

Univerzita Karlova
Fakulta tělesné výchovy a sportu

Komparace rychlé síly a akcelerace

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

PhDr. Radim Jebavý, Ph.D.

Vypracoval:

Jan Pechr

Praha, červen 2018

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci na téma zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

Jan Pechr

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 poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce PhDr. Radimu Jebavému, Ph.D. za odborné vedení a pomoc při zpracování bakalářské práce. Ochetně mi poskytl cenné informace a připomínky i mimo své konzultační hodiny, čehož si velmi vážím.

Dále bych chtěl poděkovat všem sportovcům, kteří se zúčastnili mého testování a poskytli mi tak svůj čas, ochotu a úsilí. Rád bych poděkoval také mému spolužákovi Honzovi Pádeckému, který byl tak ochotný a zapůjčil mi přístroj Tendo Power Analyzer, který jsem využil v této bakalářské práci.

Mé největší poděkování patří mým nejbližším a to konkrétně mamince, babičce a své přítelkyni za to jakou podporu mi poskytovaly po celou dobu mého studia. Bez jejich podpory a trpělivosti bych nemohl nikdy Fakultu tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy absolvovat. Dokázaly mi pomoci překonat těžké období způsobené vážným zraněním, které reálně ohrožovalo mé dosavadní studium, za což jsem jim nesmírně vděčný.

Abstrakt

Název: Komparace rychlé síly a akcelerace

Cíle: Cílem práce je komparace rychlé síly a akcelerace formou testování.

Metody: Data budou k vyhodnocení této práce získána pomocí výzkumu. Součástí výzkumu je testování maximální síly, rychlé síly a akcelerační rychlosti.

Výsledky: Po analýze výsledků byla potvrzena první i druhá hypotézu. Třetí hypotéza nebyla potvrzena.

Klíčová slova: síla, rychlost, výkon, pohybové schopnosti, komparace

Abstract

Title: Comparison of speed - strength and acceleration

Objective: The aim of the thesis is the comparison of speed - strength force and acceleration through testing.

Methods: Data will be collected through testing subjects for the evaluation of this thesis. Part of the research is testing maximum strength, speed - strength and acceleration speed.

Results: After analyzing the results, the first and second hypothesis were confirmed. The third hypothesis was not confirmed.

Key words: strength, speed, power, physical abilities, comparison

Obsah

Úvod.....	9
1. Teoretická východiska.....	11
1.1 Pohybové schopnosti.....	13
1.2 Silové schopnosti	17
1.2.1 Rychlá síla.....	23
1.3 Senzitivní období	27
1.3.1 Senzitivní období pro rozvoj silových schopností.....	27
1.3.2 Senzitivní období pro rozvoj rychlostních schopností	27
1.4 Rychlostní schopnosti.....	28
1.4.2 Akcelerační rychlost.....	30
1.5 Rychlost a síla	32
1.5.1 Silově - rychlostní křivka	33
1.6 Neuromuskulární faktory svalové síly	35
1.6.1 Periferní faktory	36
1.6.2 Centrální faktory	45
Intramuskulární koordinace	46
2. Výzkumná část- cíle, úkoly a metody práce.....	50
2.1 Cíle	50
2.2 Úkoly.....	50
2.3 Hypotézy	50
3. Metodika bakalářské práce	51
3.1 Design výzkumu.....	51
3.2 Popis výzkumného souboru	51
3.3 Použité metody.....	51

3.4 Popis testování	52
3.5 Procedura testování-sběr dat	53
3.6 Analýza dat.....	54
4. Výsledky.....	55
Hypotéza č. 1	68
Hypotéza č. 2.....	70
Hypotéza č. 3.....	72
5. Diskuze.....	74
6. Závěr	76
Seznam zdrojů.....	77
Přílohy.....	81
Seznam obrázků	81
Seznam tabulek	81
Seznam grafů.....	82
Seznam zkratk	82

Úvod

Od svých šesti let se pohybuji ve sportovním prostředí jako aktivní fotbalista. Vždy jsem hledal možnosti jak se zlepšit z hlediska kondičních schopností. V prvé řadě mi šlo vždy o to, jak být dostatečně vytrvalý, protože to fotbal vždy vyžadoval. Vzhledem ke své tělesné konstituci jsem nikdy nebyl vytrvalostní typ, ale spíše rychlostně-silový typ.

Když jsme s týmem navštívili posilovnu, vždy jsem patřil mezi nejsilnější, pokud jsme sprintovali, patřil jsem k té rychlejší části týmu a pokud jsme skákali, tak moje odrazová síla vždy patřila k těm lepším. Díky tomu jsem tedy začal navštěvovat posilovnu, protože jsem věřil, že mi pomůže k lepším výkonům na hřišti. Bohužel jsem kolem sebe neměl lidi, kteří by mne usměrnili ohledně toho, jak mám cvičit a nevěděl jsem, kde mám čerpat informace, jak mám cvičit pro to, abych se zlepšil. Ve výsledku to byl tedy pouze stereotypní trénink založený na kulturistických principech, který nikam z dlouhodobého hlediska vůbec nevedl. To mne vedlo k tomu, abych se v této oblasti více vzdělával a naučil se alespoň základní principy.

Postupem času jsem si udělal základní kurz fitness trenéra. Tyto kurzy ovšem často znamenají pouze to, že člověk obdrží papír pro vykonávání práce trenéra, bez hlubších znalostí. S přípravou sportovců to už nemá vůbec nic společného. Zejména to mne motivovalo ke studiu na UK FTVS, které zaručovalo, že získám hlubší vědomosti a souvislosti k tomu, abych byl schopný sám sebe a další sportovce připravit z hlediska rozvoje kondičních schopností.

Dnes jsou to necelé tři roky od doby, kdy jsem začal pracovat s lidmi, prošel řadou kurzů a formuji svůj směr, kterým se chci v budoucnu ubírat. Měl jsem možnost pracovat s obyčejnými lidmi ale také se sportovci. Jednoznačně mne nabíjí daleko víc práce se sportovci, díky tomu, že mají v sobě víc vnitřní motivace, větší disciplínu a řád. Příprava sportovců vyžaduje daleko větší míru znalostí, než při vedení ostatních lidí. Toto mne motivuje k neustálému sebevzdělávání a dovedlo k psaní této bakalářské práce. Jak jsem již zmínil na začátku, díky své tělesné konstituci se v dnešní době hodně věnuji zejména tréninku rychlé síly a akcelerace, protože je mi to bližší než již zmíněná vytrvalost.

V budoucnu se chci vztahu mezi rychlou silou a akcelerační rychlostí hodně věnovat. Většina sportovních her ve větší míře využívá spíše akcelerační rychlost, než maximální rychlost a jsou velice důležité první kroky, které zásadně ovlivňují silové předpoklady samotných hráčů. V budoucnu bych rád pracoval zejména se sportovci a věřím, že díky této práci udělám pokrok v přípravě sportovců, kteří potřebují zrychlit své první kroky potřebné pro lepší výkon v dané sportovní disciplíně.

1. Teoretická východiska

Vztah rychlé síly k akcelerační rychlosti je téma, které je velice důležité pro sporty, kde se vyskytují opakované starty na kratší vzdálenosti při kterých je kladen důraz na akcelerační rychlost.

Dufour (2015) uvádí, že maximální hodnoty síly ve velmi krátkém čase a ve správném směru jsou z biomechanického hlediska komponentami rychlosti. Je tedy velice důležité produkovat co největší množství síly ve velmi krátkém čase proto, abych mohl produkovat co nejvyšší rychlost v co nejkratším čase. Předtím, než začnu rozebírat odbornou literaturu, tak jsem hledal cizojazyčné studie, bakalářské a diplomové práce s podobným tématem jako je tato práce.

Komorovský porovnával ve své diplomové práci úroveň explosivní síly (synonymum pro rychlou sílu) a agility u hráčů stolního tenisu. Součástí testování byl test agility na dva metry, test horizontálního odrazu a vertikálního odrazu. V rámci vyhodnocení testů bylo potvrzeno, že hráči, kteří dosahovali vyšší úrovně explosivní síly, tak dokázali rychleji splnit test agility.

Nápravník (2017) ve své bakalářské práci zkoumal úroveň maximální síly dolních končetin na legpressu u fotbalistů ve věku 15 – 19 let v závislosti na lineárním sprintu na 5m, 10m, 15m, 20m 40m a 20m letmo. Jako nejméně korelující výsledek vyšla dle tabulky závislost mezi sprintem na 5 metrů. Korelační koeficient zde vyšel -0,28, což svědčí o velmi nízké závislosti na výkonu na legpressu.

Další 4 hodnoty u sprintů na 10, 20, 40 a 20 metrů letmo se pohybují v rozmezí 0,4 až -0,47, což značí pouze střední závislost na výkonu na leg pressu.

Fusek (2016) zkoumal úroveň explosivní síly (synonymum rychlé síly) paží a rychlosti při sprintu 40 m na vodě u kajakářů. Úroveň rychlé síly byla zjišťována pomocí cviků bench press, přítah na rovné lavici a shyb nadhmatem. Následně byly hodnoty porovnávány s nejrychlejším časem při sprintu na 40m na hladké vodě. Byla zjištěna středně silná závislost mezi maximální silou a sprintu na 40m. U bench pressu to bylo -0,45 a přítahu -0,52. Středně silná míra závislosti byla dále pozorována u některých ukazatelů výbušné síly zjištěné použitím akcelerometrického přístroje Myotest® Pro 2. Konkrétně se jednalo o maximální hodnoty síly u cviku bench – press (-0,42) a shyb (0,42) a maximální rychlosti opakování u cviku bench – press (-0,51).

Bellon (2016) se ve své disertační práci zabýval vztahy mezi silou, rychlou silou a akcelerační rychlostí. V rámci studie s fotbalisty z divize I porovnával pomocí dvou testových cviků tyto vztahy. Pomocí dvou testů, jeden určený k testu maximální síly a druhý k maximálnímu výkonu pro zjištění úrovně rychlé síly. Další součástí testování byl akcelerační test na dvacet metrů. Ten byl proveden po každém typu silového testování. Fotbalisté byli rozděleni do dvou skupin na „slabý“ a „silný“ dle výsledku prvního testování. V rámci tohoto porovnání zde byly rozdíly v testu akcelerační rychlosti. Úsek měřil dvacet metrů a byl rozdělen na tři stejně dlouhé části. V první části skupina silných dokázala vyvinout rychlost $5.59\text{m/s} \pm 0.28 \text{ m/s}$, druhá skupina pouze $5.47 \pm 0.23 \text{ m/s}$. Ve druhém úseku $7.06 \pm 0.31 \text{ m/s}$ oproti $6.92 \pm 0.22 \text{ m/s}$ a ve třetím $8.11 \pm 0.25 \text{ m/s}$ oproti 7.89 ± 0.25 . Z tohoto vyplývá, že skupina, která vykazovala větší úroveň maximální síly, byla také rychlejší.

V další části byly skupiny rozděleny na dvě části dle výsledku testování ze statické pozice výskok. Rozdělení bylo na dvě skupiny, přičemž první skupina představovala jedince, kteří podali vysoký výkon (W/kg) a druhá, kteří podali nižší výkon (W/kg). V rámci této části studie byl stejný test akcelerace, tedy na dvacet metrů a tři stejně dlouhé části. Výsledky $5.57\text{m/s} \pm 0.21 \text{ m/s}$ oproti $5.5\text{m/s} \pm 0.30 \text{ m/s}$, $7.12\text{m/s} \pm 0.25 \text{ m/s}$ oproti $6.88\text{m/s} \pm 0.24 \text{ m/s}$, $8.13 \pm 0.21 \text{ m/s}$ oproti 7.89 ± 0.21 značí, že ti co podali vyšší výkon (W/kg) a ukázala lepší úroveň rychlé síly, tak byly také rychlejší v testu akcelerace. V rámci této studie byli ti silnější a výkonnější rychlejší při testu akcelerace. Potvrzuje to tedy vztah, že maximální síla a rychlá síla ovlivňují úroveň rychlostních schopností.

1.1 Pohybové schopnosti

Dle Dovalila (2008) první soustavnější poznatky o pohybových schopnostech se začaly objevovat přibližně před 50 lety, postupně byly studovány výzkumně, koncipovaly se různé teorie a modely. To nesporně pomohlo k objasňování pohybových schopností, nové poznatky přinášely potvrzení existujících představ. Podle Bedřicha (2006) schopnostmi chápeme rozvinuté vlohy člověka. Jde o relativně samostatné soubory – dispozice, potenciál či předpoklad k pohybové činnosti. Projevují se v obdobných parametrech pohybu, jsou to zpravidla vrozené vlohy k pohybu, které se nedají získat, pouze rozvíjet do určité míry učním. Schopnosti představují vysokou míru předpokladů pro zdokonalování. Pohybově schopný sportovec na sebe často upozorní velkými či rychlými pokroky, kterých dosahuje ve srovnání s vrstevníky.

Dle Měkoty (2005) lze pohybové schopnosti chápat jako obecné kapacity jednotlivce, které se projevují (a také rozvíjejí) v činnosti, v jejích výsledcích, jsou skryté, latentní, potencionální, predispozice, které limitují výkonové možnosti (vedle jiných determinant jako somatotyp, dovednosti, motivace aj.). Jedná se o relativně upevněné, více či méně generalizované individuální vnitřní předpoklady k vykonávání (výkonu) v určité činnosti. Pohybové schopnosti se v tomto smyslu za relativně samostatné soubory vnitřních předpokladů k pohybové činnosti, v činnosti se projevují. Mezosobní rozdíly ve výsledcích se pak dají zčásti vysvětlit různou úrovní a konfigurací pohybových schopností. Předpoklady tohoto typu jsou relativně stálé v čase, jejich úroveň nekolísá ze dne na den a jejich změna vlivem tréninku vyžaduje delší dobu.

Dovalil a Malý (2016) uvádí, že pohybové schopnosti nejsou přímo měřitelné, měřitelné jsou jejich projevy- podle nich usuzujeme na jednotlivé pohybové schopnosti, jejich úroveň. Např. podle velikosti překonaného odporu (případně vzdálenosti, kterou lze s daným odporem překonat) posuzujeme silové schopnosti. Nebo podle času dosaženém na zvoleném úseku se vyslovujeme k rychlostním nebo vytrvalostním schopnostem, tzn. neměříme přímo rychlostní schopnost, ale rychlost pohybu ve smyslu fyzikálním apod. To, že se člověk projevuje jako „silný“, „vytrvalý“, „rychlý“ apod. má příčinu uvnitř organismu, je to dáno vztahy, vznikajícími na základě složitých vazeb a součinnosti různých systémů.

Zmíněná integrace se realizuje na různých úrovních- biochemických dějů, fyziologických funkcí, psychických procesů a jejich vnějším výrazem jsou pohybové

schopnosti, přičemž každá je vlastně trsem, do kterého se promítají v různém poměru i schopnosti ostatní.

Bedřich (2006) dodává, že změna pohybových schopností je dlouhodobou záležitostí, a vyžaduje soustavné tréninkové působení. Různé schopnosti vyžadují rozdílnou rychlost jejich osvojování, jejich počet je omezený. Schopnosti jsou relativně stabilní a trvalé v čase. Pohybové schopnosti řada autorů jako Měkota a Novosad (2005), Perič a Dovalil (2010), Lehnert a kol. (2010) a Bedřich (2006) schematicky dělí na: **sílu, rychlost, vytrvalost, koordinaci a flexibilitu**. Všeobecně je akceptováno rozdělení schopností na kondiční, koordinační a také hybridní (Dovalil, 2008). Moravec (2007) pojem hybridní vysvětluje jako kondičně-koordinační procesy.

Kondiční schopnosti

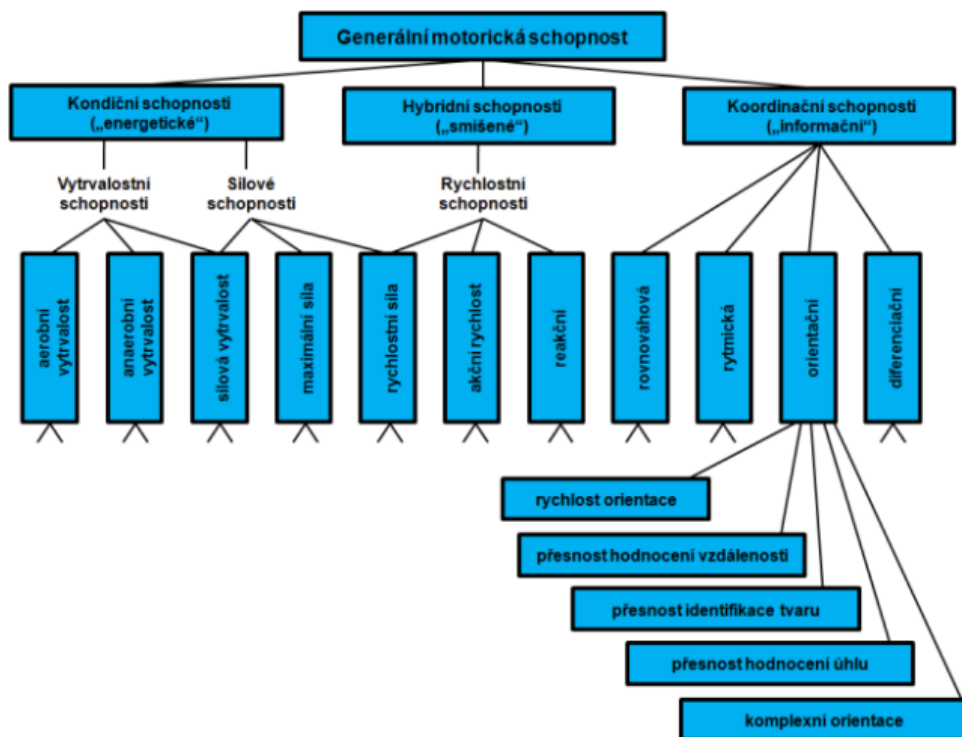
Jedná se o schopnosti podmíněné převážně faktory a procesy energetickými. Tyto procesy jsou primárně determinované morfologickou stavbou sportovce a funkcemi. Řadíme zde schopnosti silové a vytrvalostní a zčásti rychlostní (Měkota a Novosad, 2005).

Koordinační schopnosti

Schopnosti související s řízením a regulací pohybové činnosti. Umožňují vykonávat pohybovou činnost tak, aby z hlediska časové, prostorové a dynamické struktury měla co nejúplnější průběh (Bedřich, 2006, Moravec, 2007). Podle Periče (2012) se koordinace často popisuje jako schopnost orientovat vlastní pohyby podle stanovené potřeby, přizpůsobit rychle nové pohyby nebo jednat s úspěchem v odlišných podmínkách, pokud jde o rychlé motorické pohyby.

Kondičně – koordinační schopnosti

Moravec (2007) je popisuje jako tzv. „hybridní“, poněvadž bez strukturálního, energetického a řídicího podkladu nemůže existovat pohyb. Do kondičně-koordinačních schopností zařazujeme kromě rychlostních i pohybových schopností (flexibilitu), kterou někteří autoři vyčleňují. Měkota a Novosad (2005) oponují a flexibilitu řadí spíše do systému pasivního přenosu energie.



Obrázek 1: Model hierarchické struktury pohybových schopností

Měkota (2005).

Primárně podmíněné morfologicko-energeticky	Podmíněné morfologicky-energeticky a také řízením a regulací	Primárně podmíněné řízením a regulací
<p>Vytrvalostní schopnosti</p> <ul style="list-style-type: none"> - Celková (globální) vytrvalost - Krátkodobá vytrvalost - Střednědobá vytrvalost - Dlouhodobá vytrvalost <p>Silové schopnosti</p> <ul style="list-style-type: none"> - Silová vytrvalost (submaximální) - Vytrvalostní síla - Silová vytrvalost (maximální) <p>Rychlostní schopnosti</p> <ul style="list-style-type: none"> - Silově- rychlostní vytrvalost (acyklická) - Rychlostní vytrvalost (cyklická) 	<p>Pohyblivost- flexibilita</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ohebnost - Natahovací schopnosti - Pružnost <p>Rychlostní schopnosti</p> <ul style="list-style-type: none"> - Akční rychlost (acyklická) - Frekvenční rychlost (cyklická) - Silová rychlost (acyklická) - Rychlostní síla (cyklická) <p>Silové schopnosti</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maximální síla - Rychlostní síla - Reaktivní síla 	<p>Společný název pro:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Řídící schopnosti - Adaptační schopnosti - Motorickou učenlivost - Diferenciační schopnosti - Rovnováhové schopnosti - Orientační schopnosti - Rytmičké schopnosti - Reakční schopnosti - Přestavbové schopnosti - Kombinační schopnosti

Tabulka 1: Rozdělení základních složek kondice

(Jebavý, Hojka, Kaplan, 2017)

1.2 Silové schopnosti

Dle Periče (2012) je sílu možné chápat z několika různých úhlů pohledu. Asi nejjednodušším způsobem je definována ve fyzice. (Vzorec $F = a \cdot m$ je všeobecně znám), dá se měřit a vyjadřovat v ustálených jednotkách. Poněkud jiná situace je ve sportu. V této oblasti hovoříme o síle jako schopnosti překonávat vnější odpor svalovou kontrakcí. Čelikovský (1990) definuje Silovou schopnost jako „schopnost překonávat vnější odpor nebo síly podle zadaného pohybového úkolu“. Silové schopnosti se rozlišují dle Havlíčkové (1999) na sílu explozivní, rychlou, pomalou a vytrvalostní. Bompa (2005) člení sílu na specifickou sílu, rychlou sílu, maximální sílu, vytrvalostní sílu, absolutní sílu a relativní sílu. Stoppani (2008) referuje o absolutní síle, maximální síle, relativní síle, rychlostní síle, startovní síle, akcelerační síle a vytrvalostní síle.

Ve své práci využívám rozdělení na **maximální sílu, rychlou sílu, relativní sílu a vytrvalostní sílu.**

Jebavý, Hojka a Kaplan (2017) tvrdí, že základním cílem silového tréninku ve sportovních hrách je, že se nesnažíme primárně posilovat jednotlivé svaly (biceps, triceps...), nýbrž pohyby (dřep, výpad, klik, výstup, výraz...), které jsou pro daný sport typické. V silovém tréninku by se měla objevit cvičení s různými charaktery pohybu (svalových kontrakcí), kdy zátěž překonáváme všemi možnými směry- od sebe (výrazy), k sobě (přitahy), kolem těla (rotace) – nebo udržení se na jednom místě (výdrž ve dřepu), případně zátěž překonáme kombinací obou. Pro správné provedení pohybu je kromě činnosti jednotlivých svalů důležitá i koordinační činnost centrálního nervového systému, která se projeví ve zlepšené svalové souhře a v efektivním přenosu síly mezi jednotlivými segmenty. Dovalil a kol. (2008) uvádí, že činnost svalu je mechanická odpověď na nervový vzruch, provázená souborem změn chemických a četnými původními jevy fyzikálními a fyzikálně chemickými. Jedním z nich je svalový tonus, jisté napětí má sval i v tzv. klidovém stavu. Při činnosti toto napětí vlivem nervových vzruchů z CNS nebo nižších center řízení pohybu stoupá. Na činnosti se nepodílejí všechna vlákna svalu, tréninkem jejich počet vzrůstá. Silový projev tak závisí na celkovém množství vláken svalu (jejich příčném průřezu), na počtu aktivovaných vláken (nitrosvalová koordinace), i na souhře (mezisvalová koordinace) svalových skupin zajišťující pohyb.

Pro trénink silových schopností je nutné vycházet z poznatků o druhu síly. Obvykle se rozlišují následující typy síly- Statická a dynamická síla. Dynamická síla se dále dělí podle rychlosti svalových kontrakcí na rychlou, střední a pomalou. Pojem svalová kontrakce znamená smrštění svalu (stah) a je mechanickou odpovědí na nervový vzruch. Svalové kontrakce rozdělujeme rovněž na statické a dynamické. Statická (izometrická) svalová kontrakce má za úkol udržet velké svalové napětí při neměnné délce svalu. Dynamické svalové kontrakce jsou dvojího druhu: koncentrická, při níž se svalová vlákna smršťují, např. výskok. Excentrická, brzdivá, kdy se svalová vlákna prodlužují, např: dopad po odrazu. (Jebavý, Hojka, Kaplan 20017).

Zatsiorsky a Kraemer (2014) klasifikují na: Vzpírání maximální zátěže na metodu maximální úsilí. Vzpírání nemaximální zátěže do selhání, v průběhu posledních opakování vyvinou svaly svou maximální sílu ve stavu únavy- metoda opakovaných úsilí. Vzpírání nemaximální zátěže co nejvyšší možnou rychlostí- metoda dynamického úsilí. Kromě toho se zdoláváním nemaximálních zátěží se středním počtem opakování (nikoli do selhání) používá jako doplňková tréninková metoda submaximálního úsilí.

Pro potřeby tréninku dle Jebavého, Hojky a Kaplana (2017) se nejjednodušeji rozděluje dynamická síla na vytrvalostní sílu, maximální sílu a rychlou sílu.

Maximální intenzita	Maximální rychlost	Maximální počet opakování
1-3 opakování	<10 opakování	Intenzita <50%
Rychlost pomalá	Intenzita <70%	Rychlost nízká

Tabulka 2: Vztah metodotvorných komponent posilování

(Jebavý, Hojka, Kaplan 2017)

Komentář: V tabulce můžeme sledovat vztah metodotvorných komponent silového tréninku. Jedno až tři opakování v maximální intenzitě znamenají vzhledem k vysoké intenzitě pomalý pohyb. Maximální rychlost se provádí v menším počtu, než 10 opakování a s intenzitou menší, než je 70% 1OM (jedno opakovací maximum). Maximální počet opakování se vyznačuje intenzitou menší, než je 50% 1OM a nízkou rychlostí provedení.

Metoda	Velikost odporu	Rychlost pohybu	Počet opakování
Těžkoatletická	Maximální	Pomalá	1-3
Opakovaných úsilí	60-80% max.	Indiferentní	8-15
Rychlostní	30-60% max.	Co nejvyšší	6-12
Vytrvalostní	30-40% max.	Nemaximální	Co možná nejvyšší

Tabulka 3: Metody silového tréninku

(Dovalil a kol., 2008)

Komentář: V této tabulce jsou uvedeny metody silového tréninku. Těžkoatletická metoda je charakteristická zvedáním těžkého závaží ve vysoké intenzitě pomalou rychlostí a počtem opakování jedno až tři opakování. Metoda opakovaných úsilí se pohybuje v pásmu intenzity 60-80% 1OM, indiferentní rychlostí pohybu s počty opakování 8-15, Rychlostní metoda se vyznačuje co nejvyšší rychlostí pohybu, v pásmu intenzity 30-60% 1OM a počtech opakování 6-12. Vytrvalostní metoda je charakteristická nízkou intenzitou 30-40% 1OM, vysokými počty opakování a stálou rychlostí bez nároků na co nejvyšší rychlost.

Počet opakování	Procento maxima	Účinek
1	100	Nárůst relativní síly díky zlepšenému nervosvalovému řízení
2	94,3	
3	90,6	
4	88,1	
5	85,6	
6	83,1	Optimální kompromis pro maximální sílu a hypertrofii
7	80,7	
8	78,6	
9	76,5	Ideální počty opakování pro hypertrofii, které dále vedou i ke zvýšení maximální síly
10	74,4	
11	72,3	
12	70,3	
13	68,8	Vytrvalostní síla, snížený účinek na hypertrofii svalstva
14	67,5	
15	66,2	
16	65	
17	63,8	
18	62,7	
19	61,6	
20	60,6	

Tabulka 4: Vztah velikosti odporu a maximálního počtu opakování

(Jebavý, Hojka, Kaplan 2017)

Komentář: V této tabulce můžeme vidět vztah velikosti odporu a maximálního počtu opakování vzhledem k fyziologickým účinkům. Levá část značí počet opakování, prostřední část procentuální odpor a pravá část fyziologický účinek.

Svalové kontrakce a tempo

Dle Šťastného a Petra (2012) rychlost vždy souvisí s časem a v pojetí jednotlivých kontrakcí právě jejich rychlost přímo určuje celkovou dobu zapojení svalu. Tento čas můžeme označit jako dobu trvání svalového napětí (TUT: Time under tension). Sval je schopen vykonávat práci pomocí svalové kontrakce, během níž buď překonává, brzdí nebo udržuje vnější odpor. Z tohoto důvodu rozlišujeme tři základní druhy kontrakcí.

Stopanni (2008) rozděluje kontrakce na:

- a) Izometrická kontrakce** – při této kontrakci nedochází ke změně délky svalu
- b) Koncentrická kontrakce** – při této kontrakci se sval zkracuje a dochází k pohybu směrem k tělu.
- c) Excentrická kontrakce** – zde se sval zkracuje a pohybuje směrem od těla.

Tempo provedení cviku vysvětluje Mitchell (2017) ve své knize v pořadí excentrická, izometrická, koncentrická a izometrická kontrakce. V rámci číselného zapisování tempa je uveden příklad 3-1-2-1 na dřepu.

3- Při pohybu při cestě dolů a excentrické kontrakci je tři vteřinové zatížení.

1- Spodní pozice dřepu při izometrické kontrakci je pouhou jednu vteřinu.

2- Cesta nahoru při koncentrické kontrakci trvá dvě vteřiny.

1- Poslední číslo značí jednu vteřinu v horní pozici při izometrické kontrakci.

Prostřednictvím TUT lze na základě laboratorně ověřených poznatků odvodit požadovaný tréninkový účinek. Díky těmto zjištěním publikoval Charles Poliquin tabulku, přisuzující TUT přímo k tréninkovému účinku.

TUT (s)	Efekt na zatěžované svalstvo	Primární energetický zdroj
1-10	nejvyšší účinek na maximální sílu, silově rychlostní efekt	ATP – CP
11-20	maximální síla, silově rychlostní efekt, nevýznamná hypertrofie	ATP + zvyšující se podíl CP
20-40	hypertrofie spolu s účinkem na maximální sílu	glykogen/ATP – CP
40-70	maximální hypertrofie	glykogen
Nad 70	silová vytrvalost, nevýznamná hypertrofie	glykogen

Tabulka 5: TUT

Poliquin (1997) V této tabulce můžeme vidět vztah TUT s efektem na zatěžované svalstvo a jaký energetický zdroj je při této práci využíván.

Tréninkový efekt	Počet opakování	TUT	Interval odpočinku
Maximální síla	1-5	0-20	180-300 sekund a více
Maximální síla/hypertrofie	6-8	20-40	120-180 sekund
Hypertrofie	9-12	40-70	75-120 sekund
Vytrvalostní síla	13-25	50-120	10-75s

Tabulka 6: Interval odpočinku

Petr, Šťastný (2012)

Komentář: V této tabulce můžeme vztah mezi počty opakování, dobou zatížení a intervalem odpočinku.

Platí pravidlo, že čím vyšší intenzita zvedané zátěže je, tím je delší doba odpočinku. Pokud udělám 3 opakování na bench press s 90% OM, tak interval odpočinku bude delší, než když udělám 10 opakování se 70% OM.

Je to tím, že při tréninku ve vysoké intenzitě dochází k vyšší aktivaci nervosvalového systému, který potřebuje delší dobu na zotavení, než u druhé varianty. Další věcí, kterou můžeme v tabulce vidět, jsou rozdílné intervaly odpočinku v rámci jednoho tréninkového efektu. Pokud zvolím cvičení, které je koordinačně náročné, ve vysoké intenzitě a plném rozsahu pohybu, tak interval odpočinku bude delší. Příkladem může být olympijské vzpírání. Pokud udělám Trh s činkou do hlubokého dřepu ve vysoké intenzitě, tak jsem udělal cvik, který je vícekloubový, náročný na koordinaci a rychlost pohybu, s vysokou zátěží a v plném rozsahu pohybu. V tomto případě se přikloním k intervalu odpočinku 300s. Je to z důvodu velkého nervosvalového zatížení, velkou aktivací svalových vláken z důvodu plného rozsahu pohybu a technické náročnosti cviku. Dalším příkladem bude shyb se zátěží (vestou) na tři opakování. Stále se jedná o trénink maximální síly, ale není zapojené tak velké množství svalové hmoty a zároveň se už nejedná o tak koordinačně a rychlostně náročný cvik, kterým byl Trh s činkou. V tomto případě zvolím pauzu 180s.

1.2.1 Rychlá síla

Dle Jebavého, Hojky a Kaplana (2017) je rychlá (nebalistická) síla pohybová schopnost, která cíleně rozvíjí maximální mechanický výkon (součin: síla x rychlost). Ten nastává v pásmu intenzity cca 50-80% 1 OM v závislosti na použitém cviku. Je charakteristická zapojením antagonistů v koncové fázi pohybu, které způsobují brzdění pohybu, takže nedojde ke ztrátě kontaktu s podložkou (u dřepu) nebo s činkou (např. u bench pressu). Pro její rozvoj je nutné zachovat dostatečné zatížení 60-80% 1OM. Trénink rychlé síly je charakteristický vysokým až maximálním rychlostním projevem (frekvencí při pravidelně se opakujících svalových kontrakcích). Počet opakování by měl být takový, aby nedošlo k poklesu výkonu pod 90% maxima. Vzhledem k obvykle konstantnímu odporu během série stačí sledovat pouze rychlost provedení, a tedy její pokles pod 90%.

Čím vyšší odpor, tím menší počet opakování stačí k poklesu pod udávanou hranici (přibližně 80% 3 opakování, 70% 5 opakování, 60% 6-8 opakování). Snižujeme-li nadále velikost zátěže, dostáváme se do pásma explozivní síly, též nazývané jako výbušné. Typickými projevy výbušné síly jsou např: skoky, hody, kopy, střelba, vyhození činky apod. Při tomto typu silového tréninku je dbán důraz zejména na koncentrickou svalovou kontrakci. Avšak ve sportovních hrách jí v mnoha situacích předchází brzdivá (excentrická) kontrakce s okamžitě následující koncentrickou kontrakcí (typické činnosti jsou zastavení a zrychlení, změny směru, výskoky v pohybu atd.) Pokud tyto fáze na sebe bezprostředně navazují, dochází k mírnému využití svalového předpětí, které vede ke zvýšení mechanického výkonu. Velikost zátěže se doporučuje 30-60% maxima při počtech opakování 1-10 (v závislosti na velikosti zátěže) a s intervalem odpočinku dostatečným pro obnovu energetických zdrojů (1-5 minut podle počtu opakování a velikosti zatížení).

Dovalil a Malý (2016) charakterizují rychlou sílu jako schopnost překonávat nemaximálního odporu vysokou až maximální rychlostí, může být realizována při dynamické (koncentrické) svalové činnosti (z mechanického hlediska jde o impuls síly, gradient síly v čase).

Hodnocení rychlé síly

Dle Browna (2015) testování maximálního výkonu pro 1 opakovací maximum (OM) můžeme zařadit do testování maximální síly ale i rychlé síly. Měření maximální zátěže se týká zátěže, kterou můžeme zvednout, a měření rychlé síly se týká rychlosti, se kterou daný cvik provedeme. Postup i technika jsou u obou měření stejné. Rozdíl je ve způsobu měření cviku. Opakování při měření síly jsou prováděna mnohem pomaleji, s kontrolou zátěže během celého rozsahu pohybu a s cílem zvednutí co nejvyšší zátěže. Při měření rychlé síly je cílem zvednout zátěž v nižší intenzitě ale co nejrychleji. Typickými cviky, při nichž se měří 1OM, jsou cviky olympijského vzpírání.

Cviky Olympijského vzpírání jsou cviky trh a nadhoz. Trh je charakteristický tím, že činku se snažím dostat ze země rovnou do vzpažení nad hlavu do hlubokého dřepu bez žádné mezifáze. Nadhoz je rozdělen do dvou pohybů. První pohyb je přemístění, u kterého je cílem činku přemístit ze země do hlubokého dřepu do specifického držení, kdy činka leží u krku, za klíčními kostmi.

Následuje dřep do stoje a ze stoje následuje výraz činky nad hlavu do telemarkového postavení nohou. V rámci tréninku a testování se také používají odvozeniny těchto cviků, například přemístění/trh ze země do podřepu, případně od pasu do podřepu.



Obrázek 2: Přemístění

boxlifemagazin.com



Boxrox.com

Obrázek 3: Výraz do telemarku



Obrázek 4: Trh do hlubokého dřepu

Thebarbellphysio.com

Test vertikálního výskoku (CMJ- countermovement jump)

Brown (2015) říká tento test je používán jako měření rychlé síly dolní poloviny těla. Vertikální skok je, podobně jako jiné testy hodnotící rychlou sílu, testem jednoduchým, který může být uskutečněn každým. Výskok jednotlivce lze měřit dvěma způsoby. Prvním způsobem je užití komerčně dostupného testovacího zařízení – skokoměru.

Jako alternativa postačí zeď a křída, která se nanese na špičky prstů skokana. Přístroj je vždy přesnější, ovšem i zeď s křídou je dostatečně přesná. Při testu se testovaná osoba snaží vyskočit co nejvýše. Testovaný stojí buď přímo pod skokoměrem, nebo 15 cm od zdi. Počáteční měření měří výšku, do které dosáhne testovaný bez odrazu s celou plochou chodidla na zemi. Výška vertikálního skoku je definována jako vzdálenost mezi počáteční značkou, kam dosáhnete vestoje, a značkou ve výskoku. Skok se opakuje třikrát, měří se nejvyšší značka. Mezi jednotlivými pokusy je dovolena krátká pauza. Maximální výška vertikálního výskoku je pro většinu sportovců důležitou proměnnou, která je přímo využívána mnoha sporty. Bohužel nemůže být srovnána s kvantitativními měřeními jako třeba testování 1MO při silovém přemístění. Testování výskoku by mělo primárně měřit a porovnávat výšku vertikálního skoku a mělo by být pouze součástí celkového testovacího protokolu.

Nuzzo et kol. (2008) zjistily významné korelace mezi 1OM Dřep ve vztahu k tělesné hmotnosti a snožnému skoku countermovement jump (CMJ), CMJ maximální rychlosti a CMJ maximální výšky. To je dále potvrzeno Petersonem et kol. (2005), který zjistil významné lineární vztahy mezi dřepem 1OM, vertikálním skokem a jeho špičkovým výkonem a všemi testy rychlé síly (vertikální skok, agility test, zrychlení sprintu, rychlost sprintu).



Obrázek 5: CMJ

Researchgate.com

1.3 Senzitivní období

Perič (2012) uvádí, že senzitivní období jsou definována jako vývojové časové etapy, které jsou zvláště vhodné pro trénink určitých sportovních aktivit spojených s rozvojem pohybových schopností a dovedností. Existují tedy optimální věková období pro rozvoj a fixaci pohybových schopností a dovedností. U dětí se v těchto vývojových etapách dosahuje nejvyšších přírůstků rozvoje dané schopnosti, nevyužití těchto období může vést k jejímu pomalému či nekvalitnímu projevení. Rozvoj konkrétních pohybových schopností a dovedností by měl být prováděn právě během příznivého vývojového období- tj. v období senzitivním.

1.3.1 Senzitivní období pro rozvoj silových schopností

Silové schopnosti mají svá senzitivní období poněkud později. Je to dáno především vztahem k produkci pohlavních a růstových hormonů, které výrazně ovlivňují možnost rozvoje síly. Úroveň maximální síly je značně závislá nejen na absolvovaném tréninkovém zatížení, ale i na úrovni produkce hormonů. Proto je tempo rozvoje síly značně individuální, nejvyšších přírůstků se však dosahuje i dívek mezi 10. -13. rokem, u chlapců mezi 13-15. rokem. U nesportujících žen končí silový rozvoj přibližně po 17. -18. roku, u nesportujících mužů kolem 18. -20. roku (Perič, 2012).

1.3.2 Senzitivní období pro rozvoj rychlostních schopností

(Sozaňski a Witzcak 1981) uvádí, že rychlostní schopnosti nacházejí příznivé podmínky pro rozvoj už v dětském věku, kdy se v 10-13 letech formuje nervový základ rychlostních projevů, tj. především pohyblivost, labilita a rychlost nervových procesů, v tomto věku je pozorován větší přirozený nárůst rychlostních a rychlostně silových vlastností. Po 14. a 15. roce se přirozená dispozice zvyšování „čisté“ rychlosti- především frekvence pohybů- poněkud snižuje další přírůstek, např. rychlosti lokomoce se objasňuje zlepšením silových schopností, zlepšením techniky a zvýšením anaerobních schopností. Belej (2001) maxima stavu rozvoje rychlostních schopností se většinou dosahuje v 18-21 letech. Přistoupíme- li k jejich stimulaci už ve vhodném věku 10-14 let a volíme- li potřebné podněty, je možné určité úspěchy očekávat.

Ani pozdější věk přes 20 let však neznamená, že ovlivňování rychlostních schopností nemá naději na úspěch. I tady přináší systematické zatěžování jistý efekt, minimálně ve smyslu udržení získané úrovně.

1.4 Rychlostní schopnosti

Rychlostní schopnosti jsou definovány jako schopnost vyvíjet činnost s maximální intenzitou. Chápeme je jako schopnost konat krátkodobou pohybovou činnost (do 20s), a to bez odporu nebo jen s malým odporem. Je charakteristická převážným zapojením ATP-CP zóny (Dovalil, Perič, 2010). Všechny typy rychlostních schopností jsou ve sportovních hrách nesmírně důležitou složkou kondičních faktorů sportovního výkonu. Obvykle se jednotlivé složky rychlosti nevyskytují v herních situacích samostatně, ale v souvislosti s jinými složkami rychlosti (Jebavý, Hojka, Kaplan 2017).

Perič a Dovalil (2010) uvádí, že rychlostní schopnosti závisí na několika oblastech, které se dají v tréninku více či méně ovlivňovat:

Nervosvalová koordinace- Schopnost střídat co nejrychleji kontrakci (stah) a relaxaci (uvolnění) svalového vlákna, tento předpoklad se v tréninku dá relativně dobře rozvíjet.

Typ svalových vláken- Jestli se jedná o rychlá nebo pomalá svalová vlákna.

Úroveň maximální síly- Je důležitá pro mohutnost svalové kontrakce a tedy i její rychlosti. Možnosti tréninku rozvoje jsou relativně dobré.

Stejně jako silové, mají i rychlostní schopnosti určitou strukturu, která obvykle člení rychlostní schopnosti do tří základních projevů:

Rychlost reakce - která je dána dobou reakce na určitý podnět.

Rychlost jednotlivého pohybu - Zvaná jako rychlost acyklická. Pohyb, u kterého jsme schopni rozlišit začátek a konec (hod, skok, kop atd.).

Rychlost lokomoce - Rychlost akcelerace: co nejprudší zrychlení,

Rychlost frekvence: Pohyb co nejvyšší frekvencí,

Rychlost se změnou směru: agility.

Alecsandri (2016) uvádí, že rychlost je pohybová schopnost, která je pojímána jako vysoce geneticky podmíněná a proto těžce ovlivnitelná tréninkem.

Pro dosažení zlepšení úrovně rychlostních schopností se trénink musí zaměřit hlavně na ovlivnitelné faktory před méně ovlivnitelnými, ale také nesmí být zanedbané zdokonalování dalších pohybových schopností, hlavně se jedná o sílu a koordinaci, které mají na rychlost jedince velký vliv (Alecsandri 2014).

Principy tréninku pohybové rychlosti

Dle Psotty (2006):

1. **Energeticko- metabolická specifičnost.** V tréninku rychlosti jde o přednostní podněcování kapacity ATP-CP energetického systému, proto se užívají cvičení zahrnující velmi krátké intervaly zatížení v trvání do 5 sekund (maximálně 10 sekund), které se provádějí subjektivně maximální úsilím (po jednotlivých opakováních následují dostatečné intervaly odpočinku).

2- **Maximální úsilí (intenzita).** Nezbytnou podmínkou pro efektivnost podněcování nervového a nervosvalového systému pro výkon velmi rychlých pohybů je vyvinutí subjektivně maximálního úsilí, které se koncentruje do několika málo sekund.

3- **Vysoká úroveň motivace.** Motivační působení trenéra na hráče se zaměřuje především na zajištění jejich opakované koncentrace na mobilizaci maximálního úsilí velmi krátkého trvání, kdy jsou vhodné soutěžní strategie, jako např. princip handicapu (znamená pomalý náskok pomalejšího hráče oproti rychlejšímu), soutěže dvojic a také podávání zpětných informací o rychlosti prováděné činnosti.

4- **Dostatečné zotavení.** Mezi jednotlivými úseky je nezbytné dodržovat dostatečné intervaly odpočinku, které jsou podmínkou pro udržení maximálního úsilí v průběhu celého cvičení.

5- **Nižší svalové nároky.** Velikost svalového odporu by neměla přesáhnout hranici 30% maximální možné síly v daném pohybu. V tréninku pohybové rychlosti jde přednostně o utváření způsobilosti nervosvalového systému provádět pohyby maximální rychlostí a koordinovaně, a to s menšími nároky na produkci svalové síly.

6- **Biochemická specifičnost.** Tento princip vyjadřuje požadavek aplikovat běžecká cvičení, která se pohybovou strukturou podobají nebo jsou totožná s běžeckou lokomocí prováděnou v utkání.

7- **Přesnost provádění lokomočních pohybů.** Závisí na úrovni zvládnuté techniky daného pohybové úkolu pro maximální ekonomizaci pohybu.

8- **Funkční příprava organismu na trénink pohybové rychlosti.** Před tréninkem pohybové rychlosti je důležité důkladné rozcvičení.

9- **Analyticko- syntetický přístup.** Vhodné je využít cvičení na rozvoj rychlosti současně na různých úrovních:

- rychlost jednoduchých pohybových aktů,
- rychlost komplexních lokomočních činností,
- rychlost lokomočních a herních činností spojených do různých sekvencí.

1.4.2 Akcelerační rychlost

Dle Stepherda (2006) je akcelerace pojem vyjadřující schopnost jedince dosáhnout velkého zrychlení, to znamená za krátkou dobu vyvinout vysokou rychlost lokomoce. Fáze zrychlení je typická pro zahájení jakéhokoliv rychlého pohybu. Dynamický průběh a doba trvání fáze zrychlování pohybu je podmíněna velikostí vnějšího odporu a dále skutečností, kdy má být podle požadavků sportovní disciplíny dosaženo maximální rychlosti (při sprintu, rozběhu skokana do dálky apod. je nezbytné dosáhnout maximálního zrychlení na co nejkratším úseku dráhy).

Ve většině sportů je úroveň akcelerace klíčová pro dosažení vysoké výkonnosti, jejímu rozvoji by proto měla být věnována zvláštní pozornost. (Cissik, Barnes, 2004).

Metodotvorné komponenty tréninku rychlostních schopností

Intenzita cvičení

Zásadním požadavkem rychlostního zatížení je maximální, nebo téměř maximální intenzita cvičení, která je dosažitelná maximálním volným úsilím, tj. snahou o co nejvyšší rychlost pohybu nebo jeho akceleraci (Malý, Dovalil, 2016).

Doba trvání cvičení

Délku cvičení určuje okamžik poklesu maximální intenzity (rychlosti) prováděného cvičení, jinak řečeno doba, po kterou lze požadovanou intenzitu udržet, zpravidla je to do 10 – 12 sekund.

Při déletrvajícím cvičení nejsou respektovány funkční podmínky pro vyvinutí maximální intenzity a dochází k proměně na zatížení rychlostně vytrvalostní (Malý, Dovalil, 2016).

Doba odpočinku

Odpočinek musí zabezpečit obnovu potřebných energetických zdrojů, zčásti likvidovat kyslíkový deficit předchozího anaerobního cvičení a také zachovat dostatečnou aktivaci centrální nervové soustavy jako podmínku optimálního stavu pro rychlostní cvičení (Malý, Dovalil, 2016). Jebavý, Hojka a Kaplan (2017) doporučují poměr intervalu zatížení/odpočinku v poměru 1:10 – 1:30. To znamená, jestliže dané cvičení provádíme po dobu 5 sekund, odpočinek bude v rozmezí 50 – 150 sekund.

Charakter odpočinku

Dovalil a Perič (2010) uvádí, že při rozvoji rychlostních schopností se doporučuje zařazovat aktivní formu odpočinku, protože lehká aerobní práce urychluje zotavovací procesy. Jednak umožňuje rychlejší obnovu energie a uchovává potřebné vzrušení nervosvalového systému. Mezi formy aktivního odpočinku se řadí chůze, vyklusání, volné hry a protahovací cvičení.

Počet opakování

Konkrétní počty opakování ovlivňuje řada okolností (trénovanost, aktuální stav, klima a vnější podmínky), jako možný počet opakování se orientačně doporučuje si 10 – 15 ve třech sériích po 4 – 5 cvičeních. Po každé sérii se odpočinek mírně prodlužuje. Signálem pro stanovení počtu opakování může být i pokles intenzity při opakování cvičení (Malý, Dovalil, 2016).

1.5 Rychlost a síla

Dle Dufoura (2015) maximální hodnoty síly ve velmi krátkém čase a ve správném směru jsou z biomechanického hlediska komponentami rychlosti. Musíme konstatovat, že tento popis zároveň upozorňuje na složitost rychlosti. Svaly těla, které mají za úkol stabilizaci, poskytují pevnou oporu, což ovlivňuje práci horních a dolních končetin z hlediska rozložení sil v horizontální složce. Aktivita jednotlivých částí probíhá v časovém souladu ve směru od proximální k distální části díky činnosti jednotlivých svalů. Úroveň rychlosti je výsledkem koordinovaného zapojování zúčastněných svalů v čase na základě nervosvalové aktivity.

Dovalil a Malý (2016) uvádí, že pro zvýšení úrovně rychlostních schopností je nezbytná vysoká rychlost kontrakce příslušných svalových skupin. Ať se rychlostní schopnosti projevují v činnosti bez odporu nebo s odporem (nevelkým), nezbytné je adekvátní a vhodné posílení svalů.

V praxi se tento úkol řeší z pohledu metodotvorných komponent metod posilování založeným na využívání nemaximálního odporu, nemaximálního počtu opakování a nasazení nejvyššího možného úsilí.

Na úroveň rychlosti má tedy výrazný vliv silová komponenta. Existují studie, které popisují vztah mezi rychlostí a silou a zároveň klasifikují souhrnný pohled na uvedenou problematiku. Uvědomíme-li si vztah mezi rychlostí a silou, pak je možné úroveň rychlosti hodnotit podle cvičení například při zakopávání v lehu, vertikálním výskoku, odrazu z dřepu, nebo při překonávání břemene nohama. Výsledky z těchto studií upozorňují na určité možnosti odhalování úrovně rychlosti z hlediska výbušné síly zejména dolních končetin. Při hodnocení těchto cvičení, které se stávají i testovými indikátory, může být identifikována nižší silová připravenost svalů, které se na pohybu podílejí. Možnou kombinací různých cvičení si můžeme vytvořit širší pohled na vztah mezi silou a rychlostí. Výsledky při odrazu ze dřepu, při vertikálním výskoku či skoku do dálky ukazují na určitou silovou připravenost a díky různým kombinacím využitých při měření získáváme komplexní pohled na úroveň silové složky. Musíme si však uvědomit, že vysoká úroveň silové komponenty v těchto testech pouze může znamenat

dosažení nejlepšího rychlostního výkonu. Musíme vzít v úvahu také techniku provedení nebo specifického pohybu. Příkladem může být sprinter. I nejlepší sprinteři nemusí být nutně nejsilnější a nejvýbušnější. Výraznou roli sehrává totiž při provedení pohybu i jeho technická složka (Dufour, 2015).

1.5.1 Silově - rychlostní křivka

Křivka síly a rychlosti je velmi přímočará. Je to vztah mezi silou a rychlostí a může být proto zobrazena na grafu x-y. osa x (tj. vodorovná osa) označuje rychlost, například může znamenat rychlost svalové kontrakce nebo rychlost pohybu (měřeno v metrech za sekundu). Zatímco osa y (tj. svislá osa) označuje sílu, může to například znamenat svalovou kontraktivní sílu nebo množství vytvořené reakční síly na zemi (měřeno v Newtonech).

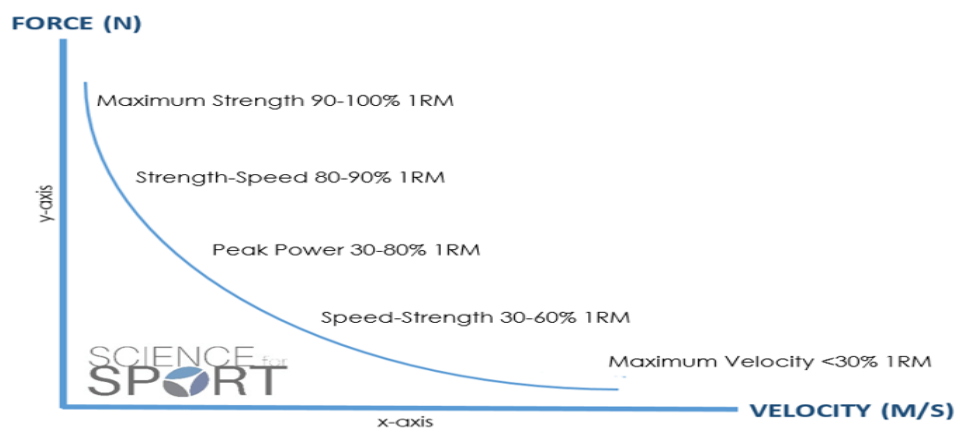


Figure 1. The Force-Velocity Curve

Obrázek 6: Silově - rychlostní křivka

scienceforsport.com

Překlad: The Force – Velocity Curve = Silově rychlostní křivka, force = síla, velocity = rychlost, maximum strength = maximální síla, strength – speed = silová rychlost, peak power = špičkový výkon, speed – strength = rychlostní síla, maximum velocity = maximální rychlost

Komentář: V rámci silové křivky jsou zobrazeny zóny tréninkové zatížení. Jedná se o maximální sílu (maximal strength), silovou rychlost (strength-speed), špičkový výkon (peak power), rychlostní sílu (speed-strength) a maximální rychlost (maximum velocity). Z hlediska české terminologie se rychlá síla v rámci křivky objevuje od silové rychlosti po rychlostní sílu.

Samotná křivka ukazuje inverzní vztah mezi silou a rychlostí, což znamená, že zvýšení síly by způsobilo pokles rychlosti a naopak.

Jako příklad by jedno opakovací maximum (1OM) u zadního dřepu mohlo způsobit vysokou úroveň síly, ale byl by vykonán pomalou rychlostí. Zatímco countermovement jump - skok snožný (CMJ) by přinesl vysokou rychlost pohybu a způsobil by pouze nízký stupeň síly. To naznačuje, že existuje kompromis mezi silou a rychlostí. To znamená, že pokud cvičení produkuje vysokou úroveň síly, bude také produkovat pomalou rychlost pohybu a naopak.

Výkon je do značné míry závislý na schopnosti vyvinout nejvyšší možnou sílu (tj. maximální sílu) Peterson et kol., Stone et kol., (2005), (2003) a lze doložit vysokou a pozitivní korelací mezi špičkovým výkonem a maximální silou ($r = 0,77-0,94$) v horní části těla i dolní část těla. Vzhledem k tomu, že rychlá síla je rozhodujícím faktorem výkonnosti mnoha sportů, má velký význam optimalizace výroby energie sportovce. Protože rychlá síla je produktem síly vynásobenou rychlostí ($\text{Power} = \text{Force} * \text{Velocity}$), zlepšení jedné z těchto komponent může vést k vyššímu výkonu a tím k lepší rychlé síle u sportovce. Ve většině případů je primárním cílem tréninku síly a rychlé síly posunout křivku síly a rychlosti doprava, což má za následek, že je sportovec schopen přenášet větší zatížení při vyšších rychlostech a tím se stává výbušnějším. Posunutí křivky síly a rychlosti doprava znamená zlepšení vyvíjení síly (RFD). RFD - Rate of force development jednoduše odráží, jak rychle může sportovec vyvinout sílu. Sportovec s většími schopnostmi RFD bude více výbušný, protože může vyvíjet větší síly v kratším časovém období.

Pouze tréninkem na jedné části křivky síly a rychlosti (např. maximální síla) je pravděpodobné, že sportovec pouze zlepší svou výkonnost v této části paradigmatu (obrázek č. 3). Například rozvoj pouze maximální síly v tréninku může vést ke zlepšení síly, ale může také vést ke snížení rychlosti svalové kontrakce. Vzhledem k tomu, že tréninkové programy, které kombinují silový a trénink pro rychlou sílu, se opakovaně prokázaly, že zlepšují výkonnost atletického sportu více než sílu nebo rychlostní trénink samotný (13), není překvapením, že většina trenérů silově kondičního tréninku běžně používají v rámci svého programování všestranný přístup.

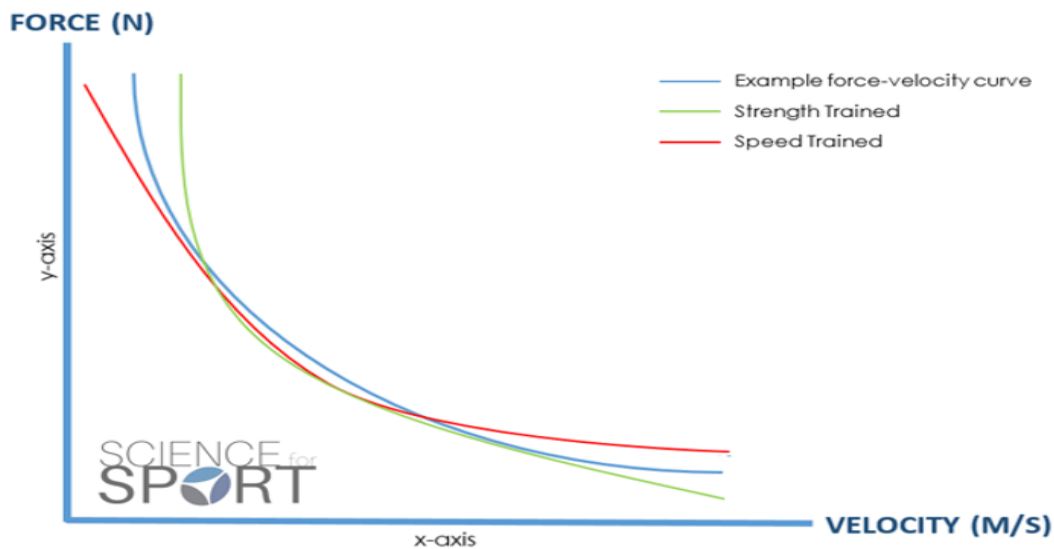


Figure 3. Force-velocity curve after training specific elements.

Obrázek 7: Silově - rychlostní křivka po tréninku spec. elementů

zdroj: scienceforsport.com

Překlad: Force – velocity curve after training specific elements = silově rychlostní křivka po tréninku specifických elementů, example force – velocity curve = příklad tvaru silově rychlostní křivky, strength trained – silový trénink, speed trained – rychlostní trénink

Komentář: V obrázku můžeme vidět tři křivky. Na ose x se nachází rychlost a na ose y se nachází síla. Modrá křivka značí silově-rychlostní křivku. Červená křivka označuje trénink rychlosti, křivka je posunutá doleva a síla klesá. Zelená křivka označuje silový trénink, křivka se posouvá doprava a rychlost klesá. Z obrázku vyplývá, že po tréninku specifických elementů (rychlost nebo síla) se zlepšil pouze daný trénovaný element. Kombinací silového tréninku a tréninku rychlé síly mohou dosáhnout modré křivky, kdy se zlepším na obou stranách křivky.

1.6 Neuromuskulární faktory svalové síly

Podle Šťastného a Petra (2012) jsou u fyzické zátěže popisovány jednak změny reaktivní, které jsou bezprostředně vyvolávány pohybovou aktivitou, a dále změnami adaptační, jež nastávají vlivem dlouhodobější adaptace na stimul. Snad nejtypičtější reaktivní změnou je vzestup srdeční frekvence. Periodické opakování pohybové činnosti způsobí, že stejná zátěž bude později doprovázena podstatně nižším vzestupem srdeční

frekvence, než tomu bylo během prvního tréninku. Zde se již jedná o adaptační změnu zprostředkovanou adaptačními mechanismy organismu.

Podle Zatsiorského (1995) závisí schopnost vyvinout svalovou sílu na tzv.

1- **Periferních faktorech** (*samotné svaly*) – jsou dány maximální silovou kapacitou jednotlivých svalů

2- **Centrálních faktorech** (řízení) – zahrnují koordinaci svalové aktivity centrálním nervovým systémem (intramuskulární a intermuskulární koordinaci)

(Vanderka, 2013) a Lehnert et al. (2014) rozdělují faktory ovlivňující silové schopnosti takto:

- Vnitrosvalová koordinace (množství zapojených MJ, frekvence aktivace MJ, synchronní a asynchronní práce MJ)
- Mezisvalová koordinace
- Množství svalové hmoty
- Zásoby energetických zdrojů a jejich aktivace ve svalech
- Reflexní děje a elasticita svalových a šlachových tkání
- Aktivační úroveň CNS
- Zvládnutí techniky pohybu
- Velikost úhlu upnutí.

V této bakalářské práci bude využito dělení dle Zatsiorského a Kraemera (2014).

1.6.1 Periferní faktory

Zatsiorsky a Kraemer (2014) uvádí, že mezi periferními faktory, které se týkají potenciálu svalové síly, jsou nejdůležitější rozměry svalů. Svalovou hmotu a rozměry svalů ovlivňuje trénink a samozřejmě také další faktory včetně výživy a hormonálního stavu.

Průřez svalu je podmíněn:

1. Počtem svalových vláken

2. Velikostí průřezu svalových vláken

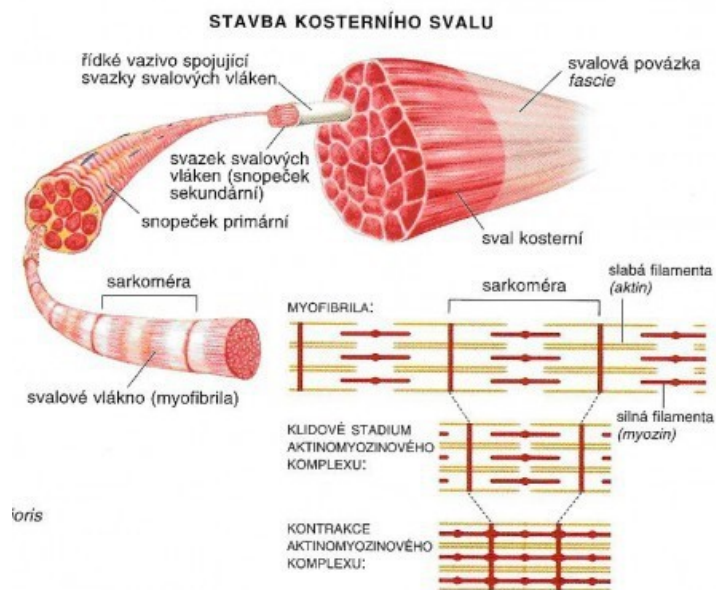
Dle Dylevského (2009) je kosterní sval složený z několika základních složek: svalového vlákna, svalového bříška, fascii a úponů.

Základní stavební jednotkou svalu je svalové vlákno. Jejich počet a typ je geneticky daný a nedá se ovlivnit. Čím víc vláken ve svalu je, tak může sval vyvinout větší sílu. Čihák (2001) uvádí, že rozeznáváme tři hlavní druhy svalových tkání. První svalstvo hladké, druhé svalstvo příčně pruhované, třetí svalstvo příčně pruhované srdeční. Je všeobecně známo, že svaly s velkým fyziologickým průřezem s velkým fyziologickým průřezem vyvíjejí větší síly než srovnatelné svaly s menším průřezem. To platí nezávisle na délce svalu. Zvětšování průřezu tréninkem s velkými zátěžemi charakteristicky doprovází nárůst síly. Kosterní sval se skládá z velkého množství svalových vláken, což jsou dlouhé, válcovité svalové buňky (Zatsiorsky, Kraemer, 2014).

Šťastný a Petr (2012) uvádí, že každé vlákno je tvořeno vysokým počtem paralelně situovaných myofibril, které se z podélného pohledu skládají z jednotek nazývaných sarkomery. Sarkomery obsahují filamenta tvořená proteiny aktinem a myozinem, která se částečně přesahují. Příčné pruhování svalu je dáno rozdílnou lomivostí světla v různých částech svalového vlákna. Je tvořeno pravidelně se střídajícími úseky tenkých a silných filament aktinu a myozinu (obrázek č. 3). Myozinová filamenta mají malé spirálovité projekce nazývané spojovací můstky. Tyto příčné můstky jsou zakončeny myozinovými hlavičkami, které jsou během kontrakce v kontaktu s tenkými filamenty aktinu prostřednictvím příčných spojů. Podle modelu klouzajících filament nastává zkrácení sarkomer, a tím i celého svalového vlákna – filamenty aktinu se zasouvají do myozinových filament.

Celkový počet příčných spojení je tedy v rámci dané sarkomery výsledkem:

Počtu aktinových a myozinových filament, který závisí na velikosti průřezu plochy veškerých filament. Počtu myozinových hlaviček, které interagují s filamenty aktinu (délka sarkomery).



Obrázek 8: Stavba kosterního svalu

zakladyanatomie.estranky.cz

Nejviditelnější adaptační změnou silového tréninku je nárůst svalové hmoty, která je vyvolávána dvěma základními mechanismy:

Zvýšením počtu svalových vláken- hyperplazie

Zvětšením velikosti průměru jednotlivých svalových vláken- hypertrofie

Zmenšením objemu svalů je nazýváno svalovou atrofií (Šťastný, Petr 2012).

Baechle a Groves (1998) v souvislosti s tímto zmiňují, že nárůst svalové hmoty je nejčastěji přičítán ke zvětšování stávajících svalových vláken, která byla přítomna již při narození. Velmi tenká proteinová myofilamenta (aktin a myozin) zvětšují svoji velikost díky posilovacímu cvičení a důsledkem toho se zvětšuje průřez svalovým vláknem. Hromadný efekt, zvětšování jednotlivých myofilament, má za následek celkové změny ve velikosti svalu. Tento nárůst již existujících vláken je označován jako svalová hypertrofie.

Dle Zatsiorskeho a Kraemera (2014) novějšími výzkumy bylo zjištěno, že jak hyperplazie, tak hypertrofie přispívají k zvětšení svalového průřezu. Ovšem podíl hyperplazie vláken je poměrně malý a z hlediska praxe silového tréninku je možné ho opomenout. Wilson (1995) uvádí, že výskyt hyperplazie u lidí je sporný, ale jestliže k hyperplazii dochází, pravděpodobně se podílí na svalovém růstu jen nepatrně (méně

než 5 %). Zvětšování svalového průřezu je podmíněno především zvětšením průřezu jednotlivých vláken a nikoli nárůstem počtu vláken (štěpením vláken). Osoby s velkým počtem malých (tenkých) svalových vláken mají lepší předpoklady stát se dobrými vzpěrači nebo kulturisty, než osoby s malým počtem vláken ve svalech. Průřez jednotlivých vláken a tím i svalový průřez se zvětšují v důsledku tréninku. Počet vláken se podstatně nemění.

Schematicky lze popsat dva typy hypertrofie svalových vláken: sarkoplazmatickou a myofibrilární hypertrofii. Sarkoplazmatická hypertrofie svalů je charakteristická nárůstem sarkoplazmy (polotekutou, interfibrilární látkou) a nekontraktilních proteinů, které se přímo nepodílejí na vyvíjení síly svalem. Je typické, že hustota filament ve svalových vláknech se při zvětšování průřezu svalových vláken zmenšuje, aniž by byla doprovázena nárůstem svalové síly. Myofibrilární hypertrofie znamená větší zapojení svalových vláken větším počtem myofibril, a v důsledku toho větším počtem aktinových a myosinových filament. Současně se syntetizují kontraktilní proteiny a narůstá hustota filament. Přitom která z hypertrofií nastane, je záležitostí podoby silového tréninku. Pro druhý typ je totiž vhodnější trénink s vyšší intenzitou, tento typ hypertrofie vede k vzestupu vyvíjení síly (Zatsiorsky, 1995).

Šťastný a Petr (2012) uvádí, že myofibrilární hypertrofie je spojována s kvalitnějším (denzitnějším) svalstvem a je častěji přítomná u vzpěračů. Hypertrofie sarkoplazmatická není ve většině sportovních činností žádoucí přímo žádoucí, její stimulace naopak může znamenat nevýhodu u u těch sportů, kde je rozhodující relativní síla (maximální síla s ohledem na tělesnou hmotnost jedince).

Svalová vlákna

Dylevský (2000) ve své knize uvádí, že svalová vlákna mají řadu společných znaků, které dovolují jejich jednotný obecný popis, ale sval je ve skutečnosti heterogenní populací vláken lišících se řadou mikroskopických, histochemických a fyziologických vlastností. Podle různých kritérií, rozlišujeme čtyři typy svalových vláken.

1. **pomalá červená vlákna** (typ I, SO, slow oxidative- pomalé oxidativní vlákna)

2. **rychlá bílá vlákna** (typ II A, FOG, fast oxidative and glycolytic- rychlé oxidativní a glykolitické)

3. **rychlá červená vlákna** (typ II B, FG, rychlé glykolitické)

4. **přechodná vlákna** (typ III, intermediární, nediferencovaná vlákna),

Kohlíková (2004) dělí svalová vlákna pouze na 3 typy:

1. **červené vlákno odolné k unavitelnosti** (označuje se také jako typ I, nebo SO pomalé oxidativní vlákno)

2. **červené vlákno odolné k unavitelnosti** – přechodné (označuje se také jako IIa, nebo typ FOG – rychlé oxidativně glykolytické vlákno)

3. **unavitelné bílé vlákno** (označuje se také jako typ IIb, nebo jako FG – rychlé glykolytické vlákno)

Typ vlákna	Anatomická charakteristika	Funkční charakteristika
Typ I, SO	Velmi tenká a bohatě kapilarizovaná	Statické, pomalé pohyby
Typ II A, FOG	Středně silná a kapilarizovaná	Rychlý a silový pohyb
Typ II B, FG	Velmi silná a málo kapilarizovaná	Maximální silový pohyb
Typ III	Nediferencovaná vlákna	Není známa

Tabulka 7: Dělení svalových vláken

Dylevský (2002)

Ukazatelé	Červené I SO	Přechodné IIa FOG	Bílé IIb FG
Zdroje energie	Cukry, tuky	ATP, CP, cukry	ATP, CP
Metabolismus	Štěpení za aerobních podmínek	Štěpení cukrů za anaerobních podmínek	Štěpení za anaerobních podmínek
Unavitelnost	malá	Střední	vysoká

Tabulka 8. Dělení svalových vláken

Kohlíková (2014).

Pro zjednodušení v následující části budeme využívat dělení na dva typy svalových vláken. **Vlákná typu I (pomalá) a vlákná typu II (rychlá).**

Dle Browna (2015) **Vlákná typu I** mají vysokou oxidativní kapacitu (vysokou aerobní schopnost) a jsou zapojovány při vytrvalostních zátěžích s nižšími kontraktlními nároky. **Vlákná typu II** mají oproti tomu vysokou glykolytickou kapacitu a jsou zapojována při silových a energických zátěžích s vysokými kontraktlními nároky. Procentuální zastoupení vláken typu I a typu II je u každého jedince jiné. Záleží to zejména na dědičných faktorech, pouze malou měrou to můžeme ovlivnit vhodným tréninkem.

Blahušová (2005) však uvádí, že metabolické schopnosti jak bledých, tak červených svalových vláken mohou být zlepšeny za pomoci speciálního silového a vytrvalostního cvičení. Některé výzkumy ukazují, že lze speciálním cvičebním programem téměř úplně změnit bledá svalová vlákna na červená a červená na bledá. Brown (2015) tvrdí, že trénink může nepatrně pozměnit typy vláken v těle, změny se týkají hlavně podskupin, nikoli hlavních skupin. Člověk tréninkem nemůže změnit vrozený typ svalového vlákna. To znamená, že nemůžeme změnit typ I na typ II. Procentuální zastoupení vláken typu I a II je u každého svalu jiné. Žádné rozdíly mezi muži a ženami, co se typu vláken týče, nebyly shledány, avšak muži mají obvykle početnější a silnější svalová vlákna, než ženy. Sportovci zaměřeni na odlišné sportovní aktivity mají rozdílné profily typů svalových vláken, což částečně vysvětluje jejich jedinečné schopnosti v dané disciplíně.

Dle Dylevského (2009) je typ svalových vláken geneticky určen. Rychlostní a silové osobnostní znaky jsou podmíněny převážně genotypově: vytrvalostní znaky lze významně ovlivnit pohybovými aktivitami. Dle Blahušové (2005) svaly, jejichž hlavní funkcí je udržet polohu těla proti gravitaci, vyžadují větší vytrvalost a mají větší procento červených svalových vláken. Svaly, které provádějí dynamické, explozivní pohyby, mají tendenci mít větší procento bílých svalových vláken. Poněvadž poměr svalových vláken je dán geneticky, může to hrát velkou roli při určení schopností pro určitou pohybovou činnost nebo sport. Například sprinter nebo vzpěrač má větší procento bílých (rychlých) svalových vláken v poměru k červeným (pomalým) svalovým vláknům. Naopak maratonec má větší procento červených svalových vláken.

Energetický potenciál

Dle Dovalila a kol. (2008) se energie v zásadě uvolňuje z makroergických fosfátů, jichž je však v organismu poměrně málo (energie uvolněná tímto způsobem je k dispozici rychle a na jednotku času v ohromném množství, avšak krátkodobě, štěpí se bez účasti kyslíku). Energií bohaté jsou molekuly makroergicky vázaného fosforu (P) v adenosintrifosfátu (ATP), adenosindifosfátu (ADP) a kreatinfosfátu (CP). ATP se neustále obnovuje pomocí P z kreatinfosfátu. Dalšími bohatými zdroji pro resyntézu ATP jsou tzv. makroergické substráty, chemické sloučeniny schopné uvolňovat energii pro tvorbu ATP buď bez účasti kyslíku, nebo za účasti kyslíku (aerobně). V prvním případě jde o anaerobní glykolýzu, tedy štěpení cukrů (glukózy, glykogenu) bez účasti kyslíku (anaerobní procesy).

To je možné jen krátkodobě, protože vznikající konečný produkt, kyselina mléčná (laktát), rychle zaplaví organismus, vede to k přesunu reakce vnitřního prostředí na stranu kyselou (acidoza) a organismus není schopen dále pracovat.

Dle dosavadních poznatků (Sharkey a Gaskill 2006 aj.) se shodují, že projevy rychlostních schopností jsou v této úrovni spojeny s aktivací anaerobního laktátového (ATP-CP) systému energetického zabezpečení pohybové činnosti. V nejvyšší míře však organismus uskutečňuje resyntézu ATP štěpením cukrů a tuků na oxid uhličitý a vodu za účasti kyslíku, při čemž vznikají značná kvanta makroergických substrátů. Činnost má v tomto případě sice menší intenzitu, ale může se provádět dost dlouho.

Energetický potenciál sportovce v souhrnu tvoří rezerva ATP a CP ve svalech a rezerva cukrů ve formě svalového a jaterního glykogenu, tuky jsou uloženy zejména

v podkožním tuku. Změnami energetického potenciálu se vysvětluje účinek sportovního tréninku a růst výkonnosti. Zatížení při pohybové činnosti vyvolává v organismu celou řadu změn, které se odrážejí ve větší či menší spotřebě energie.

Štěpení substrát	Celkový potenciál kj	Počet vzniklých molekul ATP z molekuly substrátu	Doba možné práce
Anaerobně:			
ATP	10	-	5s
CP	30	1	20s
Anaerobní glykolýza	600	2-3	180s
Aerobně			
Glykogen, glukóza	6100	38	120 min.
Tuk	560000	450 až 500	10 hod.

Tabulka 9: Orientační údaje o energetickém potenciálu

(Dovalil a kol., 2008)

Doba činnosti	ATP-CP	LA	O ₂
5s	85	10	5
10s	50	35	15
30s	15	65	20
1 min.	8	62	30
2 min.	4	46	50
4 min.	2	28	70
10 min.	1	9	90

Tabulka 10: Podíl energetických systémů v závislosti na době trvání a maximální možné intenzitě

(Macdougall a kol. 1982 in Dovalil, Malý, 2016).

Energetický systém	Pohybová schopnost	Trvání činnosti
ATP	Rychlost, maximální a výbušná síla	Do 4s
ATP-CP	Rychlost, rychlostní vytrvalost, max. a výbušná síla	4-20s
LA	Krátkodobá vytrvalost, anaerobní silová vytrvalost	20-180s
O2- LA	Střednědobá vytrvalost, aerobní silová vytrvalost	180-480s
O2	Dlouhodobá vytrvalost, aerobní silová vytrvalost, koordinační schopnosti	>480s

Tabulka 11: Energetický základ pohybových schopností

(Wilmore a Costill 1999 in Dovalil, Malý, 2016).

Tělesná hmotnost

Svalová hmota tvoří podstatnou část tělesné hmoty nebo hmotnosti člověka. Proto mohou sportovci s větší tělesnou hmotností oproti jiným vyvinout při srovnatelném stavu tréninku větší síly. Aby bylo možné srovnávat sílu různých lidí, počítá se obvykle síla na kilogram tělesné hmotnosti (relativní hmotnosti). Jinak se svalová síla, když není vztažena k tělesné hmotnosti, označuje jako síla absolutní. K tomu se používá následující rovnice:

$$\text{Relativní síla} = \text{absolutní síla} / \text{tělesná hmotnost}$$

S nárůstem tělesné hmotnosti přibývá u sportovců rozdílných hmotnostních kategorií a se srovnatelným stavem tréninku absolutní síla a relativní síla se zmenšuje (Zatsiorsky, Kraemer, 2014).

Relativní síla se dá také označit jako maximální síla s ohledem na hmotnost jedince (Šťastný, Petr, 2012).

Příkladem může být porovnání výkonů dvou fotbalistů na dřep. První fotbalista má absolutní sílu ve dřepu 100 kg a tělesnou hmotnost 75 kg. Druhý fotbalista má absolutní sílu ve dřepu 130 kg a tělesnou hmotnost 80 kg.

První fotbalista vykazuje hodnoty relativní síly 1,3 na kilogram tělesné hmotnosti. Slouží k tomu jednoduchý výpočet $100 \text{ kg (absolutní síla)}/75 \text{ kg (tělesná hmotnost)}= 1,33$.

Druhý fotbalista vykazuje hodnoty relativní síly 1,6 na kilogram tělesné hmotnosti.

1.6 Centrální faktory

Dle Dylevského (2009) nervová soustava umožňuje kontakt mezi zevním prostředím a organizmem. Je řídicím a integračním systémem organismu. Skládá se ze dvou hlavních buněčných typů: neuronů a glie. Základní anatomické a funkční jednotky nervové tkáně – neurony- mají v principu stejnou stavbu jako běžné savčí buňky. Zvláštní a jedinečnou vlastností nervových buněk je výrazná dráždivost a schopnost tvorby a vedení vzruchů – přenášení informací. Vzruch (impulz) je funkčním projevem neuronu. Počtem a frekvencí vznikajících a přiváděných vzruchů se předává určitá informace. Řídicí část nervového systému je mozek a mícha, tvořící centrální nervový systém (CNS).

Podle Šťastného s Petrem (2012) CNS sehrává zcela klíčovou roli ve schopnosti generovat svalovou sílu. Jde především o množství zapojených svalových vláken, které je jedinec schopen při pohybu aktivovat, - **intramuskulární koordinaci** – a dále o řízenou souhru zapojení jednotlivých svalových skupin během vykonávaného pohybu - **intermuskulární koordinaci**. Neustále je opakováno, že silový trénink vede ke zlepšení jak intramuskulární, tak intermuskulární koordinace.

Intramuskulární koordinace

Dle Zatsiorské s Kraemerem (2014) nervový systém využívá tři možnosti, jak variovat vyvíjenou svalovou sílu. Ty spočívají:

1. V rekrutaci (odstupňování absolutní svalové síly pomocí zahájení a vyřazení aktivních motorických jednotek),

2. Ve frekventaci, s jejíž pomocí lze měnit vybíjecí frekvenci motorických jednotek,

3. V synchronizaci (více či méně současné aktivování motorických jednotek).

Všechny tři možnosti jsou založeny na existenci motorických jednotek (dále MJ).

Na dokonalé intramuskulární koordinaci se podílí synchronizace aktivovaných a neaktivovaných MJ. Při svalovém stahu nastává jejich střídání. Při vyvinutí maximální síly je současně zapojen velký počet motorických jednotek (Měkota, Novosad, 2005).

Motorické jednotky

Podle Šťastného s Petrem (2012) lze ze základního pohledu dělit na:

1. MJ s nízkým prahem dráždivosti (pomalé: tonické)

Jsou přizpůsobeny k vykonávání dlouhodobé svalové činnosti a relativně pomalých pohybů. Inervují vlákna, která jsou adaptována na dlouhodobé aerobní aktivity (pomalá svalová vlákna, typ1.)

2. MJ s vysokým prahem dráždivosti (rychlé:fyzické)

Jsou přizpůsobeny k relativně krátkodobým svalovým činnostem s vysokou intenzitou, které se uplatňují u rychlých a explozivních pohybů (rychlá svalová vlákna, typ 2.), ale mají pouze omezenou vytrvalostní schopnost.

Rekrutace MJ

Podle Zatsiorskeho s Kraemerem (2014) je při volní kontrakci rekrutace motorických jednotek řízena podle tzv. principu velikosti, což znamená, že motorické jednotky s nejnižším prahem dráždivosti jsou zapojeny jako první. Čím vyšší jsou nároky na produkci síly, tím jsou postupně zapojovány motorické jednotky s vyšším prahem dráždivosti. Z toho je patrné, že dosažení plné aktivace pomalých motorických jednotek není problematické a nastává i u netrévaného jedince při zcela běžných činnostech. Naproti tomu dosáhnout plné aktivace rychlých motorických jednotek není vůbec jednoduché.

Vanderka (2013) ve své knize píše že, aby byl rozvoj silových schopností účinný, je potřeba, aby bylo do pohybu zapojených co nejvíc motorických jednotek, ty se do pohybu zapojí při intenzitě vyšší než 80% z 1OM. Barends a kol. (2004) tuto skutečnost uvádí v opačném pořadí a to, že čím více MJ je ve svalu stimulováno, tím větší sílu sval vydá.

Šťastný s Petrem (2012) uvádí, že netrévaný nedokáže rekrutovat všechny své motorické jednotky.

Frekvence MJ

Zatsiorsky a Kraemer (2014) uvádí, že vybíjecí frekvence motoneuronů se může měnit ve značném rozsahu. Vybíjecí frekvence se v zásadě zvyšuje se stoupajícím vyvíjením síly a podáváním výkonu. Relativní podíly rekrutace a vybíjecí frekvence na odstupňování síly při pomalých pohybech se v malých a velkých svalech liší. V malých svalech se většina motorických jednotek rekrutuje při úrovni síly menší, než 50% a poté hraje rozhodující roli pro další vyvíjení síly až do dosažení vybíjecí frekvence.

Lehnert (2014) uvádí, že rychlost střídavého zapojování MJ může dále zvyšovat produkce síly už zapojených MJ. Jako rozhodující mechanismus dalšího zvýšení síly svalů až na maximum se u různých svalů uplatňuje rozdílná velikost silových požadavků.

Synchronizace MJ

Dle Zatsiorskeho a Kraemera (2014) normálně pracují MJ asynchronně, aby vytvořily plynulý a přesný pohyb. Existují však doklady toho, že špičkoví sportovci ve sportech, kde se uplatňuje maximální a rychlostní síla, aktivují při maximálních vědomých použitích síly MJ synchronně. Lehnert uvádí (2014), že při činnostech, které si vyžadují nízkou intenzitu pohybu je aktivace MJ asynchronní. Synchronní práce MJ je potřebná při vykonávání činností s maximálním odporem. Uplatnění mechanismu nacházíme v balistických pohybech.

Zatsiorsky a Kraemer (2014) uvádí, že celkově se dá konstatovat, že maximální síly se dosáhne, když se rekrutuje maximálně počet jak pomalých, tak rychlých motorických jednotek, když optimální vybíjecí frekvence v každém motorickém vláknu souhrnně vyvolají fúzí tetanii a MJ během krátkého časového období vědomého vyvíjení maximální síly pracují synchronně.

Šťastný a Petr (2012) uvádí ve své knize jednoduché přirovnání o práci MJ. Pro snadnější představu, byla synchronizace MJ vysvětlována na příkladu plného sálu. „Představte si, že máte před sebou dav lidí, na nichž vyžadujete, aby co nejjasněji zakřičeli nějaké heslo. První pokusy nejsou zdařilé, každý jedinec začíná v jiném okamžiku a výsledek se podobá spíše nesrozumitelnému halekání. Další pokusy však vedou k jasnějšímu, zřetelnějšímu a hlasitějšímu zvolání. Lidé v sále jsou ve svém hlasovém projevu lépe synchronizováni, znějí jako jeden hlas“. Podobně je tomu i s MJ v případě požadavku na produkci maximální síly. Jejich synchronizace představuje aktivaci vyššího počtu v jednom okamžiku, a to se projeví zvýšenou produkcí síly. Nevýhodou je, že pohyb ztrácí na své plynulosti.

Intermuskulární koordinace

Dle Zatsiorskeho a Kraemera (2014) se projevuje součinností zapojených svalů rozhodujících pro vykonávání pohybu umožňující dosažení silového maxima ve stejném čase a souhru agonistů s antagonisty (svaly na opačné straně kloubu, brzdící pohyb), kdy při kontrakci agonistů dochází k současnému snížení tonu antagonistických svalů.

Odpovídající aktivace antagonistů umožňuje stabilizovat klouby, přispívá k optimalizaci pohybové koordinace a představuje tak ochranu před zraněními (natržení svalů..). Každé cvičení, i to nejjednodušší, jako pohybové jednání vyžaduje komplexní koordinaci četných svalových skupin. Prvořadým cílem tréninku musí být celkový pohybový vzorec, nikoli síla jednoho jediného svalu nebo pohyb v jednom kloubu. Proto by měl sportovec používat „lokální“ jednokloubové cviky (cvičení, u kterého je v pohybu pouze jeden kloub, příkladem může být bicepsový zdvih) silového tréninku jen jako doplněk hlavního tréninkového programu. Šťastný a Petr (2012) uvádí, že intermuskulární koordinace představuje úroveň řízené souhry svalových skupin, které určitý pohyb vykonávají.

2. Výzkumná část- cíle, úkoly a metody práce

2.1 Cíle

Cílem této bakalářské práce je komparace vztahů mezi úrovní rychlé síly a akcelerační rychlosti u aktivních sportovců ve věku 18 - 24 let.

2.2 Úkoly

Úkolem práce je:

- 1) Prostudování literatury o daném tématu
- 2) Stanovení cílů a hypotéz
- 3) Sběr dat
- 4) Zpracování získaných dat a jejich vyhodnocení
- 5) Vypracování diskuze a interpretace výsledků

2.3 Hypotézy

H1- Předpokládám, že ti co zvednou největší zátěž, budou také nejrychlejší při akceleraci na dvacet metrů.

H2- Předpokládám, že ti co vykazují nejvyšší hodnoty průměrného výkonu – (Average power (W)) budou nejrychlejší při akceleraci na dvacet metrů.

H3- Předpokládám, že ti co prokazují nejvyšší úroveň relativní síly, budou nejrychlejší při akceleraci na dvacet metrů.

3. Metodika bakalářské práce

3.1 Design výzkumu

Vědeckou metodou této výzkumné práce byl experiment. Experiment je způsob ověřování vědeckých hypotéz o kauzálních vztazích, tedy o tom jaké důsledky vyvolává nějaká příčina. Pomocí tří testů je jedna skupina probandů testována pro zjištění úrovně maximální síly, rychlé síly a úrovně akcelerační rychlosti. Prvním testem byl test maximální síly na jedno opakovací maximum (1OM) při cvičení mrtvého tahu s trapbarem. Druhým testem byly výskoky s trapbarem po jednom opakování s narůstajícím odporem od 30 % do 80 % OM. Zde byla měřena rychlá síla pomocí přístroje Tendo Power Analyzerm, který udával hodnoty průměrného výkonu (average power) ve wattech (W). Třetí test byl rychlostního charakteru a testoval úroveň akcelerační rychlosti na dvacet metrů. Tento test byl měřen ručním měřením na dva měřiče. V rámci výsledku byl počítán průměr z těchto dvou časů, zaokrouhlený na dvě desetinná místa. V rámci atletických soutěží se ruční měření zaokrouhluje pouze na jedno desetinné místo, zde jsou ovšem rozdíly malé a při zaokrouhlení na jedno desetinné místo by často nešly ani rozeznat.

3.2 Popis výzkumného souboru

Mého výzkumu se zúčastnilo 11 sportovců ve věku 18 - 24 let mužské kategorie. Jednalo se o registrované sportovce z rychlostně-silových kolektivních sportů. Čtyři fotbalisté, pět hokejistů a dva hokejbalisté. Všichni sportovci byli seznámeni blíže s mým výzkumem.

3.3 Použité metody

Probandi byli testováni pomocí tří testů. Prvním testováním bylo hledání jednoho opakovacího maxima na cvik mrtvý tah s trapbarem. Druhým testem bylo testování výskoku s trapbarem, kdy probandi prováděli jedno opakování od 30 % do 80 % OM. K tomuto testování bylo použito zařízení Tendo Power Analyzer. Tomuto testování předcházela test maximální síly pro jedno opakovací maximum mrtvého tahu s využitím trapbaru pro vypočtení procent zátěže pro hlavní testování.

Třetí testování bylo na atletickém oválu, kdy probandi běželi akcelerační rychlost na dvacet metrů. V rámci testování akcelerační rychlosti byly použity k vyhodnocení dvoje stopy značky Olympia sport.

3.4 Popis testování

Podmínkou účasti v testování byla zkušenost probandů s pravidelným silovým tréninkem a ovládání základních silových cviků. V rámci prvního testování probandi zvedali maximální zátěž na cvik mrtvý tah s využitím pomůcky trapbar. Probandi dokázali přibližně odhadnout své testovací maximum na mrtvý tah s olympijskou tyčí. Při práci s trapbarem je maximální zátěž přibližně o 30 - 40 kg vyšší, než při práci s olympijskou tyčí. Je to dáno zejména vyšší pozicí držení a jiným úchopem (neutrální úchop oproti nadhmatovému úchopu). V rámci testování tedy bylo použito odhadem potencionální maximum na mrtvý tah s trapbarem (maximální zátěž na mrtvý tah + 30 kg) a z toho vypočtené procenta 60 % - 100 %.

Proband vykonal jedno opakování, následně měl k dispozici tři minuty interval odpočinku a přidal 10 % (z potencionálního maxima) zátěže na činku. Tímto postupem se dostal ke svému maximu. Maximum bylo uznáno pouze pro technický zdvih. Pokud nastalo kulacení v zádech, křížení (vagus) kolen do písmene X a další zdraví nebezpečné přetížení, testování bylo ihned ukončeno. Součástí testování nebyly žádné doplňky jako pásky, návleky a trhačky.

V rámci druhého testování byla použita stejná pomůcka jako u prvního testování a tím byl trapbar. Probandi prováděli jedno opakování s váhami, které byly vypočteny z jejich maximální zátěže. Jednalo se o zátěže 30, 40, 50, 60, 70, 80 % OM. Konalo se pouze jedno technické opakování a následoval třiminutový interval odpočinku. Jebavý, Hojka a Kaplan (2017) uvádí interval odpočinku dostatečný pro obnovu energetických zdrojů (1 - 5 minut podle počtu opakování a velikosti zatížení).

Při testování bylo použito zařízení Tendo Power Analyzer. Díky tomuto zařízení je zaznamenáno každé opakování, které ukázalo nejlepší hodnoty výkonu (Peak Power), průměrné hodnoty výkonu (Average Power), nejlepší hodnoty rychlosti (Peak velocity), průměrné hodnoty rychlosti (Average velocity), množství vyvinuté síly (Peak force) a v poslední řadě částečný průměr (Partial average power).

Díky těmto hodnotám ze zařízení Tendo Power Analyzer je možné přibližně identifikovat v jaké části silové křivky se proband nachází.

Poslední část testování probíhala na atletickém ovále, kdy se probandi zúčastnili testování akcelerační rychlosti na dvacet metrů. Spuštění stopek bylo zahájeno na pohyb zadní nohy. Důvodem je vyloučení nároků na úroveň reakční rychlosti testovaného. Akcelerační rychlost byla prováděna z polovysokého startu. Čas byl zaznamenáván na dvoje stopky. Každý měl tři pokusy na akceleraci, mezi úseky byl k dispozici tříminutový interval odpočinku. Je to z důvodu, aby testování dosáhli úplného zotavení energetických zdrojů pro provedení sprintu v maximální možné intenzitě.

Jebavý, Hojka a Kaplan (2017) doporučují poměr intervalu zatížení/odpočinku v poměru 1:10 – 1:30. Pokud zatížení trvá 3s, doporučená doba odpočinku je 30 s – 90 s. Dovalil a Malý (2016) uvádí při zatížení do 10 s interval odpočinku dvě až pět minut.

3.5 Procedura testování-sběr dat

Testování bylo provedeno na konci června 2018 v Kladně ve dvou dnech. Počasí v obou dnech bylo slunečné, bez srážek, s teplotami okolo 26 °C. Silová část byla provedena v prostorách Crossfit Kladno a rychlostní část na atletickém stadionu Sletišť. První testování probíhalo samotně v jeden den (testování 1OM mrtvý tah s trapbarem), druhé (výskok s trapbarem) a třetí (akcelerační rychlost dvacet metrů) testování probíhalo druhý den, tedy společně v jeden den.

První den a) Testování 1OM Mrtvý tah s trapbarem

Druhý den b) Testování výskoku s trapbarem (jedno opakování s 30, 40, 50, 60, 70, 80 % OM),

c) Testování akcelerační rychlosti na dvacet metrů.

V rámci druhého dne probíhalo první testování výskoky s trapbarem, po ukončení testování byl odpočinek šedesát až devadesát minut a poté následovalo testování akcelerační rychlosti.

U všech testování jsem byl přítomný, seznámil jsem účastníky s testováním, demonstroval techniku a zajistil pomoc.

Součástí testování bylo také rozcvičení, které jsem vedl já. Cílem rozcvičení byla příprava organismu na maximální výkon, bylo tedy zapotřebí, aby rozcvičení proběhlo v dobré kvalitě, aby se předešlo případným rizikům zranění plynoucí z nedostatečného rozcvičení. Všechna testování proběhla v pořádku, bez žádné újmy na zdraví.

Rozcvičení obsahovalo před prvním a druhým testováním čtyři části.

- 1) Zahřátí tři minuty na kole.
- 2) Mobilizační cvičení na všechny klouby pět minut.
- 3) Aktivační cvičení tři minuty.
- 4) Potencionální část 7 minut (probandi zvedali zátěž na mrtvý tah s trapbarem od 10 % do 60 % OM po 2 opakováních v rámci prvního testování a od 10 % do 30 % OM v rámci druhého testování).

V rámci třetího testování probandi v rámci rozcvičení absolvovali 5 části.

- 1) Zahřátí 5 minut (rozklusání)
- 2) Švihová cvičení 3 minuty
- 3) Aktivační cvičení 3 minuty
- 4) Atletická abeceda 7 minut
- 5) Krátké submaximální a maximální rovinky 5 minut

3.6 Analýza dat

Analýza dat byla provedena formou intraindividuálního vyhodnocení. K vyhodnocení byly použity hodnoty z přístroje Tendo Power Analyzer a hodnoty ze stopek. Každý testovaný má vytvořený svůj profil, který obsahuje hodnoty ze zmíněných měřičů. Při vyhodnocování časů z testu akcelerace byl výsledný čas dvou nejrychlejších časů zprůměrován. V rámci potvrzení či nepotvrzení hypotéz byly výsledné hodnoty potom porovnány pomocí kombinovaného grafu.

4. Výsledky

Výsledková část bude mít dvě části. V rámci první části bude mít každý testovaný vytvořený vlastní profil s celkovými hodnotami z celého měření. Bude obsahovat údaje o testovaném (věk, výška, tělesná hmotnost), údaje z prvního testování (IOM mrtvý tah - trapbar), údaje z druhého testování (hodnoty z měřiče Tendo Power Analyzer) a hodnoty z třetího testování (výsledné časy z akceleračního testu). Součástí je také tabulka o výpočtu relativní síly.

V druhé části bude celkové porovnání probandů a potvrzení či vyvrácení hypotéz. První hypotéza bude vyjádřena grafickým sloupcovým znázorněním, kdy bude porovnán vztah IOM mrtvý tah-trapbar/akcelerační rychlosti. Druhá hypotéza bude vyjádřena ve stejném uspořádání jako první a bude zkoumat vztah průměrný výkon/akcelerační rychlost. Třetí hypotéza zkoumá vztah relativní síla/akcelerační rychlost.

V rámci tabulky v můžeme vidět výsledné hodnoty z testovacího měřiče Tendo Power Analyzer. Žlutá barva značí nejlepší hodnoty v rámci daného ukazatele. Jsou zde hodnoty pro průměrný výkon, částečný průměrný výkon, maximální výkon, průměrnou rychlost, maximální rychlost a množství vyvinuté síly.

K účelům této bakalářské práce v následující části budeme zkoumat hodnotu průměrného výkonu. Mero a Petrola (1998) tvrdí, že celková svalová aktivita (měřená na EMG) je důležitější během zrychlování. Korelace s maximální silou nebo ukazateli výkonu svalů (oproti pohybu při skoku, výskoku ze dřepu, skoku do výšky) je o něco vyšší pro fázi zrychlení než pro maximální rychlost. Projevuje se zde více role „čisté“ síly než samotné běžecké techniky. To vysvětluje např. i výkony velmi vysoké úrovně vzpěračů a vrhačů ve sprintu na 10 – 15 m.

Rychlá síla rozvíjí maximální výkon součinem síla x rychlost. Tedy vyvinout co největší sílu v co nejkratším čase. Tento typ tréninku je charakteristický zejména koncentrickou kontrakcí a delší dobou kontaktu se zemí. Akcelerační rychlost je typická koncentrickou kontrakcí a nároky na dobrou úroveň rychlé síly. Tato práce zkoumá vztah rychlé síly a akcelerační rychlosti.

V této práci budu pracovat zejména s hodnotami průměrného výkonu. Je to z toho důvodu, že pokud bych pracoval s hodnotami maximálního výkonu, tak ty značí pouze maximální výkon v určité fázi pohybu. Je tedy zapotřebí křivka, která ukáže, v jaké fázi pohybu toho bylo dosaženo. Tuto křivku nemám k dispozici, tudíž pro potřeby bakalářské práce postačí hodnoty průměrného výkonu. Totéž platí s hodnotami maximální a průměrné rychlosti.

Jméno věk	L. K. - 24 let	1OM - Mrtvý tah - trapbar	190 kg			
% 1RM	Průměrný výkon (W)	Částečný průměrný výkon (W)	Max. výkon (W)	Průměrná rychlost (m/s)	Max. rychlost (m/s)	Max. síla (N)
30 % 57 kg	756	477	1948	1,33	2,23	1024
40 % 75 kg	699	375	1706	1,23	1,98	920
50 % 95 kg	775	405	1830	1,13	1,93	1021
60 % 115 kg	700	350	1608	0,84	1,54	1061
70 % 132 kg	835	339	2158	0,64	1,37	1619
80 % 152 kg	575	214	1630	0,51	1,21	1336

Komentář: V rámci tohoto měření bylo dosaženo nejvyšší hodnoty průměrného výkonu 835 W. Je to šestá nejvyšší hodnota ze všech testovaných. Dosaženo jí bylo průměrnou rychlostí 0,64 m/s a hodnotou největší síly 1619 N. Z tabulky vyplývá, že tento testovaný má vysokou úroveň maximální síly a při práci s těžším závažím relativně rychle ztrácí rychlost, o to víc vykonává velké množství síly.

Test akcelerační rychlosti na 20 m	1. úsek	2. úsek	3. úsek
Čas (s)	3,28 / 3,30	2,87 / 2,82	3,28/ 3,30

Komentář: Výsledek 2,85 s byl nejlepší z celého testového souboru. Mezi úseky se jedná o velké časové rozdíly způsobené změnou v technice běhu. V rámci prvního a třetího úseku využil testovaný svůj přirozený běh. Při druhém běhu se vzhledem ke své výšce soustředil na délku kroku a většímu přenosu síly do podložky.

Výpočet relativní síly	1 Opakovací maximum - Mrtvý tah - trapbar (kg)	Tělesná hmotnost a tělesná výška	Výsledek
1 OM: BW	190 kg	82 kg, 188cm	2,32

Komentář: V rámci výpočtu relativní síly je celková hodnota 2,32 třetí nejlepší hodnota testového souboru.

Jméno věk	T.L. - 20 let	1OM - Mrtvý tah - trapbar	172,5 kg	Průměrný výkon (W)	Částečný průměrný výkon (W)	Max. výkon (W)	Průměrná rychlost (m/s)	Max. rychlost (m/s)	Max. síla (N)
30 % 52 kg	748	405	2008	1,44	2,52	901			
40 % 70 kg	790	401	2135	1,24	2,25	971			
50 % 87 kg	949	431	2489	1,10	2,07	1214			
60 % 102 kg	949	424	2573	0,94	1,85	1341			
70 % 120 kg	894	388	2320	0,76	1,56	1466			
80 % 137 kg	879	365	2358	0,65	1,38	1545			

Komentář: Testovaný má nejvyšší hodnoty průměrného výkonu 949 W. Je to čtvrtá nejvyšší hodnota testového souboru. Této hodnoty bylo dosaženo při průměrné rychlosti 1,10/0,94 m/s a vyvinutí síly 1214/1341 N. Z tabulky vyplývá, že se jedná o typ, který dokáže udržet relativně vysokou úroveň rychlosti při různé intenzitě zátěže. Při 30 % OM je průměrná rychlost zaznamenána 1,44 m/s (třetí nejlepší hodnota) a při intenzitě 80 % OM je průměrná rychlost 0,65 m/s (třetí nejlepší hodnota). Zde platí, že testovaný dokáže vykonat vysokou rychlost proti odporu a vykazuje známky dobré úrovně rychlé síly.

Test akcelerační rychlosti na 20 m	1. úsek	2. úsek	3. úsek
Čas s	2,94 / 2,93	3,00 / 3,00	3,00 / 3,00

Komentář: Nejrychlejšího času bylo dosaženo v prvním úseku a to 2,94 s. V rámci tohoto testování je také důležité si uvědomit fakt, že testovaný má 203 cm a může těžit z délky kroku. Druhý a třetí úsek značí mírný pokles v rychlosti.

Výpočet relativní síly	1 Opakovací maximum - Mrtvý tah - trapbar (kg)	Tělesná hmotnost a tělesná výška	Výsledek
1 OM: BW	172,5 kg	93 kg, 203 cm	1,85

Komentář: V rámci relativní síly vykazuje testovaný jedny z nejhorších hodnot 1,85. Dělené deváté a desáté místo jsou zapříčiněné zejména vyšší hmotností.

Jméno věk	M.Š. - 20 let	1OM - Mrtvý tah - trapbar	172,5 kg			
	Průměrný výkon (W)	Částečný průměrný výkon (W)	Max. výkon (W)	Průměrná rychlost (m/s)	Max. rychlost (m/s)	Max. síla (N)
30 % 52 kg	675	384	2085	1,30	2,32	948
40 % 70 kg	771	427	1953	1,21	2,05	1042
50 % 87 kg	863	431	2147	1,10	1,92	1227
60 % 102 kg	866	400	2278	0,93	1,76	1356
70 % 120 kg	964	443	2470	0,87	1,63	1515
80 % 137 kg	1055	460	2739	0,78	1,56	1758

Komentář: Tento sportovec je unikátní z celého testového souboru tím, že jako jediný dokázal dosáhnout vrcholu při intenzitě 80 % OM. Průměrná rychlost 1,30 m/s při 30 % OM značí až sedmý nejlepší výsledek ale průměrná rychlost 0,78 m/s při 80 % OM je nejlepší hodnota z celého testového souboru. Průměrný výkon 1055 W je druhý nejlepší výsledek a hodnota vyvinutí síly 1758 N je také nejlepší hodnota. Testovaný tedy dokázal vyvinout největší množství síly s nejrychlejší průměrnou rychlostí ze všech testovaných. Z výsledků je patrné, že má velice dobrou úroveň rychlé síly, protože dokáže vyvinout vysokou úroveň síly ve velké rychlosti.

Test akcelerační rychlosti na 20 m	1. úsek	2. úsek	3. úsek
Čas	2,93 / 2,94	3,12 / 3,12	3,10 / 3,10

Komentář: V prvním úseku bylo dosaženo nejrychlejšího času 2,94 s. V druhém a třetím úseku nastal veliký časový propad. Z hlediska techniky nebylo nic změněno, ale domnívám se, že nastal úpadek z hlediska motivace. Uspokojení s časem.

Výpočet relativní síly	1 Opakovací maximum - Mrtvý tah - trapbar (kg)	Tělesná hmotnost a tělesná výška	Výsledek
1 OM: BW	172,5 kg	93 kg, 189 cm	1,85

Komentář: Z hlediska relativní síly se jedná opět o jeden z horších výsledků. Dělení deváté a desáté místo s hodnotou 1,85.

Jméno věk	J.S. - 21 let	1OM - Mrtvý tah - trapbar	160 kg	Průměrný výkon (W)	Částečný průměrný výkon (W)	Max. výkon (W)	Průměrná rychlost (m/s)	Max. rychlost (m/s)	Max. síla (N)
30 % 47 kg	485	291	844	1,03	1,69	778			
40 % 65kg	650	363	1408	1,02	1,49	988			
50 % 80kg	729	400	1575	0,93	1,53	1096			
60 % 95 kg	742	362	1874	0,86	1,60	1210			
70 % 112 kg	717	343	1787	0,71	1,36	1274			
80 % 127 kg	741	317	1850	0,63	1,28	1384			

Komentář: Hodnota 742 W (60 % OM) průměrného výkon je jedna z nejhorších v rámci celého souboru (desáté místo). Tento sportovec při práci s 30 % OM dokázal vyvinout průměrnou rychlost 1,03 m/s což je stejně jako hodnota průměrného výkonu jedna z nejhorších. Naopak při práci s 80 % OM dosáhl průměrné rychlosti 0,63 m/s, což byla čtvrtá nejlepší hodnota, při vyvinutí síly to bylo 1384 N. Úroveň vyvinuté síly byla nízká oproti ostatním, jedná se tedy sportovce, který při vyšší intenzitě dokáže udržet relativně slušnou rychlost pohybu, ovšem nejedná se o nadprůměrné hodnoty.

Test akcelerační rychlosti na 20 m	1. úsek	2. úsek	3. úsek
Čas	3,18 / 3,20	3,36/ 3,40	3,28 / 3,30

Komentář: Nejrychlejšího času bylo dosaženo v prvním úseku, a to 3,19 s. V druhém úseku nastal časový propad, ve třetím úseku nastalo mírné zlepšení, které ovšem nestačilo na první úsek. Jedná se o druhý nejpomalejší čas.

Výpočet relativní síly	1 Opakovací maximum - Mrtvý tah - trapbar (kg)	Tělesná hmotnost a tělesná výška	Výsledek
1 OM: BW	160 kg	94 kg, 183 cm	1,7

Komentář: Úroveň relativní síly s hodnotou 1,7 je nejnižší z celého testového souboru.

Jméno věk	J.F. - 18 let	1OM - Mrtvý tah - trapbar	160 kg	Průměrný výkon (W)	Částečný průměrný výkon (W)	Max. výkon (W)	Průměrná rychlost (m/s)	Max. rychlost (m/s)	Max. síla (N)
30 % 47 kg	706	433	1680	1,50	2,40	948			
40 % 65kg	828	459	2187	1,30	2,25	987			
50 % 80kg	831	423	2063	1,06	1,86	1081			
60 % 95 kg	820	382	2019	0,88	1,67	1233			
70 % 112 kg	720	299	1901	0,69	1,39	1299			
80 % 127 kg	740	339	1679	0,59	1,14	1405			

Komentář: Nejmladší z testovaných má nejvyšší hodnotu průměrného výkonu 831 W (50 % OM). Vzhledem k věku a ukazatelům v tabulce je patrné, že není ještě rozvinutý silový potenciál tohoto sportovce. Při práci s 30 % OM dokázal vyvinutou nejvyšší průměrnou rychlost 1,50 m/s ze všech testovaných. V průběhu každého navýšení závaží ovšem rychlost klesá a při práci s 80 % OM je průměrná rychlost 0,59 m/s, což je šestá nejvyšší průměrná rychlost a 1405 N je až devátá nejvyšší hodnota při vyvinutí síly.

Test akcelerační rychlosti na 20 m	1. úsek	2. úsek	3. úsek
Čas	2,94 / 2,97	3,03 / 3,04	3,04 / 3,04

Komentář: Nejlepšího výsledku je dosaženo v prvním úseku 2,96 s. V druhém a třetím nastává mírný pokles výkonu. Jedná se o šestý nejrychlejší běh.

Výpočet relativní síly	1 Opakovací maximum - Mrtvý tah - trapbar (kg)	Tělesná hmotnost a tělesná výška	Výsledek
1 OM: BW	160 kg	80 kg, 179 cm	2 kg

Komentář: Úroveň relativní síly s hodnotou 2 je na dobré úrovni. Jedná se o dělené šesté a sedmé pomyslné umístění.

Jméno věk	D.H. - 21 let	1OM - Mrtvý tah - trapbar		190 kg	Průměrná rychlost (m/s)	Max. rychlost (m/s)	Max. síla (N)
		Průměrný výkon (W)	Částečný průměrný výkon (W)				
30 % 57kg	699	403	1796	1,23	2,12	976	
40 % 75kg	801	419	1855	1,09	1,86	1188	
50 % 95kg	1296	382	1766	0,86	1,54	1296	
60 % 115 kg	767	338	1907	0,68	1,34	1422	
70 % 132 kg	730	313	1720	0,56	1,14	1524	
80 % 152 kg	780	375	1591	0,52	0,94	1741	

Komentář: Tento sportovec vykazuje nejvyšší hodnotu průměrného výkonu 1296 W (50 % OM) a druhou nejvyšší úroveň vyvinuté síly při 80 % OM 1741 N. Z hlediska rychlosti provedení se naopak jedná o jednoho z nejpomalejších. 30 % OM bylo provedeno průměrnou rychlostí 1,23 m/s, což je až devátá nejvyšší hodnota a při 80 % OM bylo dosaženo průměrné rychlosti 0,52 m/s, která značí druhou nejhorší hodnotu z celého souboru. Jedinec vykazuje známky velice dobré úrovně maximální síly, nedokáže ovšem proti odporu vykonat vysokou rychlost pohybu.

Test akcelerační rychlosti na 20 m	1. úsek	2. úsek	3. úsek
Čas	2,97 / 2,93	2,97 / 2,94	2,93 / 2,95

Komentář: Nejrychlejšího času, a to 2,94 s bylo dosaženo v posledním úseku. Hodnoty jednotlivých úseku vykazují minimální rozdíly. Tento sportovce je tělesnou výškou nižší postavy, jeho běh vykazoval známky vysoké frekvence pohybu. Jedná se o pátý nejrychlejší čas

Výpočet relativní síly	1 Opakovací maximum - Mrtvý tah - trapbar (kg)	Tělesná hmotnost a tělesná výška	Výsledek
1 OM: BW	190 kg	72 kg, 177 cm	2,63

Komentář: Hodnota 2,63 je nejlepší hodnotou ze všech testovaných.

Jméno věk	D.B. - 20 let	1OM - Mrtvý tah - trapbar	140 kg	Průměrný výkon (W)	Částečný průměrný výkon (W)	Max. výkon (W)	Průměrná rychlost (m/s)	Max. rychlost (m/s)	Max. síla (N)
30 % 40 kg	572	321	1673	1,46	2,59	762			
40 % 55 kg	712	404	1720	1,32	2,24	863			
50 % 70 kg	755	363	2005	1,10	2,06	1005			
60 % 85 kg	742	341	2107	0,89	1,77	1050			
70 % 85 kg	759	355	2014	0,79	1,60	1135			
80 % 112 kg	704	300	1984	0,54	1,24	1491			

Komentář: Hodnota 759 W průměrného výkonu při intenzitě 70 %, je sedmá nejvyšší hodnota v rámci testového souboru. Úroveň průměrné rychlosti při 30 % OM byla 1,46 m/s, což je druhá nejlepší hodnota. Při intenzitě 80 % OM byla průměrná rychlost 0,54 m/s, to je až devátá nejvyšší hodnota. Vyvinutá největší síla při 80 % OM byla 1491 N, sedmá nejvyšší hodnota. Jedná se o sportovce s nižší úrovní maximální síly, který dokáže při nízké intenzitě fungovat oproti dalším testovaným ve vyšších průměrných rychlostech, s narůstající intenzitou ovšem rychlost rychle klesá.

Test akcelerační rychlosti na 20 m	1. úsek	2. úsek	3. úsek
Čas	3,10 / 3,10	3, 14 / 3,16	3, 18 / 3,20

Komentář: Nejrychlejšího času bylo dosaženo v prvním úseku. Bylo to 3,10 s. Druhý a třetí úsek vykazují výkonnostní propad. Jedná se o devátý nejrychlejší čas.

Výpočet relativní síly	1 Opakovací maximum - Mrtvý tah - trapbar (kg)	Tělesná hmotnost a tělesná výška	Výsledek
1 OM: BW	140 kg	70 kg, 182 cm	2

Komentář: Úroveň relativní síly s hodnotou 2 na rozmezí šesté a sedmé nejlepší hodnoty v rámci testového souboru.

Jméno věk	J.K. - 20 let	1OM - Mrtvý tah - trapbar	145 kg	Průměrný výkon (W)	Částečný průměrný výkon (W)	Max. výkon (W)	Průměrná rychlost (m/s)	Max. rychlost (m/s)	Max. síla (N)
30 % 42 kg	586	345	1667	1,39	2,27	839			
40 % 58 kg	671	352	1616	1,18	1,98	906			
50 % 72 kg	666	343	1552	0,97	1,69	1026			
60 % 87 kg	708	341	1705	0,85	1,56	1101			
70 % 100 kg	676	294	1800	0,69	1,41	1194			
80 % 115 kg	620	243	1626	0,56	1,25	1252			

Komentář: Nejvyšší hodnota průměrného výkonu 708 W (60 % OM) je nejslabší hodnota z celého testového souboru. Průměrná rychlost při 30 % OM 1,39 m/s je čtvrtá nejlepší hodnota a průměrná rychlost 0,56 m/s při 80 % OM je sedmá nejlepší hodnota v rámci souboru. 1252 N při 80 % OM je nejslabší hodnota v celém souboru. Testovaný vykazuje pouze při nízké intenzitě známky vyšší průměrné rychlosti pohybu, s narůstající zátěží klesá jak průměrná rychlost pohybu, tak množství vyvinuté síly.

Test akcelerační rychlosti na 20 m	1. úsek	2. úsek	3. úsek
Čas	3,09 / 3,03	3, 18 / 3, 20	3, 16 / 3,20

Komentář: Nejrychlejší čas byl dosažen v prvním úseku 3,06 s. V druhém a třetím úseku byly zaznamenány mírně zhoršené časy. Jedná se sedmý nejrychlejší čas.

Výpočet relativní síly	1 Opakovací maximum - Mrtvý tah - trapbar (kg)	Tělesná váha a výška	Výsledek
1 OM: BW	145 kg	73 kg, 173 cm	1,98 kg

Komentář: Úroveň relativní síly 1,98 je osmá nejvyšší v rámci testového souboru.

Jméno věk	M. S. - 23 let	1OM - Mrtvý tah - trapbar		160 kg			
	Průměrný výkon (W)	Částečný průměrný výkon (W)	Max. výkon (W)	Průměrná rychlost (m/s)	Max. rychlost (m/s)	Max. síla (N)	
30 % 47 kg	576	341	1461	1,25	2,21	805	
40 % 65 kg	710	426	1627	1,15	1,95	1011	
50 % 80 kg	824	415	1808	1,05	1,78	1138	
60 % 95 kg	903	438	1958	0,97	1,66	1297	
70 % 112 kg	917	453	1829	0,85	1,42	1388	
80 % 127 kg	853	414	1730	0,68	1,21	1498	

Komentář: Nejvyšší hodnoty průměrného výkonu bylo dosaženo až ve vyšší intenzitě 70 % OM a to 917 W. Jedná se o pátou nejvyšší hodnotu. V rámci průměrné rychlosti při 30 % OM hodnota 1,25 m/s značí horší úroveň průměrné rychlosti pohybu při nižší intenzitě (až osmá nejlepší hodnota), naopak při průměrné rychlosti při 80 % OM hodnota 0,68 značí druhý nejlepší výsledek v rámci celého testového souboru. Tento sportovec dokáže proti vyšší intenzitě odporu působit vyšší průměrnou rychlostí pohybu, vykazuje známky dobré úrovně rychlé síly.

Test akcelerační rychlosti na 20 m	1. úsek	2. úsek	3. úsek
Čas	3,15 / 3,20	3,06 / 3,10	3,31 / 3,31

Komentář: Nejrychlejšího času bylo dosaženo v druhém úseku, což bylo 3,08 s. První úsek vykazuje o něco pomalejší čas, ve třetím úseku už nastává časový propad. Jedná se o osmý nejrychlejší čas.

Výpočet relativní síly	1 Opakovací maximum - Mrtvý tah - trapbar (kg)	Tělesná hmotnost a tělesná výška	Výsledek
1 OM: BW	160 kg	79 kg, 183 cm	2,02

Komentář: Úroveň relativní síly 2,02 je pátou nejlepší hodnotou v celém testovém souboru.

Jméno věk	J.J. - 24 let	1OM - Mrtvý tah -trapbar	150 kg	Průměrný výkon (W)	Částečný průměrný výkon (W)	Max. výkon (W)	Průměrná rychlost (m/s)	Max. rychlost (m/s)	Max. síla (N)
30 % 45 kg	587	309	1560	1,33	2,28	800			
40 % 60 kg	665	389	1705	1,13	1,95	940			
50 % 75 kg	757	375	1861	1,03	1,82	1099			
60 % 90 kg	732	344	1768	0,83	1,52	1172			
70 % 105 kg	731	350	1741	0,71	1,32	1258			
80 % 120 kg	729	324	1525	0,62	1,12	1424			

Komentář: Nejvyšší hodnota průměrného výkonu 757 W (50 % OM) je devátou nejlepší hodnotou v rámci testování. Z hlediska průměrné rychlosti při 30 % OM i 80 % OM se jedná o páté nejlepší hodnoty. Množství vyvinuté síly 1424 N při 80 % OM je osmou nejlepší hodnotou. Tento sportovec nevykazuje nadprůměrné ani podprůměrné hodnoty v rámci žádné z probíraných komponent.

Test akcelerační rychlosti na 20 m	1. úsek	2. úsek	3. úsek
Čas	3,29 / 3,30	3,25 / 3,30	3,31 / 3,31

Komentář: Nejrychlejšího času bylo dosaženo v druhém úseku, a to 3.28 s. Tento čas je v rámci celého testového souboru nejpomalejší.

Výpočet relativní síly	1 Opakovací maximum - Mrtvý tah - trapbar (kg)	Tělesná hmotnost a tělesná výška	Výsledek
1 OM: BW	150 kg	71 kg, 175 cm	2,11

Komentář: Hodnota 2,11 v rámci relativní síly je čtvrtou nejlepší hodnotou v rámci celého testového souboru.

Jméno věk	J.P. - 24 let	1OM - Mrtvý tah - trapbar	200 kg	Průměrný výkon (W)	Částečný průměrný výkon (W)	Max. výkon (W)	Průměrná rychlost (m/s)	Max. rychlost (m/s)	Max. síla (N)
30 % 60 kg	860	410	2620	1,07	2,09	1228			
40 % 80 kg	721	336	1987	1,05	1,99	1140			
50 % 100kg	882	382	2394	0,90	1,8	1386			
60 % 120 kg	953	423	2732	0,81	1,63	1588			
70 % 140 kg	906	357	2730	0,66	1,48	1688			
80 % 160 kg	809	323	2113	0,55	1,17	1701			

Komentář: Z hlediska zvednuté zátěže se jedná o nejsilnějšího jedince ze všech testovaných. Nejvyšších hodnot průměrné rychlosti bylo dosaženo 953 W. Je to třetí nejvyšší hodnota. Z hlediska průměrné rychlosti se jedná o sportovce, který při nízké i vysoké intenzitě vykazuje slabší úroveň průměrné rychlosti. Hodnoty 1,07 m/s a 0,55 m/s jsou až desáté resp. osmé nejlepší v rámci testového souboru. Množství vykonané síly při 80 % OM 1701 N je třetí nejlepší hodnotou. Tento sportovec má vysokou úroveň maximální síly, není ovšem schopný tuto sílu produkovat v krátkém čase.

Test akcelerační rychlosti na 20 m	1. úsek	2. úsek	3. úsek
Čas	2,96 / 2,94	3,03 / 3,03	2,90 / 2,92

Komentář: Nejlepšího času, a to 2.91 bylo dosaženo v třetím úseku. Jedná se o druhý nejrychlejší čas.

Výpočet relativní síly	1 Opakovací maximum - Mrtvý tah - trapbar (kg)	Tělesná hmotnost a tělesná výška	Výsledek
1 OM: BW	200 kg	80 kg	2,5

Komentář: Úroveň relativní síly 2,5 je druhou nejlepší hodnotou v rámci celého testového souboru.

Hypotéza č. 1



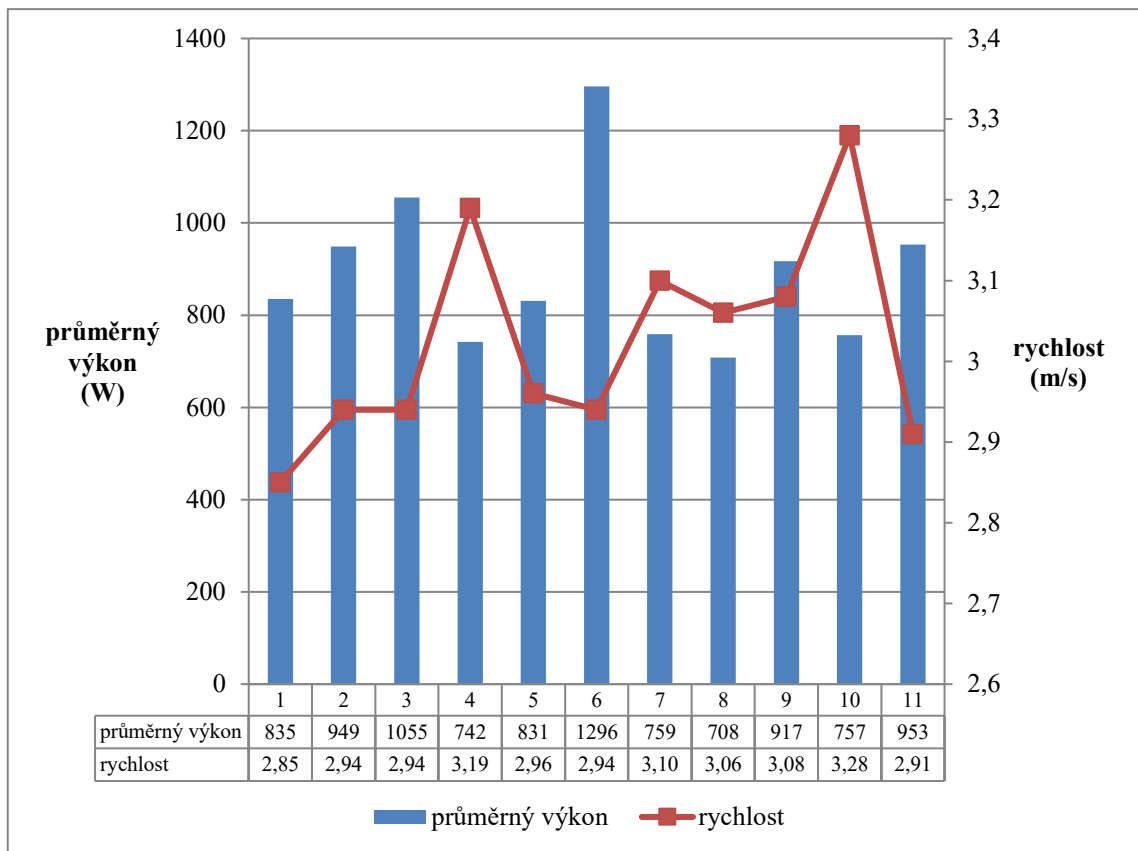
graf 1: Vztah mezi maximální silou a akcelerací

Komentář: V tabulce můžeme vidět modré sloupce, které značí maximální sílu testovaných v kg. Červená křivka značí nejrychlejší čas při testu akcelerace. Čím vyšší je modrý sloupec, tím větší je úroveň maximální síly. Čím níže je umístěna červená tečka, tím bylo dosaženo vyšší rychlosti. Ideální kombinací tedy je vysoký modrý sloupec a nízko položená červená tečka. Pro potvrzení či vyvrácení hypotézy bude porovnáváno ve všech třech hypotézách **prvních šest nejvyšších** hodnot z v rámci dané hypotézy, tedy více než polovina testové skupiny.

1. (J. P.) 1OM 200 kg, čas 2,91 s (**druhý nejrychlejší čas**)
2. (L. K.) 1OM 190 kg, čas 2,85 s (**nejrychlejší čas**)
3. (D. H.) 1OM 190 kg, čas 2,94 s (**třetí nejrychlejší čas**)
4. (T. L.) 1OM 172,5 kg, čas 2,94 s (**třetí nejrychlejší čas**)
5. (M. Š.) 1OM 172,5 kg, čas 2,94 s (**třetí nejrychlejší čas**)
6. (J. F.) 1OM 160 kg, čas 2,96 s (**čtvrtý nejrychlejší čas**)

Dle označení je patrné, že tato hypotéza může být potvrzena, protože prvních šest nejlepších testovaných z hlediska zvednuté zátěže má také šest nejlepších časů v rámci akcelerační rychlosti. **Hypotéza č. 1: Potvrzena.**

Hypotéza č. 2



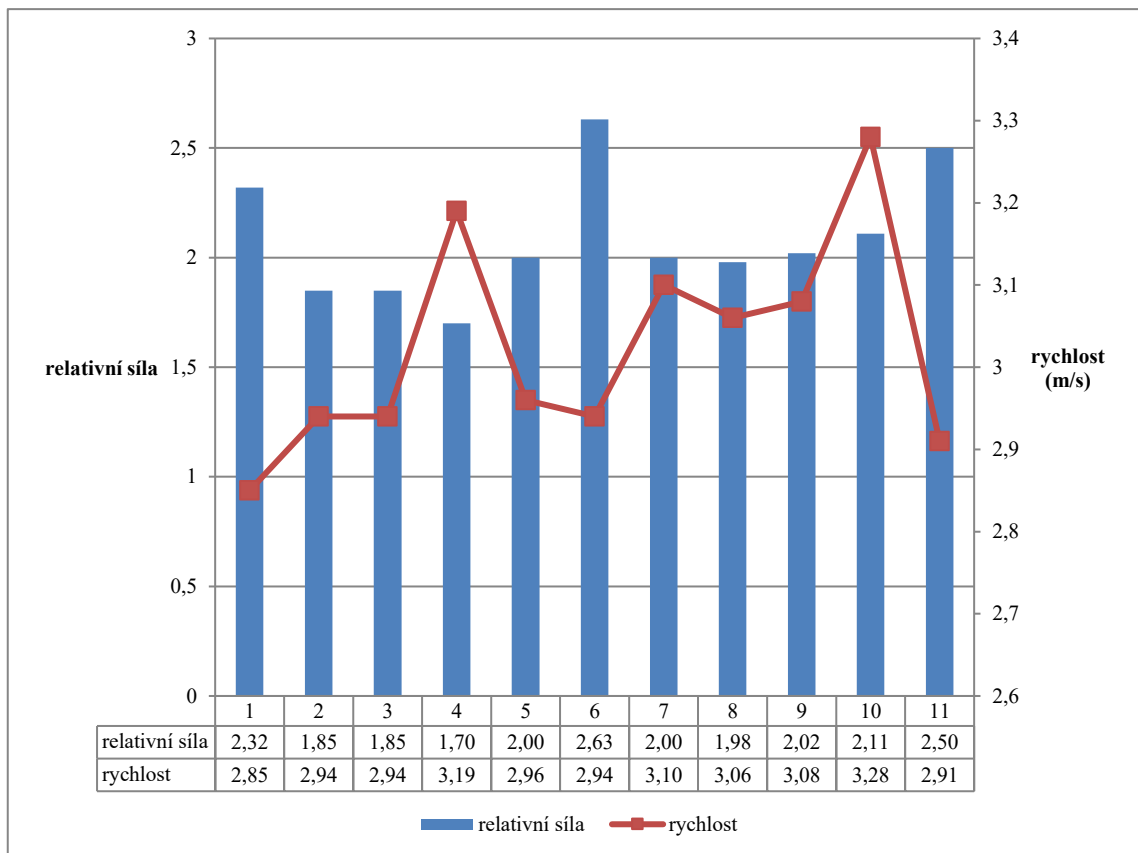
graf 2: Vztah mezi průměrným výkonem a akcelerací

Komentář: V rámci této hypotézy bude porovnáván vztah mezi nejvyššími hodnotami průměrného výkonu W a časy z akceleračního testování. V grafu můžeme vidět stejný způsob zobrazení jako u hypotézy č. 1. Pro potvrzení hypotézy je tedy za potřebí co nejvyšší modrý sloupec a na něm co nejnižše položený červený bod.

1. (D. H.) 1296 W, čas 2,94 s (**třetí nejrychlejší čas**)
2. (M. Š.) 1055 W, čas 2,94 s (**třetí nejrychlejší čas**)
3. (J. P.) 953 W, čas 2,91 s (**druhý nejrychlejší čas**)
4. (T. L.) 949 W, čas 2,94 s (**třetí nejrychlejší čas**)
5. (M. S.) 917 W, čas 3,08 s (**šestý nejrychlejší čas**)
6. (L. K.) 835 W, čas 2,85 s (**nejrychlejší čas**)

V rámci této hypotézy můžeme vidět, že testovaní, kteří měli třetí a druhý nejrychlejší čas v akcelerační rychlosti, vyprodukovali nejvyšší hodnoty průměrné rychlosti. Mezi šestici nejvyšších výkonů se dostal i testovaný, který měl až šestý nejrychlejší čas v rámci akcelerační rychlosti (čtvrtá nejvyšší hodnota průměrného výkonu). Šestou nejvyšší hodnotu průměrného výkonu měl testovaný s nejlepším výsledkem v testu akcelerační rychlosti. V rámci této hypotézy opět můžeme potvrdit, že ti, kteří vykazovali nejvyšší hodnoty, byli taktéž nejrychlejší, ovšem ne už s tak jasným výsledkem, jako u první hypotézy. Ti, kteří měli čtvrtý a pátý nejrychlejší čas, se nevešli do prvních šesti nejvyšších hodnot. **Hypotéza č. 2: Potvrzena.**

Hypotéza č. 3



graf 3: Vztah mezi relativní silou a akcelerací

Komentář: V této hypotéze byl zkoumán vztah relativní síly (maximální síla s ohledem na tělesnou hmotnost) k akcelerační rychlosti. V rámci grafu platí stejné znázornění jako u dvou předešlých. Modrý sloupec reprezentuje hodnoty relativní síly a červená tečka rychlost. Pro potvrzení hypotézy je za potřebí opět vysoký modrý sloupec a nízko položená červená tečka.

1. (D. H.) hodnota 2,63 relativní síly, čas 2,91 s (**třetí nejrychlejší čas**)
2. (J. P.) hodnota 2,50 relativní síly, čas 2,91 s (**druhý nejrychlejší čas**)
3. (L. K.) hodnota 2,32 relativní síly, čas 2,85 s (**nejrychlejší čas**)
4. (J. J.) hodnota 2,11 relativní síly, čas 3,28 s (**nejpomalejší čas**)
5. (M. S.) hodnota 2,02 relativní síly, čas 3,08 s (**šestý nejrychlejší čas**)
6. (J. F.) hodnota 2,00 relativní síly, čas 2,96 s (**čtvrtý nejrychlejší čas**)
6. (D. H.) hodnota 2,00 relativní síly, čas 3,10 (**sedmý nejrychlejší čas**)

V rámci této hypotézy můžeme vidět, že na prvních třech místech s nejlepšími hodnotami jsou testovaní s nejrychlejšími časy na akcelerační rychlost. Následují hodnoty, u kterých testovaní dosáhli nejpomalejšího času, šestého a čtvrtého nejrychlejšího času. Z důvodu nejasné odpovědi na hypotézu byla použita ještě jedna hodnota (v rámci relativní síly stejná jako ta na šestém místě) se sedmým nejrychlejším časem. Z výsledků je patrné, že tato hypotéza nemůže být potvrzena.

Hypotéza č. 3: Nepotvrzena.

5. Diskuze

V rámci výsledků se mi potvrdily dvě hypotézy ze tří. První hypotéza, která se mi potvrdila, byla, že jsem předpokládal, že testovaní, kteří zvednou největší zátěž na mrtvý tah s trapbarem budou ti nejrychlejší. Sám jsem si nebyl jistý touto hypotézou, protože literatura v tomto není úplně jednotná. V rámci několika literatur byla popisována vysoká korelace mezi úrovní maximální síly a akcelerační rychlosti. Toto se mi potvrdilo a slučuje se to také s výsledky výzkumů v disertační práci Christophera Bellona (2016) uvedeného hned na úvod této bakalářské práce. Zároveň v rámci dalších učebních textů byl popisován vztah maximální síly a rychlosti co se týče rychlosti pohybu. V těchto textech bylo popisována, že maximální síla je prováděna při pomalé rychlosti a může negativně ovlivnit rychlost kontrakce při provedení akcelerační rychlosti. Dalším bodem, proč jsem si tím nebyl jistý, bylo také to, že v rámci této hypotézy byl brán v úvahu pouze výsledek maximálního závaží na čince bez ohledu na tělesnou hmotnost jedince. V rámci hypotéz jsem čekal splnění spíše hypotézy číslo tři ohledně vztahu relativní síly k akcelerační rychlosti. Tato hypotéza byla potvrzena jen u prvních třech časů akcelerační rychlosti, následně už potvrzena nebyla. Zároveň překvapení pro mne bylo, že hypotéza číslo dvě nebyla jednoznačnější. Myslím si, že je to tím, že spousta z testovaných měla rozvinutou pouze jednu z komponent silové křivky a to buď více silovou, nebo rychlostní. V rámci testového souboru byli pouze dva probandi, kteří dokázali i při vysokém procentuálním zatížení zvedat zátěž ve velké rychlosti a produkovat vysoký výkon. Měli tedy dobrou úroveň rychlé síly. V rámci nepotvrzené třetí hypotézy si myslím, že to bylo také způsobené tím, že na přední místa s hodnotou relativní síly se dostávali sportovci menší postavy a nízké hmotnosti. Moje domněnka z tohoto testování je taková, že ač měli slušnou úroveň absolutní síly vzhledem k tělesné hmotnosti, tak v rámci akcelerační rychlosti nedokázali využít tento potenciál a silnější a mohutnější to dokázali využít lépe. Zároveň si myslím k charakteru délky úseku, že ti menší byli v nevýhodě.

Celé testování probíhalo za jednotných podmínek, počasí bylo stálé, v rámci venkovního testování se teploty pohybovaly okolo 26 °C a bylo slunečno bez dešťových přeháněk. Nebyla tedy ovlivněna kvalita povrchu, na kterém byly absolvovány testy akcelerační rychlosti. V rámci testování v posilovně byl komfort testování zajištěn klimatizovanými prostory, aby nebyl negativně ovlivněn výkon sportovců. Všichni testovaní měli vhodné oblečení a obuv pro všechny části testování.

V rámci testování akcelerační rychlosti všichni měli běžecské boty, nikdo z testovaných neměl tretry, které by mohly ovlivnit výsledek tohoto výzkumu. Pro všechny testované byly zajištěny stejné podmínky pro předvedení maximálního výkonu. Můj soubor nevykazuje známky homogennosti. V souboru jsou zastoupeny tři druhy kolektivních sportů (fotbal, hokej, hokejbal), v rámci testovaných jsou antropomotorické rozdíly (výška, hmotnost, somatotyp) a zúčastnil se nižší počet probandů.

Zároveň je nutno dodat, že je tady spousta faktorů, které mohly ovlivnit výsledek. Začal bych už u samotného testování opakovacího maxima u mrtvého tahu s trapbarem. Toto testování bylo ukončeno dříve, než nastalo technické selhání. Mohl jsem tedy způsobit, že někdo z testovaných nakonec nemusel předvést svůj úplný výkonnostní strop. Dalším faktorem, který mohl ovlivnit výsledek, byla zkušenost se správnou technikou běhu. Příkladem může být testovaný L.K., který teoreticky zná správnou techniku běhu při akceleraci, jen jí nemá plně automatizovanou. Při jednom úseku zkusil využít tento způsob, a ač pohyb mu nebyl plně komfortní, tak zaznamenal nejlepší výsledek z celého testování. Technika běhu tedy mohla ovlivnit testování, bez závislosti na úrovni silových a rychlostních schopností. Nejedná se pouze o techniku běhu, ale také techniku skoku. Skok se vyznačuje trojitou extenzí v hlezenním, kolenním a kyčelním kloubu. Někteří testovaní toho nebyli schopni dosáhnout úplně, takže teoreticky nemuseli naplno využít svůj maximální potenciál. Dalším vlivem na výkon mohou být také morální vlastnosti. Někdo se zúčastnil s nadšením a elánem, protože ho to zajímalo a bavilo. Někdo se zúčastnil pouze jako pomocník bez blízkého vztahu k danému tématu.

6. Závěr

Hlavním cílem této práce bylo komparovat úroveň rychlé síly a akcelerační rychlosti formou testování a zjistit vztah mezi těmito komponentami.

Během vyhodnocení se mi potvrdil úzký a kladný vztah mezi silovými a rychlostními schopnostmi.

První hypotéza porovávající vztah maximální síly a akcelerace byla potvrzena. Druhá hypotéza porovávající průměrný výkon při testování rychlé síly a akcelerace byla taktéž potvrzena. Poslední hypotéza srovnávající vztah relativní síly a akcelerace potvrzena už nebyla.

Tato práce může být přínosem do sportovní praxe díky potvrzení, že úroveň maximální síly a rychlé síly má pozitivní vliv na úroveň akcelerační rychlost. Je důkazem, že i do tréninku rychlostních schopností by měl být zahrnut trénink silových schopností.

Rád bych v budoucnu při psaní diplomové práce navázal na tuto práci ohledně této problematiky a chtěl bych ji zpracovat v širším rozsahu a detailněji

Seznam zdrojů

Literární zdroje

1. ALECSANDRI, Vasile. *Comparative study regarding the development level of reaction and movement speed in 10-12-year-old children*. Scientific Journal of Education, Sports and Health. 2016, roč. 17, č. 2, s. 169-175.
2. ALECSANDRI, Vasile. *Study regarding the development of speed through specific basketball means and methods in sixth grade students*. Sport and Society / Sport Si Societate. 2014, roč. 14, s. 24-35.
3. BAECHLE, Thomas R a Barney R GROVES. *Weight training: steps to success*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, c1998. ISBN 08-801-1718-4.
4. BAKER, Daniel. *The effects of an in-season of concurrent training on the maintenance of maximal strength and power in professional and collegeaged rugby league football players*. J. Strength Cond. Res. 15: 172-177, 2001.
5. BEDŘICH, Ladislav. *Fotbal: rituální hra moderní doby*. Brno: Masarykova univerzita, 2006. ISBN 80-210-3927-2.
6. BELEJ, Michal. *Motorické učenie*. Prešov: Prešovská univerzita, 2001. ISBN 978-80-8068-0411
7. BELLON, Christopher. *The Relationship Between Strength, Power, and Sprint Acceleration in Division I Men's Soccer Players*. East Tennessee, 2016. Electronic Theses and Dissertations. Paper East Tennessee State University.
8. BLAHUŠOVÁ, Eva. *Wellness: Fitness*. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-0891-x.
9. BOMPA, Tudor O a Michael CARRERA. *Periodization training for sports*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, c2005. ISBN 978-0-7360-5559-8.
10. CISSIK, John M a Michael BARNES. *Sport speed and agility*. Monterey, Calif.: Coaches Choice, c2004. ISBN 1-58518-875-1.
11. ČELIKOVSKÝ, Stanislav. *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu: celostátní vysokoškolská učebnice pro posluchače fakult tělesné výchovy a sportu*. 3., přeprac. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1990. Učebnice pro vysoké školy (Státní pedagogické nakladatelství). ISBN 80-04-23248-5.

12. DOVALIL, Josef. *Lexikon sportovního tréninku. 2.*, upr. vyd. Praha: Karolinum, 2008. ISBN 978-80-246-1404-5.
13. DUFOUR, Michel. *Pohybové schopnosti v tréninku: rychlost*. Přeložil Josef DOVALIL, přeložil Petra BASAŘOVÁ, přeložil Aleš KAPLAN, přeložil Andrea MOTTLOVÁ, přeložil Michal ŠILHAVÝ. Praha: Mladá fronta, 2015. Edice Českého olympijského výboru. ISBN 978-80-204-3461-6.
14. DYLEVSKÝ, Ivan, Olga MRÁZKOVÁ a Rastislav DRUGA. *Funkční anatomie člověka*. Praha: Grada, 2000. ISBN 80-7169-681-1.
15. FUSEK, Radomír. *Zjišťování závislosti mezi explozivní silou horních končetin a výkonem při sprintu na kajaku u vodních slalomářů*. Praha, 2016. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu. Vedoucí práce PhDr. Milan Bílý PhD.
16. JEBAVÝ, Radim, Vladimír HOJKA a Aleš KAPLAN. *Kondiční trénink ve sportovních hrách: na příkladu fotbalu, ledního hokeje a basketbalu*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-247-4072-0.
17. KOMOROVSKÝ, Róbert. str. 58. 2017, Ph.D, *Explozivní síla dolních končetin a agilita hráče stolního tenisu*. Brno, 2017. Diplomová práce, MASARYKOVA UNIVERZITA Fakulta sportovních studií. Vedoucí práce Mgr. Pavel Vacenovský.
18. KOHLÍKOVÁ, Eva. *Fyziologie člověka: učební texty pro trenérskou školu FTVS UK v Praze*. V Praze: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2004. ISBN 80-863-1731-5.
19. LEHNERT, Michal, Martin KUDLÁČEK, Pavel HÁP, Jan BĚLKA., et al. *Sportovní trénink I*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-4330-0 (e-kniha).
20. MALÝ, Tomáš a Josef DOVALIL. *Doplňkový odpor v tréninku rychlostních schopností*. Praha: Mladá fronta, 2016. Edice Českého olympijského výboru. ISBN 978-80-204-4274-1.
21. MĚKOTA, Karel a Jiří NOVOSAD. *Motorické schopnosti*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005. ISBN 80-244-0981-x.
22. MITCHELL, Nick a Johnattan TAYLOR., *Principles of muscle building program design*. Ed. Nick Mitchell, 2017. ISBN 978-1-5272-1684-6.

23. MORAVEC, Roman. *Teória a didaktika výkonnostného a vrcholového športu*. 1. vyd. Bratislava: Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského v Bratislave, 2007. ISBN 9788089075317.
24. NÁPRAVNÍK, Pavel. *Srovnání úrovně agility s maximální silou dolních končetin měřenou pomocí leg pressu u hráčů fotbalu v dorostenecké kategorii*. Praha, 2017. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu. Vedoucí práce PhDr. Petr Šťastný, Ph.D.
25. NUZZO, Jim et al., *Relationship between countermovement jump performance and multijoint isometric and dynamic tests of strength*. J. Strength. Cond. Res. 23: 699-707, 2008.
26. PERIČ, Tomáš. *Sportovní příprava dětí*. 2., dopl. vyd. Praha: Grada, 2008. Děti a sport. ISBN 978-80-247-2643-4.
27. PERIČ, Tomáš a Josef DOVALIL. *Sportovní trénink*. Praha: Grada, 2010. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-802-4721-187.
28. Peterson, MD, RHEA, MR, and ALVAR, BA. *Applications of the dose-response for muscular strength development: A review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription*. J. Strength Cond. Res. 19: 950–958, 2005.
29. PETR, Miroslav a Petr ŠŤASTNÝ. *Funkční silový trénink*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2012. ISBN 978-80-86317-93-9.
30. POLIQUIN, Charles. *The Poliquin Principles: Successful Methods for Strength and Mass Development*. Dayton Publications a Writers Group, 1997
31. PSOTTA, Rudolf. *Fotbal: kondiční trénink: moderní koncepce tréninku, principy, metody a diagnostika, teorie sportovního tréninku*. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-0821-3.
32. SHARKEY, Brian J a Steven E GASKILL. *Sport physiology for coaches*. Champaign, IL: Human Kinetics, c2006. ISBN 0-7360-5172-4.
33. SOZAŃSKI, Henryk. *Trening szybkości*. Warszawa: Sport und Technik, 1981. ISBN 8321723349.
34. STONE, MH, O'BRYANT, HS, McCOY, L, COGLIANESE, R, LEHKHUKL, M, and SHILLING, B. *Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps*. J. Strength Cond. Res. 17: 140 147, 2003.

35. SSTONE, MH, SANBORN, K, O'BRYANT, HS, HARTMAN, M, STONE, ME, PROULX, C, WARD, B, and HRUHY, J. *Maximum strengthpower performance relationships in collegiate throwers*. J. Strength Cond. Res. 17: 739-745, 2003.
36. STOPPANI, Jim. *Velká kniha posilování*. 1. Vydání Praha 2008, Grada Publishing a.s. ISBN 978-80-247-2204-70.
37. VANDERKA, Marian. *Silový trénink pre výkon*. Bratislava: Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport, 2013. ISBN 978-80-8-9075-40-9.
38. ZATSIORSKY, Vladimir M. *Science and practice of strength training*. Champaign, IL 1995, Human Kinetics.
39. ZATSIORSKY, Vladimir M a William J KRAEMER. *Silový trénink: praxe a věda*. Praha: Mladá fronta, 2014. Edice Českého olympijského výboru. ISBN 978-80-204-3261-2.

Internetové zdroje

<https://publi.cz/books/149/09.html>

<https://www.scienceforsport.com/force-velocity-curve/>

<https://tendosport.com>

<http://boxlifemagazine.com>

<http://zakladyanatomie.estranky.cz>

<http://researchgate.com>

<http://thebarbellphysio.com>

<http://boxrox.com>

Přílohy

Seznam obrázků

Obrázek 1: Model hierarchické struktury pohybových schopností	15
Obrázek 2: Přemístění.....	25
Obrázek 3: Výraz do telemarku	25
Obrázek 4: Trh do hlubokého dřepu	25
Obrázek 5: CMJ	26
Obrázek 6: Silově - rychlostní křivka	33
Obrázek 7: Silově - rychlostní křivka po tréninku spec. elementů.....	35
Obrázek 8: Stavba kosterního svalu.....	37
Obrázek 9: Stopky Olympia	83
Obrázek 10: Mrtvý tah s trapbarem	83
Obrázek 11: Tendo power analyzer	83

Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozdělení základních složek kondice.....	16
Tabulka 2: Vztah metodotvorných komponent posilování.....	18
Tabulka 3: Metody silového tréninku	19
Tabulka 4: Vztah velikosti odporu a maximálního počtu opakování	20
Tabulka 5: TUT	22
Tabulka 6: Interval odpočinku.....	22

Tabulka 7: Dělení svalových vláken.....	40
Tabulka 8. Dělení svalových vláken.....	41
Tabulka 9: Orientační údaje o energetickém potenciálu	43
Tabulka 10: Podíl energetických systémů v závislosti na době trvání a maximální možné intenzitě.....	43
Tabulka 11: Energetický základ pohybových schopností.....	44

Seznam grafů

graf 1: Vztah mezi maximální silou a akcelerací.....	68
graf 3: Vztah mezi průměrným výkonem a akcelerací	70
graf 4: Vztah mezi relativní silou a akcelerací	72

Seznam zkratk

OM= Opakovací maximum

1OM= Jedno opakovací maximum

MJ – Motorické jednotky



Obrázek 10: Mrtvý tah s trapbarem



Obrázek 9: Stopky Olympia



Obrázek 11: Tendo power analyzer

Tendosport.com

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

Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 25. 6. 2018

Podpis předkladatele:



Vyjádření Etické komise UK FTVS

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

Členové: prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 105/2018

dne: 24. 6. 2018

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6
- 20 -


podpis předsedkyně EK UK FTVS

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

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Komparace rychlé síly a akcelerační rychlosti

Forma projektu: výzkumná práce - bakalářská práce

Období realizace: červen 2018 – červenec 2018

Předkladatel: Jan Pechr

Hlavní řešitel: Jan Pechr

Místo výzkumu (pracoviště): UK FTVS- posilovna, atletický ovál

Vedoucí práce (v případě studentské práce): PhDr. Radim Jebavý, Ph.D.

Popis projektu: Bakalářská práce bude zkoumat komparaci rychlé síly a akcelerační rychlosti. Jedná se o experiment, při kterém probandí budou otestováni ve dvou částech. První testování bude realizováno v posilovně FTVS UK a druhé testování na atletickém oválu UK FTVS. První část obsahuje testování jednoho cviku. Výskyly s hex-barem po jednom opakování. Testování začíná se třiceti procenty až po devadesát procent maximální zátěže pro jedno opakování. Přidávání zátěže bude po deseti procentech nahoru. Účastníci budou postupovat po jednom opakování a budou mít po každém opakování čtyř minutový odpočinek k úplnému zotavení. Účastníci budou znát své maximum na daný cvik. Sběr dat bude zaznamenáván v posilovně pomocí zařízení Tendo Unit, které pomůže zjistit nejlepší hodnoty z celého měření pro trénink rychlé síly. Druhá část měření obsahuje motorický test na 10m, který charakterizuje akcelerační rychlost. Sběr dat bude zajištěn pomocí fotobuněk. Práce bude komparovat tyto testování z hlediska toho, jestli se potvrdí vztah nejsilnější=nejrychlejší.

Charakteristika účastníků výzkumu: Předpokládaný počet účastníků je 10. Věkové ohraničení 20-25 let, muži i ženy. Probandi jsou zdravotně způsobilí, bez zdravotních komplikací. Skladba účastníků je z řad registrovaných sportovců napříč sporty, které vyžadují akcelerační rychlost a také mají zkušenosti z posilovny a mají platnou zdravotní prohlídku. Zároveň se tohoto výzkumu nemůžou zúčastnit osoby bez dostatečných zkušeností se silovým tréninkem.

Výběr účastníků: Výběr bude průběžně s předstihem konzultován s vedoucím práce na základě kontraindikací a zkušeností probandů se silovým tréninkem a charakterem sportu účastníků, případně po dohodě s lékařem. Kontraindikace: Horečnatá nebo akutní zánětlivá onemocnění. Bezprostředně po jídle. Celkové vyčerpání organismu. Krvácející poranění, rozsáhlejší zmoždění, zlomeniny. Otoky nejasného původu, akutní onemocnění. Svalová zranění. Rekonvalescence po zranění a onemocnění.

Zajištění bezpečnosti: Jedná se o neinvazivní metodu. Výzkum bude prováděn na UK FTVS v posilovně a atletickém ovále. Testování se můžou zúčastnit pouze osoby, které mají zkušenost se silovým tréninkem. Rizikem může být zranění z důvodu nedostatečného rozcvičení. Testování je prováděno v maximální možné intenzitě, které vyžaduje kvalitní rozcvičení, proto účastníci budou mít dostatečný časový prostor na kvalitní rozcvičení. Dalším rizikem může být zranění z důvodu nezvládnuté techniky při zvedání těžkého závaží v posilovně. Této práci se zúčastní pouze účastníci, kteří mají zkušenosti se silovým tréninkem, aby se maximálně eliminovalo toto riziko. V případě potřeby je zajištěna dopomoc při provádění cviku. Dopomoc zajišťuje silově- kondiční trenér Jan Pechr, který má certifikační zkoušku NCSC (National Certificate in Strength and conditioning), kterou zajišťuje Elite Performance Institute. Tato certifikační zkouška je akreditována pod NSCA (National Strength and Conditioning Association). Účastníci budou mít adekvátní podmínky k tomu, aby testování bylo realizováno maximálně bezpečně a efektivně. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.

Etické aspekty výzkumu: Testování se zúčastní pouze dospělé osoby. Účastníci budou označeni pořadovým číslem v rámci výzkumu, testování tedy bude probíhat anonymně. Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v bakalářské práci, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS, odborných časopisech, monografiích, případně prezentována na konferencích. Po anonymizaci budou osobní data smazána. V případě pořízení fotodokumentace během testování bude neanonymizovaná fotodokumentace po ukončení výzkumu smazána. Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmažáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince.

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

Text informovaného souhlasu: přiložen

Povinnosti všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

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

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci bakalářské práce na UK FTVS s názvem Komparace rychlé síly a akcelerační rychlosti prováděné na UK FTVS v posilovně a na atletickém oválu.

1. Cílem je komparace rychlé síly a akcelerační rychlosti při testování v posilovně a na atletickém ovále.
2. Bakalářská práce je prováděna formou experimentu. Testování v posilovně, které charakterizuje rychlou sílu a testování na atletickém ovále, které testuje akcelerační rychlost.
3. Jedná se neinvazivní metodu. Sběr dat bude probíhat pomocí Tento unit pro testování v posilovně a pomocí fotobuněk pro atletický ovál.
4. Testování probíhá na dvě části. První část probíhá v posilovně UK FTVS, kde budete provádět jeden cvik. První část obsahuje testování jednoho cviku, výskoky s hex-barem po jednom opakování. Testování začíná se třiceti procenty až po devadesát procent maximální zátěže pro jedno opakování. Přidávat zátěž budete po deseti procentech nahoru. Budete postupovat po jednom opakování a budete mít po každém opakování čtyř minutový odpočinek k úplnému zotavení. Druhé testování probíhá na atletickém oválu UK FTVS, kde budete testováni ve sprintu na 10 m. Každý z Vás bude mít 3 pokusy, mezi nimi odpočinek pro úplné zotavení. První testování včetně rozcvičení trvá hodinu, druhé testování včetně rozcvičení 45 minut.
4. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.
5. Testování bude probíhat po Vašem zaškolení, poučení a informování o celém procesu testování. Rizika plynoucí z nedostatku zkušeností se silovým tréninkem jsou eliminována možností účasti v tomto výzkumu pouze Vám, kteří máte zkušenosti se silovým tréninkem.
6. Budete mít dostatečný časový prostor na rozcvičení a odpočinek v rámci testování. Bude Vám zajištěna dopomoc u silového cvičení po celou dobu testování. Dopomoc zajišťuje osoba proškolená, znající problematiku cviku. Dopomoc zajišťuje silově- kondiční trenér Jan Pechr, který má certifikační zkoušku NCSC (National Certificate in Strength and conditioning), kterou zajišťuje Elite Performance institute. Tato certifikační zkouška je akreditována pod NSCA (National Strength and Conditioning And Association). Komfort testování bude zajištěn tak, aby nebyli vystaveni nežádoucím rizikům a mohl se maximálně bezpečně a efektivně zúčastnit testování.
7. Přínos této práce může být pro trenéry a studenty pokud se v tréninku zaměřují na zlepšení akceleračních rychlostí u dospělých pomocí tréninku rychlé síly.
8. Vaše účast v projektu nebude finančně ohodnocena. Výzkumu se zúčastňuje dobrovolně. Do výzkumu nebudete zařazeni s horečnatým nebo akutním zánětlivým onemocněním. S krvácejícím poraněním, rozsáhlejším zmožděním, zlomeninami, s otoky nejasného původu, se svalovým zraněním. V rekonvalescenci po zranění a nemoci. Celkové vyčerpání organismu. Bezprostředně po jídle.
9. Výsledky bakalářské práce budou zveřejněny v rámci UK FTVS v elektronické podobě v repozitáři závěrečných prací UK, eventuálně po vyžádání na emailové adrese: janpechr5@gmail.com
10. Budete označeni pořadovým číslem v rámci výzkumu, testování tedy bude probíhat anonymně. Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v bakalářské práci, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS, odborných časopisech, monografiích, případně prezentována na konferencích. Po anonymizaci budou osobní data smazána. V případě pořízení fotodokumentace během testování bude neanonymizovaná fotodokumentace po ukončení výzkumu smazána. Anonymizace vaší osoby na fotografiích bude provedena začerněním/rozmažáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince.
11. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele hlavního řešitele projektu **Jan Pechr** Podpis:

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Podpis:.....

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

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis: