

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

Možnosti ovlivňování síly dolních končetin u závodníků v požárním sportu

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

Mgr. Tomáš Gryc, Ph.D.

Vypracoval:

Petr Miřátský

Praha, duben 2015

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, za odborného vedení Mgr. Tomáše Gryce Ph.D. a uvedl v ní veškerou literaturu a ostatní zdroje, které jsem použil.

V Praze, 25. dubna 2015

Petr Miřátský

.....

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych touto cestou poděkovat všem, kteří mi pomohli při mém studiu a tvorbě bakalářské práce. Děkuji vedoucímu bakalářské práce Mgr. Tomáši Grycovi, Ph.D., za řadu podnětných nápadů a rad, za náměty pro zdokonalení mé práce.

Poděkování patří i mé rodině za to, že mi byli velkou oporou v dobách mého studia.

ABSTRAKT

Název: Možnosti ovlivňování síly dolních končetin u závodníků v požárním sportu

Cíle:

Cílem práce je zjistit úroveň svalové síly a explozivní síly dolních končetin u vybraných požárních sportovců a ověřit možnost ovlivnění její úrovně za pomoci specifického plyometrického tréninku.

Metody:

Výzkumný soubor tvořili požární sportovci, u kterých jsme za pomoci vstupního testování zjistili jejich úroveň svalové síly a explozivní síly dolních končetin. Pro zjištění úrovně svalové síly dolních končetin jsme použili přístroj Cybex, úroveň explozivní síly jsme testovali na silových deskách Kistler. Hodnocenými parametry byla svalová síla flexorů a extenzorů kolene, kterou jsme hodnotili pomocí momentu svalové síly (pohyb po kružnici) v koncentrické svalové činnosti při úhlové rychlosti $60^{\circ}\cdot s^{-1}$. U explozivní síly jsme hodnotili vyprodukovanou maximální sílu a výšku výskoku. Po vstupním testování, absolvovali probandi intervenční program, který se skládal ze specifických plyometrických cviků. Tento intervenční program byl ukončen výstupním testováním, které bylo totožné s testováním vstupním a mělo za cíl zjištění aktuální úrovně hodnocených parametrů.

Výsledky:

Výsledkem práce je zaznamenaná úroveň svalové síly a explozivní síly dolních končetin u vybraných požárních sportovců před a po intervenci. Tyto výkony jsou zanesené v tabulkách a graficky zpracovány. Nalezneme zde průměrné výkony celé skupiny i jednotlivých probandů. U průměrných výkonů celé skupiny došlo ke zlepšení ve všech sledovaných parametrech, vyjma maximální vyprodukované síly u druhého typu výskoku. Pokud se zaměříme na výkony jednotlivých probandů, zjistíme, že ve skupině se objevují probandi, kteří se buď zlepšili, nebo zhoršili v různých testech.

Klíčová slova:

Požární sport, explozivní síla, testování.

ABSTRACT

Title: Possibilities of influencing the lower limbs force in fire sport competitors

Objectives:

The goal of the thesis is to find out the level of force and explosive force in chosen fire-sportsmen's lower limbs and to verify the possibilities of influencing its level with the help of a specific plyometric training.

Methods:

The research group consisted of fire-sportsmen whose level of muscle force and lower limbs explosive force was explored with the help of entrance tests. To find out the level of the lower limbs muscle force we used the Cybex machine, the level of the explosive force was tested on the Kistler force boards. We assessed muscle force of knee flexors and extensors, which was evaluated with the help of the moment of muscle force (circular motion) in a concentric muscle activity at an angular velocity $60^{\circ}\cdot\text{s}^{-1}$. In explosive force, we assessed maximum force and upward leap height produced. After the entrance tests the sportsmen went through an intervention programme consisting of a specific plyometric exercise. This intervention programme was concluded with an output testing, which was identical with the entrance one and the aim of which was to find out the current level of the parameters assessed.

Results:

The result of the thesis is a record of a muscle force and a lower limbs explosive force level in chosen fire-sportsmen before and after the intervention. Those outputs are recorded in the charts and graphically represented. We can find there the average performances of the whole group as well as individual sportsmen. The average output of the group got better in all parameters observed, except for the maximum force produced in the second type of the upward leap. If we focus on the individual performances we can see that there are sportsmen in the group who got better or worse in different tests.

Keywords:

Fire sport, explosive force, testing.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	9
SEZNAM OBRÁZKŮ	10
SEZNAM TABULEK	11
SEZNAM GRAFŮ	12
1. ÚVOD	13
2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	14
2.1 CHARAKTERISTIKA POŽÁRNÍHO SPORTU	14
2.1.1 Historie	14
2.1.1 Charakteristika a dělení disciplín PS	14
2.1.2 Kolektivní disciplíny	14
2.1.3 Individuální disciplíny	15
2.2 KINANTROPOLOGIE	17
2.2.1 Kinantropologie jako věda	17
2.3 SPORTOVNÍ PŘÍPRAVA, TRÉNINK V PS	17
2.3.1 Kondiční příprava	17
2.3.2 Kondiční příprava v PS	18
2.3.3 Obecná kondiční příprava v PS	18
2.3.4 Speciální kondiční příprava v PS	18
2.4 FAKTORY PODMIŇJÍCÍ SPORTOVNÍ VÝKON V DISCIPLÍNÁCH PS	19
2.4.1 Somatické faktory	19
2.4.2 Faktor techniky	19
2.4.3 Faktor taktiky	19
2.4.4 Psychické faktory	19
2.4.5 Kondiční faktory	20
2.5 SÍLA	20
2.5.1 Typy svalové kontrakce	21
2.5.2 Rozvoj silových schopností	21
2.5.3 Význam silových schopností v požárním sportu	21
2.5.4 Metodotvorní činitele	22
2.5.5 Metody rozvoje absolutní síly	23
2.5.6 Metody rozvoje vytrvalostní síly	24
2.5.7 Metody rozvoje rychlé a explozivní síly	24
2.6 PLYOMETRIE	25
2.6.1 Historie	25
2.6.2 Charakteristika	25
2.6.3 Plyometrická cvičení	26
2.7 METODY MĚŘENÍ SILOVÝCH SCHOPNOSTÍ	29
2.7.1 Motorické testy	29
2.7.2 Elektromyografie	29
2.7.3 Dynamometrie	29
3. CÍLE, VÝZKUMNÁ OTÁZKA, HYPOTÉZY A ÚKOLY PRÁCE	30
3.1 VÝZKUMNÁ OTÁZKA	30
3.2 HYPOTÉZY	30
3.3 CÍLE PRÁCE	30
3.4 ÚKOLY	30
4. METODY	31
4.1 VÝZKUMNÝ SOUBOR	31
4.2 ORGANIZACE A PODMÍNKY TESTOVÁNÍ	31

4.3	SVALOVÁ SÍLA, PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ A METODY MĚŘENÍ	31
4.4	EXPLOZIVNÍ SÍLA, PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ A METODY MĚŘENÍ	32
4.5	METODY HODNOCENÍ DAT	33
4.6	INTERVENČNÍ PROGRAM	33
5.	VÝSLEDKY	34
6.	DISKUZE	43
7.	ZÁVĚR	47
8.	SEZNAM LITERATURY	48

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

PS- požární sport

HZS- hasičský záchranný sbor

HK- horní končetina

SDH- sbor dobrovolných hasičů

DH- dobrovolní hasiči

DK- dolní končetina

CTIF- Comité Technique International de prevention et d'extinction du Feu - Mezinárodní komise pro prevenci a hašení požárů

SSSR- svaz sovětských socialistických republik

CMJF- Contermovement jump free arms

CMJ- Contermovement jump

SQJ- Squat jump

V1- výskok s dopomocí horních končetin

V2- výskok bez dopomoci horních končetin

V3- výskok z podřepu

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma dráhy pro běh na 100 m s překážkami	15
Obrázek 2: Schéma pro výstup do 4. podlaží cvičné věže pomocí hákového žebříku	16
Obrázek 3: Resyntéza ATP z CP (Bernaciková, 2012).....	28
Obrázek 4: Dynamogram (Eamos, 2015).....	29

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Parametry překážek a nářadí při běhu na 100 m s překážkami	15
Tabulka 2: Hodnocení síly kolenních extenzorů (Quadricepsů) vyjádřené v relativních hodnotách na kilogram hmotnosti ($N \cdot m \cdot kg^{-1}$).....	34
Tabulka 3: Hodnocení svalové síly kolenních flexorů (Hamstringů) vyjádřené v relativních hodnotách na kilogram hmotnosti ($N \cdot m \cdot kg^{-1}$)	35
Tabulka 4: Hodnocení unilaterálního poměru (předozaďní asymetrie) na jedné končetině	36
Tabulka 5: Hodnocení výskoků s dopomocí horních končetin	38
Tabulka 6: Hodnocení výskoků bez dopomoci horních končetin	39
Tabulka 7: Hodnocení výskoků z podřepu se zafixovanými horními končetinami v bok	40
Tabulka 8: Průměrné výkony u celé skupiny před a po intervenci a jejich procentuální hodnocení	45

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Srovnání součtu vyprodukované svalové síly u všech probandů před a po intervenci na dominantní dolní končetině při úhlové rychlosti $60^\circ \cdot s^{-1}$	37
Graf č. 2: Srovnání součtu vyprodukované svalové síly u všech probandů před a po intervenci na nedominantní dolní končetině při úhlové rychlosti $60^\circ \cdot s^{-1}$	37
Graf č. 3: Srovnání součtu výšky výskoku u všech probandů před a po intervenci v testu 1- výskoky s dopomocí horních končetin	41
Graf č. 4: Srovnání součtu výšky výskoku u všech probandů před a po intervenci v testu 2- výskoky bez dopomoci horních končetin	41
Graf č. 5: Srovnání součtu výšky výskoku u všech probandů před a po intervenci v testu 3- výskoky z podřepu	41
Graf č. 6: Srovnání průměrů maximální vyvinuté síly před a po intervenci při prvním typu výskoku V1 - výskoky s dopomocí horních končetin	42
Graf č. 7: Srovnání průměrů maximální vyvinuté síly před a po intervenci ve druhém typu výskoku V2 - výskoky bez dopomoci horních končetin	42
Graf č. 8: Srovnání průměrů maximální vyvinuté síly před a po intervenci ve třetím typu výskoku V3 - výskoky z podřepu	42

1. ÚVOD

Požární sport (dále jen PS) v posledních letech prožil svůj vzestup a popularizaci. K tému přispěl zejména internet a televize, kde má tento sport svůj kanál a pořad. Díky tomu se zapsal i do povědomí lidí, kteří s ním nikdy nepřišli do styku. V minulosti byl tento sport provozován zejména na menších vesnicích. Zde působí sbory dobrovolných hasičů (dále jen SDH), které provozují nejen tento sport, ale jsou mnohdy jedinou kulturní organizací ve své vesnici. Dobrovolní hasiči patří svými počty k jedné z největších organizací u nás vůbec, a proto i členská základna tohoto sportu se může směle poměřit s naším nejpobulárnějším sportem: kopanou. Co se měšt týče, zde byl záležitostí zejména profesionálních hasičů, kteří ho provozují v rámci zaměstnání u Hasičského záchranného sboru České republiky (dále jen HZS ČR). Popularita PS tkví zejména v jeho univerzálnosti a to jak věkové, tak výkonnostní. Požárnímu sportu se může věnovat téměř každý. Může být provozován na amatérské úrovni - pro radost z pohybu a sdružování lidí do kolektivu, nebo na profesionální úrovni, jejímž vrcholem je reprezentování na mezinárodních soutěžích.

O tomto sportu jsem se rozhodl psát nejen proto, že jej již několik let aktivně provozuji, ale také proto, že bych jej chtěl posunout ještě dále. Začal jsem jako většina mých sportovních kolegů či soupeřů ve sboru dobrovolných hasičů a skončil jako profesionální hasič u HZS ČR, kde se mi podařilo probojovat až do reprezentace v PS České republiky. Život profesionální či dobrovolného hasiče není však jen o soutěžení a závodech. Jeho hlavním posláním je chránit životy, zdraví obyvatel a jejich majetek. U dobrovolných hasičů se přidává ještě zajištění kulturního života v obci. Pokud chtějí závodníci v tomto sportu podávat kvalitní výkony, je nutný kvalitní, organizovaný a systematický sportovní trénink. Právě v kvalitní a organizované sportovní přípravě má PS dle mého názoru ještě mnoho co dohánět za ostatními sporty. Publikací o PS a jeho přípravě je velmi málo, stejně jako kvalitních trenérů s potřebnými znalostmi. Tento sport je v základu nejvíce podoben přípravě atletických sprinterů, avšak má svá specifika, která je nutné v přípravě zohlednit a brát na zřetel.

V této práci se zaměřuji na rozvoj a diagnostiku síly dolních končetin (dále už jen DK), protože ty považuji vzhledem k charakteru disciplín PS za dominantní. Tato bakalářská práce může sloužit jako zdroj obecných informací o PS a požárních sportovcích. Dále i jako návod, jakým způsobem testovat a rozvíjet silové schopnosti. Informace budu čerpat z odborné literatury, ale také z prostředí fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy v Praze a v neposlední řadě z vlastního výzkumu.

2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

2.1 CHARAKTERISTIKA POŽÁRNÍHO SPORTU

2.1.1 HISTORIE

PS vznikl za účelem přípravy hasičů na jejich náročné povolání. Hasič by měl být připraven jak po fyzické, tak i psychické stránce. Měl by být rychlý, vytrvalý, obratný a odvážný. PS vznikl ve 30. letech 20. století v bývalém SSSR, jehož disciplíny obsahují vše, co musí hasič u zásahu zvládnout. V PS jde o překonávání nejrůznějších překážek, souboj s ohněm, práci ve výškách a několik druhů týmové spolupráce. Podoba PS se postupujícím časem vyvíjela a utvářela, jeho atraktivita je spjata zejména s rychlostí, s jakou jsou schopni závodníci provádět jednotlivé disciplíny. První zmínky o PS u nás se datují k roku 1967, kdy první větší poznatky o tomto sportu dovezl ze své služební cesty ze SSSR ing. Pavel Stoklásek. Ten se stal jedním ze zakladatelů a velkých propagátorů tohoto sportu u nás. S nácvikem PS se u nás začalo v Praze, zde došlo k prvnímu náboru zájemců o tento nový sport. Zásadním rokem však pro PS je u nás označován rok 1970. V tomto roce bylo vrcholnými orgány požární ochrany ČSR a SSR rozhodnuto zavést PS do výkonu služby všech profesionálních hasičů v bývalé ČSSR a PS se tak stal součástí jejich odborné a fyzické přípravy. Od roku 1971 se každoročně uskutečňuje Mistrovství republiky v PS. Započala tak systematická práce v oblasti tělesné přípravy hasičů, což se projevilo i na sportovních výkonech závodníků.

2.1.1 CHARAKTERISTIKA A DĚLENÍ DISCIPLÍN PS

V disciplínách PS jsou závodníci hodnoceni na základě zaběhnutého času. Jde o poměrně objektivní a přesné určení sportovního výkonu. Hlavními determinanty sportovního výkonu jsou tedy rychlost, síla a technika provedení. Disciplíny PS můžeme rozdělit na kolektivní a individuální.

2.1.2 KOLEKTIVNÍ DISCIPLÍNY

Do kolektivních disciplín řadíme požární útok a štafetu 4×100m. O úspěchu v těchto disciplínách nerozhoduje pouze rychlost a technika provedení. Důležitá je souhra všech závodníků v týmu/družstvu. K ideálnímu provedení požárního útoku je zapotřebí 7 závodníků. U štafety 4 × 100m je pak na každém úseku jeden závodník. Zaměření práce je na možnosti ovlivnění síly DK u požárních sportovců a to zejména u individuálních disciplín, proto si je nyní blíže charakterizujeme.

2.1.3 INDIVIDUÁLNÍ DISCIPLÍNY

Těmi jsou v PS běh na 100m překážek a výstup do 4. podlaží cvičné věže. Z hlediska průběhu provedení řadíme tyto disciplíny mezi smíšené. Jedná se o kombinaci cyklické činnosti jako je běh a acyklické např. překonání překážky či výhoz. Z hlediska motorických schopností se jedná o rychlostní, explozivně-silové disciplíny s výrazným podílem techniky provedení.

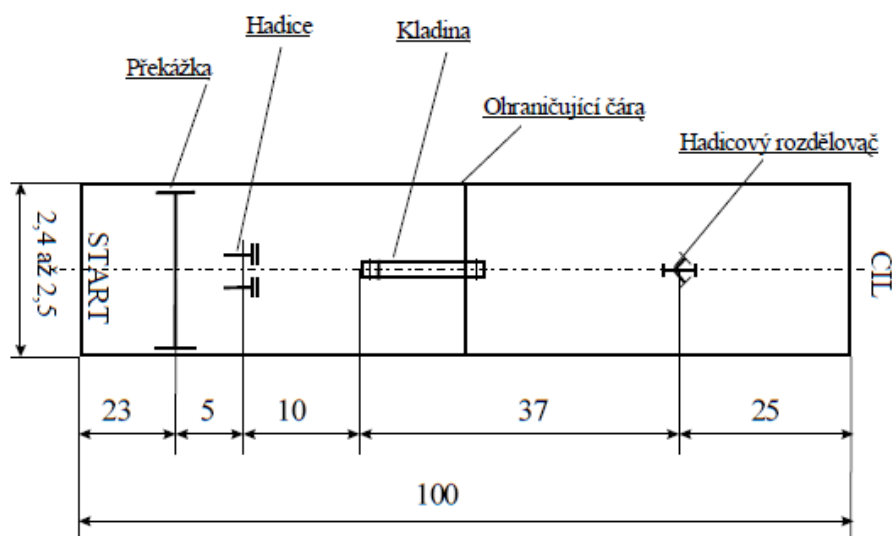
- Běh na 100 m překážek

Tabulka 1: Parametry překážek a náradí při běhu na 100 m s překážkami

Překážka		Kladina		Náběhové můstky		Hadice		Proudnice	
výška [m]	šířka [m]	délka x šířka [m]	výška [m]	délka [m]	šířka [m]	délka [m]	hmotnost [kg]	délka [m]	hmotnost [kg]
2	2	8 x 0,18	1,2	2	0,25	min. 19	min. 2,5	min. 0,25	min. 0,5

Provedení disciplíny:

Soutěžící zaujme postavení na startu, po odstartování překoná překážku (bariéru), uchopí hadice a rozvine je před, na nebo za kladinou, přeběhne kladinu, seskočí z ní za ohraničující čáru do vlastní dráhy, spojí hadice, jednou púlspojku je napojí na rozdělovač, připojí proudnici a proběhne cílem. Proudnici odpojí až na pokyn cílového rozhodčího. Doba na přípravu a provedení pokusu je do 2 minut (Směrnice hasičských soutěží pro muže a ženy, 2011).



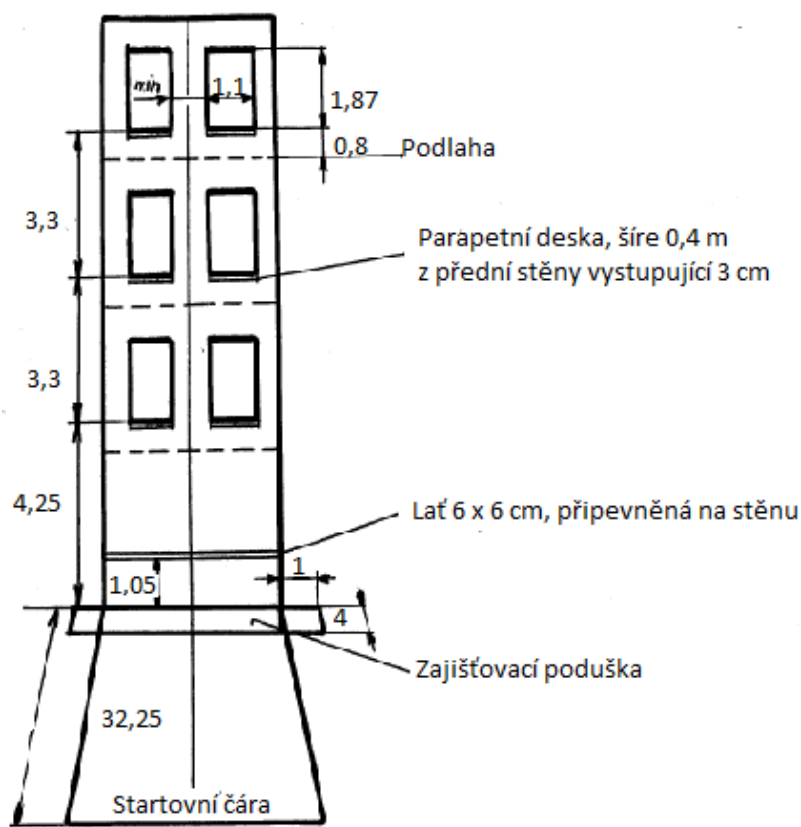
Obrázek 1: Schéma dráhy pro běh na 100 m s překážkami

- Výstup do 4. podlaží cvičné věže

Je nejrychlejší z disciplín PS. Naši nejlepší závodníci dosahují času kolem 13 sek, ti světový pak ještě o sekundu méně. Právem je označována za nejatraktivnější disciplínu PS.

Provedení disciplíny:

Soutěžící uchopí žebřík a zaujme postavení na startu. Držený žebřík může startovní čáru přesahovat podle potřeby závodníka. Start může být nízký nebo vysoký, při vysokém startu se žebřík dotýká země. Po odstartování běží závodník se žebříkem k věži, provede zápich a přechází do vertikálního běhu po žebříku do 2. podlaží cvičné věže, vystoupí po něm, vusedne na parapetní desku, převěsí žebřík do 3. podlaží, vystoupí po něm, vusedne na parapetní desku, převěsí žebřík do 4. podlaží a vystoupí po něm a zaskakuje do okna. Při doskoku spíná zařízení elektrické časomíry, které je umístěno na podlaze věže (Směrnice hasičských soutěží mužů a žen, 2011).



Obrázek 2: Schéma pro výstup do 4. podlaží cvičné věže pomocí hákového žebříku

Vybavení:

Jednohákový žebřík: vyrábí se z lehkého kovu, délka žebříku je $410 \text{ cm} \pm 10 \text{ cm}$, min. šířka je 30 cm. Kovový hák je opatřený zuby- délka 43cm, minimální hmotnost žebříku je 8,5 kg.

2.2 KINANTROPOLOGIE

„Kinantropologie je věda, která zkoumá strukturu a funkci účelově zaměřených pohybových činností člověka a jejich rozvoj, kultivaci a účinky v definovaných podmínkách prostředí, tj. v tělesné výchově, sportu, fyzioterapii, zdravotní tělesné výchově, rekreaci atd.“ (Dobry, 1997)

2.2.1 KINANTROPOLOGIE JAKO VĚDA

„Předmětem kinantropologie je lidská záměrná pohybová činnost, její struktura a funkce, a její vztah k rozvoji člověka jako bio-psycho-sociálního individua. Základní i aplikovaný výzkum se v rámci tohoto obecného určení zaměřuje mimo jiné především na pohybové činnosti z oblasti tělesných cvičení, rekreační a školní tělesné výchovy, tanečního pohybu, sportovních činností včetně sportu handicapovaných, rehabilitačních technik, různých forem pohybové rekreace, hraničně i z oblasti ergonomie a pracovních i dalších účelových sfér pohybových činností.“ (Blahuš, 1993)

2.3 SPORTOVNÍ PŘÍPRAVA, TRÉNINK V PS

Sportovní přípravu potažmo trénink definuje Kulhavý (2010) ve své knize, jako *„všestranný fyzický rozvoj, zaměřený na dosažení vysokých sportovních výsledků, které jsou základním cílem tréninkového procesu.“* S tréninkovým procesem je spojen další termín a to sportovní trénink, který je definován jako *„složitý a účelně organizovaný proces rozvíjení specializované výkonnosti sportovce. Cílem sportovního tréninku je dosažení co možná nejvyšší sportovní výkonnosti v daném sportovním odvětví a to na základě celkového rozvoje sportovce.“* (Perič a Dovalil, 2010)

2.3.1 KONDIČNÍ PŘÍPRAVA

Kondiční příprava patří mezi složky sportovního tréninku. Zaměřuje se na rozvoj a ovlivnění pohybových schopností sportovce. Podle Dovalila (2009) *„pohybové schopnosti nepochybně patří k významným faktorům většiny sportovních výkonů, ve svém celku mají také podstatný význam jako kondiční základ sportovní výkonnosti vůbec. Vychází přitom z adekvátního zatížení pomocí různých metod či modelů.“*

„Pohybové schopnosti se rozlišují na obecné a speciální a podle toho se dělí kondiční příprava na obecnou a speciální.“ (Millerová a kol., 2002) Obecná kondiční příprava má za cíl rozvoj funkčních schopností organismu, obecných pohybových schopností a všeobecných volných vlastností.

Ve speciální části kondiční přípravy dochází podle Lehnerta (2014) „k ovlivňování specifických kondičních motorických schopností v souladu s požadavky sportovního výkonu. Speciální kondiční příprava se stává jednou z rozhodujících podmínek efektivní technické přípravy a dosažení vrcholového sportovního výkonu.“

„Vzájemný poměr zatížení v obecné a speciální kondiční přípravě se mění v závislosti na věku, etapě přípravy, tréninkovém období ročního cyklu, úrovni trénovanosti.“ (Millerová a kol., 2002)

2.3.2 KONDIČNÍ PŘÍPRAVA V PS

Kondiční příprava u požárních sportovců má stejný význam a důležitost jako v jiných sportovních odvětvích. I zde platí, že pokud mají závodníci dosahovat těch nejlepších výkonů, potřebují od svých trenérů cílenou, účelně organizovanou sportovní přípravu. Nejdůležitějšími pohybovými schopnostmi požárních sportovců, které je nutné rozvíjet je rychlost, obratnost, koordinace, explozivní síla a rychlost reakce. Jako podpůrné pak flexibilitu, vytrvalost a rychlostní vytrvalost.

2.3.3 OBECNÁ KONDIČNÍ PŘÍPRAVA V PS

Obecná kondiční příprava je charakteristická svým základem pro všechny disciplíny požárního sportu, zabezpečuje všestranný kondiční rozvoj. Má charakter vytrvalostně silových cvičení. Mělo by zde dojít k přípravě organismu na pravidelné tréninkové zatěžování. Vytrvalostní zejména pro svou schopnost působení na bioenergetickou a funkční oblast. Silová pak na přípravu pohybového aparátu. Zejména svalů kolem páteře a svalů udržující posturální stabilitu. Příkladem cvičení mohou být různé běhy souvislým či střídavým tempem, sportovní hry, gymnastika, posilování s vlastní vahou. V této části se dá dobře uplatnit forma kruhového tréninku.

2.3.4 SPECIÁLNÍ KONDIČNÍ PŘÍPRAVA V PS

Na obecnou kondiční přípravu navazuje příprava speciální. Speciální kondiční příprava požárního sportovce je zaměřena na rozvoj speciálních pohybových schopností potřebných pro disciplíny PS. Tvoří nezbytný základ pro technickou přípravu a dosažení maximálního sportovního výkonu. V této přípravě je třeba se věnovat zejména rozvoji rychlosti běhu, výbušnosti, rozvoji speciální vytrvalosti a speciální síly.

2.4 FAKTORY PODMIŇUJÍCÍ SPORTOVNÍ VÝKON V DISCIPLÍNÁCH PS

V této části práce si uvedeme relativně samostatné součásti ovlivňující sportovní výkon v disciplínách PS.

2.4.1 SOMATICKÉ FAKTORY

Jsou relativně stálé, geneticky podmíněné. Týkají se podpůrného systému, svalů, šlach a kostí. *„K hlavním somatickým faktorům patří výška a hmotnost těla, délkové rozměry a poměry, složení těla, tělesný typ.“* (Dovalil, 2009)

2.4.2 FAKTOR TECHNIKY

Techniku si představme jako účelný, ekonomický způsob provedení pohybového úkolu. Významně se podílí na vzestupu výkonnosti u požárních sportovců a to zejména v běhu na 100 m překážek a ve výstupu do 4. podlaží cvičné věže. Sportovci a trenéry bylo a je rozvíjeno vše úspěšné. Díky praktické zkušenosti se napodobovala a stále se napodobuje technika nejlepších závodníků. V roce 2010 byla vydána kniha METODIKA PLNĚNÍ DISCIPLÍN POŽÁRNÍHO SPORTU Martinem Kulhavým, kde se snaží přiblížit nácvik a techniku individuálních disciplín v PS.

2.4.3 FAKTOR TAKTIKY

Taktiku můžeme chápat jako způsob řešení úkolů realizovaných v souladu s pravidly v daném sportu. Taktika a příprava na závod se odvíjí v závislosti na aktuálním stavu závodních podmínek, úkolech sportovce v závodě, úrovni sportovní připravenosti. První taktické základy si závodníci osvojují již od svých prvních závodů a přípravy na ně. (Veličko, 1983) Jistý náznak taktického jednání můžeme pozorovat v kolektivních disciplínách. Zejména pak ve štafetě 4×100 m. Zde má trenér dle výkonnosti družstva na výběr hned z několika možných taktických variant. Ty jsou závislé na cílech družstva, kvalitě závodníků, startovním čísle, nebo také aktuálním pořadí družstva.

2.4.4 PSYCHICKÉ FAKTORY

Význam vyplývá z náročnosti disciplín a soutěžní situace na psychiku závodníka. Velký význam na výkon má motivace. Podle Dovalila (2009): *„Motivace rozhoduje o vzniku, směru a intenzitě jednání člověka, má tedy i význam energetizující, rozhoduje a dynamice chování člověka.“* S motivací je spojen termín aktivační úroveň, která vypovídá o aktuálním stavu psychiky sportovce z hlediska intenzity napětí. Cílevědomost, soutěživost, odpovědnost, trpělivost, vytrvalost a odvaha jsou důležitými vlastnostmi charakteru požárních sportovců.

2.4.5 KONDIČNÍ FAKTORY

Představme si je jako soubor pohybových schopností. V každé pohybové činnosti lze pozorovat projevy rychlosti, vytrvalosti a síly.

- Rychlost

Lze definovat „jako schopnost zahájit a realizovat pohyb bez odporu nebo s malým odporem v co možná nejkratším čase. Rychlost je nejvíce geneticky podmíněnou pohybovou schopností.“ (Lehnert, 2014) Kaplan a Válková (2009) udávají tuto závislost až kolem 80%.

- Vytrvalost

Všeobecně považujeme za pohybovou schopnost člověka k dlouhotrvající tělesné činnosti. Je to soubor předpokladů provádět cvičení co nejdéle intenzitou nižší než maximální. Pod pojmem vytrvalostní schopnosti si můžeme představit schopnost odolávat únavě. Jsou závislé na rozvoji fyziologických funkcí. Ovlivňují je také procesy psychické, především pak morálně-volní. (Perič a Dovalil, 2010)

- Síla

Silou DK a možnostmi jejího ovlivnění u požárních sportovců se zabývá tato práce, proto si ji nyní blíže charakterizujeme.

2.5 SÍLA

Lze ji chápat jako „schopnost překonávat, udržovat nebo brzdit odpor svalovou kontrakcí při dynamickém nebo statickém režimu svalové činnosti.“ (Lehnert, 2014)

Patří mezi základní kondiční schopnosti téměř ve všech sportovních odvětvích. Svalová síla závisí na množství a počtu aktivovaných svalových vláken. Důležitá je také koordinace a souhra jednotlivých svalových skupin. Měkota (2005) definuje silové schopnosti jako „schopnost překonávat odpor vnějšího prostředí pomocí svalového úsilí.“ Gajda (2004) uvádí, že „silové schopnosti umožňují provádět pohybovou činnost, která překonává nebo udržuje vnější odpor nebo síly svalovou kontrakcí podle zadaného pohybové úkolu.“

„Znalost struktury komplexu silových schopností je nutným předpokladem k jejich diagnostice a racionálnímu rozvoji. Struktura komplexu je tvořena různými druhy silových schopností, pro jejichž vznik je rozhodující svalová kontrakce.“ (Havel a Hnízdil, 2009)

2.5.1 TYPY SVALOVÉ KONTRAKCE

- Statická síla

Je „charakteristická izometrickou kontrakcí, úsilí se neprojevuje pohybem, většinou se jedná o držení těla či břemene v určitých polohách.“ (Perič, Dovalil 2010)

- Dynamická síla

Je charakteristická izotonickou kontrakcí, projevuje se pohybem pohybového systému, nebo jeho částí. S velikostí odporu a rychlostí pohybu můžeme dynamickou sílu dále rozdělit podle Periče a Dovalila (2010) na sílu:

1. **Výbušnou** - charakteristické je maximální zrychlení a nízký odpor. V PS využíváme tuto sílu při odrazech, nebo u výhozů.
2. **Rychlou** – pro kterou je typické nemaximální zrychlení a nízká velikost odporu. Příkladem v PS mohou být starty z bloků.
3. **Vytrvalostí** - zde pracujeme s malým odporem a nevelkou stálou rychlostí.
4. **Maximální** – je charakteristická překonáváním vysokého až hraničního odporu malou rychlostí a tvoří základ ostatních druhů silových schopností. (Perič, Dovalil 2010)

2.5.2 ROZVOJ SILOVÝCH SCHOPNOSTÍ

Při rozvoji silových schopností vycházíme ze svalové činnosti a jejího nervového řízení. (Havel a Hnízdil, 2009) Bartůňková (2006) uvádí, že tato schopnost je geneticky podmíněna pouze z 65 %. Cílem rozvoje silových schopností je vytvoření silového potenciálu pro podání sportovního výkonu. V obecné části rozvoje je trénink zaměřen na všechny druhy síly a široké spektrum svalových skupin. Tato část plní základ pro rozvoj speciálního silového předpokladu, jehož cílem je rozvoj tzv. funkční síly. Jedná o schopnost svalů vyprodukovat dostatečnou sílu, která umožní provádět efektivně a bez sportovních zranění sportovní dovednosti a produkovat sílu pro koordinaci svalové činnosti. (Lehnert a kol., 2010)

2.5.3 VÝZNAM SILOVÝCH SCHOPNOSTÍ V POŽÁRNÍM SPORTU

„Rozvoj síly je nezbytnou podmínkou pro dosažení vysoké sportovní výkonnosti u prakticky všech atletických disciplín. Síla patří mezi základní pohybové schopnosti.“ (Cacek et al., 2007) I v PS je hlavním cílem tréninku svalové síly podpora sportovního výkonu.

Nároky na produkci svalové síly se projevují zejména při startech, akceleraci při sprintu, překonávání překážek, sběru hadic, přenosu či výhozu žebříku. Tyto činnosti vyžadují rychlé vyvinutí dostatečné úrovně síly.

Z charakteru disciplíny a činností je to zejména rychlá a výbušná síla, mající vliv na samotný výkon. K rozvoji těchto sil využíváme zejména rychlostní, kontrastní a plyometrickou metodu. Patří sem odrazová cvičení, posilování s různými břemeny (činky, medicinbaly či expandery).

2.5.4 METODOTVORNÍ ČINITELE

- Velikost odporu

Je základní, ze které vychází ostatní činitelé. (Perič a Dovalil, 2010) Odpořem může být váha vlastního těla či partnera, odpor prostředí (vítr, písek), nebo různé typy břemen (činky, závaží, těžké míče). S velikostí odporu klesá rychlost pohybu.

- Počet opakování

S tímto činitelem je spojeno tzv. opakovací maximum. To podle Havla a Hnízdila (2009) operuje s hmotností břemene ve vztahu k možnému počtu opakování. Platí jisté obecné zásady. Pro maximální přírůstek síly je doporučeno 1-3 opakování v sérii, pro zpevnění a nárůst svalstva 8-15 a pro svalovou vytrvalost 15 a více.

- Rychlost provedení

Je v tréninku velmi těžko kontrolovatelná, vychází se tedy se subjektivního pocitu trénujícího či pozorování trenéra. Při vysoké až maximální rychlosti provedení pohybu dochází k výraznému zvýšení napětí ve svalech. (Dovalil, 2009)

- Délka odpočinku

Je volena na základě energetické zóny, která podle intenzity cvičení zabezpečila daný pohyb. Interval odpočinku může být krátký a to do 1 min při cvičeních na rozvoj silové vytrvalosti, nebo při cvičeních na rozvoj svalové hypertrofie (u malých svalových skupin). Střední 1-3 min rozvoj rychlé síly a svalové hypertrofie. Dlouhý, přes 3 min rozvoj maximální, nebo explozivní síly. (Lehnert, 2014)

- Charakter odpočinku

Obecně se mezi jednotlivými opakováními doporučuje aktivní odpočinek, ke kterému můžeme přidat lehké protahovací cviky zaměřené na posilované partie.

2.5.5 METODY ROZVOJE ABSOLUTNÍ SÍLY

- Metoda maximálních úsilí (těžkoatletická)

Jak její název napovídá, tato metoda rozvíjí absolutní sílu. Velikost odporu se pohybuje kolem 95-100% maxima. Je proto nutné dbát na technicky správné provedení cviků. Rychlost pohybu je malá, počet opakování 1-3 v sérii. Doba odpočinku je 2-3 min. Před aplikací této metody je nutná dlouhodobá silová příprava.

- Metoda izometrická (statická)

Je zde využito statických cvičení. Jedná se o působení proti pevnému odporu, svaly pracují v režimu izometrické kontrakce. Velikost odporu se postupně zvyšuje po dobu několika sekund, samotná kontrakce s maximálním úsilím trvá 5-12 s; doba odpočinku 2-3 minuty. Vzhledem ke statické povaze cvičení je třeba věnovat zvláštní pozornost poloze. Předností této metody je dobré lokálního působení (optimální zacílení podnětu) a její relativní jednoduchost bez nutnosti nákladného vybavení.

- Metoda brzdivá (excentrická)

Principem metody je brzdivá kontrakce, při které je sval násilně protahován. Tato metoda pracuje s vyšším odporem než je možné daným pohybem překonat. Při aplikaci metody je nutno dbát na pravidla bezpečnosti a dopomoc od spolucvičenců. Doporučený počet opakování je kolem 3-5 ×, s odporem odpovídajícím 120-150% absolutní síly.

- Metoda intermediární

V průběhu cvičení se zde střídá dynamická a statická svalová práce. Pohyb začíná dynamickým překonáním odporu, v určité poloze je zastaven a následuje výdrž kolem 5 s a dokončení pohybu. Podstatou této metody je prodloužení působení silového podnětu, tím se prodlužuje napětí činných svalů. Při volbě velikosti odporu musíme brát v úvahu skutečnost, že odpor musí umožnit cvičení včetně výdrží.

- Metoda opakovaných úsilí

Metoda je charakteristická cvičením s nemaximálním odporem a rychlostí. Aplikace metody vede k poměrně velké hypertrofii svalu. Počet opakování se volí dle velikosti zvoleného odporu v rozmezí 8-15×. Podle zvolené velikosti a s ním spojeném počtu opakování metoda rozvíjí absolutní, nebo vytrvalostní sílu. (Havel a Hnízdil 2009)

2.5.6 METODY ROZVOJE VYTRVALOSTNÍ SÍLY

- Metoda silově vytrvalostní

Je charakteristická relativně vysokým použitím síly, společně s mentální a fyzickou vytrvalostí (Dick, 2002). Počet opakování je vysoký s odporem kolem 30 – 40 % maxima. Při vysokém počtu opakování může dojít až k vyčerpání organismu. Jednou s forem může být metoda kruhová, u které se cvičení volí tak, aby docházelo k postupnému a střídavému zatěžování různých svalových skupin. Cvičenci přecházejí na jednotlivá stanoviště, na kterých provádějí určené cviky.

2.5.7 METODY ROZVOJE RYCHLÉ A EXPLOZIVNÍ SÍLY

- Metoda rychlostní

Cílem metody je stimulace rychlých svalových vláken. Je proto důležitá rychlost provedení cviků. Odpor se volí od 30 do 60 % maxima. Počet opakování v sérii se pohybuje od 6-12. Pokles rychlosti pohybu je signálem k ukončení cvičení. Doba cvičení by neměla přesáhnout 15 sek.

- Metoda izokinetická (variabilních odporů)

Metoda je založena na principu vyvíjeného úsilí, podle kterého je stimulována velikost odporu. Pokud tedy stoupá úsilí, zvyšuje se velikost odporu a naopak. V důsledku toho svaly vyvíjejí v celém rozsahu a každém úhlu pohybu maximální dynamické napětí při mechanicky konstantní rychlosti pohybu. Při cvičení jde o to provést ho co nejrychleji tedy s maximálním úsilím. Cvičení se provádí na speciálně zkonstruovaných posilovacích zařízeních.

- Metoda kontrastní

Kombinuje principy metod opakovacích úsilí a rychlostní. Je charakteristická střídáním odporů v jedné tréninkové jednotce. V důsledku střídání velikosti odporů dochází k různé rychlosti provedení pohybu a tím zdokonalují vnímání „lehko-těžko“ a „rychle-pomalou“. Při aplikaci dochází ke zlepšení vnitrosvalové i mezisvalové koordinace. V PS se metoda využívá například při tréninku výhozů či sběru hadic, kdy je závodní materiál nahrazen materiálem těžším. (Havel a Hnízdil 2009)

- Metoda plyometrická

V práci jsme se rozhodli použít právě tuto metodu. Charakteristika metody níže.

2.6 PLYOMETRIE

Práce je zaměřena na možnosti ovlivnění silových schopností DK u požárních sportovců. Jako jednu z možností jsme se rozhodli využít plyometrickou metodu. Proto se jí v této části budeme podrobněji věnovat.

2.6.1 HISTORIE

Plyometrická metoda se stala nedílnou součástí tréninkového procesu kolem roku 1969, v tomto roce ji navrhl vědec Jurij Verkhoshansky. Tuto metodu následně použil Boris Zubov v tréninku u Sovětských olympijských atletů. (Facconi, 2001) Svým zkoumáním došel Verkhoshanski k závěru, ve kterém považuje za nejlepší metodu plyometrického cvičení tzv. šokovou metodu.

2.6.2 CHARAKTERISTIKA

Plyometrická metoda (řecké plyos = více, metros = rozměr, délka) je jednou z nejčastěji užívaných tréninkových postupů u většiny atletických disciplín. Můžeme se také setkat s označením jako amortizační, rázová, či odrazová metoda. *„Využívá známého fyzikálního principu přeměny potencionální na kinetickou tím, že se náhle mění podmínky pro realizaci svalové síly. Předpokladem k dosažení vysoké potencionální energie svalů, které mají vykonat práci maximálně rychle, je dosažení jejich předběžné tonizace. Tu je možné vyvolat různými způsoby“* (Vomáčka, 1986).

- První způsob využívá kinetickou energii. Tato energie vzniká např. u padajícího břemene, kdy při dopadu dochází k brzdivé kontrakci svalu, po které následuje vlastní aktivní práce.
- Druhý ze způsobů je izometrické úsilí, jinak také statická kontrakce, na kterou přímo navazuje kontrakce dynamická.

„Z hlediska praktické aplikace dané metody hovoříme nejčastěji o následujících cvičeních: horizontální i vertikální výskoky, vrhy a hody plným míčem či jiným náčiním, odrazy apod. Plyometrická metoda představuje specifický druh svalové práce, jejímž výsledkem je zvýšení explozivní silové schopnosti. Explozivní síla, respektive výbušný výkon (P) souvisí jak se silou, tak i s rychlostí, protože je násobkem síly (F) a rychlosti (v): $P = F \times v$. Je to v podstatě schopnost svalů vykonat určitý objem práce za jednotku času, resp. schopnost vyvinout velkou sílu v co nejkratším čase při jednotlivém pohybu. Udává se převážně ve wattech (W), popřípadě i v $kg \times m/s$.“ (Cacek et al., 2007)

2.6.3 PLYOMETRICKÁ CVIČENÍ

Plyometrický trénink je definován jako rychlé, silné pohyby, které vedou k aktivaci stretch-shortening cycle = cyklus protažení-zkrácení. (Voight, Draovitch & Tippett 1995). Chu (1998) nabízí tuto klasifikaci plyometrických cvičení: skoky na místě, skoky z místa, mnohonásobné skoky a poskoky, odrazy, skoky využívající bedny a seskok s následným okamžitým výskokem. Pire (2006) i autoři McNeely a Sandler (2007) naopak rozlišují plyometrická cvičení na základě způsobu jejich provedení na: skok z místa, seskok s následným okamžitým výskokem, jednotlivé odhody s medicinbalem apod. a mnohonásobné pohybové úkoly (odrazy, poskoky). Tito autoři se také zmiňují o možnostech kombinovat plyometrická cvičení s dalšími pohybovými úkoly. Na základě toho se cvičení stávají složitější a specifitější vzhledem k požadavkům daného sportu.

Plyometrická cvičení, v kombinaci s hmotností a tréninkovým programem, můžou vést k vykonávání specifických aspektů cvičení. (Siff a Verkoshansky, 1993) Jsou charakteristická prudkým bržděním s co nejrychlejším přechodem do opačného směru.

V průběhu jednoho cyklu plyometrického cviku se střídají fáze:

- **Excentrická**

Při nichž dochází ke svalovému předpětí a protažení svalu, což vede ke stimulaci svalového vřetenka. To vyšle signál, který vyvolá svalovou kontrakci. V této fázi dochází k uložení potenciální energie do elastických komponent svalů.

- **Amortizační**

Je čas, který uplyne od doskoku k odrazu, tato fáze musí být co nejkratší, jinak dojde ke ztrátě uložené elastické energie. Čím rychlejší amortizační fáze, tím silnější odpověď pracujících svalů.

- **Koncentrická**

V této fázi se kombinuje nahromaděná energie s volní svalovou kontrakcí, což vyvolá hybnou sílu potřebnou pro následný pohyb. (Clark et al.,2010)

Pokud nejsou dodrženy výše uvedené podmínky, pak se nashromážděná elastická energie ve strukturách svalu a šlach rozmělní a přemění v teplo místo toho, aby byla využita pro následnou koncentrickou práci svalů. (Psotta, 2006)

Aby plyometrické cvičení bylo účelné mělo by splňovat následující podmínky:

1. Koncentrická fáze, např. odraz vzhůru při výskoku, musí okamžitě navazovat na předchozí excentrickou fázi, tj. na brzdící pohyb při dopadu nebo na protipohyb ze stoje do podřepu.
2. Excentrická fáze protažení svalu, např. doba protipohybu před odrazem, nesmí být příliš časově dlouhá, měla by být přiměřeně rychlá, excentrická fáze by neměla vyžadovat velký rozsah pohybu kolem příslušného kloubního spojení.

Mezi další důležité aspekty při cvičení se řadí:

- minimální ohyb kolena
- maximální vyražení po dopadu
- maximální švih paží
- minimální čas na podložce
- dopad tak lehce, jak jen to jde
- provádět cvičení po předchozím zahřátí
- cvičení provádět na začátku tréninku
- tvrdou práci střídá odpočinek
- plyometrické cviky nezařazujeme po silovém tréninku

Plyometrická cvičení můžeme rozdělit podle jejich zaměření:

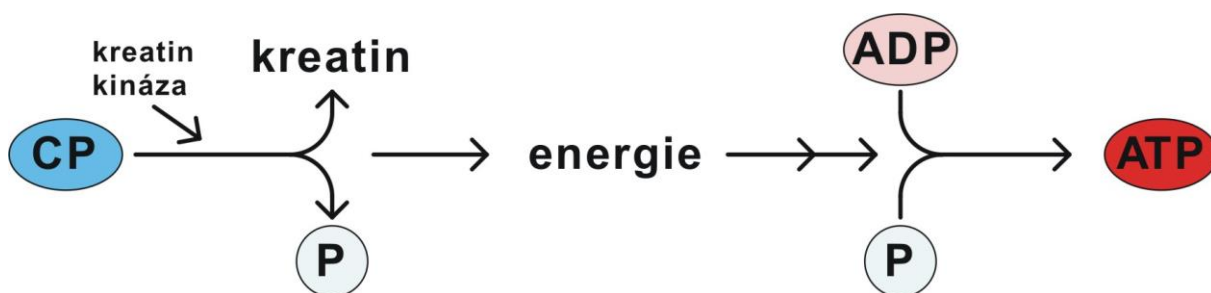
- cvičení zaměřená převážně na DK
- cvičení zaměřené převážně na trup a HK (Psotta et al., 2006)

V plyometrických cvičeních můžeme využít dvě metody:

- metoda oddělených cyklů protažení – zkrácení svalu, kdy mezi jednotlivými cykly je 2-5 zastavení; každé koncentrické kontrakci, předchází excentrické protažení příslušného svalu (svalů), např. pohyb ze stoje do podřepu
- metodu souvisle napojených cyklů protažení – cykly nejsou oddělené zastavením, tj. realizují se v sérii cyklů, např. 8 skoků

Plyometrická metoda je hojně využívaný prostředek zařazovaný do tréninku u mnoha sportovních disciplín. „Představuje specifický druh svalové práce, jejímž výsledkem je zvýšení explozivní silové schopnosti.“ (Cacek et al., 2007) V literaturách se můžeme se setkat s jejím různým pojmenováním, avšak princip protažení/zkrácení je stejný.

Při plyometrickém cvičení se využívá svalového předpětí. Pokud má být toto cvičení účelné a efektivní musí splňovat stanovené principy a podmínky. Touto metodou je silně zatěžován nervový systém, proto se musí dbát na správné provedení cviků, objem by měl být malý ovšem proveden maximální intenzitou. U plyometrického tréninku je důležité nejen objem a intenzita provedení, velký význam zde má také doba odpočinku. Odpočinek je nutný k obnově vyčerpané zásoby ATP. K obnově dochází ve svalech tzv. resyntézou ATP z CP. Tento proces je popsán na obrázku 3. Doba resyntézy je individuální, obecně se však uvádí, že po 30 sek., je obnoveno přibližně 70 % ATP. K plnému 100 % obnovení dochází kolem 3 minuty. (Cacek et al., 2007)



Obrázek 3: Resyntéza ATP z CP (Bernaciková, 2012)

Výše jsme uvedli a charakterizovali možnosti rozvoje silových schopností. Proto si nyní také přiblížíme možnosti diagnostiky a testování, které můžeme použít při jejím rozvoji.

2.7 METODY MĚŘENÍ SILOVÝCH SCHOPNOSTÍ

Diagnostika a testování jsou nezbytnými nástroji při vyhodnocování účinku tréninkového programu. S jejich pomocí můžeme určit aktuální stav trénovanosti sportovce. Mezi nejčastější způsoby měření úrovně silových schopností patří:

2.7.1 MOTORICKÉ TESTY

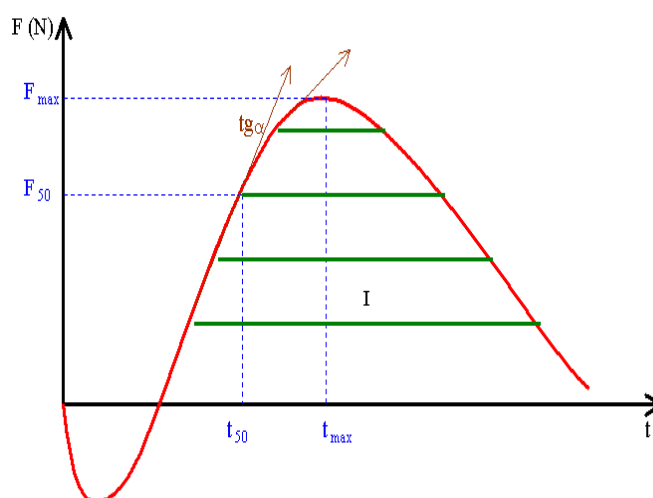
Pomocí těchto testů můžeme diagnostikovat různé druhy silových schopností. U statické síly měříme čas výdrže v polohách, nebo s daným odporem. U výbušné síly může měřit např. překonanou vzdálenost (výšku) - odhody, skoky. Při testování vytrvalostní a rychlé síly využíváme počtu opakování za jednotku času, nebo měříme čas potřebný k realizaci stanoveného počtu opakování. Třetí metodou je zaznamenávání nejvyššího možného počtu opakování. Pro testování explozivní síly DK jsou v praxi využívány např. skok daleký z místa, vertikální výskoky (s dosahováním).

2.7.2 ELEKTROMYOGRAFIE

Při této metodě je sledována elektrická aktivita neuronů u jednotlivých svalových skupin. Měří se zapojení jednotlivých svalů při daném pohybovém úkolu, zaznamenáváme čas a sílu elektrického impulsu vyslaného do svalů. Tato metoda se zaměřuje zejména na oblast mezisvalové koordinace a souhru jednotlivých agonistů, antagonistů a synergistů.

2.7.3 DYNAMOMETRIE

Za pomocí různých druhů dynamometrů měříme záznam úsilí svalu v čase, výsledek je tzv. dynamogram. Tuto metodu jsme použili v této práci při měření silových schopností DK. Této metodě se budeme více věnovat v metodách měření. (Eamos, 2015)



Obrázek 4: Dynamogram (Eamos, 2015)

3. CÍLE, VÝZKUMNÁ OTÁZKA, HYPOTÉZY A ÚKOLY PRÁCE

3.1 VÝZKUMNÁ OTÁZKA

Lze cíleným plyometrickým tréninkem ovlivnit výkonnost požárních sportovců v parametrech svalové síly a explozivní síly DK?

3.2 HYPOTÉZY

H1: „vlivem specifického plyometrického tréninku dojde u sledované skupiny ke zlepšení explozivní síly DK.“

H2: „vlivem specifického plyometrického tréninku dojde u sledované skupiny ke zlepšení úrovně svalové síly u DK.“

3.3 CÍLE PRÁCE

Cílem práce bylo zjistit úroveň síly a explozivní síly DK u závodníků v PS a ověřit možnost ovlivňování její úrovně pomocí specifického plyometrického tréninku.

3.4 ÚKOLY

- 1) Na základě rešerše literatury shromáždit dostupné poznatky k problematice PS, síly DK a jejího rozvoje.
- 2) Provést diagnostiku úrovně svalové a explozivní síly DK u sledovaných osob.
- 3) Sestavit doplňkový tréninkový plán na rozvoj svalové a explozivní síly DK za pomoci plyometrické metody.
- 4) Provést opakovanou diagnostiku úrovně svalové a explozivní síly DK u sledovaných osob.
- 5) Zpracovat výsledky.
- 6) Na základě zjištěných výsledků formulovat závěry práce, doporučení pro praxi a pro další výzkum.

4. METODY

4.1 VÝZKUMNÝ SOUBOR

Prvního měření se zúčastnilo 12 probandů ($n= 10$, věk: $32,1 \pm 9$; výška: $183 \text{ cm} \pm 5 \text{ cm}$; hmotnost: $81 \pm 4 \text{ kg}$). Všichni probandi jsou profesionálními hasiči sloužící převážně u HZS hl. m. Prahy. Věnují se PS a účastní se v něm soutěží na národní úrovni. Mezi probandy jsou současní i bývalí reprezentanti v PS, kteří se zúčastňují/zúčastňovali také mezinárodních soutěží. Výzkumný soubor byl jak z hlediska věku tak i výkonosti v PS velmi homogenní. Výstupního měření se však zúčastnilo již pouze 10 probandů. Dva probandi byli kvůli zranění z výzkumu vyloučeni. Zbylí se účastnili výzkumu dobrovolně a v době testování netrpěli žádným zraněním pohybového aparátu.

4.2 ORGANIZACE A PODMÍNKY TESTOVÁNÍ

Testovaný soubor požárních sportovců se dostavil do prostor Laboratoře sportovní motoriky Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy v Praze. Prostředí pro testování byla udržována stálá teplota $23 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ve všech místnostech, jejichž prostory byly použity při jednotlivých částech výzkumu. Celkové prostředí pro výzkum bylo klidné, tiché a příjemné. S jednotlivými testovanými osobami bylo jednáno vlídně a pro zachování stálých testovacích podmínek byl personál tvořen stejnými osobami. Prostředí v jednotlivých místnostech bylo při testování všech souborů osob i jednotlivců v rámci možností konstantní. Před každým testováním proběhla instruktáž obsahující informace o smyslu testování a způsobu provádění jednotlivých testů. Po instruktáži byl každý proband individuálně testován na jednotlivých laboratorních přístrojích. Před samotným měřením měli probandi prostor na individuální přípravu organismu před samotným testováním. Jako první byla probandům měřena svalová síla a následně pak explozivní síla DK. Data byla získána metodou testování v laboratorních podmínkách. Charakteristiku přístrojového vybavení, metody měření a hodnocení testů svalové síly a momentu síly jsou charakterizovány v následujícím textu.

4.3 SVALOVÁ SÍLA, PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ A METODY MĚŘENÍ

Při prvním testu byl použit izokinetický dynamometr Cybex Humac Norm (Cybex NORM®, Humac, CA, USA). Zařízení je řízeno hydraulicky a plně kontrolované počítačem v pokračujícím pasivním pohybu, izometrickém, izotonickém a izokinetickém, koncentrickém i excentrickém módě. Hodnotili jsme sílu kolenních extenzorů (Quadriciceps) a flexorů (Hamstring) na obou končetinách v koncentrické svalové činnosti při úhlové rychlosti $60^{\circ}\cdot\text{s}^{-1}$.

Svalová síla je hodnocena pomocí momentu svalové síly (pohyb po kružnici). V našem případě se hodnoty svalové síly vyjadřují v relativních jednotkách ($N \cdot m \cdot kg^{-1}$), kde se dosažený výkon vydělil tělesnou hmotností probanda. Před měřením absolvovali probandi individuální rozcvičení doplněné o doporučené cviky ve formě dynamických dřepů, přímých výpadů a strečinku na testované svaly. Po rozcvičení si proband sedl na židli izokinetického dynamometru, který spolu s ramenem dynamometru byly ergonomicky nastaveny a individuálně přizpůsobeny každému jedinci tak, aby osa kolenního kloubu ve frontální rovině byla v ose otáčejícího se ramene dynamometru. Výzkumné údaje jsme získali při rozsahu 90° , přičemž plná extenze byla nastavena jako "anatomická nula". Trup a testována končetina probanda byla fixována pomocí fixačních pásů z důvodu izolace testovaného pohybu. Proband se držel postranních madel přístroje. Před testováním měl každý proband 5 pokusů na každou nohu s cílem rozcvičení a zapracování. Při samotném měření provedli probandi na každé rychlosti dvě opakování.

4.4 EXPLOZIVNÍ SÍLA, PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ A METODY MĚŘENÍ

Pro měření explozivní síly jsme použily silové desky KISTLER 8611 (Kistler, Switzerland) se vzorkovací frekvencí 1000 Hz. Pro základní zpracování dat ze silových desek byl použit software BioWare (Kistler Holding AG, Winterthur, Switzerland). Samotný test probíhal formou tří různých typů vertikálních výskoků.

Prvním výskokem byl Contermovement jump free arms (dále už jen CMJF) = výskok s pomocí horních končetin (dále už jen V1). Druhý výskok Contermovement jump (dále už jen CMJ) = výskok bez pomoci horních končetin (dále už jen V2) a třetí Squat jump (dále už jen SQJ) = výskok z podřepu (dále už jen V3), kdy je celý pohyb realizován pouze vzhůru bez přípravného snížení. Během samotného testování prováděli probandi vždy tři výskoky od každého typu a pro vyhodnocení byl vybrán ten, kdy bylo dosaženo nejvyššího výskoku. Výstupními parametry měření jsou výška výskoku, která je vypočítána ze vzletové rychlosti při odrazu a moment síly vyprodukovaný DK při samotných výskocích měřený na silových deskách.

4.5 METODY HODNOCENÍ DAT

Pro základní zpracování dat bylo používáno softwaru náležícímu k jednotlivým přístrojům. Data se následně přenesla a zpracovala v softwaru Microsoft Office Excel. Získané hodnoty byly podrobeny vztahové, věcné a logické analýze. Při zpracování a statistickém vyhodnocení byly použity některé základní statistické charakteristiky polohy a rozptylu (aritmetický průměr, směrodatná odchylka a variační rozpětí). Pro vyjádření rozdílu před a po intervenci bylo také použito procentuálního rozdílu.

4.6 INTERVENČNÍ PROGRAM

Po vstupním testování byl probandům zaslán 9. týdenní doplňkový tréninkový plán. Všichni probandi trénovali také podle svého stálého plánu. Doplňkový plán byl složen z plyometrických cviků zaměřených převážně na DK. Tyto cviky byly do tréninku zařazovány od půlky dubna 2015 do konce června 2015 a to každý třetí den. Cviky byly zařazovány ve dnech volna, nebo před hlavním tréninkem. Celkem probandi absolvovali kolem 25 tréninků. Celkem jsem sestavil 6 baterií po 5 cvicích, plně respektující principy plyometrického cvičení. U každé byl podrobný návod jak cviky provádět, nač si dát u cvičení pozor a také pauzy mezi cvičením. Na začátku každé nové baterie cviků byli probandi s těmito cviky a provedením osobně seznámeni. Zprvu jsem u cviků volil jednodušší a lehčí provedení s menším počtem opakování a sérií. S postupem času se složitost, počet opakování a sérií zvyšoval. Program byl složen z těchto cviků:

1. BOX JUMPS - výskoky na bednu
2. DEPTH JUMPS - seskoky do hloubky
3. DEPTH JUMPS - one leg- seskoky do hloubky na jedné noze
4. SQUAT JUMPS - výskoky z podřepu se skrčením DK
5. BOX JUMP UPS - výstupy s výskokem na bedně
6. STANDING BROAD JUMP - široké výskoky ze stoje s pokrčením DK
7. SPLIT JUMPS - výskoky z výpadu
8. COUNTER - MOVEMENT JUMPS - výskoky ve stoje s natažením paží
9. BACK TOSS - odhody medicinbalu přes hlavu
10. PUSH „over the“ bosu or medicine ball- kliky přes bosu, medicinbal
11. SQUAT THROWS - odhody medicinbalu z podřepu
12. MULTIPLE HOPS OVER CONES - opakované odrazy přes kužely (Pire, 2006)

5. VÝSLEDKY

Tabulka 2: Hodnocení síly kolenních extenzorů (Quadricepsů) vyjádřené v relativních hodnotách na kilogram hmotnosti ($N \cdot m \cdot kg^{-1}$)

Probandi - subjekty	PŘED INTERVENČÍ		Rozdíl %	PO INTERVENČÍ		Rozdíl %
	Výkon- dominantní končetina	Výkon- nedominantní končetina		Výkon- dominantní končetina	Výkon- nedominantní končetina	
1	3.63	3.66	1	3.48	3.54	2
2	3.02	2.71	10	3.12	2.93	6
3	3.09	2.97	4	2.97	3.04	2
4	3.61	3.77	14	3.58	3.19	11
5	2.66	2.51	5	2.61	2.71	4
6	2.43	2.41	1	2.56	2.34	8
7	2.44	2.35	4	3.28	2.78	15
8	3.39	3.51	3	3.43	3.54	3
9	2.05	2.98	31	3.57	3.18	11
10	3.11	3.56	13	3.58	3.19	10
Průměr	2.94	3.04	7.6	3.20	3.04	7.2
SD	0.51	0.52	8.58	0.35	0.35	4.26
VAR	1.58	1.39	30	1.02	1.20	13
Suma	29.43	30.43	-	31.95	30.44	-

Legenda: SD - směrodatná odchylka; VAR - variační rozpětí

Hodnoty uvedené v tabulce č. 2 jsou výsledky svalové síly kolenních extenzorů-Quadricepsů a procentuální rozdíly mezi končetinami. Průměrný výkon na dominantní DK byl před intervencí $2,94 N \cdot m \cdot kg^{-1}$ (SD: 0,51) u nedominantní pak $3,04 N \cdot m \cdot kg^{-1}$ (SD: 0,52). Po intervenci se průměrný výkon na dominantní DK zvýšil na $3,20 N \cdot m \cdot kg^{-1}$ (SD: 0,35) na nedominantní zůstal $3,04 N \cdot m \cdot kg^{-1}$ (SD: 0,35). Dalším pozitivním ukazatelem je snížení průměrného procentuálního rozdílu mezi dominantní a nedominantní končetinou, jenž byl před intervencí $7,6 \pm SD 8,58 \%$ na $7,2 \pm SD 4,26 \%$. Díky tomu se výzkumnému souboru zvýšila homogenita. Probandi č. 1, 4, 8 a 10 dosáhli nadprůměrných výkonů přesahující $3,5 N \cdot m \cdot kg^{-1}$.

Tabulka 3: Hodnocení svalové síly kolenních flexorů (Hamstringů) vyjádřené v relativních hodnotách na kilogram hmotnosti ($N \cdot m \cdot kg^{-1}$)

Probandi - subjekty	PŘED INTERVENCÍ		Rozdíl %	PO INTERVENCI		Rozdíl %
	Výkon- dominantní končetina	Výkon- nedominantní končetina		Výkon- dominantní končetina	Výkon- nedominantní končetina	
1	2.20	2.06	6	2.20	2.09	5
2	1.44	1.43	1	1.86	1.81	3
3	1.32	1.51	13	1.32	1.30	1
4	2.04	2.32	12	2.22	2.68	17
5	1.66	1.41	15	1.59	1.61	1
6	1.51	1.51	0	1.52	1.65	7
7	1.56	1.60	2	1.56	1.47	5
8	2.07	1.71	17	2.17	1.88	14
9	1.30	1.39	7	1.46	1.80	18
10	1.52	1.80	16	2.06	1.93	7
Průměr	1.66	1.67	8.9	1.80	1.82	7.8
SD	0.30	0.29	6.17	0.33	0.36	6.00
VAR	0.9	0.93	17	0.9	1.38	17
Suma	16.62	16.74	-	17.96	18.22	-

Legenda: SD - směrodatná odchylka; VAR - variační rozpětí

V tabulce č. 3 jsou výsledky svalové síly kolenních flexorů (Hamstringů). Procentuálně jsou zde vyjádřeny rozdíly mezi končetinami. Průměrný výkon u dominantní DK byl před intervencí $1,66 N \cdot m \cdot kg^{-1}$ (SD: 0,30) u nedominantní pak $1,67 N \cdot m \cdot kg^{-1}$ (SD: 0,29). Při druhém měření byl změřen nárůst na dominantní DK na $1,79 N \cdot m \cdot kg^{-1}$ (SD: 0,31) u nedominantní DK došlo k nárůstu na $1,83 N \cdot m \cdot kg^{-1}$ (SD: 0,36). Snížil se i procentuální rozdíl mezi dominantní a nedominantní DK z $8,9 \pm SD 6,17 \%$ na $7,8 \pm SD 5,99 \%$. Nejvyšších výkonů dosáhli probandi č. 1, 4, 8 a 10. Nejvyššího zlepšení u dominantní DK bylo dosaženo u probanda č. 10. Tímto nárůstem došlo ke snížení procentuálního rozdílu mezi dolními končetinami z 16 na 7 %. Na nedominantní DK bylo nejvyššího zlepšení dosaženo u probanda č. 9. Nejvyššího výkonu v tomto testu dosáhl proband č. 4 a to $2,68 N \cdot m \cdot kg^{-1}$.

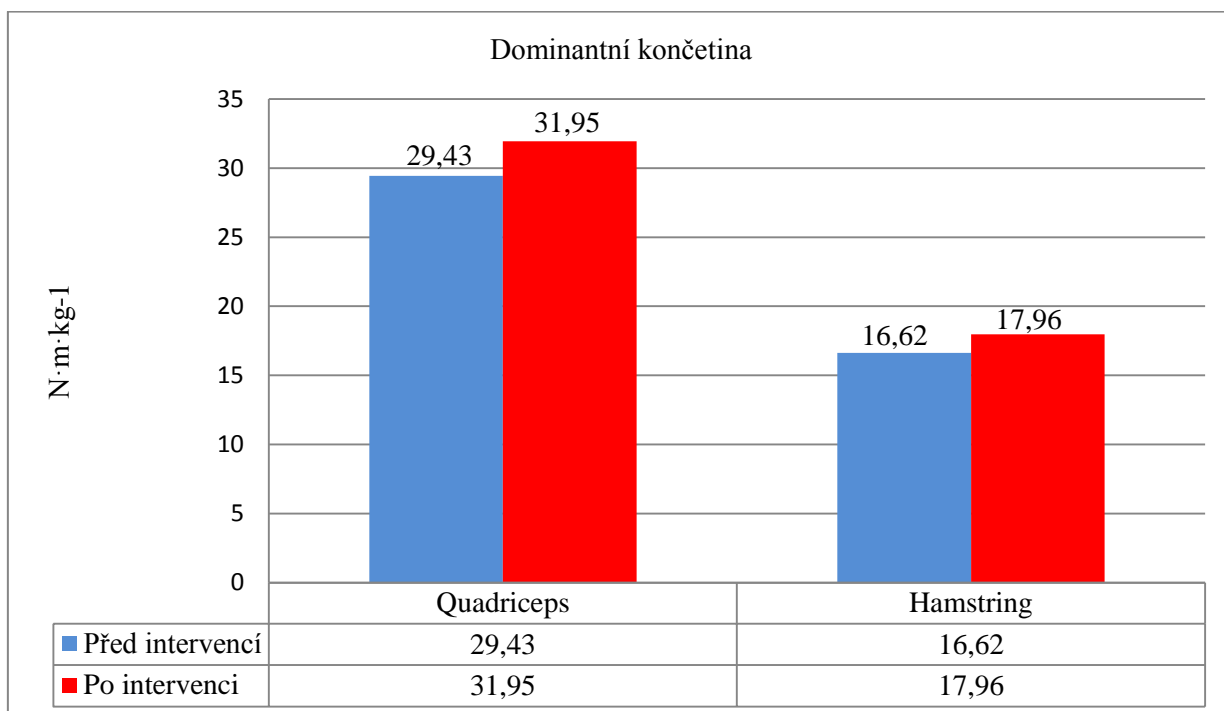
Tabulka 4: Hodnocení unilaterálního poměru (předozadní asymetrie) na jedné končetině

Probandi - subjekty	(Hamstring : Quadriceps) %		(Hamstring : Quadriceps) %	
	PŘED INTERVENCÍ		PO INTERVENCI	
	Dominantní noha	Nedominantní noha	Dominantní noha	Nedominantní noha
1	61	56	60	62
2	48	53	60	62
3	43	51	45	43
4	57	62	62	84
5	62	56	61	59
6	62	63	60	70
7	64	68	47	53
8	61	49	63	53
9	63	47	41	56
10	49	51	62	64
Průměr	57	55.60	56.10	60.60
SD	7.12	6.45	7.87	10.49
VAR	21	21	22	41

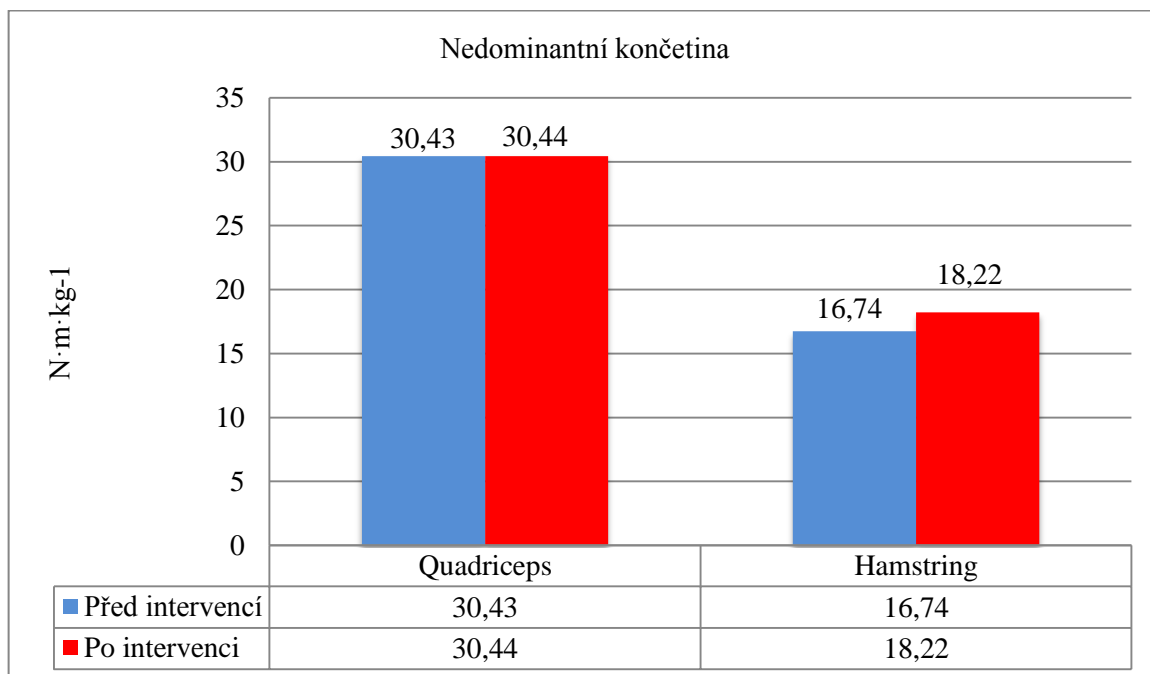
Legenda: SD - směrodatná odchylka; VAR - variační rozpětí

V tabulce č. 4 je procentuálně uveden unilaterální poměr mezi flexorem a extenzorem kolene na stejné končetině. Vidíme zde, že před intervencí byl průměrný výkon na dominantní DK 57 % (SD: 7,12). Vlivem intervence zejména pak zvýšením síly extenzorů kolene (Quadricepsů) došlo ke snížení na 56.10 % a nárůstu (SD: 7,87). U nedominantní DK byl vývoj opačný, před intervencí byl průměrný výkon 55,60 % (SD: 6,45) po intervenci došlo ke zvýšení na 60,60 % (SD: 10,49), pod zvýšení SD se podepsal zejména proband č. 4, který dosáhl unilaterálního poměru na nedominantní DK hodnoty 84 %. Podprůměrné hodnoty vyšli u probandů č. 3, 7 a 9 pohybující se pod hranicí 47 %. K nejvyššímu poklesu došlo u probandů č. 7 a 9 u obou na dominantní končetině.

Graf č. 1: Srovnání součtu vyprodukované svalové síly u všech probandů před a po intervenci na dominantní dolní končetině při úhlové rychlosti $60^\circ \cdot s^{-1}$



Graf č. 2: Srovnání součtu vyprodukované svalové síly u všech probandů před a po intervenci na nedominantní dolní končetině při úhlové rychlosti $60^\circ \cdot s^{-1}$



Tabulka 5: Hodnocení výskoků s dopomocí horních končetin

CMJF	PŘED INTERVENCÍ				PO INTERVENCI			
	Výška výskoku (cm)	Maximální síla			Výška výskoku (cm)	Maximální síla		
		Pravá	Levá	Celkem		Pravá	Levá	Celkem
1	58.7	1.29	1.23	2.52	57.5	1.17	1.26	2.44
2	55.4	1.36	1.41	2.78	55.7	1.36	1.36	2.72
3	45.2	1.32	1.33	2.65	45.9	1.46	1.43	2.89
4	64.8	1.26	1.24	2.50	65.9	1.35	1.20	2.54
5	41.2	1.20	1.15	2.35	42.2	1.32	1.30	2.62
6	37.2	1.14	1.19	2.33	37.8	1.19	1.26	2.45
7	44.1	1.25	1.19	2.44	45.9	1.27	1.23	2.50
8	47.3	1.23	1.35	2.58	45.8	1.16	1.32	2.48
9	42.0	1.19	1.11	2.30	44.4	1.26	1.18	2.45
10	62.1	1.45	1.52	2.97	58.0	1.46	1.52	2.98
VAR	27.6	0.31	0.41	0.64	28.1	0.30	0.34	0.54
Průměr	49.8	1.27	1.27	2.55	49.9	1.30	1.31	2.61
SD	9,16	0.08	0.12	0.19	8.37	0.10	0.10	0.18
Suma	498	-		25.41	499.3	-		26,06

Legenda: SD - směrodatná odchylka; VAR - variační rozpětí; CMJF - contermovement jump free arms (výškok s dopomocí horních končetin)

V tabulce č. 5 jsou výsledky explozivní síly DK. Výška výskoku je hodnocena v centimetrech a maximální síla je přepočtená na kilogram hmotnosti (násobek vlastní hmotnosti). Průměrný výkon skupiny byl před intervencí 49,8 cm (SD: 9,16) s průměrně vyprodukovanou silou 2,55 (SD: 0,19). Po intervenci vzrost na 49,9 cm (SD: 8,37) a maximální síla na 2,61 (SD: 0,18). Nejlepších výkonů dosáhli probandi č. 4 a 10, kteří dokázali překonat výšku 60 cm. Probandi č. 3 a 10 vyprodukovali při odrazu nejvyšší hodnoty maximální síly a to 2,89 a 2,98. U probandů č. 3 a 5 bylo dosaženo nejvyššího zlepšení v maximální síle přepočtené na kilogram hmotnosti. Ke zhoršení výkonů došlo u probanda č. 8.

Tabulka 6: Hodnocení výskoků bez dopomoci horních končetin

CMJ	PŘED INTERVENCÍ				PO INTERVENCI			
	Výška výskoku (cm)	Maximální síla			Výška výskoku (cm)	Maximální síla		
		Pravá	Levá	Celkem		Pravá	Levá	Celkem
1	48.5	1.18	1.30	2.48	49.1	1.29	1.38	2.68
2	46.2	1.52	1.40	2.92	47.9	1.31	1.29	2.60
3	40.1	1.38	1.39	2.77	39.1	1.36	1.42	2.78
4	56.2	1.33	1.27	2.60	56.0	1.31	1.30	2.61
5	32.4	1.34	1.32	2.66	35.6	1.22	1.28	2.50
6	39.4	1.06	1.33	2.39	33.5	1.10	1.24	2.34
7	37.5	1.34	1.34	2.68	42.1	1.23	1.35	2.58
8	39.3	1.27	1.37	2.64	40.8	1.26	1.41	2.68
9	34.7	1.33	1.19	2.52	36.3	1.30	1.23	2.53
10	53.2	1.70	2.05	3.75	49.9	1.55	1.83	3.38
VAR	23.8	0.64	0.86	1.36	22.5	0.45	0.60	1.04
Průměr	42.75	1.35	1.40	2.74	43	1.29	1.37	2.67
SD	7.5	0.16	0.22	0.35	6.9	0.10	0.16	0.26
Suma	427.5	-		27.41	430	-		26.67

Legenda: SD - směrodatná odchylka; VAR - variační rozpětí; CMJ - contermovement jump (výskok bez dopomoci horních končetin)

V tabulce č. 6 jsou výsledky výskoku bez pomoci HK. Průměrný výkon probandů před intervencí byl 42,75 cm (SD: 7,5) a maximální silou 2,74 (SD: 0,35). Průměrný výkon probandů po intervenci mírně vzrost na 43,03 cm (SD: 6,9), průměrná síla však klesla na 2,67 (SD: 0,26). Nejlepšího výkonu dosáhl v těchto výskocích proband č. 4 a to 56,2 cm s maximální silou 2,60. Nejvyšší vyprodukovaná síla byla naměřena u probandů č. 2 a 10.

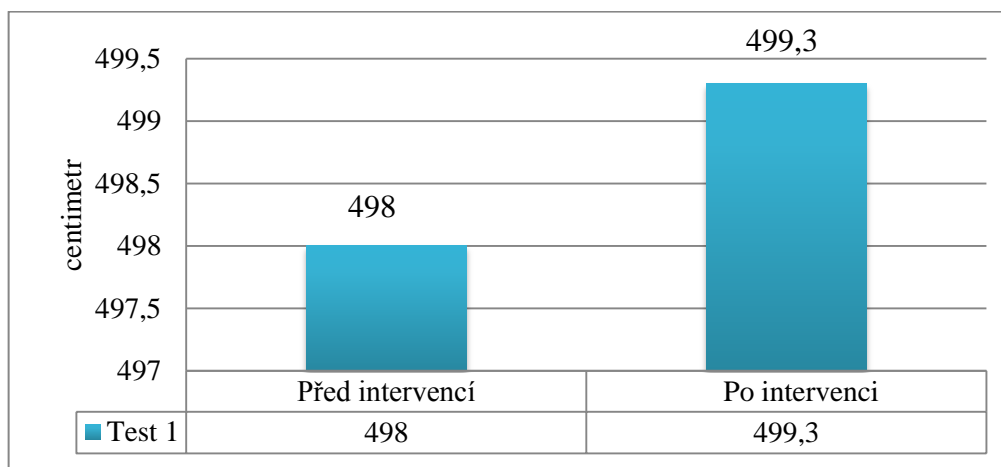
Tabulka 7: Hodnocení výskoků z podřepu se zafixovanými horními končetinami v bok

SQJ	PŘED INTERVENCÍ				PO INTERVENCI			
	Výška výskoku (cm)	Maximální síla			Výška výskoku (cm)	Maximální síla		
		Pravá	Levá	Celkem		Pravá	Levá	Celkem
1	45.8	1.13	1.16	2.29	47.7	1.11	1.15	2.26
2	46.7	1.06	1.05	2.11	46.2	1.03	1.01	2.04
3	36.1	1.01	1.00	2.01	37.9	1.04	1.02	2.06
4	52.3	1.14	1.10	2.24	52.0	1.20	1.18	2.38
5	34.2	0.93	0.92	1.85	33.3	0.97	0.97	1.94
6	31.3	0.95	1.01	1.96	32.1	0.93	0.97	1.90
7	36.1	1.03	0.95	1.98	39.0	1.05	0.98	2.03
8	38.3	1.01	1.04	2.05	38.4	1.05	1.08	2.13
9	35.6	0.98	0.91	1.89	33.1	0.92	0.95	1.87
10	49.4	1.09	1.23	2.32	50.7	1.14	1.22	2.36
VAR	21	0.21	0.32	0.47	19.9	0.28	0.27	0.51
Průměr	40.5	1.03	1.04	2.07	41	1.04	1.05	2.10
SD	6.9	0.06	0.09	0.15	7,12	0.08	0.09	0.17
Suma	405,8	-		20.70	410,4	-		20.97

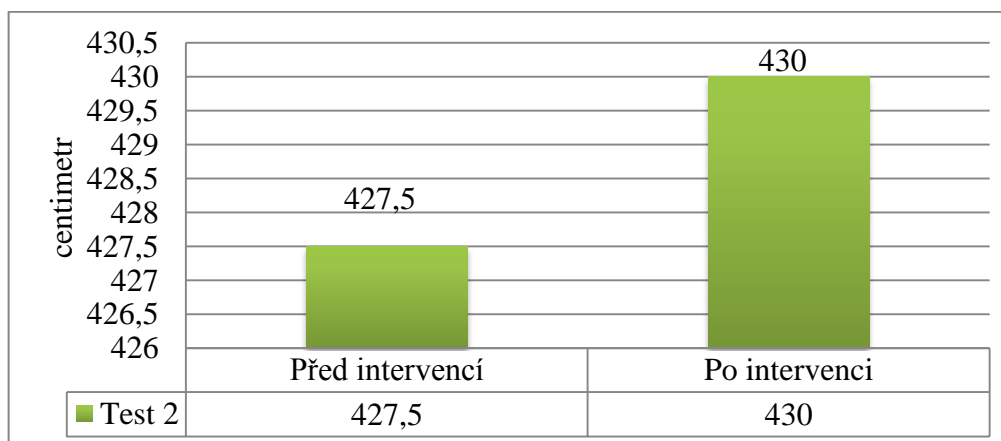
Legenda: SD - směrodatná odchylka; VAR - variační rozpětí; SQJ - Squat jump (výskok z podřepu)

V tabulce č. 7 jsou výsledky posledního typu výskoků. Ze všech tří typů bylo při těchto výskocích dosahováno nejnižších hodnot co do výšky výskoku tak i vyprodukované síly. U probanda č. 4 můžeme vidět nejlepší výkon 52,3 cm s vyprodukovanou silou 2,24 Průměrná výška výskoku před intervencí 40,5 cm (SD: 6,9) s vyprodukovanou silou 2,07 (SD: 0,15). Po intervenci se zvýšila průměrná výška výskoku na 41 cm (SD: 7,12) s maximální silou 2,10 (SD: 0,17). Nejvyšší hodnoty maximální vyprodukované síly byly naměřeny opět u probandů č. 4 a 10. Nejnižší výkon předvedl proband č. 6 a to 31,3 cm s vyprodukovanou silou 1,96. Při výstupním měření nebyl překonán maximální výkon 52,3 cm, zvýšil se však minimální výkon z 31,3 cm na 32,1 cm.

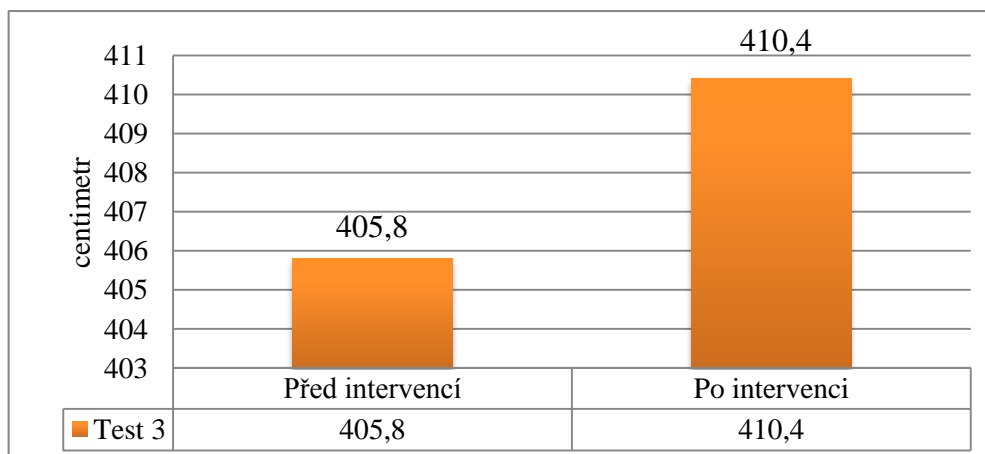
Graf č. 3: Srovnání součtu výšky výskoku u všech probandů před a po intervenci v testu 1-
výskoky s dopomocí horních končetin



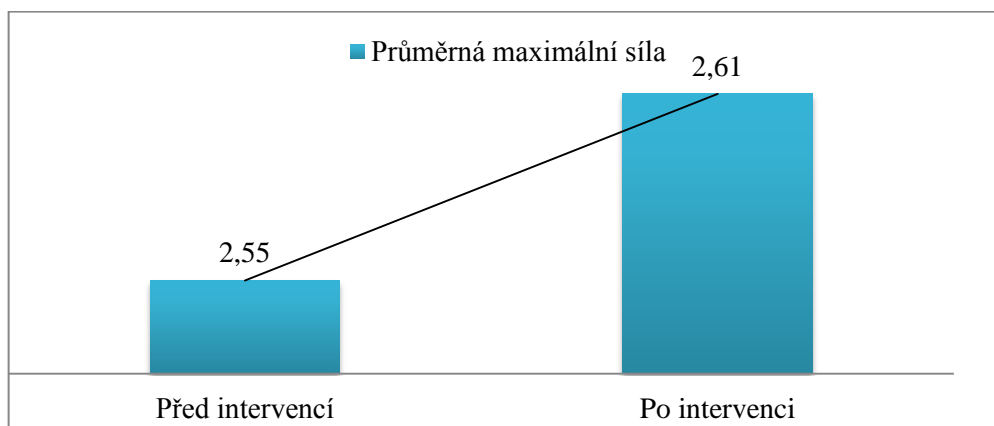
Graf č. 4: Srovnání součtu výšky výskoku u všech probandů před a po intervenci v testu 2-
výskoky bez dopomoci horních končetin



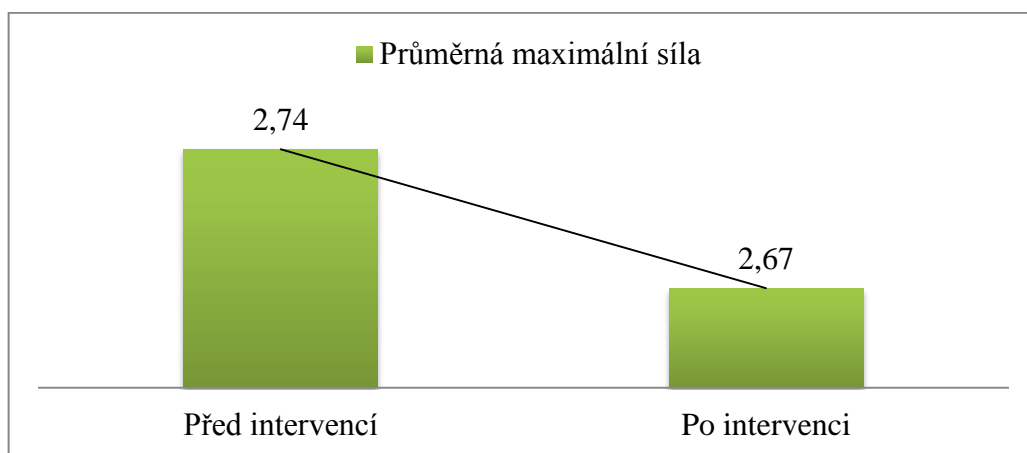
Graf č. 5: Srovnání součtu výšky výskoku u všech probandů před a po intervenci v testu 3-
výskoky z podřepu



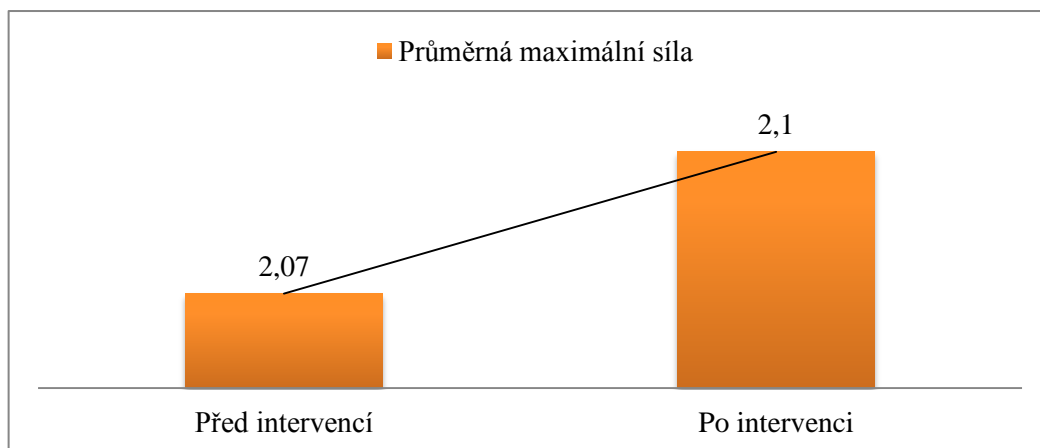
Graf č. 6: Srovnání průměrů maximální vyvinuté síly před a po intervenci při prvním typu výskoku V1 - výskoky s dopomocí horních končetin



Graf č. 7: Srovnání průměrů maximální vyvinuté síly před a po intervenci ve druhém typu výskoku V2 - výskoky bez dopomoci horních končetin



Graf č. 8: Srovnání průměrů maximální vyvinuté síly před a po intervenci ve třetím typu výskoku V3 - výskoky z podřepu



6. DISKUZE

Cílem této práce bylo zjistit úroveň síly a explozivní síly DK u závodníků v PS a ověřit možnost ovlivňování její úrovně pomocí specifického plyometrického tréninku. Vybraní závodníci v PS byli podrobena vstupnímu měření, ve kterém byla zjištěna aktuální úroveň síly a explozivní síly DK. Po tomto měření byl probandům rozdan doplnkový tréninkový plán obsahující plyometrická cvičení s podrobným návodem. Jelikož jsou všichni probandi zařazeni v této práci profesionálními hasiči pracující v režimu 1x za 3 dny tj. (jeden den v práci dva dny volna), rozhodli jsme se zařadit plyometrický trénink do pracovního dne. Díky tomu byl sjednocen počet těchto tréninkových jednotek a také zaručena dostatečná doba odpočinku mezi jednotlivým plyometrickým cvičením. Další výhodou bylo cvičení ve skupinách, ve kterých se mohli probandi navzájem motivovat popř. kontrolovat. Plyometrická cvičení byla situována na začátek tréninkové jednotky hned za úvodní část, která měla za úkol zahřátí a protažení nejčastěji používaných svalových skupin, mobilizace kloubní pohyblivosti, aktivace svalového systému a organismu.

Co se samotných cvičení týče, obtížnost a počet opakování měl vzrůstající tendenci. Důležité bylo také dodržování předepsaného odpočinku mezi jednotlivými cviky popř. sériemi. Jak jsem již psal výše, tento tréninkový plán byl pouze něčím navíc- doplněk. Probandi se jinak připravovali podle svých individuálních tréninkových plánů.

Na intervenci, která probíhala v hlavním závodním období, mělo jistě vliv mnoho faktorů. Od únavy organismu, celkového tréninkového procesu, po věk, motivaci, regeneraci či životosprávu a v neposlední řadě také kalendář soutěží. Kvůli závodům byly 4 tréninkové jednotky vynechány. Některé z faktorů mohly mít vliv i na samotné testování. Například únava, s níž může být spojena motivace, mohla výsledky testování značně ovlivnit. Výstupní testování bylo provedeno po tzv. vrcholu sezóny, jímž bylo pro probandy Mistrovství republiky v PS konané v Turnově. Toto výstupní měření se uskutečnilo dva dny po tomto mistrovství. Práce byla koncipována na možnosti ovlivnění síly DK za pomoci plyometrické metody. Jak můžeme vidět z výsledků testování, u skupiny došlo k celkovému nárůstu silových parametrů DK, které se projeví jak ve vyšších výkonech při testování izokinetické síly, tak při testování explozivní síly.

Hypotéza 1: „vlivem specifického plyometrického tréninku dojde u sledované skupiny ke zlepšení explozivní síly DK.“

Hypotéza H1 byla potvrzena.

První hypotéza se zabývala otázkou, zda dojde vlivem specifického plyometrického tréninku u testovaného souboru (požárních sportovců) ke zlepšení explozivní síly DK. Tato hypotéza byla potvrzena. Pokud porovnáme průměrné výsledky ze vstupního testování s výsledky z výstupního testování, můžeme vidět průměrný nárůst u celé skupiny a to, jak ve výšce výskoku, tak i ve vyprodukované maximální síle. Jediný pokles, který jsme zaznamenali, nastal u druhého typu výskoků (CMJ). Zde jsme naměřili nižší průměrnou maximální sílu u celé skupiny. I přes tento pokles maximální síly, však byla vyšší průměrná výška výskoků než při vstupním testování.

Hypotéza 2: „vlivem specifického plyometrického tréninku dojde u sledované skupiny ke zlepšení úrovně svalové síly u DK.“

Hypotéza H2 byla potvrzena

Druhá z hypotéz se zabývala otázkou, zda vlivem specifického plyometrického tréninku dojde u sledované skupiny (požárních sportovců) ke zlepšení úrovně svalové síly u DK. Hodnotili jsme sílu kolenních extenzorů (Quadriceps) a kolenních flexorů (Hamstringů) u obou končetin v koncentrické svalové činnosti při úhlové rychlosti $60^{\circ}\cdot\text{s}^{-1}$. V našem případě jsou hodnoty svalové síly vyjádřeny v relativních jednotkách ($\text{N}\cdot\text{m}\cdot\text{kg}^{-1}$) Při porovnání výsledků z prvního testování s těmi výstupními, můžeme vidět, že došlo k průměrnému zlepšení celé skupiny a to jak u flexorů tak i extenzorů kolene.

Tabulka 8: Průměrné výkony u celé skupiny před a po intervenci a jejich procentuální hodnocení

SVALOVÁ SÍLA (N. m. kg ⁻¹)	Dominantní noha			Nedominantní noha					
	Před	Po	%	Před	Po	%			
Quadriceps	2.94	3.20	8	3.04	3.07	1			
Hamstring	1.66	1.79	7	1.67	1.83	9			
EXPLOZIVNÍ SÍLA - VÝSKOKY									
	CMJF			CMJ			SQJ		
	Před	Po	%	Před	Po	%	Před	Po	%
Výška	49.80	49.93	0.26	42.75	43.03	0.65	40.58	41.04	1.13
Síla	2.55	2.61	2.35	2.74	2.67	- 2.55	2.07	2.10	1.45

*Legenda: CMJF - výskok s dopomocí horních končetin; CMJ - výskok bez dopomoci horních končetin;
SQJ - výskok z podřepu*

Pokud se zaměříme na Tabulku č. 2, vidíme, že došlo ke zlepšení zejména u těch probandů, kteří dosáhli při prvním měření horších výsledků. Zbylí probandi si svou výkonnost udrželi, čímž došlo ke zmenšení SD a zvýšila se tak homogenita výzkumného souboru. Na výstupních datech se mohla významně podílet kromě svalové síly DK také hmotnost jednotlivých probandů. V našem případě se hodnoty svalové síly vyjadřují v relativních jednotkách (N·m·kg⁻¹), kde je dosažený výkon vydělen tělesnou hmotností sportovce. Pokud by tedy proband vyprodukoval při výstupním testování stejnou sílu, jako při vstupním testování, ovšem s vyšší tělesnou hmotností, bylo by toto hodnoceno jako zhoršení a naopak.

Z dostupných poznámek k vyhodnocení testu svalové síly od PaedDr. Tomáše Malého, Ph.D. (2015) by měl sportovec vyprodukovat flexory kolena trojnásobek vlastní tělesné hmotnosti. Takovýto výkon je hodnocen jako průměrný. Výkon nad 3,5 násobek vlastní hmotnosti je hodnocen jako nadprůměrný. Výkon pod 2,5 je pak hodnocen jako podprůměrný. Podprůměrný výkon byl naměřen při výstupním měření pouze u probanda č. 6 a to na nedominantní končetině. V ostatních případech došlo ke zlepšení nad tuto podprůměrnou hranici.

Průměrné výkony extenzorů kolen (hamstringů) jsou uvedeny v tabulce č. 8. I zde došlo v průměru ke zlepšení u celé skupiny. Detailní pohled na jednotlivé výkony extenzorů kolena u probandů se nám naskýtá v Tabulce č. 3.

Z dostupných poznámek k vyhodnocení testu od PaedDr. Tomáše Malého, Ph.D. (2015) by měl sportovec vyprodukovat extenzory kolene 1,75 násobek své tělesné hmotnosti, tento výkon je považován jako průměrný. Výkon vyšší než 2,0 je hodnocen jako nadprůměrný a výkon nižší než 1,5 je hodnocen jako podprůměrný. Nárůst svalové síly u extenzorů kolena jsme naměřili téměř u všech probandů. Při výstupním měření dosáhli horších výsledků pouze probandi č. 3 a 7, kterým bylo doporučeno cílené posílení této oblasti.

7. ZÁVĚR

V předložené práci jsem pokusil charakterizovat disciplínu PS, jeho historii a sportovní přípravu. Jsou zde uvedeny faktory ovlivňující výkon v disciplínách PS. Dále zde můžeme nalézt charakteristiku síly, silových schopností, jejího dělení spolu s pravidly, zákonitostmi a metodami rozvoje. Je zde zmínka i možnostem diagnostiky a testování silových schopností. Najdeme zde také charakteristiku plyometrie a plyometrických cvičení. V praktické části pak bylo cílem bakalářské práce zjistit úroveň svalové síly a explozivní síly DK u vybraných závodníků v PS a ověřit možnost ovlivnění její úrovně pomocí specifického plyometrického tréninku. Dále zde charakterizují výzkumný soubor, podmínky a organizaci měření, metody měření, vybavení a intervenční program. Naměřené výkony jsou zaneseny do tabulek a grafů s podrobným popisem. Naším měřením jsme zjistili, že lze specifickým plyometrickým tréninkem ovlivnit jak úroveň svalové síly a tak i explozivní síly DK. Pokud se zaměříme na výsledky výzkumu podrobněji, tak zjistíme, že skupina jako celek se nezlepšila pouze u druhého typu výskoků V2 a to v oblasti maximální síly. Pokud bychom řešili probandy jednotlivě, nalezneme probandy, kteří se buď zlepšili, nebo zhoršili v různých testech.

Studie tedy přinesla zajímavé poznatky o úrovni silových schopností DK u vybraných požárních sportovců a možnostech jejího rozvoje. Na základě našich výsledků z výstupního testování bych doporučil zařazení plyometrických cviků do tréninkového procesu požárním sportovců, kteří chtějí zvýšit úroveň svalové síly a zejména pak explozivní sílu DK. Závěrem lze říci, že faktorů, které mohly ovlivnit intervenci a následně i výzkum, je celé množství. Jako příklad zmíním denní dobu, věk, naladění probandů, tréninková jednotka, jenž navazuje po provedené intervenci, rovněž i prostředí spolu s počasím, podobných faktorů existuje celá řada. Při shrnutí můžeme považovat výsledky testování za úspěšné, neboť bylo docíleno v relativně krátkém časovém horizontu pozitivních výsledků u testovaného souboru, který dosáhl zlepšení oproti vstupnímu měření.

8. SEZNAM LITERATURY

- BARTUŇKOVÁ, Staša. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení: učební texty pro studenty fyzioterapie a studia Tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2006, 285 s. ISBN 80-246-1171-6.
- BERNACIKOVÁ, Martina. *Fyziologie*. Vyd. Masarykova univerzita, Brno 2012. ISBN 978-80-210-5841-5.
- BLAHUŠ, P. *Kinantropologie na Univerzitě Karlově*. Těl. Vých. Mlád. 59, 1993, č.7.
- DOBŘÝ, Lubomír, *Analýza didaktické interakce v tělesné výchově*, Praha : Karolinum 1997
- CACEK, J. et al. *Trénink síly*. In. *Atletika*. Praha: 2007. č.1, roč. 59. str. 17 – 20.
- CLARK, Micheal, Scott LUCETT a Donald T KIRKENDALL. *NASM's essentials of sports performance training*. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins, c2010, xvii, 558 p. ISBN 0781768039.
- CHU, D. A. (1998) *Jumping into plyometrics. 2nd ed. Champaign, IL : Human Kinetics*.
- ČELIKOVSKÝ, S. a kol. *Analýza, teorie a matematické modely pohybových schopností*. Praha: Univerzita Karlova, 1990.
- DICK, Frank W. *Sports training principles*. 4th ed. London: A. & C. Black, 2002. ISBN 0713658657.
- DOVALIL, Josef. *Výkon a trénink ve sportu*. 3. vyd. Praha: Olympia, 2009, 331 s. ISBN 978-80-7376-130-1.
- GAJDA, V. *Antropomotorika pro rekreology*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě 2004.
- HAVEL, Zdeněk a Jan HNÍZDIL. *Rozvoj a diagnostika silových schopností*. 1. vyd. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2009, 151 s. ISBN 978-80-7414-189-8.
- KALININ, A. P., Novotný J. *Metodika příprav vrcholových sportovců*. Rusko, 2001, Praha 2002: Česká asociace hasičských důstojníků.
- KAPLAN, A., VÁLKOVÁ, N. *Atletika pro děti a jejich rodiče, učitele a trenéry*. 1.vyd. Praha: Olympia, 2009. 124 s. ISBN 978-80-7376-156-1.
- KULHAVÝ, Martin. *Metodika plnění disciplín požárního sportu*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2010, 96 s. ISBN 978-80-7385-091-3
- LEHNERT, Michal a kol. *Trénink kondice ve sportu*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010, 143 s. ISBN 978-802-4426-143.
- LEHNERT, Michal a kol. *Sportovní trénink I*. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014, ISBN 978-80-244-4330-0 (e-kniha)

- MALÝ, T., ZAHÁLKA, F., MALÁ, L., & TEPLAN, J. Profil izokinetické sily extenzorů a flexorů kolena u mladých fotbalových hráčů. *Studia Sportiva*, 2012, roč. 6, č. 1, s. 53-60
- MALÝ, T., ZAHÁLKA, F., & MALÁ, L. Differences between isokinetic strength characteristic of more and less successful professional soccer teams. *Journal of Physical Education and Sport*, 2011, roč. 11, č. 3, s. 306-312.
- MĚKOTA, Karel a Jiří NOVOSAD. *Motorické schopnosti*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005, 175 s. ISBN 80-244-0981-X.
- MINARSKÝ, A. *Náš požární sport, 35 mistrovství České republiky hasičů z povolání*. Karlovy Vary: Český hasič, 2007.
- MILLEROVÁ, Věra. *Běhy na krátké tratě: trénink disciplín*. 1. vyd. Praha: Olympia, 2002, 283 s. Atletika. ISBN 80-7033-570-X.
- McNEELY, E. & SANDER, D. (2007) *Power Plyometrics*. Aachen : Meyer & Meyer Sport (UK) Ltd.
- MÁČEK M. – MÁČKOVÁ J. *Fyziologie tělesných cvičení* Brno: MU, 1997 – 112 s. ISBN 80-210-1604-3
- PERIČ, Tomáš a Josef DOVALIL. *Sportovní trénink*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 157 s. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-2118-7.
- PIRE, Neal. *Plyometrics for athletes at all levels: exercises for explosive speed and power*. Berkeley, Calif.: Ulysses Press, c2006, 144 p. ISBN 1569755590
- PSOTTA, Rudolf. *Fotbal: kondiční trénink: moderní koncepce tréninku, principy, metody a diagnostika, teorie sportovního tréninku*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006, 219 s. ISBN 80-247-0821-3.
- SIFF, M. C. & VERKHOSHANSKY, Y. V. (1993). *Supertraining*. Denver, Colorado: Supertraining International
- SLEPIČKA, Pavel, Václav HOŠEK a Běla HÁTLOVÁ. *Psychologie sportu*. Vyd. 2. Praha: Karolinum, 2009, 240 s. ISBN 978-80-246-1602-5.
- VELIČKO, V, S TIMOŠENKO a J PANKOV. *Současný požární sport*. 1. vyd. Praha: TEPS, 1989, 129 s. Knihnice požární ochrany. ISBN 80-7065-016-8.
- VOMÁČKA V., *Základy posilování pro posluchače FTVS*. 1. vyd. Praha: SPN, 1986. 160 s.
- VOIGHT, M. & DRAOVITCH, P. & TIPPETT, S. (1995). *Plyometrics. Eccentric muscle training in sports and orthopaedics*. New York: Churchill Livingstone.
- ZATSIORSKY, V. M. & KRAEMER W. J. (2006) *Science and practice of strength training. 2nd ed. Champaign, IL : Human Kinetics*.

Internetové zdroje:

FACCIONI, A. 2001. *Plyometrics*. [online]. s. 1-10 [cit. 2015-01-22]. Dostupné z: http://163.178.103.176/fisiologia/general/activ_bas_3/Plyometric1.pdf

GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČR. *Hasičský záchranný sbor ČR* [online]. 2010. vyd. [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/hasicky-zachranny-sbor-ceske-republiky.aspx>

INFORMAČNÍ SYSTÉM KARLOVY UNIVERZITY. *Kinantropologie* [online]. 2015 [cit. 2015-11-06]. Dostupné z: <http://web.ftvs.cuni.cz/>

SDRUŽENÍ HASIČŮ ČECH, Moravy a Slezska. *Sdružení hasičů Čech, Moravy a Slezska* [online]. 1999 - 2010 [cit. 2015-01-04]. Dostupné z: <http://www.dh.cz/>

Odkazy obrázků:

Obrázek č. 1 Schéma běhu na 100 m překážek [online]. [cit. 2015-01-03]. Dostupné z: <https://www.dh.cz/dokumenty/smernice-pravidla/shsupravy.pdf>

Obrázek č. 2 Schéma výstupu na věž [online]. [cit. 2015-01-03]. Dostupné z: <https://www.dh.cz/dokumenty/smernice-pravidla/shsupravy.pdf>

Obrázek č. 3 Resyntéza [online]. [cit. 2013-02-16]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/49/04.html>

Obrázek č. 4 Dynamogram [online]. [cit. 2015-08-05]. Dostupné z: http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kat_tv/externi/antropomotorik/pohybove_schopnosti/stranky/sila.htm