zahřívací cvičení by měla být specifická pro sportovní odvětví, měla by podporovat flexibilitu a pružnost a vyvinout dostatečné úsilí na svalovou a kosterní soustavu zvýšením tělesné teploty a zahřát či připravit svaly, šlachy a pojivové tkáně. Rozcvičení by mělo také povzbudit oběhový systém, zlepšit koordinaci a podporovat svobodnější a snadnější pohyb potřebný k lépe pracujícímu pohybovému aparátu. Podle Heisera (1984) bylo nedostačujícím rozcvičením prokázáno, že je spojeno s přetěžováním svalů a šlach. Ekstrand (1982) mluví o tom, že při svalovém napětí je sportovec náchylný ke zranění. Ekstrand (1982), Glick (1980) a Hubley (1984) prokázali, že zahřátí před cvičením může ale výskyt těchto zranění snížit. Safran (1988) ve své práci, která byla provedena

v laboratorních podmínkách, ukázal, že ze zahřívání svalů izometrickým cvičením před testováním protažení vedlo k tomu, že testované svaly snášeli větší zátěž před ochabnutím. Mohl by být protažen ve větší míře před selháním a ukazují relativní zvýšení elasticity ve srovnání s jejich kontralaterálními svaly, které nebyly ovlivněny rozcvičením. Výzkum Sticklera (1990) ukázal, že i pasivně rozcvičené svaly zvyšují protažitelnost svalů či šlach a dle Warrena (1976) mají vliv také na pohyblivost kloubů, což může pomoci snížit náchylnost ke sportovním zraněním. Beaulieu (1981) naznačuje, že protahovacím cvičením by měl předcházet lehký zahřívací interval. Dodává, že zahřáté svaly jsou lépe protažitelné, což vede k méně zraněním při protahování a také zvýšení flexibility. Toto odůvodnění dále podporují záznamy Wadswortha (1972) a Warrena (1970). Ačkoliv práce Henricsona (1984) ukazuje, že zahřátí nezpůsobí zvýšení v rozsahu pohybu kyčelního kloubu, ukázala, že protahování vedlo ve dvou pohybech ke zvýšení, zatímco zahřátí v kombinaci s protažením vedlo k největšímu nárůstu flexibility. Záznamy vnější rotace po protažení, flexe a abdukce po zahřátí a protažení byla ještě po 30 minutách zvýšena. Byly provedeny různé studie určující, které cviky jsou nejvhodnější pro rozcvičení. Studie Williforda (1986) ukázala, zvýšení flexibility ve skupině sportovců, kteří se rozcvičují během, po kterém následuje protažení oproti skupině, která se zahřívá pouze protahováním, při testování ramene, trupu, hamstringu a flexibility kotníku. Výsledky ukazují, že běh následovaný skupinou protahování významně zvyšuje rozsah pohybu v kotníku než pouhé protahování, zatímco pouze protahování prokazuje větší flexibilitu v oblasti trupu. Výsledky těchto studií neprokázaly, že zahřátí svalů před protažením pomocí běhu by zlepšilo způsob rozcvičení, avšak autoři došli k závěru, že obě metody jsou účinné při zlepšování flexibility se zvyšující se pestrostí podle oblasti těla. Hubley (1984) srovnává účinky 15minutového statického protahování a jízdu na kole na rozsah pohybu v kyčli (flexi a extenzi) a ukazuje, že obě formy cvičení zaznamenaly zlepšení v rozsahu pohybu, a to bez významného rozdílu mezi těmito dvěma formami cvičení. Druhé měření po dalších 15 minutách na kole, nebo odpočinku neukázaly výrazné rozdíly od počátečního vlivu protahování. Ze svých výsledků došli k závěru, že protahování a jízda na kole jsou stejně efektivní ve zvyšování rozsahu pohybu v kyčli a je tak možné zachovat tento nárůst i 15 minut po cvičení. Nicméně ve studii pro stanovení efektivního způsobu zlepšení pružnosti nebo rozsahu pohybu Wiktorssona (1983) výsledky ukázaly, že protahování, které se skládá z izometrické kontrakce následované relaxací a pasivním protažením svalu, bylo vyšší než 15 minut zahříváním jízdou na kole nebo 6-15 minut masáží zvyšující rozsah pohybu v kyčli, koleni a kotníku. Kromě toho kombinace masáže a rozcvičení neprokázala

zlepšení rozsahu pohybu. Autoři se domnívají, že protahování je nejlepší způsob pro zlepšení flexibility.

Důkazy, že protahování vede ke snížení výkonu, jak ve své práci popsal Behm (2011), vedly ke změně paradigmatu v optimální protahovací rutině v rámci rozcvičení. Vzhledem k velikosti statického protahování bylo zjištěno zhoršení hodnot, proto mnoho týmů i jednotlivců začalo zařazovat dynamický strečink do svého rozcvičení. U dynamického protahování by se očekávalo, jak uvedl Torres (2008), že bude kvalitnější než statické z důvodu bližší podobnosti pohybu. Nicméně důkazy nejsou jednotné. Studie prováděné Manoelem (2008) zabývající se dynamickým protahováním vykazují obojí usnadnění síly a podle Fletchera (2007) a Williamse (2006) také sprintu. Holt (2008) prokázal pozitivní účinek ve skoku, stejně jako Samuel a Torres (2008), Unick (2005) a Wong (2011) neprokázali žádný nepříznivý účinek. Statický strečink, jak zjistil ve svém výzkumu Chaouachi (2008), vede ke snížení sprinterského výkonu po šesti týdnech tohoto protahování během sprinterského tréninku. Kromě toho nemají 3 dny statického protahování s aerobním vytrvalostním cvičením podle Wonga (2011) nepříznivý vliv na opakování sprinterských schopností. Podle Behma a Chaouachiho (2011) velká část výzkumů naznačuje, že kombinace statického a dynamického protahování může zmírnit škodlivé účinky statického protahování v rámci rozcvičení. Ve výzkumu Chaouachiho (2010) skupina elitních atletů neprokázala žádné škodlivé účinky v pořadí statického a dynamického protahování a různé intenzity protahování na výkon ve sprintu, hbitosti a skoku. Stejně tak Gelen (2010) kombinací statického a dynamického protahování s předchozím aerobním zahřátím nezjistil žádné negativní účinky na časy ve sprintu a obratnostní schopnosti. I když existují rozpory, zda dynamické protahování zlepšuje, nebo nemá žádný vliv na výkon, neexistují žádné studie, které ukazují, že dynamické rozcvičení vede k následnému zhoršení výkonu. Murphy (2010) naznačuje, že existuje celá řada sportů, kde zlepšení statické flexibility může zvýšit výkon. Některé studie o dynamickém protahování uvádí podobné zlepšení statické flexibility statickým protahováním, jak ve své práci uvádí Beedle (2007) nebo Herman (2008), ale další studie ukázaly, že dynamický strečink není tak efektivní pro zvýšení statické flexibility jako statický strečink. Těmito studiemi se zabývali například Covert (2010) nebo O'Sullivan (2009). Z toho důvodu by mohlo být dobré zahrnout statické protahování pro konkrétní sport a s ním spojenou flexibilitu. Většina studií týkajících se protahování provedených v posledních patnácti letech nezahrnovala všechny komponenty typického rozcvičení. Zatímco mnoho výzkumů zahrnovalo počáteční obecnou aerobní aktivitu následovanou

protahováním, daleko méně bylo využíváno specifických sportovních aktivit, které obvykle následují po prvních dvou složkách rozcvičení. Několik studií o rozcvičení zahrnovalo odpor cvičení při rozcvičení na možné zajištění zvýšení následného výkonu. Vzhledem ke studiím provádějícím testy se zátěží podle Faigenbauma (2006), dřepy s dvaceti procenty tělesné hmotnosti vykonané Needhamem (2009) a odpor síly nohou Abada (2011) ukázaly následné zlepšení skoku do výšky a sílu nohou, další studie prováděné například Turkiem (2011), které zvýšily odpor cvičení, neukazují na zvýšení následného výkonu ve skoku. Stejně tak existují zprávy o zlepšení výkonu s přidáním specifických dynamických aktivit do rozcvičení, jako jsou podle Vettera (2007) a Younga (2002) například skoky. Naproti tomu nebylo žádné významné zvětšení ve výkonu ve skoku do výšky a do dálky s atlety, kteří přidali skoky do dynamického rozcvičení oproti vhodnému provedení dynamického protažení. Také další výzkumy jsou důležité pro objasnění, zda specifické sportovní aktivity během rozcvičení mohou potlačit často přednášené statické protažení, vyvolat zhoršení nebo zvětšení následujícího výkonu, když je výkon ve spojení s dynamickým protažením. Účelem Samsonovy (2012) studie bylo porovnat účinky statického a dynamického protahování na následný výkon po obecném a specifickém rozcvičení. Experimentální protokol byl navržen tak, aby byl podobný praktickému rozcvičení, které je využíváno za aktuálních tréninkových podmínek. Předpokládá se, že zahrnutí specifické složky rozcvičení zlepší následný výkon. Druhým předpokladem bylo, že statické protažení by narušilo následný výkon ve srovnání s dynamickým protažením. Celkově Samsonova (2012) studie prokázala, že použití specifické aktivity v rozcvičení může být pro zvýšení výkonu ve sprintu užitečné i při zařazení statického protahování. Studie také ukázaly, že statický strečink má dobré výsledky pro zlepšení špatného stavu svalů a dosažení lepšího rozsahu pohybu. Tyto výsledky by podporovaly využití relativně krátké doby (90 sekund) statického protahování během specifických aktivit rozcvičení, a to pro zajištění maximálního rozsahu pohybu ve spojení se zvýšením sprinterského výkonu.

Podle Behma s Youngem (2002) bylo statické protahování považováno za nezbytnou součást rozcvičení mnoho let. Tradiční rozcvičení se podle Bishopa (2003) a Behma (2002) skládalo ze submaximální aerobní složky, jako je běh či cyklistika, jejímž cílem bylo zvýšení tělesné teploty o 1 až 2°C. Bylo také zjištěno, že zvýšená tělesná a svalová teplota vede ke zvýšení rychlosti nervových vzruchů, enzymatického oběhu a zlepšuje také běžný stav svalů. Druhou tradiční složkou, kterou se Behm (2002) a Young (2007) zabývali, byl statický strečink. Statické protahování podle Norrise (1999) a Behma (2002) obvykle zahrnuje pohyb končetiny

na konci svého rozsahu pohybu a výdrž v této pozici po dobu 15 až 60 sekund. Bondy (1997) či Power (2004) ve svých výzkumech prokázali, že statické protahování je účinný prostředek pro zvýšení rozsahu pohybu kloubu. Toto úsilí protahování podle Behma (2002) obvykle následují dynamické pohyby podobné výslednému hlavnímu pohybu. Zvýšení rozsahu pohybu bylo dosaženo akutním úsilím protahování přičítanému změně délky a tuhosti postižené končetiny svalové a šlachové jednotky a podle Altera (1999) bylo klasifikováno jako dočasná změna pružnosti. Ačkoli přesné mechanismy odpovědné za chronické nebo plastické zvýšení rozsahu pohybu jsou diskutabilní, podle Wilsona (1991, 1992) je zvýšení primárně přisuzováno snížení tuhosti svalovo šlachové jednotky a podle Magnussona (1996) také zvýšené toleranci protažení. Kromě zvýšení rozsahu pohybu byly podle Safrana (1989) navrhované výhody statického protahování sníženy, také byla podle Smitha (1994) snížena prevence proti zranění. High (1989) uvádí snížení následující bolesti svalů a Behm (2002) a Young (2007) uvádí zvýšení výkonu. Nicméně řada autorů, jako je Gleim a McHugh (1997), Herbert a Gabriel (2002) či Small (2008), došla ve svém výzkumu k závěru, že protahování nemá na prevenci úrazu žádný vliv. Jiné studie Bauman (1982) či Cowana (1988) ukázaly, že velmi flexibilní jedinci mají větší pravděpodobnost, že utrpí zranění, než mírně pružnější jedinci. Objevila se také řada výzkumů Behma (2001, 2004, 2006), Behma a Kibeleho (2007) Fowlese (2000), Kokkonena (1998), Nelsona (2001) a Powera (2001), které ukázaly, že trvalé statické protahování může zhoršit následný výkon. Tato výkonová opatření zahrnují laboratorní fyziologickou pevnost měření, jako je maximální volní kontrakce izometrické síly a isokinetického točivého momentu, a trénink související s měřeným výkonem, jako je vertikální skok, sprint, ekonomika běhu, hbitost, stejně jako rovnováha, které jsou více funkčně opatřené pro atletický výkon. Nicméně literatura není v protahování indukovaného zhoršení jednotná. Jeden z prvních článků zabývajících se statickým účinkem indukovaného protažení na výkon publikoval Worrell (1994). V opozici vůči většině studií Worrellova (1994) skupina prokázala zlepšení excentrického a koncentrického točivého momentu hamstringu u následujících čtyř protažení této oblasti, a to každých 10 až 20 sekund. Další článek publikoval Kokkonene (1998). Ten znázorňuje pokles o 7-8 procent v síle kolenní flexe a extenze následujících šesti opakování pěti různých protahování dolních končetin s výdrží 15 sekund pro každou. Fowlesova (2000) studie zahrnuje 13 plantárních flexí statického protažení po dobu 135 sekund v následných přibližně 30 minutách od protažení. Důsledkem této doby trvání protahování byl pokles v plantární flexi o 28 procent maximální volní kontrakce v síle, a to okamžitě po protažení s pokračujícími 9 procenty zhoršení po 60 minutách. Svalová aktivace měřená technikou z anglického originálu interpolated twitch

technique a elektromyografií zůstala zhoršena po dobu 15 minut. Costa (2010) použil podobnou dobu trvání protahování s devíti opakováními, 135 sekund s plantární flexí pasivních statických úseků a s pěti až deseti sekundami odpočinku, což mezi protažením vede k poklesu vrcholu síly škrtnutí a hodnocení síly rozvoje, jako i k nárůstu v elektromechanickém zpoždění. Behm (2001) snížil rozsah statického protažení do 20 minut protažením kvadricepsu a oznámil pokles 12, 20 a 12 procent pro sílu maximální volní kontrakce, EMG aktivity a vyvolání síly jednotlivých svalových stahů. Mnoho studií prokázalo, že statické protahování může vést ke snížení následujícího výkonu. V současnosti je převážná většina autorů proti statickému protahování před následným výkonem, a to především v případě vyšší rychlosti a síly. Nicméně existuje populace a aktivity, kde podle Behma (2011) statický strečink může zvýšit flexibilitu, aniž by byl narušen výkon. Dynamické protahování, které zahrnuje kontrolovaný pohyb pomocí aktivního rozsahu pohybu pro každý kloub, podle Fletchera (2010) nahradí statické protahování v moderním atletickém rozcvičení.

Tradičně dosahují sportovci špičkových výkonnostních cílů prostřednictvím dlouhodobých strukturovaných tréninkových plánů. Výzkum sledoval řadu metod pro maximální využití tréninkových protokolů z rostoucí síly ke zlepšení aerobní vytrvalosti. Aktivní složka rozcvičení, která je určena ke zvýšení teploty těla a průtoku krve a připraví tělo na cvičení, je prokázána jako výkonu prospěšná, jak ve svých studiích ukazují Bergh (1979), Blomstrand (1984), Karvonen (1978) a Shellock (1985). Nicméně není mnoho známo o tradičním západním rozcvičení a zejména o pasivním protažení jako součásti rozcvičení. Nedávný výzkum zdůraznil, že pasivní protažení může omezit výkon a snížit sílu výkonu, jak uvádí Avela (1999), Behm (2001), Cornwell (2001), Fowels (2000), Kokkonen (1998), Rosenbaum (1995), Watson (1997) a Young (2001). Nejrozšířenější zdůvodnění tohoto úbytku výkonu je, že pasivní protažení způsobí svalovo šlachovou jednotku více poddajnou, což snižuje rozvoj síly poklesem ztuhlosti této jednotky, jak to uvádí Avela (1999) a Fowels (2000). Toto snížení vede podle Avely (1999), Knudsona (2001), Kuby (2001) a Rosenbauma (1995) k akutní nervové zábraně a poklesu v nervovém řízení svalu, což vede ke snížení silového výkonu. Kokkonen (1998) a Nelson (2001) uvádí, že délka protažení je držena okolo devadesáti sekund pro sval a podle Avely (1999) maximálně jednu hodinu. Je tak nepravděpodobné atletické využití v tréninku nebo přípravě na soutěž, kde typické protahovací rutiny netrvají déle než deset až patnáct sekund na svalovou skupinu. Metody stanovující síly výkonu ve studiu a zkoumající tuto oblast mají obvykle složitou maximální kontrakci izolovaných

svalových skupin, které zahrnují podle Bergha (2001), Kokkonena (1998) a Nelsona (2001) maximální kloubní flexi či extenzi, ve výzkumu Avely (1991) a Fowelse (2000) plantární flexi. Nicméně podle Murphyho (1997) schopnosti testování svalové funkce, aby odráželi změny ve výkonnosti, je vážně omezena. Proto je doporučováno, že působení zákroku či tréninku by mělo být založeno na změnách ve výkonnosti, nikoli na změně výsledku svalové funkce v testu. Proto je zřejmý pokles síly výkonu v těchto studiích vztahujících se na mnoho kloubů, koordinovaných akcí, které provádí mnoho atletů jako součást jejich sportu. Přes zjevné potíže s použitím velké části výzkumu pasivního strečinku a jeho vlivu na sportovní přípravu se mnozí sportovci vzdělili od statického pasivního protahování v rozcvičení ve prospěch dynamického strečinku, definovaného Fletcherem (2004) jako řízený pohyb přes aktivní rozsah pohybu v každém kloubu. To by, jak uvádí Norris (1994), nemělo být zaměňováno s protahováním balistickým, které je spojeno s poškozením svalu. Přes rostoucí popularitu dynamického strečinku nebylo provedeno mnoho výzkumů na jeho účinky jako součást rozcvičení před výkonem. Proto bylo cílem Fletcherovi (2004) studie zjistit vliv statických a dynamických protahovacích protokolů na výkon při specifické činnosti, sprintu na dvacet metrů. Když byla data před a po protažení analyzována pomocí Anovy, skupina pasivního statického strečinku vykazovala významné zvýšení ve sprinterském čase, ten byl doprovázen nárůstem v čase sprintu pro skupinu aktivního statického strečinku. Skupina aktivního dynamického strečinku ukázala významný pokles v čase sprintu, ale bylo zjištěno, že pokles času při statickém dynamickém strečinku nebyl nějak významný. Nebyly tak zjištěny žádné významné rozdíly mezi daty skupin před nebo po zásahu.

Jak uvádí Stewart (2007), je protažení před cvičením celosvětovým zvykem mezi sportovci. Herbert (2002) popisuje tři klíčové benefity protahování před atletickou aktivitou. Mezi tyto faktory patří snížení rizika zranění, snížit bolest svalů po cvičení a zlepšit sportovní výkon. Podle Nelsona (2005) zůstává protažení před cvičením rozšířeným jevem i přesto, že může mít na rychlost negativní dopad. Bishop (2003) ovšem popisuje, že proces rozcvičení byl přijat a provádí se téměř před každou pohybovou aktivitou. Bishopův (2003) klinický výzkum týkající se rozcvičení a následného vlivu na sportovní činnost je omezen a často v kombinaci s jinými zásahy. High (1989), Rodenburg (1994) a Evans (2002) uvádí, že studie zahrnující rozcvičení a po cvičení svalovou bolest nenachází žádné preventivní účinky. Studie Grodjinovského (1970), Goodwina (2002), Graye (2001), Pykeho (1968) a Stewarta (1978) neprokazují spojitost mezi zahřátím a zlepšením výkonu, což je přičítáno velkým rozdílům v době rozcvičení, době trvání, intenzitě a délce odpočinku po ukončení rozcvičení po začátek

hlavní části. Cílem Stewartova (2007) šetření bylo porovnat efekt výkonu bez rozcvičení, protažení před cvičením, zahřátí před cvičením a kombinace zahřátí a protažení. Zahřátí mělo za následek rychlejší sprint, zatímco protahování mělo negativní či žádný vliv.

Podle Kokkonena (1998) je protahování prostředkem pro zlepšení atletické výkonnosti i navzdory tomu, že v současné literatuře má nedostatek podpory. Záznamy týkající se nepříznivého vlivu statického protahování na výkon jsou podle Kistlera (2010) Sayerse (2008), Sima (2009) a Winchestera (2008) dobře zdokumentované a zároveň lehce dostupné, ale stále se objevují rozpory v akceptování atletickými a fitness komunitami, zejména těmi, které souvisí se sprintem. Rozmach těchto cvičení je Winchesterem (2008) předveden množstvím atletických a nesoutěžních individuálních fyzických aktivit, které se pravidelně zapojují do protahování přímo před aktivitou s přístupem optimalizujícím jejich fyzické schopnosti. Dále však uvádí, že tento přístup může být viděn, když sprinteři a rekreační běžci protahují různé svaly přímo před sportovní aktivitou, která je založena na vnímání, že větší flexibilita zvýší jejich výkon a možná také sníží potenciální možnost zranění. Důvod těchto běžných cvičení může být však svázán s tradicí. Jak uvádí Little (2006), Mojock (2011), Unick (2005) a Wallmann (2008,2008), některé výzkumy neuvádí rozdíly ve výkonu jako výsledky rozdílných typů protažení, mnoho autorů jako například Kokkonen (1998), Sayers (2008), Winchester (2008), Fletcher (2007), Nelson (2005) a Wallmann (2005), ve svých studiích uvádí, že jisté formy protažení, nejčastěji překvapivě statické protažení přímo před aktivitou, mohou skutečně nepříznivě ovlivnit výkon. Nelson (2005) zkoumal vliv partnerovi asistence při statickém protažení na svalstvo lýtky a stehna na 20metrový sprinterský výkon a pozoroval významně pomalejší čas mezi testem před a po protažení. Winchesterem (2008) a Deanem (2005) převažuje zdůvodnění, že u těchto a mnoha dalších podobných výsledků je prokázáno snížení svalové a šlachové elasticity a následné zmenšení síly. Kokkonen (1998) uvádí, že maximální svalová síla se sníží okamžitě po statickém protažení. Wilson (1994) uvádí, že zahnutější svalová a šlachová jednotka vede k většímu vlivu produkce než ta, která snižuje ztuhlost jako výsledek protažení v důsledku zvýšení rychlosti zkrácené a počáteční síly. Mann (1986) uvádí, že z literatury o protažení a výkonu se zdá, že mnoho důležitých svalů, svalových skupin dolních končetin má mnoho pozornosti z výzkumů pro jejich vizuální a také literární postavení. Výzkum v práci těchto svalů a svalových skupin poskytuje pochopení svalové pomoci při sprintu v podmínkách hlavních biomechanických komponent, ale selhává na adresu flexorů kyčle. Toto zanedbání je nešťastné, protože kyčelní flexe, může mít větší vliv na rychlost sprintu některých tělesných segmentů, a proto by mu měla být

věnována větší pozornost, jak uvádí Mann (1986). Yokozowa (2007) znázorňuje důležitost základních flexorů kyčle v dynamické aktivitě a došel k závěru, že iliopsoas byl více aktivní než gluteus maximus, hamstringy, adduktory, rectus femoris, gastrocnemius, soleus, tialis anterior a nejrozsáhlejší svaly v běhu pomalém, rychlejším i sprintu. Iliopsoas podle Manna (1986) a Novachecka (1998) má také největší vliv na zvyšování běžecké rychlosti než ostatní svaly či svalové skupiny a je jedním ze tří hlavních svalů a svalových skupin důležitých pro vytváření síly během sprintu. Deane (2005) přichází s těmito znalostmi, že flexory kyčle, které sílí, zvyšují čas 40yardového sprintu. Zatímco podle Fletchera (2007) se mnoho dostupných výzkumů zaměřilo na statické protahování, další protahovací metody mohou ovlivňovat výkon rozdílně. U vrcholových sprinterů aktivní dynamické protahování hlavních svalových skupin dolních končetin uvádí dobré podmínky pro snížení času v běhu na 50 metrů. Little (2006) uvádí, že dynamické protahování dolních končetin u profesionálních hráčů fotbalu zrychluje čas ve sprintu na 10 metrů a zvyšuje maximální rychlost na 20 metrech v porovnání s podmínkami bez protažení. Naproti tomu Shrier (2004) provedl systematickou literární rešerši týkající se protahování a výkonnosti a objevil rozdílné výsledky v efektu dynamického protažení na běžeckou rychlost. Wallmann (2012) se ve svém výzkumu zaměřil na vliv různých typů rozcvičení na 40yardový sprint a uvádí, že je významné ovlivňování času ve sprintu protahováním. Nezjistil významné rozdíly mezi čtyřmi časy před či po jednotce. V jednotce bez protažení jedinci významně zlepšili čas sprintu při obojím měření. Není však statisticky významný rozdíl v před a po protahovací jednotce sprinterského času mezi statickým, dynamickým a balistickým protahovacím protokolem.

Vetter (2007) uvádí, že optimální rozcvičení je „prchavé“. Cviky v rozcvičení se obvykle týkají všeobecných a specifických aktivit v oblastech svalové síly, flexibility, vytrvalosti a kardiovaskulární výdrže. Arnheim (1993) uvádí, že účel protahování každé z těchto oblastí snižuje potenciální riziko zranění a zlepšení výkonu zvýšením tělesné teploty a rychlosti nervosvalových vzruchů. Mnoho výzkumů se zabývá otázkou vlivu akutního protahování před více intenzivní fyzickou aktivitou. Některé měřené parametry zahrnují skok do výšky či dálky, maximální vertikální sílu či rychlost, čas letové fáze či doby kontaktu se zemí maximálním volným úsilím, isokinetickým točivým momentem, svalovou aktivací, svalovou a šlachovou tuhostí, svalovými vibracemi či reakčním časem a časem pohybu, rovnováhou a propriorecepcí. Tyto otázky ve svých výzkumech řešili také autoři jako Fowles (2000), McNeal (2003), Nelson (2005) či Young (2002) a jejich výsledky naznačují, že protahování před intenzivní aktivitou snižuje sílu a energii. Young (2002) dále porovnal vliv několika

rozcvičovacích protokolů na 16 účastnících, kde zjistil, že nejefektivnější rozcvičení je sestaveno z běhu a běhu s protažením a skoky, které využívají statické protažení s výdrží jednu minutu v částech zahrnujících protahování. Oproti tomu Koch (2003) nenalezl významný rozdíl ve skoku do dálky z místa následovaném čtyřmi rozdílnými rozcvičovacími protokoly. Náplň rozcvičovací jednotky může ovlivňovat následující intenzivní fyzický výkon. Dynamický aktivní strečink, pomalu kontrolované plynulé pohyby obdrželi malou nebo žádnou pozornost jako součást rozcvičky. Young (2002) nachází zlepšení výkonu s rozcvičovacími protokoly, které zahrnují skoky. Cílem Vetterovi (2007) studie bylo porovnat vliv různých rozcvičovacích protokolů na 2 různé silové úkoly. Nebyly žádné významné rozdíly mezi šesti protokoly na výkon ve sprintu, žádné významné působení ani mezi pohlavím a protokoly. Byly však významné rozdíly mezi mužským a ženským skokem do výšky z místa a zkouškou sprintu, jak bylo očekáváno, muži oproti ženám skočili výš a běželi rychleji. Data naznačují, že rozcvičení zahrnující statické protažení může mít negativní vliv na výkon ve skoku, ale ne na čas ve sprintu.

Statické protažení je dle Jeffreyse (2008) využíváno v rozcvičení již dlouhou dobu, a to s cílem zvýšit výkon a snížit riziko zranění. Podle Herberta (2002), Popa (2000), Shriera (1999,2000) a Thackera (2004) je však málo důkazů o tom, že statické protahování před nebo po výkonu snižuje možnost zranění nebo, jak uvádí Johansson (1999), také následnou svalovou bolest. I když může statické protažení podle Trackera (2004) zvýšit výkon v sportech vyžadujících, jako například gymnastika, zvýšený rozsah pohybu, Knudson (2000) uvádí, že statické protažení může svalový výkon ohrozit. Littlova (2006), Unickova (2005) a Yamaguchiho (2005) studie prokázala, že statické protahování nemá na následný výkon žádný vliv, avšak Behm (2001), Cramer (2004, 2005, 2006) Evetovich (2003) a Power (2004) prokázali, že statické protahování vede ke snížení produkce síly, podle Cornwella (2002), Wallmanna (2005) a Younga (2002) také výkonu, Fletcher (2004) uvádí také běžeckou rychlost, Behm (2004) reakční dobu a pohyblivost a Nelson (2005) silovou vytrvalost. Dále také PNF protahování podle Churcha (2001) a balistické protahování Nelsonem (2001) bylo prokázáno jako škodlivé pro následný výkon. Podle Fletchera (2004) dynamické protahování nevyvolává snížení výkonu a Fletcherem (2004), Littlem (2006) a Yamaguchim (2005) bylo prokázáno následné zlepšení běžecké výkonnosti.

Baechle (2008) a Behm (2011) uvádí, že sportovci v rychlostních a silových sportech vyžadují velkou svalovou sílu a flexibilitu dolních končetin pro zajištění výbušnosti a

širokého rozsahu pohybu a k předejití zranění během sportovního výkonu. Tsolakis (2012) uvádí, že před tréninkem či soutěží atleti provádí rozcvičovací rutiny, jejichž cílem je příprava svalů k dosažení maximálního výkonu a koordinaci a také zvýšení rozsahu pohybu v kloubu. To je podle Baechleho (2008) a Shellocka (1985) dosaženo zvýšením svalové teploty, obvykle prostřednictvím lehkých cvičení, a prováděním pohybových cvičení napodobujících konečný pohyb. Typické rozcvičení podle Younga (2002) obsahuje protahovací cvičení a maximální, či téměř maximální svalovou akci. Avšak studie Bacuraeua (2009), McMilliana (2006) a Winchestera (2008) prokázaly, že statická protahovací cvičení mohou zhoršit svalovou sílu, sprinterskou rychlost, obratnost a rovnováhu a podle Behma (2011) hraje doba trvání statického protahování kritickou roli pro tyto výkony. Obecné nebo specifické dynamické výbušné pohyby, které se provádí při rozcvičení, mohou vyvolat postaktivační potenciál, který podle Gelena (2010), Hilfickera (2007), Hodgsona (2005) a Kilduffa (2007) zvyšuje sílu svalů v následujících 3 až 20 minutách. Thompson (2007) dále uvádí snížení výkonu ve skoku po zařazení statického protažení, a to ve srovnání s využitím dynamických cvičení. Gellen (2010) a Vetter (2007) uvádí negativní vliv statického protažení na skok, sprint a speciální fotbalové drily po všeobecném rozcvičení, zatímco Chaouachi (2010) ve své studii provedené u vrcholových sprinterů prokázal, že statické protahování do bodu diskomfortu a 5 minut po všeobecném rozcvičení nemá nepříznivý vliv na skok a sprint. Gelen (2010), Behm (2011) a Turki (2011) však uvádí, že dynamické protahování může snížit nebo změnit nepříznivé účinky statického protahování. Tsolakis (2010) neshledal žádné významné rozdíly ve flexibilitě, skocích či funkční charakteristice dolních končetin po statickém či balistickém protahování, a tak podle tohoto autora mohou být oba typy protažení využity v rozcvičení. Tsolakis (2012) se ve své studii zaměřil na dva různě trvající protahovací protokoly a výsledky prokazují, že síla dolních končetin může být po delší době protahování snížena, ale provedení explosivních cvičení může tuto skutečnost ovlivnit.

Rozcvičovací rutiny jsou obvykle prováděny jednotlivcem a i když jsou podle Bootha (2008) a Shriera (2004) často diskutovány, Bishop (2003) uvádí, že aktivní aerobní rozcvičení se běžně využívá a také zlepšuje výkonnost. McMillianem (2006), Youngem (2002), Dadebem (2004) a Grossem (1999) je protahování obvykle zařazeno do rozcvičení pro zlepšení flexibility, snížení svalových zranění a zvýšení výkonnosti. Natažení hamstringů je podle Worrella (1992) jedním z nejčastějších a opakujících se zranění a jak dále uvádí Orchard (2002), vede k dlouhé době mimo sportovní aktivitu. Hartig (1999), Jonhogen (1994), Gross (1999), Liemohn (1978) a Witvrouw (2003) doporučují při snížené flexibilitě hamstringů

protahování zařadit v části před výkonem, obvykle po aerobním rozcvičení. Anderon (1991) uvádí, že statické protahování se provádí protažením svalu na jeho největší možnou délku a výdrži v této pozici po určitou dobu. Oproti tomu zahrnuje dynamické protahování pohyb končetin z neutrální polohy do konce rozsahu pohybu, kde jsou svaly na své největší možné délce, a poté se končetina vrátí zpět do neutrální polohy. To se podle Murphyho (1994) provádí klidně, kontrolovaně a po předem stanovenou dobu. Výzkumy Hartiga (1999) a Grosse (1999) naznačují, že statické protažení může snížit míru poranění a podle Malliaropoulou (2004), Masona (2007) a Petersena (2005) také zlepšit zotavení poranění. Studie Popa (2000), Arnasona (2008) a Thackera (2004) však naznačují, že statické protažení nemá žádný, či pouze malý vliv na prevenci zranění. A podle Shriera (2004) a Winchestera (2008) je také jasné, že statické protažení může negativně ovlivnit okamžitý fyzický výkon. Z tohoto důvodu McMillian (2006) a Little (2006) doporučují dynamické protahování v rozcvičení a také proto, že pozitivně ovlivňuje bezprostřední fyzickou výkonnost. Nicméně podle Chana (2001), Davise (2005), Bandyho (1998), Weijera (2003) a DePina (2000) se dynamické protažení zdá být pro zvýšení flexibility méně účinné než protažení statické. Worrell (1991) také uvádí, že již dříve poraněný hamstring je poté méně flexibilní a deWeijer (2003) zdůraznil, že nedošlo k výraznému zlepšení flexibility v kombinaci s rozcvičením a statického protažení hamstringů. Výsledky O'Sullivanovy (2009) studie uvádí výrazný vliv na čas při rozcvičení s pasivní kolenní extenzí a dále zvýšenou flexibilitu po rozcvičení a statickém protažení a jedinci s již dřívějším poraněním vykazovali větší reakci na rozcvičení a protažení než ti zdraví.

Woods (2007) uvádí, že je všeobecně uznáváno, že statické protahování před výkonem snižuje riziko zranění a zvyšuje výkon, což popírá studie Leona (2012) uvádějící pokles maximální síly po statickém protažení, dále Perriera (2001), který popisuje horší výkon ve skoku do výšky, a také Little (2006) zabývající se rychlostí. Negativní účinky statického protahování jsou Avelou (2004) a Cramerem (2005) připisovány mechanickým faktorům a neurosvalovým faktorům. Studie, například Dalrymple (2010) nebo Handrikise (2010) uvádí, že statické protahování výkon neovlivní, nebo podle Costy (2009) může výkon zlepšit. Odlišnosti se však přisuzují různým faktorům jako je podle Costy (2009) stav trénovaného, Handrakis (2010) zmiňuje také věk a Behm (2011) doplňuje pohlaví, dobu protažení i intenzitu. Dynamické protažení zahrnuje řízený pohyb přes aktivní rozsah pohybu v kloubu, který podle Behma (2011) zahrnuje pohyby všemi směry. Manoel (2008) a Fletcher (2007) s Perrierem (2011) uvádí pozitivní vliv dynamického protažení na výkon. Podle Behma

(2004) a Nagana (2006) narušuje statické protažení kontrolu rovnováhy a naopak Costa (2009) uvádí významné zlepšení. Behm (2004) uvádí zhoršení reakčního času i času pohybu po statickém protahování, zatímco Alpkaya (2007) a Perrier (2011) neprokázali žádný významný vliv statického protažení na reakční čas. VanGelder (2011) uvádí, že dynamické protahování dolních končetin v porovnání se statickým výrazně zlepšuje výkon a podobných výsledků dosáhl také Little (2006) či McMillian (2006). Naopak Chouachi (2010) neuvádí mezi statickým a dynamickým protažením žádný rozdíl týkající se výkonu. Pohyblivost je VanGelderem (2011) definována jako rychlý pohyb celého těla se změnou směru v reakci na stimul a podle Alluma (2002) jsou nutné také pohyby horních i dolních končetin pro směr, změnu směru a také rovnováhu. Výzkum Chatzopoulou (2014) uvádí znatelně lepší výsledky v rovnováze, hbitosti a čase pohybu po dynamickém protažení, a proto je dynamické protažení doporučováno pro činnosti vyžadující rovnováhu, rychlou změnu směru a čas pohybu horních končetin.

Jak uvádí Church (2001), Taylor (1997) či Young (2002), bylo statické protahování tradiční rozcvičovací rutinou. Nicméně v posledních letech roste podpora rozcvičení dynamického, které má podle Behma (2001, 2004), Churcha (2001), Fletchera (2004), Fowlese (2000), Knudsona (2001), Kokkonena (1998), Nelsona (2005), Powera (2004) a Younga (2002) pozitivní vliv na výkon ve sprintu, skoku, dobrou reakční dobu, svalovou sílu a další. Black (2001), Gleim (1997), Herbert (2002), Power (2000) a Shrier (1999) také naznačují, že statické protahování nenabízí předpokládanou výhodu pro snížení rizika zranění. Bartlett (2002), Church (2001), Chwalbinska (1989), Gray (2002), Knudson (2001) a Young (2002) uvádí, že dynamické rozcvičení vede ke zlepšení pozice kloubu, zvýšení příjmu kyslíku, snižuje koncentraci laktátu v krvi, zvyšuje pH krve, zlepšuje efektivitu termoregulace a zlepšuje výkonnost ve skocích a sprintech. Také výsledky McMillianovi (2006) studie uvádí zvýšení výkonu po aplikaci dynamického protažení a doporučuje také přehodnocení protahování statického.

Alter (1996) uvádí, že statické protahování je jako součást rozcvičení zahrnuto v mnoha sportech především proto, že sportovci jsou přesvědčeni o jeho dobrém vlivu. To však podle Cramera (2004), Kokkonena (1998), Nelsona (2001), Popa (2000) a Walshe (1997) snižuje kapacitu síly, jak popisuje Church (2001) a Young (2001), také výkon ve skoku. Anderson (2003), Murphy (1994) a Rosenbaum (1995) doporučují nahradit statické protahování

dynamickým. V Littlově (2006) studii se po dynamickém protahování zvýšila rychlost ve sprintu a pozitivní výsledky uvádí také ve zbytku svého testování.

6.5 Zařazení masáže v rozcvičení

Arabaci (2008) ve své práci uvádí, že rozcvičení je vykonáváno sportovci pro zvýšení jejich fyziologické a také psychologické kapacity před tréninkem či soutěží i přesto, že podle ACSM (2006), Faigeubauma (2005), O'Briena (1997) nebo Robergse (1991) jsou vědecké důkazy o podpoře jednoho protokolu před druhým omezené. Naproti tomu Bishop (2003), Mitchel (1993) a O'Brien (1997) říkají, že různé druhy, intenzity a trvání rozcvičení může zajistit různé fyziologické, biochemické a psychologické změny v těle. Podle Altera (1997), Hedricka (2002), Kocha (2003) a Younga (2002) sportovci tradičně volí statické protažení po počátečním běhu během rozcvičení z důvodu snadnosti, bezpečnosti a víry sportovců v to, že je zde menší pravděpodobnost přetěžovat svaly než u jiných typů protahování. Nicméně Arabaciho (2008) nedávný výzkum ukázal, že statický strečink snižuje akutní explozivní a rychlostní kapacitu, jako například energii, sílu, vertikální skok, rychlost a reakční čas, jak dále uvádí autoři Behm (2001, 2004, 2006, 2007), Boyle (2004), Church (2001), Fletcher (2004), Fowles (2000), Little (2006), McNeals (2003), Nelson (2005) a Siatras (2003). Kromě strečinku může být podle Tessiera (2005) masáž před událostí použita jako doplněk k fyzickému rozcvičení. Na masáž jsou kladeny vysoké nároky, ale pouze několik se opírá o empirické údaje týkající se mechanismů nebo efektů. Weerapong (2005) tyto mechanismy rozdělil na biomechanické, fyziologické, neurologické a psychologické. Některá data Dishmana (2001), Goldberga (1992, 1994), Morelleho (1991) a Sullivana (1991) naznačují, že kombinace masáže a protahování způsobují pokles aktivace motorických jednotek a podle Hernandez (2001) a Wiktorsson-Mollera (1983) snižují svalovou ztuhlost, o čemž svědčí prodlužování masírovaných svalů. Nicméně Goodwin (2002) uvádí tyto údaje jako nedostatečné. Wiktorsson-Moller (1983) zjistil, že 6 až 15 minut masáže hnětením s cílem podpořit relaxaci a pohodlí snižuje svalovou sílu. Goodwin (2007) zjistil, že řízená 15minutová masáž dolních končetin před rozcvičením nemá žádný významný vliv na sprinterský výkon. Výzkum provedený Hunterem (2006) ukázal, že masáž dolních končetin vyvolá snížení síly první svalové kontrakce. Grosman (1984), Wiktorsson-Moller (1983) a Mckechnie (2007) ve svých studiích uvádí, že masáž hamstringových svalových skupin zvyšuje pasivní rozsah pohybu v kyčli a kloubech dolní končetiny. Podle Caldwell (2001),

Kinga (1993) a Paineho (2000) navíc neexistuje shoda na typ, styl, aplikaci, trvání, intenzitu či počet úderů nebo čas použití před tréninkem nebo soutěží. V důsledku toho jsou účinky masáže před výkonem na výkonnost stále neprůkazné, proto cílem Arabaciho (2008) studie bylo zjistit akutní účinky masáže dolních končetin před výkonem a po rozcvičení na explozivní a rychlostní kapacitu a flexibilitu. Data této studie ukázala významný pokles výkonu po masáži a protahování ve vertikálním skoku, reakčním čase nohy (pouze u protahování), 10metrové akceleraci a 30metrového sprintu ze stoje a významné zlepšení v testu flexibility. Naproti tomu zbytek intervencí vedl k výraznému snížení výkonu při 30 metrovém sprintu ze stoje.

Jak uvádí Bompa (2009), správně prováděná příprava se skládá z rozcvičení, hlavního cvičení a zklidnění. Rozcvičení je podle Bishopa (2003, 2003) a Fradlina (2010) považováno za nepostradatelnou součást přípravy každé fyzické aktivity, avšak s pouze malým důkazem prokazujícím účinnost této aktivity. Dle Obalkowské (2003) a Weidera (1996) mohou být techniky rozcvičení rozděleny na pasivní a aktivní rozcvičení. Pasivní rozcvičení je založeno na vnějších faktorech, kterými mohou být teplá sprcha, sauna, lázně, diatermie či teplý obklad, a nezpůsobí, že tělo ztrácí své energetické substráty. Na druhé straně aktivní rozcvičení předpokládá vhodně vybraná fyzická cvičení, která mohou zahrnovat běh, gymnastiku, jízdu na kole nebo plavání. Důležitým prvkem úspěšného rozcvičení je podle Obalkowské (2003) a Weidera (1996) také protahování, protože chrání svalstvo před poškozením, nicméně se obvykle používá při přípravě pro sportovní trénink a jeho účinek. Bompa (2009), Bishop (2003) a Paczek (2006) uvádí, že hlavním účelem rozcvičení je zvýšit přítok krve do svalů, poskytnout aktivním svalům přísun kyslíku a živin a zvýšit jejich teplotu na optimální hodnotu přibližně 37°C. Jak uvádí Olex-Zarychta (2009), teplota jádra je obvykle v blízkosti 37°C, zatímco teplota povrchu těla může být mnohem rozmanitější a také v důsledku cvičení snížena, což je účinek potu a vrácení tepla pracujícím svalům. Podle Bompy (2009), Obalkowské (2003) a Paczekové (2006) snižuje rozcvičení svalovou ztuhlost a zvyšuje počet podnětů v motorických neuronech. Zahřívací cvičení aplikovaná před fyzickou aktivitou také směřují k zvýšení účinnosti termoregulace prostřednictvím aktivace potních žláz a díky těmto mechanismům samotné rozcvičení nezvyšuje vnitřní tělesnou teplotu. Jak uvádí Bompa (2009) a Paczek (2006), správné rozcvičení by mělo trvat pět až dvacet minut v závislosti na prováděném typu cvičení. Krátké rozcvičení se obvykle využívá při vytrvalostních aktivitách a delší rozcvičení zařazujeme v přípravě pro intenzivní silová a

rychlostní cvičení, a aby nedošlo k plýtvání účinku těchto cvičení, neměl by interval mezi koncem rozcvičení a začátkem tréninku přesáhnout 15 minut. Boguszewski (2014) ve svém výzkumu hodnotí efekt standardního rozcvičení a sportovní masáže dolních končetin před rozcvičením. Lepších výsledků s využitím masáže bylo dosahováno ve všech prováděných testech, a sice s největšími rozdíly v rychlosti a nejmenším v testu fyzické zdatnosti.

Podle Richendollarové (2006) využívá sportovní medicína různé formy aplikace chladu k léčbě akutních i chronických atletických zranění. Fyziologické účinky chladu zahrnují podle Halvorsona (1990), Knighta (1995) a McMastera (1982) pokles v metabolismu, snížení zánětu, bolesti, svalových křečí a zvýšení ztuhlosti tkání. Knight (1995) a Mecomber (1971) uvádí, že chlad snižuje citlivost nervosvalového systému, včetně rychlosti nervového vedení a specifických reflexů. V závislosti na místě aplikace se podle Cornwalla (1994), Davise (1983) a Lianga (1992) maximální svalová síla snížila, zvýšila, nebo nedošlo k žádné změně. Jak uvádí také Knight (1995), McMaster (1978, 1982), Merrick (1993) a Petrofsky (1975), různé faktory mohou buď zvýšit, nebo snížit hloubku pronikání chladu, a proto je aplikace chladu účinná. Myrer (2001) uvedl, že aplikace pytlíku s ledem také závisí na množství podkožního tuku mezi svailem a ledem. Podle Zemka (1998) poskytne pytlík s ledem delší pokles svalové teploty než ledová masáž. Kromě toho Myrer (1998) poznamenal, že při využití vířivky s vodou 10°C ve srovnání s aplikací ledu dochází k prodloužení poklesu svalové teploty. Hloubka průniku chladu se podle Knighta (1995) zvyšuje, když se prodlužuje doba aplikace a stejně jako komprese je prováděna metodou chladu. Přesto Cross (1996) uvádí, že ponoření bérce do ledu negativně ovlivní funkční výkon. Na rozdíl od Crosse (1996) Evans (1995) neuvádí žádné rozdíly ve výsledcích po aplikaci chladu. Palmer (1996) měřil rychlost tkáně po rozcvičení s mírnými aktivitami, a sice 20, 30 a 40 minut po aplikaci ledu. Myrer (2000) došel k závěru, že vnitřní teplota svalu se vrátila ke své původní teplotě za 10 minut cvičení, které následovalo po 20minutovém chlazení. Richendollarová (2006) uvádí významný hlavní vliv pro led a rozcvičení ve všech provedených funkčních testech s výraznou interakcí pro sprint. Aplikace pytlíku ledu negativně ovlivnila některé testy, ale rozcvičení s ledováním výrazně zlepšilo následný výkon. Maximální výkon vysoké intenzity se po aplikaci pytlíku s ledem vrátil téměř do stavu bez aplikace ledu, a to s přidáním aktivního rozcvičení a času.

6.6 Vliv rozcvičení na svalová zranění

Brubaker (1974), Ekstrand (1982), Lysholm (1987) a McMaster (1986) popisují svalová zranění hamstringů jako významnou část zranění dolních končetin v atletických soutěžích. Často atleti popisují ostrou bolest během sprintu, kopech či skocích. Občas pouze ztuhlost rozvinutou v zadním stehně po aktivitě. Lékaři, fyzioterapeuté a sportovní trenéři jsou si dobře vědomi častého výskytu zranění hamstringů. Agre (1985), Burkett (1970), Christensen (1972), Carrett (1984, 1989) nicméně uvádí, že poranění této svalové skupiny má tendenci se opakovat. Zatímco podle Arnheima (1985) a Roye (1983) je počáteční léčba odpočinkem, kompresí a elevací všeobecně přijímaná, podle Cooleho (1987), Duncana (1988) a Stanton (1989) se rehabilitační protokoly značně liší. Někteří autoři jako Burkett (1970), Christensen (1972) a Heiser (1984) uvádí, že nedostatek síly hamstringu a dále podle Liemahna (1978) a Worrella (1991) také flexibility je častější u zranění hamstringů, zatímco Liemohn (1978), Paton (1989) a Worrell (1991) neuvádí žádný vztah mezi nedostatkem svalové síly a podle Burketta (1970), Ekstranda (1982) a Liemohna (1978) flexibility v poranění hamstringů. Na zranění hamstringů má také vliv několik faktorů, kterými jsou síla, flexibilita, rozcvičení a únava. Worrell (1992) popisuje hamstringová svalová zranění jako komplex problémů sportovců, lékařů, fyzioterapeutů a atletických trenérů, které mají tendenci se opakovat.

6.7 Vliv mentální přípravy v rozcvičení

Jak uvádí Driskell (1994) a Weinberg (2003), jsou mentální cvičení definována jako kognitivní nácvik dovedností v nepřítomnosti zjevného fyzického pohybu a používají se v mnoha oblastech jako spojení sportu a hudby v rozcvičení před samotným výkonem. Podle Arora (2010) je účinnost mentálních cvičení přičítána skutečnosti, že mentální nápodoba aktivity aktivuje stejné nervové zastoupení jako skutečný výkon. Arora (2010), Komesu (2009) a Sanders (2004, 2008) popisují, že ve zdravotnictví při rozcvičení s mentálním cvičením bylo prokázáno zlepšení technických dovedností při různých úkolech. Jak uvádí Driskell (1994), jsou mentální cvičení před výkonem kognitivní zkouškou, a ačkoli se mnoho autorů shoduje, že mentální cvičení je účinný prostředek pro zvýšení výkonu, je shoda vyloučena, protože mentální cvičení jsou často volně definována proto, aby zahrnula téměř jakýkoliv typ mentální přípravy. Výsledky Driskellovi (1994) studie ukázaly, že mentální

cvičení má pozitivní a významný vliv na výkon a zmírňuje následný úkol. Driskell (1994) popisuje příklad, že když se sportovec připravuje na svůj závod a vizualizuje si kroky potřebné k provedení tohoto úkolu, již zapojuje mentální cvičení. Účinky mentálních cvičení na výkonnost zkoumala řada studií. Zatímco Kesley (1961) a Ryan (1982) podporují účinnost mentálních cvičení pro zvýšení výkonu, Beasley (1978) uvádí účinky negativní. Mentální cvičení je symbolická skrytá mentální zkouška úkolu s absencí skutečné aktuální zjevné fyzické zkoušky. Richardsonová (1967) uvádí standardní definici mentálních cvičení jako symbolickou zkoušku fyzické aktivity s absencí jakýchkoli svalových pohybů. Toto cvičení bylo Perrym (1939) nazýváno imaginární cvičení, Corbinem (1967) skrytá zkouška, Sackettem (1934) symbolická zkouška a Egstormem (1964) introspektivní zkouška či konceptualizace. Mentální příprava je širším termínem těchto konkrétních definic. Tento obecný termín tak může zahrnovat celou řadu různých technik, které mají za cíl zvýšení výkonu, a to včetně pozitivní představy, zvýšení psychické strategie, zaměření pozornosti, relaxace, vnímání vlastní účinnosti a jiné formy kognitivní nebo emocionální přípravy před výkonem, jak popisují Caudil (1983), Hall (1983) a Shelton (1978). Sackett (1934, 1935) a Perry (1939) zjistili, že mentální cvičení vede k významnému zlepšení následného výkonu. Stejně také Lee (1990) a Ross (1985) prokázali pozitivní výsledky mentálních cvičení, nicméně výsledky Andreho (1986) a Lindena (1989) nebyly tolik jednoznačné, přesto Druckman (1988) uvádí, že mentální cvičení je potenciálně cenná metoda pro zvýšení výkonu. Feltz (1983) uvádí, že výkon může pocházet nejen z duševní praxe, ale také z emočního vzrušení, vnímání vlastní účinnosti nebo jiných proměnných zastoupených v různých manipulacích.

Pro výkon na trati 100 metrů je rozhodující podle Santany (2000), Gougha (2006) a Pilianidise (2012) co nejrychlejší pohyb po startovním signálu. Harland (1997) uvádí, že začátek sprintu představuje zhruba 5 % z celkové doby závodu a Brown (2012) doplňuje, že kvalita začátku sprintu je pro kvalitní výkon nezbytná. Baumeister (1998) uvádí, že sebeovládání, které je při sprintu nezbytné, je schopnost potlačit volní převládající reakce, aby bylo dosaženo určitého cíle. Proto Baumeister (1998) nebo Muraven (2000) předpokládají, že seberegulační jednání je založeno na síle, tzv. selfcontrol, tedy sebekontroli. Podle Englerta (2013) primární kognitivní úkol, jako je například emoce, může negativně ovlivnit výkon v různých oblastech. Martin (2010) uvádí, že jedinci s nízkou sebedůvěrou jsou ve fyzické aktivitě méně vytrvalí a podle Englerta (2012) je pravděpodobné, že výkon je prováděn pod

tlakem, což může, jak uvádí Englert (2015), i snížit výkon. Také Englert (2015) ve své studii uvádí, že nízká sebedůvěra má nepříznivý vliv, zejména na start ve sprintu.

7. SEZNÁMENÍ S PŘÍPADOVOU STUDIÍ

7.1 Měření rychlosti běžecké lokomoce po vybraném druhu rozcvičení

Na základě výzkumu Iaina M. Fletchera a Bethana Jonese z roku 2004, kteří se zabývali efektem rozdílných rozcvičovacích protahovacích protokolů na výkonnost ve sprintu na 20 metrů u trénovaných hráčů ragby, jsem se rozhodla v rámci své diplomové práce provést šetření a následně porovnat celkové výsledky mnou naměřené s výsledky studie Fletchera a Jonese, zda se potvrdí slova mnoha výše zmíněných autorů o zlepšení výkonu při zařazení dynamického rozcvičení a v opačném výsledku při rozcvičení statickém.

7.1.1 Metody měření

Šetření se skládalo z desetiminutového rozběhání s následnými dvěma 20metrovými sprinterskými úseky z vysokého startu, poté proběhlo protažení a následně opět dva 20metrové sprinterské úseky z vysokého startu.

V první a třetí skupině byl čas odpočinku mezi dvěma sprinterskými úseky dodržen podle Fletchera s Jonesem dvě minuty, druhá skupina kvůli vysokému počtu probandů překročila čas odpočinku z dvou minut na minuty tři. Průměrná doba rozcvičení u všech skupin činila 6 minut. V každé skupině byli probandi rozděleni do skupin menších a byl jim přidělen konkrétní rozcvičovací protokol, který se skládal z metody pasivní statické, aktivní dynamické, aktivní statické a statické dynamické.

7.1.2 Účastníci měření

Z důvodu materiálních a časových mnou prováděné šetření proběhlo v pozměněných podmínkách. Šetření bylo provedeno na hráčích fotbalu z důvodu nedostatečného množství atletů zaměřujících se na sprinterské tratě. Fotbalisté byli zvoleni pro častý výskyt krátkých rychlostních úseků, které se vyskytují během jejich sportovního výkonu. Měření bylo rozděleno do tří skupin. První skupina byla sestavena převážně z hráčů dorosteneckého věku, druhá skupina byli hráči mužů A týmu a poslední skupinu tvořili dva hráči mladších žáků.

Šetření se v konečném počtu zúčastnilo 28 probandů (viz. příloha 5,6 a 7), jejichž věk, tělesná výška a tělesná hmotnost byly 22 ± 6 let, 180 ± 9 centimetrů a 74 ± 11 kilogramů.

7.1.3 Šetření

Všechny skupiny začaly standardním 10minutovým rozběháním, a to pro zvýšení tělesné teploty. Poté následovaly dva 20metrové sprinterské úseky měřené pomocí přenosných elektronických fotobuněk, které všechny časy zaznamenaly jejich správným protnutím, tedy v oblasti hrudníku. Mezi sprinterskými úseky byl stanovený čas odpočinku 2 minuty. Buňky byly nastaveny na vzdálenost 20 metrů a šířku 5 metrů. Každý ze 4 měřených úseků byl proveden z vysokého startu, všichni testovaní měli speciální fotbalovou obuv s dominantní nohou vpředu. Toto měření bylo zopakováno po předem určeném rozcvičení. Všem byl vysvětlen a předveden každý cvik z rozcvičovacího protokolu, ale z důvodu horší pohybové zkušenosti s vybranými cviky byly některé z těchto cviků provedeny ne zcela správně. Šetření proběhlo v pátek 3. června 2016 v 17 hodin za optimálních podmínek, kdy byla teplota 21°C, polojasno a pro měření byl využit upravený povrch vedlejší plochy fotbalového hřiště letního stadionu FC Chotěboř.

Obr. 10 – rozložení fotobuněk v cíli



Obr. 11 – rozložení fotobuněk na startu



7.1.4 Rozcvičovací intervence

Protahovací cvičení byla realizována bezprostředně po dokončení sprinterských úseků. Tyto protokoly byly sestaveny na základě zapojovaných svalů při této činnosti, kterými jsou zejména velký sval hýžděový, zadní sval stehenní, přední sval stehenní, velký přitahovač, ohybače kyčle, dvojhlavý sval lýtkový a šikmý sval lýtkový. Pasivní statický strečink a aktivní statický strečink je proveden 20sekundovou výdrží pro každou svalovou skupinu, statický dynamický strečink s provedením 20 opakování na každou nohu, realizovaném na místě, případně s krátkým výkrokem, a aktivní dynamický strečink 20 opakováními vpřed na

každou nohu s chůzí zpět na začátek. Protahovací cviky byly zvoleny na základě účelu testování, zapojovaných svalů a zároveň jejich rozšířenosti. Před začátkem testování byl každý cvik vysvětlen a předveden všem probandům a každá ze skupin také dostala rozcvičovací protokol s grafickým záznamem i přesným popisem prováděných cviků a svým svěřencům se zároveň věnovali trenéři, kteří poskytli kontrolu i korekci při realizaci rozcvičení. I přes to byla s vybranými cviky zaznamenána horší pohybová zkušenost.

7.1.4.1 Pasivní statický strečink

Protažení drženo v bodě mírného diskomfortu 20 sekund pro každou svalovou skupinu (viz. příloha 4).

- stoj skrčmo pravou/levou, přitáhnout koleno skrčené nohy k hrudníku
- hluboký ohnutý předklon
- stoj na levé/pravé skrčmo pravou/levou, uchopit za nárt, přitáhnout k hýždím
- dřep, chodidla 30 cm od sebe celou plochou, špičky vně, paže opřít o stehna, s výdechem tlačit lokty kolena vně
- stoj pravá/levá vzadu přes levou/pravou překřížit, uvolněný předklon vlevo/vpravo dosáhnout na patu pravé/levé nohy
- stoj přednožný, pata jedné nohy 30 cm před špičkou druhé, přitáhnout špičku k bérce, pata na zemi, s výdechem pomalu předklon

7.1.4.2 Aktivní statický strečink

Protažení drženo 20 sekund pro každou svalovou skupinu (viz. příloha 1).

- stoj skrčmo pravou/levou, přitáhnout koleno skrčené nohy k hrudníku, výdrž 5 sekund, krok, změna nohy
- hluboký ohnutý předklon, ručkováním do vzporu, zpět malé krůčky k rukám
- stoj na levé/pravé skrčmo pravou/levou, uchopit za nárt, přitáhnout k hýždím, výdrž 5 sekund, krok, změna nohy
- dřep, chodidla 30 cm od sebe celou plochou, špičky vně, vzpor stojmo, výdrž 5 sekund, zpět dřep
- podřep zánožný levou/pravou, ruce opřené o zem, vytočení trupu vpravo/vlevo, stoj přednožný pravou/levou, hluboký ohnutý předklon, podřep zánožný levou/pravou, ruce opřené o zem

7.1.4.3 Statický dynamický strečink

Dynamické protažení provedeno na místě, 20 opakování pro každou nohu (viz příloha 3).

- skipink
- zakopávání
- předkopávání
- hip rolls – stoj spojný, upažit, pokrčit pravou/levou, vytočit pokrčenou pravou/levou přes levou/pravou, totéž opačně, ramena zůstávají v rovině
- běžecký cyklus

7.1.4.4 Aktivní dynamický strečink

Dynamické protažení provedeno v pohybu vpřed, 20 opakování pro každou nohu, zpět chůze (viz. příloha 2).

- skipink
- zakopávání
- předkopávání
- hip rolls – stoj spojný, upažit, pokrčit pravou/levou, vytočit pokrčenou pravou/levou přes levou/pravou, totéž opačně, ramena zůstávají v rovině
- běžecký cyklus

7.1.5 Statistická analýza

Fletcher s Jonesem (2004) ve své studii pracovali s výsledky 97 profesionálních hráčů ragby, které rozdělili do čtyř skupin podle protahovacích protokolů. Do výsledků zahrnuli také korelační koeficient a koeficient variace, které jsem ve mnou prováděném šetření z důvodu nedostatečného počtu probandů neprováděla a do výsledků jsem tak zařadila pouze základní statistické údaje, jako jsou průměr, směrodatná odchylka a odchylka od průměru, uvedené v příloze číslo 8, se kterými jsem pracovala pro zjištění výsledků, zda má statické protažení negativní a dynamické protažení pozitivní vliv na následný výkon v běhu na krátké tratě.

7.2 Výsledky šetření

Měření bylo rozděleno na tři části, kde v první části byli měřeni hráči dorostu a B týmu, kterých bylo dohromady osm, a rozcvičovací protokoly se tedy rozdělily po dvou hráčích. Rozběhání v této skupině trvalo 10 minut, interval odpočinku mezi sprinterskými úseky před rozcvičením i po rozcvičení trval 2 minuty a celkové rozcvičení trvalo této skupině 7 minut. Probandi v této skupině dosáhli průměrného času před rozcvičením 3,15 sekundy a po rozcvičení 3,20 sekundy. Celkové výsledky uvádějí, že výkon po pasivním statickém protažení u této skupiny prokázal nepatrné zlepšení v rychlostním výkonu, avšak již výrazné zlepšení výkonu po aktivním dynamickém protažení. Výsledky této skupiny zobrazuje tabulka 4. Podrobné výsledky jednotlivých účastníků jsou zobrazeny v příloze číslo 5.

Tab. 4 Průměrné výsledky $\pm$ směrodatná odchylka časů před a po protahování první skupiny

Skupina	Počet	Průměrné rozdíly (sec)	Průměr před protažením (sec)	Průměr po protažení (sec)
Pasivní statické protažení	2	$3,02 \pm 0,04$	$3,01 \pm 0,04$	-0,01
Aktivní dynamické protažení	2	$3,25 \pm 0,07$	$3,20 \pm 0,07$	-0,05
Aktivní statické protažení	2	$3,25 \pm 0,12$	$3,26 \pm 0,12$	0,01
Statické dynamické protažení	2	$3,19 \pm 0,14$	$3,19 \pm 0,14$	0

Ve druhé části se měření zúčastnili hráči A týmu, kterých bylo dohromady 18 a rozcvičovací intervence byly rozděleny na 2×5 hráčů a 2×4 hráče. Rozběhání této skupině trvalo stejně jako skupině první 10 minut, avšak z důvodu většího počtu probandů byl interval odpočinku o minutu delší, trval tedy minuty tři a celková doba rozcvičení byla 6 minut. Celkové výsledky této skupiny uvádějí průměrné zrychlení na 20metrové vzdálenosti u pasivního statického protažení a zhoršení v intervalu od 0,02 do 0,05 sekundy u dynamického protažení. Podrobné výsledky druhé skupiny jsou zobrazeny v tabulce 5. Výsledky jednotlivých účastníků jsou zobrazeny v příloze číslo 6.

Tab 5 Průměrné výsledky $\pm$ směrodatná odchylka časů před a po protahování druhé skupiny

Skupina	Počet	Průměrné rozdíly (sec)	Průměr před protažením (sec)	Průměr po protažení (sec)
Pasivní statické protažení	4	$3,12 \pm 0,27$	$3,09 \pm 0,27$	-0,03
Aktivní dynamické protažení	5	$3,08 \pm 0,08$	$3,10 \pm 0,08$	0,02
Aktivní statické protažení	5	$3,15 \pm 0,20$	$3,15 \pm 0,20$	0
Statické dynamické protažení	4	$3,05 \pm 0,19$	$3,10 \pm 0,19$	0,05

Poslední měřená skupina, tedy skupina mladších žáků, se skládala z pouze dvou probandů, proto tyto výsledky nejsou zpracovány samostatně, ale jsou zahrnuty až do celkového shrnutí prováděného šetření. Jednotlivé výsledky těchto probandů jsou uvedeny v příloze číslo 7. V celkových výsledcích jsou zobrazeny tedy časy všech probandů.

Z celkových průměrných časů se v aktivním dynamickém protažení 4 probandi zhoršili, 3 zlepšili a jeden dosáhl v průměru stejného výsledku před i po protažení. Ve statickém dynamickém protažení došlo k výraznějšímu zlepšení výsledků, kdy u 4 testovaných byl zaznamenán lepší čas a pouze u dvou zhoršení. Aktivní statické protažení prokázalo zhoršení v čase u pěti probandů a dva byli průměrně rychlejší. Poslední pasivní statické protažení prokázalo u 4 hráčů zhoršení výsledků v rychlostním testu, u dvou bylo zaznamenáno zlepšení a jeden z testovaných dosáhl průměrně stejného času před i po protažení.

Tab. 6 Průměrné výsledky $\pm$ směrodatná odchylka časů před a po protahování.

Skupina	Počet	Průměrné rozdíly (sec)	Průměr před protažením (sec)	Průměr po protažení (sec)
Pasivní statické protažení	7	$3,15 \pm 0,26$	$3,13 \pm 0,26$	-0,02
Aktivní dynamické protažení	8	$3,14 \pm 0,11$	$3,14 \pm 0,11$	0
Aktivní statické protažení	7	$3,06 \pm 0,62$	$2,95 \pm 0,62$	-0,11
Statické dynamické protažení	6	$3,10 \pm 0,19$	$3,13 \pm 0,19$	0,03

Celkové výsledky uvádějí, že výkon při statickém protahování byl zhoršen o 0,02 sekundy, u aktivního dynamického protažení v celkových průměrných výsledcích nedošlo k žádné změně a průměrný výkon tedy zůstal stejný před i po protažení. Aktivní statické protažení uvádí zhoršení ve výkonu o 0,11 sekund a výkon ve statickém dynamickém protažení byl zlepšen o 0,03 sekund.

8. DISKUSE

Nejčastějším společným tématem autorů Andersena, Becketta, Faccioniho, Fletchera, Hermana, Kistlera, Littla, McMilliana, Nelsona, Samsona, Sayerse, Smitha, O'Sullivanova, Taylora, Volkerta, Winchestera, Wonga, Worrella, Yamaguchiho či Younga, jejich kolektivů a mnoha dalších autorů je vliv různých forem rozcvičení, nejčastěji statického a dynamického, na následný rychlostní výkon reprezentovaný krátkým sprintem.

Vlivem statického protažení se ve výše uvedených výzkumech zabýval například Young s Behmem, Wallmann a Yamaguchi, kteří uvádí, že statické protahování před výkonem významně sníží výkon v rychlostních úsecích. K těmto autorům se přidává také Sayers či Kistler, stejných výsledků dosáhl ve své studii také Winchester. Nelson například ve své studii zjistil, že protažení obou nohou, i pouze jedné, vyvolá významné zvýšení času na sprinterských úsecích, a proto může mít negativní vliv na výkon v krátkodobém cvičení. Andersen se také řadí mezi autory nepodporující protažení před, nebo po cvičení, ani jako řešení svalové bolesti, nebo snížení možnosti rizika zranění. Evitovich s Nelsonem také uvádí zhoršení svalové a vytrvalostní síly. Church a zároveň Marek uvádí zhoršení svalové energie. Behm dále uvádí snížení nervové aktivace a Young, stejně jako mnozí další, doporučuje odstranění statického protažení z rozcvičení. Nicméně Bacuronov uvádí výrazné zlepšení rozsahu pohybu po statickém protažení, stejně jako Worrell popisuje zvýšenou flexibilitu hamstringu a Volkert přidává také zvýšenou délku hamstringu.

Stejně jako statickým protažením i protažením dynamickým se zabývala rozsáhlá řada autorů. Například podle Younga zajišťuje dynamické rozcvičení přípravu atleta na následnou specifickou pohybovou aktivitu. Dále je dynamickým protažením také zvýšena tělesná teplota, posíleny nervové vzruchy, síla, rychlost i flexibilita. Facioni uvádí také minimalizaci zranění a stejně jako Yamaguchi i zlepšení výkonnosti. Pozitivní vliv na atletický výkon popisují například také autoři, jako Bishop, Faigenbaum, McMillian či Herman. Faigenbaum dále uvádí zlepšení výkonu ve skocích po rozcvičení se zátěžovou vestou, ale v běhu rozdíl neuvádí. Taylor a Kurz popisují také lepší přípravu svalové tkáně při dynamickém protažení, nicméně také minimální zlepšení flexibility při této aktivitě. Turki uvádí, že opakování aktivního dynamického protahování může způsobit únavu, a tím také snížit výkon. Mezi autory, kteří neprokázali zlepšení výkonu po dynamickém protažení, se řadí například Guggenheimer.

V kombinaci statického a dynamického protažení se opakují poznatky zmíněné již ve vlivu samostatného statického a dynamického protažení. Jedná se zejména o zlepšení flexibility pro statický strečink zařazený na konec tréninkové jednotky, či závodu a zlepšení v rychlostním výkonu při využití dynamického protažení v rozcvičení.

Arabaci a Boguszewski se zabývali také vlivem masáže v rozcvičení. Arabaci uvádí významné snížení výkonu ve sprintu na 30 metrů v kombinaci masáže s protažením a zlepšení flexibility. Také Boguszewski uvádí lepší výsledky, když byla v rozcvičení spolu s protažením zařazena masáž. Podobnou tematikou se také zabývala Richendollarová, která popisuje ve své práci aplikaci ledu, která v kombinaci s rozcvičením také prokázala zlepšení výkonu.

S rozcvičením a dobrým výkonem souvisí také pozitivní vliv mentální přípravy, na čemž se shoduje převážná většina autorů, kteří se touto problematikou zabývali. Mezi tyto autory řadíme například Driskella, Kesleye, Ryana, Leehe či Rosse. Výše zmínění autoři, Andre a Lind, uvádí nejednoznačné výsledky této přípravy a Beasly uvádí výsledky negativní.

V největší míře se tedy autoři shodují, že pozitivní vliv na následný výkon má dynamické rozcvičení a statické cviky jsou autory doporučovány zařadit na konec zátěže.

Po prostudování zdrojů a vypracování literární rešerše můžeme odpovědět na zadané výzkumné otázky. Tedy, že statické protažení negativně ovlivní rychlostní schopnosti sportovců tím, že sníží jejich výkonnost v krátkém rychlém běhu, na rozdíl od protažení dynamického, které může pomoci ke zlepšení rychlostního výkonu. Proto můžeme také říci, že pro sprinterské tratě a veškeré rychlostní výkony je nejvhodnější formou rozcvičení metoda dynamického protažení.

Nevhodné rozcvičení však může způsobit i zranění, zejména pokud je rozcvičení provedeno nesprávným způsobem, a to nejčastěji při využití statického protažení. Proto je při rychlostním výkonu doporučováno protažení dynamické a pečlivě provedené, zejména při chladném počasí, avšak s ohledem na případnou únavu organismu.

Autoři v mnoha výše zmíněných výzkumech prokázali, že statické rozcvičení ve většině případů sníží výkon v rychlostních schopnostech, z důvodu nedostatečné přípravy organismu na tuto zátěž. Naopak při dynamickém protažení byl mnoha autory popsán pozitivní vliv na zlepšení rychlostních úseků. Ve mnou provedené případové studii nebylo potvrzeno zlepšení výkonu v běhu na 20 metrů po dynamické protahovací intervenci, pokud se jedná o celkové

průměrné časy probandů. Pokud se však podíváme na jednotlivé časy všech zúčastněných, výsledky uvádí jak shodu s výzkumem Fletchera a Jonese (2004), tak také rozdíl v těchto výsledcích. Po prostudování všech zde uvedených zdrojů i realizaci šetření můžeme říci, že dynamické protažení má pozitivní vliv na rychlostní výkon a statické protažení může tento výkon výrazně omezit.

9. ZÁVĚR

V rámci diplomové práce, která má charakter literární rešerše odborných zdrojů (9 českých a 455 zahraničních), jsem shrnula názory odborníků zabývajících se různými druhy rozcvičení a jejich vlivu na rychlostní výkon. V práci tak podávám základní náhled na problematiku různých forem rozcvičení před rychlostním sportovním výkonem reprezentovaným krátkým sprintem a shrnuji veškerá pro a proti těchto jednotlivých forem. Cíle a úkoly zadané na začátku diplomové práce tak byly splněny.

Různými formami rozcvičení a jejich vlivem na rychlostní sportovní výkon se zabývá řada autorů, internetových portálů, trenérů a také samotní sportovci. Někteří z autorů mají odlišné názory, ale jak vyplývá nejen z této práce, ale také z výsledků mnoha výzkumů, je shoda v hlavních bodech této problematiky výrazná.

Na začátku této práce bylo nutné vyhledat dostatečné množství vhodné literatury a materiálů pro zpracování tématu a následně vše rozdělit do několika kategorií. Poté jsem si stanovila výzkumné otázky týkající se tématu rozcvičení před rychlostním sportovním výkonem a otázky týkající se měření na základě vybraného výzkumu.

Pro sjednocení informací jsem práci rozdělila do čtyř hlavních kategorií charakterizující atletický sprint, fyziologické aspekty sprintu, přehled výzkumných článků týkajících se rozcvičení před rychlostním výkonem a seznámení s případovou studií.

První kategorie této práce seznamuje čtenáře s všeobecnou charakteristikou sprinterského běhu, faktory, které tento výkon ovlivňují, fázemi závodu a technikou běhu z hlediska biomechanických zákonitostí. Tyto části ve svých bibliografiích popisují ze zahraničních autorů například Bird, Hay, Hall, Tellez, Francis, Facioni, Phelps, Fletcher či Čoh a Seagrave. Z českých autorů tuto problematiku popsal Dovalil, Perič, Millerová nebo Glesk.

Druhá kategorie shrnuje základní informace o fyziologických aspektech atletického sprintu, zejména fyziologické a metabolické nároky sprinterů. Mezi tyto nároky patří například anaerobní metabolismus, příčiny únavy a energie ve sprintu a další, kterými se zabývají zejména Gleeson, Soch, Heller a Millerová.

Třetí kategorie pojednává o výzkumných článcích zahraničních autorů, například Fletchera, Younga, Yamaguchiho, Littela, Behma, Kokkonena, Winchestera, Faccioniho, Samsona, Nelsona, McMilliana, Wonga, Wallmanna a mnoha dalších, kteří se zabývají především

vlivem statického a dynamického protažení a jejich následným vlivem na rychlostní výkon. Tito a mnozí další autoři se ve většině případů shodují v tom, že by statické protažení nemělo být zařazeno do rozcvičení před rychlostním výkonem, ale až na konec tréninkové či soutěžní jednotky. Pro zlepšení výkonu v krátkém sprintu a zároveň pro optimální přípravu organismu na tuto zátěž autoři doporučují, aby bylo realizováno rozcvičení i protažení dynamické.

Poslední část uvádí výsledky případové studie, která byla provedena na hráčích fotbalu, na základě předem zvoleného výzkumu. V šetření byly využity čtyři rozcvičovací protokoly, pasivní statický strečink, aktivní statický strečink, aktivní dynamický strečink a statický dynamický strečink a jejich vliv na následný rychlostní výkon v běhu na 20 metrů. Výsledky neukázaly shodu s porovnávaným výzkumem a průměrné výsledky pro dynamické protažení se nezměnily. Časy tak zůstaly stejné před i po rozcvičovací intervenci. Výsledky ve statickém dynamickém protažení prokázaly zlepšení ve výkonu. Po aplikaci aktivního i pasivního statického protažení byl výkon zhoršen, což ve svých výzkumech po tomto druhu rozcvičení uvádí mnoho autorů.

Nicméně výsledky této práce potvrzují, že pro rozcvičení před rychlostním sportovním výkonem reprezentovaným krátkým sprintem, je nejvhodnější metodou dynamické protahování, které zároveň napomáhá ke zlepšení výkonnosti. Statické protahování je doporučováno na závěr tréninkové jednotky nebo závodu.

10. SOUPIS POUŽITÉ LITERATURY

10.1 Literatura

ABAD, C. et. al. Combination of general and specific warm-ups improves leg-press one repetition maximum compared with specific warm-up in trained individuals. *Journal of strength and conditioning research*, 2011. Vol. 25, p. 2242-2245.

ACSM. General principles of exercise prescription. *Guidelines for exercise testing and prescripton*, 2006. P. 133-165.

AGRE, J. Hamstring injuries. Proposedd aetiological factors, prevention, and treatment. *Sports mediciiine*, 1985. Vol. 2, p. 21-33.

AKUTHOTA, V. et. al. Core stability exercise principles. *Current sports medicine reports*, 2008. Vol. 7, p. 39-44.

ALLUM, J. et. al. Age-dependent variations in the directional sensitivity of balance corrections and compensatory arm movements in man. *Journal of physiology*, 2002. Vol. 542, p. 643-663.

ALPKAYA, U., KOCEJA, D. The effects of acute static stretching on reaction time and force. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 2007. Vol. 47, p. 147-150.

ALTER, M. *Science of flexibility*. 2nd ed. Il. Champaign: Human Kinetics, 1996. 384 p. ISBN 9780873229777.

ALTER, M. *Sports stretch*. 2nd ed. Il, Champaign: Human Kinetics. 1997. 232 p. ISBN 978-0880118231.

AMIRI-KHORASANI, M. et. al. Acute effect of different stretching methods on illinois agility test in soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 2010, Vol. 24, p. 2698-2704.

ANDERSEN, J. Stretching before and after exercise: effect on muscle sorness and injury risk. *Journal of athletic training*, 2005. Vol. 40, No. 3, p. 218-220.

ANDERSON, A., BURKE, E. Scientific, medical, and practical aspects of stretching. *Clinics in sports medicine*, 1991. Vol. 10, No. 1, p. 63-68.

ANDRE, J., MEANS, J. Rate of imagery in mental practice: an experimental investigation. *Journal of sport psychology*, 1986. Vol. 8, p. 124-128.

ARABACI, R. Acute effects of pre-event lower limb massage on explosive and high speed motor capacities and flexibility. *Journal of sports science and medicine*, 2008. Vol. 7, p. 549-555.

ARGE, J. Hamstring injuries. *Sports medicine*, 1985. Vol. 2, p. 21-33.

ARNASON, A. et. al. Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian journal of medicine and science sports*, 2008. Vol. 8, No. 8, p. 44-48.

ARNHEIM, D., PRENTICE, W. *Principles of athletic training*. 8th ed. St. Luis: Mosby, 1993. 976 p. ISBN 978-0078022647.

ARORA, S. et. al. Development and validation of mental practice as a training strategy for laparoscopic surgery. *Surgical endoscopy*, 2010. Vol. 24, p. 179-187.

ASSMUSSEN, E. et. al. Mechano-elastic properties of human muscles at different temperatures. *Acta physiologica scandinavica journal*, 1976. Vol. 96, p. 86-93

ASTRAND, P., RODAHL, K. *Textbook of work physiology*. NY: Mc Graham-Hill, 1977. 656 p. ISBN 978-0736001403.

ATWATER, A. Kinematic analysis of sprintinng. In FLETCHER, I. Biomechanical aspects of sprint running. *UKSCA*, 2009. Vol. 16, p. 20-23.

AVELA, J. et. al. Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *Journal of applied physiology*, 1999. Vol. 86, p. 1283-1291.

AVELA, J. et. al. Neural and mechanical responses of the triceps surae muscle group after 1 h of repeated fast passive stretches. *Journal of applied physiology*, 2004. Vol. 96, p. 2325-2332.

BACURAU, R. et. al. Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *Journal of strength and conditioning research*, 2009. Vol. 23, No. 1, p. 304-308.

BAECHLE, T. *Strength training and conditioning*. 1st ed. Il, Champaign: Human Kinetics, 1994. 560 p. ISBN 978-0873226943.

BAECHLE, T., EARLE, R. *Essentials of strength training and conditioning*. 3rd ed. Il, Champaign: Human Kinetics. 2008. 656 p. ISBN 978-0-7360-8465-9.

BANDY, W., IRION, J. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstrings muscles. *Physical therapy journal*, 1994. Vol. 74, p. 845-850.

BANDY, W. et. al. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscle. *Physical therapy journal*, 1997. Vol. 77, p. 1090-1096.

BANDY, W. et. al. The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 1998. Vol. 27, p. 295-300.

BAUMAN, C. et. al. An approach to musculoskeletal profiling of women in sports. *Health publications*, 1972. P. 61-72.

BAUMEISTER, R. et. al. *Losing control: how and why people fail and self-regulation*. 1st ed. San Diego CA: Academic Press, 1994. 307 p. ISBN 978-0120831401.

BEAULIEU, J. Developing and stretching program. *Physician and sportsmedicine*, 1981. Vol. 9, p. 59-69.

BECKETT, J. et. al. Effects of static stretching on repeated sprint and change of direction performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 2009. Vol. 41, No. 2, p. 444-450.

BEEDLE, B., MANN, C. A comparison of two warm-ups on joint range of motion. *Journal of strength and conditioning research*, 2007. Vol. 21, p. 776-779.

BEEDLE, B. et. al. Pretesting static and dynamic stretching does not affect maximal strength. *Journal of strength and conditioning research*, 2008. Vol. 22, p. 1838-1843.

BEHM, D. et. al. Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Canadian journal of applied physiology*, 2001. Vol. 26, p. 262-272.

BEHM, D. et. al. Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Medicine and science in sports and exercise*, 2004. Vol. 36, p. 1397-1402.

BEHM, D. et. al. Flexibility is not related to stretch-induced deficits in force or power. *Journal of sports science medicine*, 2006. Vol. 5, p. 33-42.

BEHM, D. et. al. Effects of differing intensities of static stretching on jump performance. *European journal of applied physiology*, 2007. Vol. 101, p. 587-594.

BEHM, D., CHAOUACHI, A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European journal of applied physiology*, 2011. Vol. March.

BERGH, U. Human power at subnormal body temperatures. *Acta physiologica scandinavica*, 1980. 39 p. ISBN 0302-2994.

BERGH, U., EKBLÖM, B. Influence of muscle temperature on maximal strength and power output in human muscle. *Acta physiologica scandinavica journal*, 1979. Vol 107, p. 332-337.

BERGH, U., EKBLÖM, B. Physical performance and peak aerobic power at different body temperatures. *Journal of applied physiology respiratory environmental and exercise physiology*, 1979. Vol. 46, No. 5, p. 885-889.

BISHOP, D. Warm up I: Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports medicine journal*, 2003. Vol. 33, p. 439-454.

BISHOP, D. Warm up II: Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports medicine journal*, 2003. Vol. 33, p. 483-498.

BISCHOFF, C. et. al. Injury prevention. In SCHENCK R. *Athletic training and sports medicine*. 3rd ed. Il. Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1999. p. 50-53. ISBN 0-89203-172-7.

BLACK, J., JONES, S. Passive stretching does not protect against acute contraction-induced injury in mouse EDL muscle. *Journal muscle research*, 2001. Vol. 22, p. 301-310.

BLAZEVOICH, A. Sports biomechanics. London: A&C Black, 2007. 212 p. ISBN 978-1408127490.

BLISS, L., TEEPLE, P. Core stability: The centerpiece of any training program. *Current sports medicine reports*, 2005. Vol. 4, p. 179-183.

BLOMSTRAND, E. et. al. The influence of muscle temperature on muscle metabolism during intense dynamic exercise. *Acta physiologica scandinavica journal*, 1984. Vol. 120, p. 229-236.

BOGUSZEWSKI, D. et. al. Assessment of effectiveness of sports massage in supporting of warm up. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2014. Vol. 10, p. 67-71.

BOMPA, T., HAFF, G. *Periodization. Theory and methodology of training*. 5th ed. Il, Champaign: Human Kinetics, 2009. 424 p. ISBN 978-0736074834.

BOOTH, L. Mobility, stretching and warm-up: applications in sport and exercise. *Sports and exercise medicine*, 2008. Vol. 37, p. 20-23.

BOSCO, C. et. al. The influence of whole body vibration on jumping performance. *Biology of sport*, 1998. Vol. 15, p. 157-164.

BOYLE, P. The effect of static and dynamic stretching on muscle force production. *Journal of sports science and medicine*, 2004. Vol. 22, p. 273-274.

BRADLEY, P. et. al. The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *Journal of strength and conditioning research*, 2007. Vol. 21, p. 223-226.

BROWN, T. Core flexibility. *Journal of performance training*, 2005. Vol. 4, p. 8-10.

BROWN T. Core strength: learning the overhead squat. *Journal of performance training*, 2006. Vol. 5, p. 8-14.

BROWN, T., VESCOVI, J. Maximum speed: misconceptions of sprinting. *Journal of strength and conditioning research*, 2012. Vol. 34, p. 37-41.

BRUBAKER, C., JAMES, S. Injuries to runners. *Sports medicine*, 1974. Vol. 2, p. 198-198.

BRUMMIT, J. Advanced lumbar stabilisation exercises. *Journal of performance training*, 2005. Vol. 4, p. 11-12.

BUHRLE, M. et. al. Die spezielle diagnose der einzelnen kraftkomponenten im hochleistungssport. *Leistungssport* 1983. Vol. 3, p. 11-16.

- BUNDLE, M., WEYAND, P. Sprint exercise performance: does metabolic power matter? *Exercise and sport science reviews*, 2012. Vol. 40, No. 3, p. 174-182.
- BURKETT, L. Causative factors of hamstring strains. *Journal of sports science and medicine*, 1970. Vol. 2, No. 1, p. 39-42.
- BURKETT, L. et. al. The best warm-up for the vertical jump in college-age athletic men. *Journal of strength and conditioning research*, 2005. Vol. 19, p. 673-676.
- CALDWELL, E. *Remedial massage therapy*. 1st ed. Fishbourne: Corpus Publishing Ltd., 2001. 224 p. ISBN 978-1903333024.
- CARRETT, W. et. al. Biomechanical comparison of stimulated and nonstimulated skeletal muscle pulled to failure. *American journal of sports medicine*, 1987. Vol. 15, No. 5, p. 448-454.
- CARRETT, W. et. al. Computed tomography of hamstring strains. *Journal of sports science and medicine*, 1989. Vol. 21, No. 5, p. 506-514.
- CAUDILL, D. et. al. Psyching-up and track athletes: a preliminary investigation. *Journal of sport psychology*, 1983. Vol. 5, p. 231-235.
- CAVAGNA, A. et. al. Positive work done by a previously stretched muscle. *Journal of applied physiology*, 1968. Vol. 24, p. 21-32.
- CAVAGNA, A. Elastic bounce of the body. *Journal of applied physiology*, 1970. Vol. 29, p. 279-282.
- CAVAGNA, A. et. al. The mechanics of sprint running. *Journal of physiology*, 1971. Vol. 217, p. 709-721.
- CE, E. Effects of stretching on maximal anaerobic power: the roles of active and passive warm ups. *Journal of strength and conditioning research*, 2008. Vol. 22, p. 794-800.
- CISIK, J. Means and methods of speed training, part II. *Journal of strength and conditioning research*, 2005. Vol. 27, p. 18-25.
- CISIK, J. Programming abdominal training, part I. *National strength and conditioning association*, 2002. Vol. 24, p. 9-15.
- COOLE, W., GIECK, J. An analysis of hamstring strains and their rehabilitation. *Journal of orthopaedic and sports physiology therapy*, 1987. Vol. 9, No. 2, p. 77-85.
- COPPENOLLE, H., DELECLUSE, C. Technology and development of speed. *Athletics coach*, 1989. Vol. 23, No. 1, p. 82-90.
- COPPENOLLE, H. et. al. An evaluation of the starting action of world class female sprinters. *Track technique*, 1990. Vol. 90, p. 3581-3582.

CORBIN, C. Effects of mental practice on skill development after controlled practice. *Research quarterly*, 1967. Vol. 38, p. 534-538.

CORNWALL, M. Effect of temperature on muscle force and rate of muscle force production in men and women. *Journal orthopaedic sports physical therapy*, 1994. Vol. 20, p. 74-80.

CORNWELL, A. et. al. The acute effects of passive muscle stretching on vertical jump performance. *Journal of human movement studies*, 2001. Vol. 40, p. 307-324.

COSTA, P. et. al. The acute effects of different durations of static stretching on dynamic balance performance. *Journal of strength and conditioning research*, 2009. Vol. 23, p. 141-147.

COVERT, C. et. al. Comparison of ballistic and static stretching on hamstring muscle length using and equal stretching does. *Journal of strenth and conditioning research*, 2010. Vol. 24, p. 3008-3014.

COWAN, D. et. al. The epidemiology of physical training injuries in US infantry trainees: methodology, population, and risk factors. *US Army research institute of environmental medicine technology*, 1988. NO:T4-89.

CRAMER, J. et. al. Acute effects of static stretching on peak torque in women. *Journal of strength and conditioning research*, 2004. Vol. 18, p. 236-241.

CRAMER, J. et. al. The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography and mechanomyography. *European journal of applied physiology*, 2004. Vol. 93, p. 530-539.

CROSMAN, L. et. al. The effects of massage to the hamstring muscle group on range of motion. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 1984. Vol. 6, p. 168-172.

CROSS, K., WORRELL, T. Effects of a static stretching program on the incidence of lower extremity musculotendinous strains. *Journal of athletic training*, 1999. Vol. 34, No. 1, p. 11-14.

CROSS, K. et. al. Functional performance following an ice immersion to the lower extremity. *Journal of athletic training*, 1996. Vol. 31, p. 113-116.

CROWDER, L. et. al. Training for the 100m sprint. *FIA Journal*, 1992. Vol. August, p. 29-31.

CZARKOWSKA-PACZEK, B, PRZYBYLSKI, J. *Outline of physical exercise physiology*, 2006. 160 p.

ČILLÍK, I., ROŠKOVÁ, M. *Základy atletiky*. Banská Bystrica: UMB, 2003. 148 s. ISBN 80-8055-846-9.

- ČOH, M. et. al. The biomechanical model of the sprint start and block acceleration. *Physical education and sports*, 2006. Vol. 4, No. 2, p. 103-114.
- DADEBO, B. et. al. A survey of flexibility training protocols and hamstring strains in professional football clubs in England. *British journal of sports medicine*, 2004. Vol. 38, No. 4, p. 388
- DALRYMPLE, K. et. al. Effect of static and dynamic stretching on vertical jump performance in collegiate women volleyball players. *Journal of strength and conditioning research*, 2010. Vol. 24, p. 149-155.
- DAVIES, C., YOUNG, K. Effect of temperature on the contractile properties and muscle power of triceps surae in humans. *Journal applied physiology*, 1983. Vol. 55, p. 191-195.
- DAVIS, D. et. al. The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *Journal strength and conditioning research*, 2005. Vol. 19, p. 27-32.
- DAWSON, B. et. al. Player movement patterns and game activities in the australian football league. *Journal of sport science and medicine*, 2004. Vol. 7, p. 278-291.
- DEANE, R. et. al. Effects of hip flexor training on sprint, shuttle run, and vertical jump performance. *Journal of strength conditioning research*, 2005. Vol. 19, No. 3, p. 615-621.
- DECOSTER, L. et. al. The effects of hamstring stretching on range of motion: a systematic literature review. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 2005. Vol. 35, p. 377-387.
- DELECLUSE, C. et. al. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Journal of sports science and medicine*, 2003. Vol. 35, p. 1033-1041.
- DEPINO, G. et. al. Duration of maintained hamstring flexibility after cessation of an acute static stretching protocol. *Journal of athletic training*, 2000. Vol. 35, No. 10, p. 56-59.
- DERUITER, C. et. al. Short-term effects of whole-body vibration on maximal voluntary isometric extensor force and rate of force rise. *European journal of apppllied physiology*, 2003. Vol. 88, p. 472-475.
- DEVRIES, H. *Physiology of exercise for physical education and athletics*. 3rd ed. Iowa: W.C.Brown, 1980. 577 p. ISBN 0697071693.
- DEWEIJER, V. et. al. The effect of static stretch and warm-up exercise on hamstring length over the course of 24 hours. *Journal orthopaedic and sports physiology therapy*, 2003. Vol. 33, No. 12, p. 727-733.
- DICK, F. *Sprint and relays*. London: British amateur athletic board, 1987. 90 p. ISBN 987-0851340821.

- DINTIMAN, G. et. al. *Sports speed*. 2nd ed. Il, Champaign: Human Kinetics, 1997. 224 p. ISBN 0-88011-607-2.
- DIPRAMPERO, P. et. al. Energetics of best performances in middle-distance running. *Journal of applied physiology*, 1993. Vol. 74, No. 5, p. 2318-2324.
- DISHMAN, J., BULBULIAN, R. Comparison of effects of spinal manipulation and massage on motoneuron excitability. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 2001. Vol. 41, p. 97-106.
- DRISKELL, J. et. al. Does mental practice enhance performance? *Journal of applied psychology*, 1994. Vol. 79, No. 4, p. 481-492.
- DUFFIELD, R. et. al. Core temperature responses and match running performance during intermittent-sprint exercises competition in warm conditions. *Journal of strength and conditioning research*, 2009. Vol. 23, p. 1238-1244.
- DUNCAN, P. Muscle rehabilitation. In MALONE, T. *Muscle injury and rehabilitation*. Baltimore: Williams and Wilkins, 1988. P. 63.
- DUTHIE, G. et. al. The acute effects of heavy loads on jump squat performance: an evaluation of the complex and contrast methods of power development. *Journal of strength and conditioning research*, 2002. Vol. 16, p. 530-538.
- DYSON, G. *Mechanics of athletics*. 6th ed. London: University of London, 1973. 240 p. ISBN 9780340174425.
- EBBEN, W., BLACKARD, D. Strength and conditioning practices of national football league strength and conditioning coaches. *Journal strength and conditioning research*, 2001. Vol. 15, p. 48-58.
- EBBEN, W. et. al. Strength and conditioning practices of national hockey league strength and conditioning coaches. *Journal strength and conditioning research*, 2004. Vol. 18, p. 889-897.
- EBBEN, W. et. al. Strength and conditioning practices of major league baseball strength and conditioning coaches. *Journal strength and conditioning research*, 2005. Vol. 19, p. 538-546.
- EGAN, A. et. al. Acute effects of static stretching on peak torque and mean power output in national collegiate athletic association division I womens basketball players. *Journal of strength and conditioning research* , 2006. Vol. 20, p. 778-782.
- EGSTORM, G. Effects of an emphasis on conceptualizing techniques during early learning of a gross motor skill. *Research quarterly*, 1964. Vol. 35, p. 472-481.
- EKSTRAND, J., GILLQUIST, J. The frequency of muscle tightness and injury in soccer players. *American journal of sports medicine*, 1982. Vol. 10, p. 75-78.

- ELAM, R. Warm-up and athletic performance: physiological analysis. *National strength and conditioning association*, 1986. Vol. 8, p. 30-32.
- ENGLERT, CH. et. al. The influence of ego depletion on sprint start performance in athletes without track and field experience. *Frontiers in psychology*, 2015. Vol. 6, p. 1-6.
- ENOKA, R. *Neuromechanics of human movement*. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2001. 556 p. ISBN 978-0736002516.
- EVANS, T. et. al. Agility following the application of cold therapy. *Journal of athletic training*, 1995. Vol. 30, p. 231-234.
- EVANS, R. et. al. Effects of warm-up before eccentric exercise on indirect markers of muscle damage. *Medicine and science in sports and exercise*, 2002. Vol. 34, No. 12, p. 1892-1899.
- EVETOVICH, T. et. al. Effect of static stretching of the biceps brachii on torque, electromyography and mechanomyography during concentric isokinetic muscle actions. *Journal of strength conditioning research*, 2003. Vol. 17, p. 484-488.
- FACCIONI, A. Assisted and resisted methods for speed development. In JARVER, J. et. al. *Sprints and relays*. 4th ed. CA, Los Altos: Tafnews Press, 1995. 160 p. ISBN 978-0911521429.
- FAIGENBAUM, A. et. al. Dynamic warm up protocols, with and without a weighted vest, and fitness performance in high school female athlete. *Journal of athletic training*, 2006. Vol. 41, No. 4, p. 357-363.
- FAVERO, J. et. al. Effects of an acute bout of static stretching on 40 m sprint performance: influence of baseline flexibility. *Research in sports medicine*, 2009. Vol. 17, No. 1, p. 50-60.
- FELTZ, D., LANDERS, D. The effects of mental practice on motor skill learning and performance: a meta-analysis. *Journal of sport psychology*, 1983. Vol. 5, p. 25-57.
- FERRETI, G., BRINGARD, R. An analysis of performance in human locomotion. *European journal of applied physiology*, 2011. Vol. 111, p. 391-401.
- FLETCHER, I., JONES, B. The effect of different warm up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *Journal of strength and conditioning research*, 2004. Vol. 18, No. 4, p. 885-888.
- FLETCHER, I., ANNESS, R. The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fifty-meter sprint performance in track and field athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 2007. Vol. 21, No. 3, p. 784-787.
- FLETCHER, I. Biomechanical aspects of sprint running. *UKSCA*, 2009. Vol. 16, p. 20-23.

- FLETCHER, I., COLOMBO, M. An investigation into the effects of different warm-up modalities on specific motor skills related to soccer performance. *Journal of strength and conditioning research*, 2010. Vol. 24, p. 2096-2101.
- FOWLES, J., SALE, D. Time course of strength deficit after maximal passive stretch in humans. *Medicine and science sports exercises*, 1997. Vol. 29, p. 26.
- FOWLES, J. Reduced strength after passive stretch on the human plantarflexors. *Journal of applied physiology*, 2000. Vol. 89, p. 1179-1188.
- FRADKIN, A. et. al. Does warming up prevent injury in sport? The evidence from randomised controlled trials. *Journal of science and medicine in sport*, 2006. Vol. 9, No. 3, p. 214-220.
- FRADKIN, A. et. al. Effects of warming-up on physical performance: a systematic review with meta-analysis. *Journal of strength and conditioning research*, 2010. Vol. 24, No. 1, p. 140-148.
- FUNK, D. et. al. Impact of prior exercise on hamstring flexibility: a comparison of proprioceptive neuromuscular facilitation and static stretching. *Journal of strength and conditioning research*, 2003. Vol. 17, p. 489-492.
- GAJDOSIK, R., LUSIN, G. Hamstring muscle tightness. Reliability on an active-knee-extension test. *Physiology therapy*, 1983. Vol. 63, p. 1085-1090.
- GAJDOSIK, R. et. al. Comparison of four clinical tests for assessing hamstring muscle length. *Journal of orthopaedic and sports physiology therapy*, 1993. Vol. 18, p. 614-618.
- GARRETT, W. et. al. Histochemical correlates of hamstring injuries. *American journal of sports medicine*, 1984. Vol. 12, p. 98-103.
- GELEN, E. Acute effects of different warm-up methods on sprint slalom dribbling, and penalty kick performance in soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 2010. Vol. 24, No. 4, p. 950-956.
- GILLETTE, T. et. al. Relationship of body core temperature to knee range of motion. *Journal of orthopaedic and sports physiology therapy*, 1991. Vol. 13, p. 125-129.
- GLEIM, G., MCHUGH, M. Flexibility and its effects on sports injury and performance. *Sports medicine*, 1997. Vol. 24, p. 289-297.
- GLESK, P. Behy na krátke vzdialenosti. In VARGA, I. a kol. *Atletika behy*. Bratislava: Šport, slovenské telovýchovné vydavateľstvo, 1986. 248 s. ISBN 1 729/I-85.
- GLICK, J. Muscle strains: prevention and treatment. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 1980. Vol. 8, No. 11, p. 73-77.

GOLDBERG, J. et. al. The effect of two intensities of massage on H-reflex amplitude. *Physical therapy*, 1992. Vol. 72, p. 449-457.

GOLDBERG, J. et. al. The effect of therapeutic massage on H-reflex amplitude in person with a spinal cord injury. *Physical therapy*, 1994. Vol. 74, p. 728-737.

GOODWIN, J. A comparison of massage and sub-maximal exercise as warm-up protocols combined with a stretch for vertical jump performance. *Journal of sports science*, 2002. Vol. 20, No. 1, p. 48-49.

GOODWIN, J. et. al. Effect of pre-performance lower-limb massage on thirty-meter sprint running. *Journal of strength and conditioning research*, 2007. Vol. 21, No. 4, p. 1028-1031.

GOUGH, M. The forty yard dash for the high school athlete. *Journal of strength and conditioning*, 2006. Vol. 28, p. 24-25.

GOURGOULIS, V. et. al. Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *Journal of strength and conditioning research*, 2003. Vol. 17, p. 342-344.

GRASGRUBER, P. Sport a geny. *Vesmír*, 2002. Vol. 81, s. 388-392.

GRAY, S. et. al. Effect of active warm up on metabolism prior to and during intense active exercise. *Medicine science sports exercise*, 2002. Vol. 34, p. 2091-2096.

GRAY, S., NIMMO, M. Effects of active, passive or no warm-up on metabolism and performance during high-intensity exercise. *Journal of sports science*, 2016. Vol. 19, p. 693-700.

GRODJINOVSKY, A. Effect of warming-up on running performance. *Research quarterly for exercise and sport*, 1970. Vol. 41, p. 116-119.

GUGGENHEIMER, J. et. al. The effects of specific preconditioning activities on acute sprint performance. *Journal of strength and conditioning research*, 2009. Vol. 23, No. 4, p. 1135-1139.

GUISSARD, N. et. al. Muscle stretching and motoneuron excitability. *European journal of applied physiology*, 1988. Vol. 58, p. 47-52.

GUISSARD, N., HAINAUT, K. EMG and mechanical changes during sprint start at different front block obliquities. *Medicine and science in sport and exercise*, 1992. Vol. 24, No. 11, p. 1257-1263.

GULLICH, A., SCHMIDTBLEICHER D. MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New studies in athletic*, 1996. Vol. 11, p. 67-81.

HALL, J. *Basic biomechanics*. 3rd ed. Singapur: McGaw-Hill, 1999. 560 p. ISBN 978-0073376448.

HALVORSON, G. Therapeutic heat and cold for athletic injuries. *Physician sportsmed*, 1990. Vol. 18, No. 5, p. 87-92.

HAMADA, T. et. al. Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscle. *Journal of applied physiology*, 2000. Vol. 88, p. 2131-2137.

HANDEL, M. et. al. Effects of contract-relax stretching training on muscle performance in athletes. *European journal applied physiology and occupational physiology*, 1997. Vol. 76, No. 5, p. 400-408.

HANDRAKIS, J et. al. Static stretching does not impair performance in active middle-aged adults. *Journal of strength and conditioning research*, 2010. Vol. 24, p. 825-830.

HARLAND, M., STEELE, J. Biomechanics of the sprint start. *Sport medicine*, 1997. Vol. 23, No. 1, p. 11-20.

HARTING, D., HEENDERSON, D. Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. *American journal of sports medicine*, 1999. Vol. 27, No. 2, p. 173-176.

HARVEY, L. et. al. Does stretching induce lasting increases in joint rom? A systematic review. *Physiotherapy research international*, 2002. Vol. 7, p. 7-13.

HAY, J. *The biomechanics of sport techniques*. 4th ed. New Jersey: Prentice Hall Limited, 1993. 544 p. ISBN 978-0130845344.

HAYTER, M. et. al. Does warm up using mental practice improve crisis resource management performance? A simulation study. *British journal of anaesthesia*, 2013. Vol. 110, No. 2, p. 299-304.

HEDRICK, A. Physiological responses to warm-up. *National strength and conditioning association*, 1992. Vol. 14, p. 25-27.

HEDRICK, A. Training the trunk for improved athletic performance. *National strength and conditioning association*, 2000. Vol. 22, p. 50-61.

HEDRICK, A. Learning from each other: warming up. *Journal of strength and conditioning research*, 2006. Vol 28, p. 43-45.

HEISER, T. et. al. Prophylaxis and management of hamstring muscle injuries in intercollegiate football players. *American journal of sports medicine*, 1984. Vol. 12, No. 5, p. 368-370.

HELLER, J. Fyziologie. In VINDUŠKOVÁ, J. a kol. *Abeceda atletického trenéra*. 1. vyd. Praha: Olympia, 2003. s. 31-68. ISBN 80-7033-770-2.

HENRICSON, A. et. al. The effect of heat and stretching on range of hip motion. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 1984. Vol. 6, No. 2, p. 110-115.

HERBERT, R., GABRIEL, M. Effects of stretching before and after exercise on muscle soreness and risk of injury: a systematic review. *British medical bulletin*, 2002. Vol 325, p. 468-470.

HERDA, T. et. al. 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, p. 809-817.

HERMAN, S., SMITH D. Four week dynamic stretching warm up intervention elicits longer term performance benefits. *Journal of strength and conditioning research*, 2008. Vol. 22, No. 4, p. 1286-1297.

HERNANDEZ, M. et. al. Lower back pain is reduced and range of motion increased after massage therapy. *International journal of neuroscience*, 2001. Vol. 106, p. 131-145.

HIGH, D. et. al. The effects of static stretching and warm-up on prevention of delayed-onset muscle soreness. *Research quarterly for exercise and sport*, 1989. Vol. 60, p. 357-361.

HILFICKER, R. et. al. Effects of drop jumps added to the warm-up of elite sport athletes with a high capacity for explosive force development. *Journal of strength and conditioning research*, 2007. Vol. 21, p. 550-555.

HILL, A. *Living machinery*. UK: G.Bell&Sons, 1927. 256 p. ISBN 1431971592JGH

HODGSON, M. et. al. Post-activation potentiation. Underlying physiology and implications for motor performance. *Sports medicine*, 2005. Vol. 35, p. 585-595.

HOLCOMB, B. Stretching and warm-up. In BAECHLE, T., EARLE, R. *Essentials of strength training and conditioning*. 2nd ed. Il, Champaign: Human Kinetics, 2008. 656 p. ISBN 978-0-7360-8465-9.

HOLT, L. et. al. Comparative study of three stretching techniques. *Perceptual and motor skills*, 1970. Vol. 31, p. 611-616.

HOLT, J. et. al. *Biomechanics in sports*. Ontario, Thunder Bay: Lakehead University, 1996. P. 170-174.

HOLT, B. The impact of different warm-up protocols on vertical jump performance in male collegiate athletes. *Journal strength and conditioning research*, 2008. Vol 22, p. 226-229.

HOUGH, P. et. al. Effects of dynamic and static stretching on vertical jump performance and electromyographic activity. *Journal strength and conditioning research*, 2009. Vol. 23, p. 507-512.

HOWELL, D. *Fundamental statistics for the behavioral sciences*. Ca, Belmont: Brooks/Cole-Thompson learning, 2004.

HUBLEY, C. et. al. The effects of static stretching exercises and stationary cycling on range of motion at the hip joint. *American journal of orthopedics*, 1984. Vol. 6, No. 2, p. 104-109.

HUBLEY, C., KOZEY, J. Can stretching prevent athletic injuries? *Musculoskeletal medicine*, 1984. Vol. 1, No. 9, p. 25-32.

HUNTER, A. et. al. Effect of lower limb massage on electromyography and force production of the knee extensors. *British journal of sports medicine*, 2006. Vol. 40, p. 114- 118.

CHAN, S. et. al. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, 2001. Vol. 11, p. 81-86.

CHAOUACHI, A. et. al. Stretch and sprint training reduces stretch-induced sprint performance deficits in 13- to 15- years-old youth. *European Journal of applied physiology*, 2008. Vol. 104, p. 513-522.

CHAOUACHI, A. et. al. Effects of warm-ups involving static or dynamic stretching on agility, sprinting and jumping performance in trained individuals. *Journal strength and conditioning research*, 2010. Vol. 24, p. 2001-2011.

CHARLES, J., BEJAN, A. The evolution of speed, size and shape in modern athletics. *Journal of experimental biology*, 2009. Vol. 212, p. 2419-2425.

CHATZOPOULOS, D. et. al. Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *Journal of strength and conditioning research*, 2007. Vol. 21, p. 1278-1281.

CHATZOPOULOS, D. et. al. Acute effects of static and dynamic stretching on balance, agility, reaction time and movement time. *Journal of sports science and medicine*, 2014. Vol. 13, p. 403-409.

CHEUNG, K. et. al. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports medicine*, 2003. Vol. 33, p. 145-164.

CHIU, L. et. al. Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *Journal of strength and conditioning research*, 2003. Vol. 17, p. 671-677.

CHIU, L. et. al. Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *Journal of strength and conditioning research*, 2003. Vol. 17, p. 671-677.

CHRISTENSEN, B., NORDSTROM, B. The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation and dynamic stretching techniques on vertical jump performance. *Journal strength and conditioning research*, 2008. Vol. 22, p. 1826-1831.

CHRISTENSEN, C., WISEMAN, D. Strength: the common variable in hamstring strain. *Athletic training*, 1972. Vol. 7, No. 2, p. 36-40.

CHURCH, J. et. al. Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. *Journal of strength and conditioning research*, 2001. Vol. 15, p. 332-336.

CHWALBINSKA-MONETA, J., HANNINEN, O. Effect of active warming-up on thermoregulatory, circulatory, and metabolic responses to incremental exercise in endurance-trained athletes. *International journal of sports medicine*, 1989. Vol. 10, p. 25-29.

IRVIN, R. et. al. *Sports medicine: prevention, assessment, management, and rehabilitation of athletic injuries*. MA: Allyn & Bacon, 1998. 588 p. ISBN 9780130374660.

JAGGERS, J. et. al. The acute effects of dynamic and ballistic stretching on vertical jump height, force and power. *Journal of strength and conditioning research*, 2008. Vol. 22, p. 1844-1949.

JARVER, J. *Sprints and Relays: Contemporary theory, technique and training*. 4th ed. CA, Los Altos: Tafnews Press, 1995. 160 p. ISBN 978-0911521429.

JEFFREYS, I. Warm up revisited – the ramp method of optimising performance preparation. *UK strength and conditioning association*, 2007. p. 15-19.

JONHAGEN, S. et. al. Hamstring injuries in sprinters-the role of concentric and eccentric hamstring muscle strength and flexibility. *American journal of sports medicine*, 1994. Vol. 22, No. 2, p. 262-266.

KAMPMILLER, T. a kol. *Teória a didaktika atletiky I*. 1. vyd. Bratislava: Univerzita Komenského, 1996. 164 s. ISBN 80-223-1099-9.

KARVONEN, J. Warming up and its physiological effect. *Acta universitatis sitatis Ouluensis. Series D. No. 31. Pharmacologica et physiologica*, 1978. No. 6.

KELLER, J. A theory of competitive running. *Physiology today*, 1973. Vol. 26, p. 43-47.

KEOGH, J. et. al. Evaluation of anthropometric, physiological, and skill-related tests for talent identification in female field hockey. *Canadian journal of applied physiology*, 2003. Vol. 28, p. 397-409.

KESLEY, I. Effects of mental practice and physical practice upon muscular endurance. *Research quarterly*, 1961. Vol. 32, p. 47-54.

KILDUFF, L. et. al. Postactivation potentiation in professional rugby players. Optimal recovery. *Journal of strength and conditioning research*, 2007. Vol. 21, p. 1134-1138.

KING, R. *Performance massage*. Il, Champaign: Human Kinetics, 1993, 160 p. ISBN 978-0873223959.

KNIGHT, K. *Cryotherapy in sport injury management*. Il, Champaign: Human Kinetics, 1995. 301 p. ISBN 978-0873227711.

- KNUDSON, D. et. al. Current issues in flexibility fitness. *Presidents council on physical fitness and sports research digest*, 2000. Vol. 3, No. 9, p. 1-8.
- KNUDSON, D. et. al. Acute effects of stretching are not evident in the kinematics of the vertical jump. *Journal of strength condition research*, 2001. Vol. 15, p. 98-101.
- KNUDSON, D., NOFFAL, G. Time course of stretch-induced isometric strength deficits. *European journal of applied physiology*, 2005. Vol. 94, p. 348-351.
- KNUDSON, D. The biomechanics of stretching. *Journal of exercise science physiotherapy*, 2006. Vol. 2, p. 3-12.
- KOCH, A. et. al. Effect of warm-up on the standing broad jump in trained and untrained men and women. *Journal of strength and conditioning research*. Vol. 17, p. 710-714.
- KOKKONEN, J. et. al. Acute muscle stretching in inhibic maximal strength performance. *Research quartenly for exercise and sport* 1998. Vol. 69, p. 411-415.
- KOMESU, Y. et. al. Does mental imagery prior to cystoscopy make difference? A radomized controlled trial. *American journal of obstetrics and gynecology*, 2009. Vol. 201, p. 218-219.
- KORCHEMNY, R. A new concept for sprint start and acceleration training. *New studies in athletics*, 1999. Vol. 7, No. 4, p. 65-72.
- KUBO, K. et. al. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *Journal of applied physiology*, 2001. Vol. 90, p. 520-527.
- KURZ, T. *Stretching scientifically. Aguide to flexibility training*. CA: Cypress: Stadion publishing company, 1990. 124 p. ISBN 9780940149281.
- LEHMANN, F., VOSS, G. Innovationen furden sprint und sprung. Ziehende gestaltuny der stüthzphasen. *Leistungssport*, 1997. Vol. 6, p. 20-25
- LEONE, D. et. al. Upper body force production after a low-volume static and dynamic stretching. *European journal of sport science*, 2012. P. 1-7
- LCHMANN, J. et. al. Effect of therapeutic temperatures on tendr extensibility. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 1970. Vol. 51, No. 8, p. 481-487.
- LIANG, M. et. al. Effect of intramuscular temperature on muscle strength and fatigue index in elite sprinters. *Medicine and science in sports and exercise*, 1992. Vol. 24, No. 5, p. 92.
- LIEBESMAN, J., CAFARELLI, E. Physiology of range in human joints: a critical review. *Critical reviews in physical and rehabilitation medicine journal*, 1994. Vol. 6, p. 131-160.
- LIEMOHU, W. Factors related to hamstring strains. *Journal sports medicine and physiology fitness*, 1978. Vol. 18, No. 1, p. 71-76.
- LINDEN, C. et. al. The effects of mental practice on walking balance in an elderly population. *The occupational therapy journal of research*, 1989. Vol. 9, p. 155-169.

LITTLE, T., WILLIAMS, A. Effects of differential stretching protocols during warm ups on high speed motor capacities in professional soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 2006. Vol. 20, No. 1, p. 203-207.

LOCATELLI, E., ARSAC, L. The mechanics and energetics of the 100 m sprint. *New studies in athletics*, 1995. Vol. 10, No. 1, p. 81-87.

LUHTANEN, P., KOMI, P. Force, power and elasticity- velocity, relationship in walking, running and jumping, 1980. *European journal of applied psychology*, 1980. Vol. 44, No. 3, p. 279-289.

LYSHOLM, J., WIKLANDER, J. Injuries in runners. *American journal of sports medicine*, 1987. Vol. 15, p. 168-171.

MACDOUGAL, J, et. al. Reduced strength after passive stretch of the human planterflexors. *Journal of applied physiology*, 2000. Vol. 89, p. 1179-1188.

MAGNUSSON, S. et. al. Mechanical and physical responses to stretching with and without preisometric contraction in human skeletal muscle. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 1996. Vol. 77, p. 373-378.

MAGNUSSON, S., RENSTORM, P. The european college of sports science position statement: the role of stretching in sports. *European journal of sports science*, 2006. Vol. 6, p. 87-91.

MALLIAROPOULOS, N. et. al. The role of stretching in rehabilitation of hamstring injuries: 80 athletes follow-up. *Medicine and science in sports and exercise*, 2004. Vol. 36, No. 5, p. 756-759.

MANN, R., SPRAGUE, P. A kinetic analysis of the ground leg during sprint running. *Research quarterly for exercise and sport*, 1980. Vol. 51, p. 334-348.

MANN, R. A kinetic analysis of sprinting. *Medicine and science in sports and exercise*, 1981. Vol. 13, p. 325-328.

MANN, R. et. al. Comparative electromyography of the lower extremity in jogging, running, and sprintint. *American journal sports medicine*, 1986. Vol. 14, No. 6, p. 501-510.

MANN, D., JONES, M. Guidelines to the implementation of a dynamic stretching program. *Journal of strength and conditioning research*, 1999. Vol. 21, p. 53-55.

MANOEL, M. et. al. Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. *Jurnal strength and conditioning research*, 2008. Vol. 22, p. 1528-1534.

MAREK, S. et. al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *Journal of athletic training*, 2005. Vol. 40, p. 94-103.

MARGARIA, R. et. al. Balance and kinetics of anaerobic energy release during strenuous exercise in man. *Journal of applied physiology*, 1964. Vol. 19, p. 623-628.

MARGARIA, R. Anaerobic metabolism in muscle. *Canadian medical association journal*, 1967. Vol. 96, p. 770-774.

MARTENS, R. *Successful coaching*. 3rd ed. Il, Champaign: Human Kinetics, 2004. ISBN 9780736040129.

MARTIN GINIS, K., BRAY, S. Application of the limited strength model of self-regulation to understanding exercise effort, planning and adherence. *Psychological health*, 2010. Vol. 25, p. 1147-1160.

MASAMOTO, N. et. al. Acute effects of plyometric exercise on maximum squat performance in male athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 2003. Vol. 17, p. 68-71.

MASON, D. et. al. Rehabilitation for hamstring injuries. *Cochrane database of systematic reviews*, 2007.

MCARDLE, W. et. al. *Exercise physiology: energy, nutrition and human performance*. 6th ed. Baltimore: Lippincott, Williams &Wilkins, 2007. 1068 p. ISBN 9780781749909.

MCKECHNIE, G. et. al. Acute effects of two massage techniques on ankle joint flexibility and power on the plantar flexors. *Journal of sports science and medicine*, 2007. Vol. 6, p. 498-504.

MCMASTER, W. et. al. Laboratory evaluation of various cold therapy modalities. *American journal of sports medicine*, 1978. Vol. 6, p. 291-294.

MCMASTER, W. Cryotherapy. *Physician Sportsmed*, 1982. Vol. 10, No. 11, p. 112-119.

MCMASTER, W., WALTER, M. Injuries in soccer. *American journal of sports medicine*, 1986. Vol. 6, No. 1, p. 293-299.

MCMILLIAN, D. et. al. Dynamic vs. static warm up: the effect on power and agility performance. *Journal of strength and conditioning research*, 2006. Vol. 20, No. 3, p. 492-499.

MCNEAL, J., SANDS, W. Acute static stretching reduces lower extremity power in trained children. *Pediatric exercises science*, 2003. Vol. 15, p. 139-145.

MECOMBER, S., HERMAN, R. Effects of local hypothermia on reflex and voluntary activity. *Physical therapy journal*, 1971. Vol. 51, p. 271-281.

MERO, A. et. al. Neuromuscular and anaerobic performance of sprinters at maximal and supramaximal speed. *International journal of sport medicine*, 1987. Vol. 8, No. 1, p. 55-60.

MERO, A. Forcetime characteristics and running velocity of male sprinters during the acceleration phase of sprinting. *Research Quarterly*, 1988. Vol. 59, No. 2, p. 94-98.

MERO, A. et. al. Biomechanics of sprint running. *Sport medicine*, 1992. Vol. 13, No. 6, p. 376-392.

MERRICK, M. et. al. The effects of ice and compression wraps on intramuscular temperatures at various depths. *Journal athletic training*, 1993. Vol. 28, p. 236-245.

MESTER, J. et. al. Vibration training: benefits and risks. *Journal of biomechanics*, 2006. Vol. 39, p. 1056-1065.

MILLEROVÁ, V. Trénink krátkých hladkých a překážkových sprintů. In VINDUŠKOVÁ, J. a kol. *Abeceda atletického trenéra*. 1. vyd. Praha: Olympia, 2003. 117 s. ISBN 80-7033-770-2.

MITCHELL, J., HUSTON, J. The effect of high- and low- intensity warm-up on the physiological responses to a standardized swim and tethered swimming performance. *Journal of sports sciences*, 1993. Vol. 11, p. 159-165.

MOJOCK, C. et. al. The effects of static stretching on running economy and endurance performance in female distance runners during treadmill running. *Journal of strength and conditioning research*, 2011. Vol. 25, No. 8, p. 2170-2176.

MOLLER, M. et. al. Duration of stretching effect on range of motion in lower extremities. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 1985. Vol. 66, p. 171-173.

MOORE, M., HUTTON, R. Electromyographic investigation of muscle stretching techniques. *Medicine and science in sports and exercise*, 1980. Vol. 12, p. 322-329.

MORAN, K. et. al. Dynamic stretching and golf swing performance. *International journal of sports medicine*, 2009. Vol. 30, p. 113-118.

MORAVEC, P. et. al. The 1987 international athletic foundation/IAAF scientific project. *Report: time analysis of the 100 meters events at the II World championship in athletics*, 1988. Vol. 3, No. 3, p. 61-69.

MORELLI, M. et. al. H-reflex modulation during manual muscle massage of human triceps surae. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 1991. Vol. 72, p. 915-919.

MURAVEN, M., BAUMEISTER, R. Self-regulation and depletion of limited resources: does self control resemble a muscle? *Psychological bulletin*, 2000. Vol. 126, p. 247-259.

MURPHY, D. Dynamic range of motion training: an alternative to static stretching. *Chiropractic sports medicine*, 1994. Vol. 8, No. 2, p. 59-66.

MURPHY, A., WILSON, G. The ability of tests of muscle function to reflect training-induced changes in performance. *Journal of sport science*, 1997. Vol. 15, p. 191-200.

MURPHY, J. et. al. Aerobic activity before and following short-duration static stretching improves range of motion and performance vs. a traditional warm-up. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 2010. Vol. 35, p. 679-690.

MYRER, J. et. al. Temperature changes in the human leg during and after two methods of cryotherapy. *Journal of athletic training*, 1998. Vol. 33, p. 25-29.

MYRER, J. et. al. Exercise after cryotherapy greatly enhances intramuscular rewarming. *Journal of athletic training*, 2000. Vol. 35, p. 412-416.

MYRER, J. et. al. Muscle temperature is affected by overlying adipose when cryotherapy is administered. *Journal of athletic training*, 2001. Vol. 36, p. 32-36.

NAGANO, A. et. al. Influence of vision and static stretch of the calf muscles on postural sway during quiet standing. *Human movement science*, 2006. Vol. 25, p. 422-434.

NEEDHAM, R. et. al. 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, p. 2614-2620.

NELSON, A., KOKKONEN, J. Acute ballistic muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Research quarterly for exercise and sport*, 2001. Vol. 72, p. 415-419.

NELSON, A. et. al. Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. *Journal of sports sciences*, 2005. Vol. 23, No. 5, p. 449-454.

NESSER, T. et. al. The relationship between core stability and performance in division I football players. *Journal of strength and conditioning research*, 2008. Vol. 22, p. 1750-1754.

NESSER, T., LEE, W. The relationship between core strength and performance in division I female soccer player. *Journal of exercises physiology*, 2009. Vol. 12, p. 21-28.

NORKIN, C., LEVANGIE, P. *Joint structure and function: a comprehensive analysis*. PA, Philadelphia: F A Davis company, 1992.

NORRIS, C. *The complete guide to stretching*. 1st ed. Windsor: Human Kinetics, 1999. ISBN 9780713649567.

NOVACHEK, T. Biomechanics of running. *Gait posture*, 1998. Vol. 7, No. 1, p. 77-95.

O'BRIEN, B. et. al. A comparison of active and passive warm-ups on energy system contribution and performance in moderate heat. *Journal of science and medicine in sport*, 1997. Vol. 26, p. 106-109.

O'SULLIVAN, K. et. al. The effect of warm up, static stretching and dynamic stretching on hamstring flexibility in previously injured subjects. *BMC musculoskeletal disorders*, 2009. Vol. 10, No. 37, p. 1-9.

OBALKOWSKA, A. Muscle strain-mechanism of injury and prevent. *Fizjoterapia*, 2003. Vol. 11, No. 4, p. 37-50.

OLEX-ZARYCHTA, D. Fitness. Theoretical and methodological basis conducting classes. 1st ed. Katowice: AWF, 2009. 220 p. ISBN 978-83-60837-32-0.

ORCHARD, J., SEWARD, H. Epidemiology of injuries in the australian football league, season 1997-2000. *British journal of sports medicine*, 2002. Vol. 36, p. 39-45.

OSTERING, L. et. al. Muscle activation during proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques. *Americal journal physiology medicine rehabilitation*, 1987. Vol. 66, p. 298-306.

OSTERING, L. et. al. Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilitation stretch techniques. *Medicine and science in sports and exercise*, 1990. Vol. 22, p. 106-111.

PAINE, T. *The complete guide to sports massage*. London: A&C Black Publisher, 2000. Chaper 9, p. 79-114.

PALMER, J. et. al. Ankle and thigh skin surface temperature changes with repeated ice pak application. *Journal of athletic training*, 1996. Vol. 31, p. 319-323.

PAPADOPOULOS, G. et. al. The effect of static and dynamic stretching exercises on the maximal isokinetic strength of the knee extensors and flexors. *Isokinetic exercise science*, 2005. Vol. 13, p. 285-291.

PAŘÍK, O. a kol. Srovnání aktivace vybraných svalů při běhu-sprintu a při předkopávání. *Česká kinantropologie*, 2011. Vol. 15, No. 1, p. 24-34.

PATON, R. et. al. Assessement of the effects of significant hamstring injury: an isokinetic study. *Journal of biomedical engineering*, 1989. Vol. 11, p. 229-230.

PEARCE, A. et. al. Effects of secondary warm up following stretching. *European journal of applied physiology*, 2009. Vol. 105, p. 175-183.

PERIČ, T., DOVALIL, J. *Sportovní trénink*. Praha: Grada, 2010. 160 s. ISBN 978-80-247-2118-7.

PERRIER, E. et. al. The acute effects of a warm-up including static stretching on countermovement jump height, reaction time, and flexibility. *Journal of strength and conditioning research*, 2011. Vol. 25, p. 1925-1931.

PERRONET, F., THIBAUT, G. Mathematicl analysis of running performance and world running records. *Journal of applied physiology*, 1989. Vol. 67, p. 453-468.

PERRY, H. The relative efficiency of actual and imaginary practice in 5 selected tasks. *Archives of psychology*, 1939. Vol. 4, p. 5-75.

PETERSEN, J., HOLMICH, P. Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *British journal of sports medicine* 2005. Vol. 39, No. 6, p. 319-323.

PETROFSKY, J. et. al. Insulative power of body fat on deep muscle temperatures and isometric endurance. *Journal of applied physiology*, 1975. Vol. 39, p. 639-642.

PILIANIDIS, T. et. al. Start reaction time and performance at the sprint events in the olympic games. *Kinesiology*, 2012. Vol. 44, p. 67-72.

POLLOCK, M. et. al. ACSM position stand on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 1998. Vol. 30, p. 975-991.

POPE, R. et. al. A randomized trial of pre-exercise stretching for prevention of lower limb injury. *Medicine and science in sports and exercise*, 2000. Vol. 32, p. 271-277.

POWER, K. et. al. An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 2004. Vol. 36, p. 1389-1396.

PRENTICE, W. Acomparasion of static stretching and PNF stretching for improving hip joint flexibility. *Athletic training*, 1983. Vol. 18, p. 56-59.

PULEO, J., MILROY, P. *Běhání anatomie*. 1. vyd. Brno: CPress, 2014. 182 s. ISBN 978-80-264-0358-6.

PYKE, F. The effect of preliminary activity on maximal motor performamce. *Research quarterly for edercise and sport*, 1968. Vol. 39, No. 4, p. 1069-1076.

RADFORD, J. et. al. Does stretching increase ankle dorsiflexion range of motion? A systematic review. *British journal of sports medicine*, 2006. Vol. 40, p. 870-875.

RAMPININI, E. et. al. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International journal of sports medicine*, 2007. Vol. 28, p. 228-235.

REILLY, T. et. al. A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *Journal of sports sciences*, 2000. Vol. 18, p. 695-702.

RICHENDOLLAR, M. et. al. Ice bag application, active warm up, and 3 measures of maximal functional performance. *Journal of athletic training*, 2006. Vol. 41, no. 4, p. 364-370.

RITTWEGER, J. et. al. Sprint and endurance power and ageing: an analysis of master world records. *Proceedings of the royal society*, 2009. Vol. 276, p. 683-689.

ROBBINS, D. Postactivation potentiation and its practical application: a brief review. *Journal of strength and conditioning research*, 2005. Vol. 19, p. 453-458.

ROBERGS, R. et. al. Effects of warm-up on muscle glycogenolysis during intense exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 1991. Vol. 23, p. 37-43.

RODENBURG, J. et. al. Warm-up, stretching and massage diminish harmful effects of eccentric exercise. *International journal of sports medicine*, 1994. Vol. 15, p. 414-419.

ROSENBAUM, D., HENNING, E. The influence of stretching and warm-up exercises on Achilles tendon reflex activity. *Journal of sports science*, 1998. Vol. 13, p. 481-490.

ROSS, S. The effectiveness of mental practice in improving the performance of college trombonists. *Journal research in music education*, 1985. Vol. 33, p. 221-230.

ROY, S., IRVIN, R. *Sports medicine*. NJ: Prentice-Hall, 1983. P. 303-304.

RULLER, H., HOMMEL, H. Biomechanical research project at the VI world championship in athletics, 1997. *New studies in athletics*, 1997. Vol. 12, No. 3, p. 43-73.

RUTLEDGE, I., FACCIONI A. Dynamic warm-ups. *Sports coach*, 2001. Vol. 24, p. 20-22.

RYAN, E., SIMONS, J. Efficacy of mental imagery in enhancing mental rehearsal of motor skills. *Journal of sport psychology*, 1982. Vol. 4, p. 41-51.

SACKETT, D. et. al. *Evidence-based medicine*. New York: Curchill Livingstone, 2000.

SACKETT, R. The influence of symbolic rehearsal upon the retention of a maze habit. *Journal of general psychology*, 1934. Vol. 10, p. 376-395.

SACKETT, R. The relationship between amount of symbolic rehearsal and retention of a maze habit. *Journal of general psychology*, 1935. Vol. 13, p. 113-128.

SADY, I. et. al. Flexibility training: ballistic, static, or PNF? *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 1982. Vol. 63, p. 261-263.

SAFRAN, M. et. al. The role of warm-up in muscular injury prevention. *American journal of sports medicine*, 1988. Vol. 16, No. 2, p. 123-128.

SAFRAN, M. et. al. Warm-up and muscular injury prevention: an update. *Sports medicine*, 1989. Vol. 8, p. 239-249.

SALE, D. Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and sport science reviews*, 2002. Vol. 30, p. 138-143.

SAMSON, R. et. al. Effects of dynamic and static stretching within general and activity specific warm ups protocols. *Journal of sports science and medicine*, 2012, Vol. 11, p. 279-285.

SAMUEL, M. et. al. Acute effects of static and ballistic stretching on measures of strength and power. *Journal strength and conditioning research*, 2008. Vol. 22, p. 1422-1428.

SANDER, A. et. al. Effects of functional exercises in the warm up on sprint performances. *Journal of strength and conditioning research*, 2013. Vol. 27, No. 4, p. 995-1001.

SANDERS, C. et. al. Comparing the effects of physical practice and mental imagery rehearsal on learning basic surgical skills by medical students. *American journal of obstetrics and gynecology*, 2004. Vol. 191, p. 1811-1814.

SANDERS, C. et. al. Learning basic surgical skills with mental imagery: using the simulation center in the mind. *Onlinemed*, 2008. Vol. 42, p. 607-612.

SANTANA, J. Maximum running speed: great marketing, limited application. *Journal of strength and conditioning*, 2000. Vol. 22, p. 31-32.

SAPEGA, A. et. al. Biophysical factors in range of motion exercise. *Physician and sports medicine*, 1981. Vol. 9, p. 57-65.

SAYERS, A. et. al. The effect of static stretching on phases of sprint performance in elite soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 2008. Vol. 22, No. 5, p. 1416-1421.

SEAGRAVE, L. et. al. Neuro-biomechanics of maximum velocity sprinting. *New studies in athletics*, 2009. Vol. 24, No. 1, p. 19-27.

SEKIR, U. et. al. Acute effects of static and dynamic stretching on leg flexor and extensor isokinetic strength in elite women athletes. *Scandinavian journal of medicine and science sports*, 2009. Vol. 20, p. 268-281.

SHELLOCK, F., PRENTICE, W. Warming up and stretching for improved physical performance and prevention of sports related injuries. *Sports medicine*, 1985. Vol. 2, p. 267-268.

SHELLOCK, F. Physiological, psychological, and injury prevention aspects of warm-up. *National strength and conditioning association*, 1986. Vol. 8, p. 24-27.

SHELTON, T., MAHONEY, M. The content and effect of psyching-up strategies in weight lifters. *Cognitive therapy and research*, 1978. Vol. 2, p. 275-284.

SHRIER, I. Stretching before exercise does not reduce the risk of local muscle injury: a critical review of the clinical and basic science literature. *Clinical journal of sports medicine*, 1999. Vol. 9, No. 4, p. 221-227.

SHRIER, I. Stretching before exercise: an evidence based approach. *British journal of sports medicine*, 2000. Vol. 34, No. 5, p. 324-325.

SHRIER, I. Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. *Clinical journal of sport medicine*, 2004. Vol. 14, No. 5, p. 267-273.

- SHRIER, I. Meta-analysis on pre-exercise stretching. *Medicine and science in sport and exercise*, 2004. Vol. 36, No. 10, p. 1832.
- SCHENAU, G. et. al. Can cycle power predict sprint run performance? *European journal of applied physiology*, 1991. Vol. 63, p. 255-260.
- SCHOT, P., KNUTZEN, K. A biomechanical analysis of four sprint start position. *Research quarterly for exercise and sport*, 1992. Vol. 63, No. 2, p. 137-147.
- SIATRAS, T. et. al. Static and dynamic acute stretching effect on gymnasts speed in vaulting. *Pediatric exercise science*, 2003. Vol. 15, p. 381-391.
- SIM, A. et. al. Effects of static stretching in warm-up on repeated sprint performance. *Journal of strength and conditioning research*, 2009. Vol. 23, No. 7, p. 2155-2162.
- SIMENZ, C. et. al. Strength and conditioning practices of national basketball association strength and conditioning coaches. *Journal strength and conditioning research*, 2005. Vol. 19, p. 495-504.
- SIMONSON E. et. al. Influence of warm-up on 100 m run time. *Journal of physiology*, 1936. Vol. 9, p. 152.
- SKOF, B., STROJNIK, V. The effect of two warm up protocols on some biomechanical parameters of the neuromuscular system of middle-distance runners. *Journal of strength and conditioning research*, 2007. Vol. 21, p. 394-399.
- SMALL, K. et. al. A systematic review into the efficacy of static stretching as part of a warm-up for the prevention of exercise-related injury. *Sports medicine research*, 2008. Vol. 16, p. 213-231.
- SMITH, C. The warm up procedure: to stretch or not to stretch. A brief review. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 1994. Vol. 19, No. 1, p. 12-17.
- SOCHA, V. Hranice pro lidské stroje. *Svět, věda*, 2007. Vol. 11, s. 20-21.
- SPENCER, M. et. al. Time-motion analysis of elite field hockey, with special reference o repeated-sprint activity. *Journal of sports science*, 2004. Vol. 22, p. 843-850.
- STANTON, P., PURDAM, C. Hamstring injuries in sprinting-the role of eccentric exercise. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 1989. Vol. 10, No. 9, p. 343-349.
- STEWART, I., SLEIVERT, G. The effect of warm-up intensity on range of motion and anaerobic performance. *Journal orthopaedic sports physiology therapy*, 1998. Vol. 27, No. 2, p. 154-161.
- STEWART, M. et. al. Warm up or stretch as preparation for sprint performance? *Journal of science and medicine in sport*, 2007. Vol. 10, p. 403-410.

- STICKLER, T. et. al. The effects of passive warming on muscle. *American journal of sports medicine*, 1990. Vol. 18, p.141-145.
- STOLEN, T. et. al. Physiology of soccer: an update. *Journal of sports medicine*, 2005. Vol. 35, p. 501-536.
- SULLIVAN, S. et. al. Effects of massage on alpha motor neuron excitability. *Physical therapy*, 1991. Vol. 71, p. 555-560.
- SWANSON, J. A functional approach to warm-up and flexibility. *Journal of strength and conditioning research*, 2006. Vol. 28, p. 30-36.
- ŠIMONEK, J. a kol. *Modelovanie dlhodobej športovej prípravy i individuálnych športoch*. 1. vyd. Bratislava: Šport, 1989. 207 s. ISBN 077-001-89.
- TAYLOR, B. et. al. The effects of therapeutic application of heat or cold followed by static stretch on hamstring muscle length. *Journal of orthopaedic and sports physiology therapy*, 1995. Vol. 21, p. 283-286.
- TAYLOR, D. et. al. Viscoelastic properties of muscle tendon units: the biomechanical effects of stretching. *American journal of sports medicine*, 1990. Vol. 18, p. 300-309.
- TAYLOR, D. et. al. Viscoelastic characteristic of muscle passive stretching versus muscular contractions. *Journal of sports science and medicine*, 1997. Vol. 29, p. 1619-1624.
- TAYLOR, K. et. al. 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, p. 657-661.
- TELLEZ, T. Sprint training – including strength training. *Track and field Quarterly*, 1984. Vol. 84, p. 9-12.
- TELLEZ, T., DOOLITTLE, D. Sprinting from start to finish. *Track technique*, 1984. Vol. 88, p. 2802-2805.
- TESSIER, D. Sports massage: an overview. *Athletic therapy today*, 2005. Vol. 10, No. 5, p. 67-69.
- THACKER, S. et. al. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Medicine and science sports exercise*, 2004. Vol. 36, No. 3, p. 371-378.
- THOMAS, M. The functional warm up. *Journal of strength conditioning*, 2000. Vol. 22, p. 51-53.
- THOMPSEN, A. et. al. Acute effects of different warm-up protocols with and without a weighted vest on jumping performance in athletic women. *Journal of strength and conditioning research*, 2007. Vol. 21, p. 52-56.

- TORRES, E. et. al. Effects of stretching on upper body muscular performance. *Journal strength and conditioning research*, 2008. Vol. 22, p. 1279-1285.
- TORVINEN, S. et. al. Effect of 8-month vertical whole-body vibration on bone, muscle performance and body balance: a randomized controlled study. *Journal of bone and mineral research*, 2003. Vol. 18, p. 876-884.
- TRIMBLE, H., HARP, S. Postexercise potentiation of the H-reflex in humans. *Journal of sports science and medicine*, 1988. Vol. 30, p. 933-941.
- TSOLAKIS, CH., BOGDANIS, G. Acute effects of two different warm up protocols on flexibility and lower limb explosive performance in male and female high level athletes. *Journal of sports science and medicine*, 2012. Vol. 11, p. 669-675.
- TURKI, O. et. al. Ten minutes of dynamic stretching is sufficient to potentiate vertical jump performance characteristics. *Journal of strength and conditioning research*, 2011. Vol. 25, p. 2453-2463.
- TURKI, O. et. al. The effect of warm ups incorporating different volume of dynamic stretching on 10 and 20 m sprint performance in highly trained male athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 2012. Vol. 26, No. 1, p. 63-72.
- UNICK, J. et. al. The acute effects of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. *Journal of strength conditioning research*, 2005. Vol. 19, p. 206-212.
- VANGELDER, L., BARTZ, D. The effect of acute stretching on agility performance. *Journal of strength and conditioning research*, 2011. Vol. 25, p. 3014-3021.
- VERHEIJEN, R. *Conditioning for soccer*. PA, Spring City: Reedswain Videos and Books, 1998. ISBN 9781890946050.
- VERSTEGEN, M., WILLIAMS, P. *Core performance*. PA, Emmaus: Rodale, 2004.
- VETTER, M. Effects of six warm up protocols on sprint and jump performance. *Journal of strength and conditioning research*, 2007. Vol. 21, No. 3, p. 819-823.
- VOLKERT, C. et. al. The effect of static stretch and warm up exercise on hamstring length over the course of 24 hours. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 2003. Vol. 33, No. 12, p. 727-733.
- VUJNOVICH, A., DAWSON, N. The effect of therapeutic muscle stretch on neural processing. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 1994. Vol. 20, p. 145-153.
- WADSWORTH, J. et. al. Gait characteristics of subjects with hip disease. *Physical therapy journal*, 1972. Vol. 52, p. 829-837.

WALLMANN, H. et. al. Surface electromyographic assessment of the effect of static stretching of the gastrocnemius on vertical jump performance. *Journal of strength conditioning research*, 2005. Vol. 19, p. 684-688.

WALLMANN, H. et. al. Surface electromyographic assessment of the effect of dynamic activity and dynamic activity with static stretching of the gastrocnemius on vertical jump performance. *Journal strength and conditioning research*, 2008. Vol. 22, p. 787-793.

WALLMANN, H. et. al. The acute effects of various type sof stretching static, dynamic, ballistic, and no stretch of the iliopsoas on 40 yard sprint times in recreational runners. *International journal of sports physical therapy*, 2012. Vol. 7, No. 5, p. 540-547.

WALMSLEY, B. et. al. Forces produced by medial gastrocnemius and soleus muscles during locomotion in freely moving cats. *Journal of neuropsychology*, 1978. Vol. 41, p. 1203-1216.

WARREN, C. et. al. Elongation of rat tail tendon? Effect of load and temperature. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 1970. Vol. 51, p. 418-427.

WARREN, C. et. al. Heat and stretch procedures: an evaluation using rat tendon tail. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 1976. Vol. 57, p. 122-126.

WATSON, A. Sports injuries: incidence, causes, prevention. *Physical therapy reviews*, 1997. Vol. 2, p. 135-151.

WEERAPONG, P. et. al. The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sports medicine*, 2005. Vol. 35, No. 5, p. 235-256.

WEIDER, J. Why we need the warm-up? *Muscle and Fitness*, 1996. Vol. 2, p. 21-23.

WEINBERG, R. et. al. The relationship between the use and effectiveness of imagery: an exploratory investigation. *Journal applied sport psychology*, 2003. Vol. 15, p. 26-40.

WEIR, D. et. al. Acute passive stretching alters the mechanical properties of human plantar flexors and the optimal angle for maximal voluntary contraction. *European journal of applied physiology*, 2005. Vol. 93, p. 614-623.

WELDON, S., HILL, R. The efficacy of stretching for prevention of exercise-related injury: a systematic review of the literature. *Manual therapy*, 2003. Vol. 8, p. 141-150.

WESSLING, K. et. al. Effects of static stretch versus static stretch and ultrasound combined on triceps surae muscle extensibility in healthy women. *Physiology therapy*, 1987. Vol. 67, p. 674-679.

WIKTORSSON-MOLLER, M. et. al. Effects of warming up, massage and stretching on range of motion and muscle strength in the lower extremity. *American journal of sports medicine*, 1983. Vol. 11, p. 249-252.

WILLIAMS, A., LITTLE, T. Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 2006. Vol. 20, p. 203-207.

WILLIFORD, H. et. al. Evaluation of warm-up for improvement in flexibility. *American journal of sports medicine*, 1986. Vol. 14, p. 316-319.

WILSON, G. et. al. The relationship between stiffness of the musculature and static flexibility: an alternative explanation for the occurrence of muscular injury. *International journal of sports medicine*, 1991. Vol. 12, p. 403-407.

WILSON, G. et. al. Stretching shorten cycle performance enhancement through flexibility training. *Medicine and science in sports and exercise*, 1992. Vol. 24, p. 116-123.

WILSON, G. et. al. Musculotendinous stiffness: its relationship to eccentric, isometric, and concentric performance. *Journal applied of physiology*, 1994. Vol. 76, No. 6, p. 2714-2719.

WINCHESTER, J. et. al. Static stretching impairs sprint performance in collegiate track and field athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 2008. Vol. 22, No. 1, p. 13-18.

WINCHESTER, J. et. al. A single 30-s stretch is sufficient to inhibit maximal voluntary strength. *Research quarterly for exercise and sport*, 2009. Vol. 80, p. 257-261.

WITVROUW, E et. al. Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players: a prospective study. *American journal of sports medicine*, 2003. Vol. 31, p. 41-46.

WONG, D. et. al. Short durations of static stretching when combined with dynamic stretching do not impair repeated sprint and agility. *Journal of sports science and medicine*, 2011. Vol. 10, p. 408-416.

WOOD, G. et. al. Electro muscular mechanical action of the lower limb in sprinting-insights into hamstring injury potential. *European society of biomechanics*, 1984.

WOOD, M., ROUBENOFF, R. Off-season strength and conditioning program for high school athletes. *Journal of strength and conditioning*, 2000. Vol. 22, p. 15-17.

WOODS, K. et. al. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports medicine*, 2007. Vol. 37, p. 1089-1099.

WOOLSTENHULME, M. et. al. Ballistic stretching increases flexibility and acute vertical jump height when combined with basketball activity. *Journal of strength and conditioning research*, 2006. Vol. 20, p. 799-803.

WORELL, T. et. al. Comparison of isokinetic strength and flexibility measures between hamstring injured and noninjured athletes. *Journal orthopaedic sports physical therapy*, 1991. Vol. 13, No. 3, p. 118-125.

WORRELL, T., PERRIN, D. Hamstring muscle Indry the influence of strength, flexibility, warm up, and fatigue. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 1992. Vol. 16, No. 1, p. 12-18.

WORRELL, T. et. al. Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 1994. Vol. 20, No. 3, p. 154-159.

YAMAGUCHI, T., ISHII, K. Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. *Journal of strength conditioning research*, 2005. Vol. 19, p. 677-683.

YAMAGUCHI, T. et. al. Acute effect of static stretching on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. *Journal of strength conditioning research*, 2006. Vol. 20, p. 804-810.

YAMAGUCHI, T. et. al. Acute effects of dynamic stretching exercise on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extensit. *Journal of strength and conditioning research*, 2007. Vol. 21, No. 4, p. 1238-1244.

YOKOZOWA, T. et. al. Muscle activities of the lower limb during leve and uphill running. *Journal of biomechanics*, 2007. Vol. 40, No. 15, p. 3467-3475.

YOUNG, W. et. al. Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *Journal of strength and conditioning research*, 1998. Vol. 12, p. 82-84.

YOUNG, W., ELLIOT, S. Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Research quarterly for exercise and sport*, 2001. Vol. 273-279.

YOUNG, W., BEHM, D. Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 2002. Vol. 34, p. 119-124.

YOUNG, W. et. al. Acute effects of static stretching on hip flexor and quadriceps flexibility, range of motion and foot speed in kicking and football. *Journal of sports science and medicine*, 2004. Vol. 7, p. 23-31.

YOUNG, W., POWER, J. Effects of static stretching volume and intensity on plantear flexor explosive force production and range of motion. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 2006. Vol. 46, p. 403-411.

YOUNG, W. The use of static stretching in warm up for training and competition. *International journal of sports physiology and performance*, 2007. Vol. 2, p. 212-216.

ZEMKE, J. et. al. Intramuscular temperature responses in the human leg to two forms of cryotherapy: ice massage and ice bag. *Journal orthopaedic sports physical therapy*, 1998. Vol. 27, p. 301-307.

ZENTZ, C. et. al. Incorporating resistance training into the precompetition warm up. *Journal of strength and conditioning research*, 1998. Vol. 20, p. 51-54.

10.2 Internetové zdroje

BASPO. Théorie d'entraînement vitesse. In *swiss-athletics.ch* [online]. 2014, August [cit 2016-06-19]. Dostupné z WWW: http://swiss-athletics.ch/files/ausbildung/Trainer_C/DM_Sprint_Huerden_Staffel/Prsentationen/C_109_en_tranement_de_vitesse_f_2014-08-18.pdf

BERNACIKOVÁ, M. a kol. Fyziologie sportovních disciplín. In *is.muni.cz* [online] 2010, [cit 2016-08-11]. Dostupné z WWW: https://is.muni.cz/do/fsp/s/e-learning/fyziologie_sport/sport/atletika-behy.html

BIRD, S. Sports performance analysis: 100m sprint. In *ptonthenet.com* [online]. 2002, May [cit 2016-06-19]. Dostupné z WWW: www.ptonthenet.com/articles/sports-performance-analysis-100m-sprint-1432

DEACON, J. Drills and warm ups. In *sites.google.com* [online]. [cit 2016-06-19]. Dostupné z WWW: <https://sites.google.com/site/vpcogsprint/coaching-info/sprint-technique-1/drills-and-warm-up>

FACCIONI, A. Dynamic warmup routines for sport. In *elitetrack.com* [online]. 2008, January [cit 2016-06-19]. Dostupné z WWW: <http://elitetrack.com/articles/articles-read-2283/>

FACCIONI, A. Sprinting technique. In *adriansprints.com* [online]. 2011, March [cit 2016-06-19]. Dostupné z WWW: www.adriansprints.com/2011/03/complete-sprinting-technique-charlie.html

FRANCIS, CH. Sprinting technique. In *adriansprints.com* [online]. 2011, March [cit 2016-06-19]. Dostupné z WWW: www.adriansprints.com/2011/03/complete-sprinting-technique-charlie.html

GLEESON, M. Physiological and metabolic demands of sprinting. In *sites.google.com* [online]. [cit 2016-06-19]. Dostupné z WWW: <https://sites.google.com/site/vpcogsprint/coaching-info/sprint-training/energy-demands-in-sprinting>

HANSEN, D. Where you look can affect how you look: running mechanics and gaze control. In *runningmechanics.com* [online]. 2009, August [cit 2016-06-19]. Dostupné z WWW: http://www.runningmechanics.com/where-you-look-can-affect-how-you-look-running-mechanics-and-gaze-control/#/vanilla/discussion/embed/?vanilla_discussion_id=0

HOGAN, S. Physical characteristics of sprinters and runners. In *thestrengthandconditioningblog.com* [online]. 2012, July [cit 2016-06-19]. Dostupné z

WWW: <http://www.thestrengthandconditioningblog.com/2012/07/physical-characteristics-of-sprinters.html>

JOCH, W. Some reflections on maximum speed sprinting technique. In CACEK, J. Atletické sprinty. In *is.muni.cz* [online]. 2015 [cit 2016-08-15]. Dostupné z WWW: https://is.muni.cz/el/1451/podzim2015/nk2105/um/Atleticke_sprinty.pdf

KISTLER, B. The acute effects of static stretching on the sprint performance of collegiate males in the 60 and the 100 meter dash. In *etd.ohiolink.edu* [online]. 2009. [cit 2016-08-15]. Dostupné z WWW: https://etd.ohiolink.edu/!etd.send_file?accession=miami1247849681&disposition=inline

LEE, J. Usain Bolt training regimen video – the start. In *speedendurance.com* [online]. 2009, January [cit 2016-06-19]. Dostupné z WWW: <http://speedendurance.com/2009/01/18/usain-bolt-training-regimen-video-the-start/>

LEE, J. How to run faster. In *speedendurance.com* [online]. 2011, November [cit 2016-06-19]. Dostupné z WWW: <http://speedendurance.com/2011/11/15/how-to-run-faster-now/>

PETR, J. Úsporná látková výměna ve sprintu nevyhrává. In *rozhlas.cz* [online]. 2012, Srpen [cit 2016-06-19]. Dostupné z WWW: http://www.rozhlas.cz/leonardo/clovek/_zprava/usporna-latkova-vymena-ve-sprintu-nevyhrava--1094686

PHELPS, S. Sprinting technique. In *adriansprints.com* [online]. 2011, March [cit 2016-06-19]. Dostupné z WWW: www.adriansprints.com/2011/03/complete-sprinting-technique-charlie.html

SMA – BRANCH, V. Warm-up: stretching. In *sma.org.au* [online]. [cit 2016-06-19]. Dostupné z WWW: www.sma.org.au/pdffdocuments/Warm_up.pdf.

TELLEZ, T. Sprinting technique. In *adriansprints.com* [online]. 2011, March [cit 2016-06-19]. Dostupné z WWW: www.adriansprints.com/2011/03/complete-sprinting-technique-charlie.html

YOUNG, M. Dynamic warmups improving performance. In *elitetrack.com* [online]. 2009, February [cit 2016-06-19]. Dostupné z WWW: <http://elitetrack.com/articles/articles-read-4371/>

Přílohy

Příloha 1 - Aktivní statický strečink (viz. strana 83)

1)



2)



3)



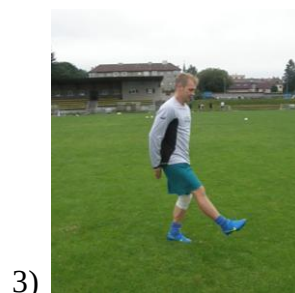
4)



5,6,7)



Příloha 2 - Aktivní dynamický strečink (viz. strana 84)



Příloha 3 - Statický dynamický strečink (viz. strana 84)



Příloha 4 - Pasivní statický strečink (viz. strana 83)



1)



2)



3)



4)



5)



6,7)

Příloha 5 - Tabulka naměřených výsledků prvního měření (viz. strana 85)

Vysvětlivky k tabulkám:

ASST – aktivní statický strečink

SDS – statický dynamický strečink

ADS – aktivní dynamický strečink

PSS – pasivní statický strečink

TP – technický problém

Účastníci šetření	měření před		měření po		rozcvičení	věk	post	výška	váha	tým
	1	2	3	4						
1	3,34	3,36	3,38	3,34	ASST	23	obrana	188	81	B
2	3,08	TP	3,19	3,09	ASST	19	záloha	172	70	B
3	3,37	3,30	3,23	3,39	SDS	17	záloha	181	78	dorost
4	3,05	3,03	3,06	3,09	SDS	18	obrana	184	74	dorost
5	3,13	3,19	3,27	3,33	ADS	16	záloha	184	75	dorost
6	3,25	3,24	3,35	3,27	ADS	16	útok	186	77	dorost
7	3,03	3,02	3,09	3,08	PSS	16	záloha	168	61	dorost
8	3,00	2,98	2,99	2,97	PSS	16	záloha	181	72	dorost

Příloha 6 - Tabulka naměřených výsledků druhého měření (viz. strana 86)

Účastníci šetření	měření před		měření po		rozcvičení	věk	post	výška	váha	tým
	1	2	3	4						
9	3,05	3,07	3,05	3,05	PSS	31	obrana/záloha	183	78	A
10	3,44	3,51	3,66	3,65	PSS	20	brankář	178	80	A
11	2,94	2,86	2,90	2,90	PSS	28	záloha	183	67	A
12	3,03	2,83	3,03	2,87	PSS	28	obrana	184	69	A
13	2,85	2,79	2,87	2,83	SDS	24	útok	180	74	A
14	3,32	3,20	3,17	3,17	SDS	27	útok	187	100	A
15	3,16	2,82	2,97	2,86	SDS	31	útok	176	80	A
16	3,34	3,28	3,08	3,07	SDS	27	záloha	185	85	A
17	3,32	3,21	3,32	3,27	ASST	26	obrana	181	83	A
18	3,45	3,43	3,52	3,38	ASST	23	brankář	188	79	A
19	3,06	3,01	3,09	3,11	ASST	19	záloha/obrana	184	69	A
20	3,13	2,98	2,89	2,99	ASST	18	záloha	180	73	A
21	2,98	2,91	2,97	2,90	ASST	17	útok	178	65	A
22	3,21	3,17	3,14	3,01	ADS	30	obrana	177	80	A
23	3,19	3,13	3,16	3,15	ADS	30	obrana	186	78	A
24	3,20	2,99	3,00	3,00	ADS	40	obrana	184	79	A
25	3,02	2,97	3,02	3,01	ADS	22	záloha	185	75	A
26	3,11	3,03	3,05	3,01	ADS	27	obrana	189	80	A

Příloha 7 - Tabulka naměřených výsledků třetího měření (viz. strana 86)

Účastníci šetření	měření před		měření po		rozcvičení	věk	post	výška	váha	tým
	1	2	3	4						
27	3,16	3,18	3,28	3,12	ADS	13	záloha	165	50	Ml žáci
28	3,54	3,45	3,58	3,50	PSS	11	záloha	141	38	Ml žáci

Příloha 8 - Pomocná tabulka výpočtů průměrů a směrodatných odchylek (viz. strana 86)

rozcvičovací intervence	směrodatná odchylka	průměr celé	průměr před	odchylka	průměr po	odchylka
ADS	0,106623	3,1356	3,1356	0	3,1356	0
SDS	0,185278	3,1	3,13	0,03	3,07	-0,03
ASST	0,186036	3,17	3,17	0	3,17	0
PSS	0,261936	3,1454	3,125	-0,0204	3,1657	0,0204