

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

**Ovplyvnenie hypertrofie svalstva aplikovaním vybraných
posilňovacích metód**

Bakalárska práca

Vedúci bakalárskej práce:

Prof. Ing. Václav Bunc, CSc.

Vypracoval:

Juraj Macho

Praha, august 2014

Prehlasujem, že som túto bakalársku prácu spracoval samostatne a že som uviedol všetky použité informačné zdroje a literatúru. Táto práca ani jej podstatná časť nebola predložená k získaniu iného alebo rovnakého akademického titulu.

V Prahe, dňa

.....

Podpis diplomanta

Evidenčný list

Súhlasím so zapožičaním svojej bakalárskej práce k študijným účelom. Užívateľ svojím podpisom potvrdzuje, že túto bakalársku prácu použil k štúdiu a prehlasuje, že ju uvedie medzi použitou literatúrou.

Meno a priezvisko:

Fakulta / katedra:

Dátum požičania:

Podpis:

Pod'akovanie

Týmto by som chcel poďakovať vedúcemu práce Prof. Ing. Václavovi Buncovi, CSc. za jeho čas a odborné rady počas písania práce. Takisto by som chcel poďakovať za umožnenie priebežných meraní v laboratóriu športovej motoriky.

Abstrakt

Názov: Ovplyvnenie hypertrofie svalstva aplikovaním vybraných posilňovacích metód

Ciele: Cieľom práce je zistiť, či má na nárast svalovej hmoty väčší vplyv posilňovanie s využitím 70 – 80 % 1-RM pri 8. – 12. opakovaníach, alebo metóda s využitím 90 – 95 % 1 - RM pri 3. – 6. opakovaníach pri nezmenenej diéte počas doby intervencie.

Metódy: V rámci práce sme použili meranie zloženia tela pomocou prístroja BIA 2000 (Data Input, Darmstadt, Nemecko) a meranie somatotypu použitím softwaru Antropo 2000.2

Výsledky: Po vykonaní intervencie a následnom meraní zloženia tela sme zistili, že po druhom mesiaci došlo v porovnaní s prvým mesiacom k väčšiemu nárastu celkovej telesnej vody o 1 %. Na základe tohto výsledku sme sa dopracovali k záveru, že v prípade intervenovanej osoby má na nárast svalovej hmoty väčší vplyv metóda s využitím 90 – 95 % 1-RM pri 3. – 6. opakovaníach.

Kľúčové slová: svalová sila, silový tréning, svalový objem, výživa

Abstract

Title: The Effect of Selected Strengthening Methods on Muscle Hypertrophy

Objectives: The aim of this thesis is to find out which of the two selected strengthening methods has bigger influence on muscle hypertrophy. The first one consists of 70 – 80 % 1-RM and 8 – 12 repetitions. The second one consists of 90 – 95 % 1-RM and 3 – 6 repetitions. Dietary wasn't changed during the intervention.

Methods: Bioimpedance analysis and somatotype measurement were used.

Results: According to the measurements of body composition obtained after applying the two methods we found out that there was 1 % increase of total body water after the second month of intervention. Based on this fact, the method 90 – 95 % 1-RM and 3 – 6 repetitions proved to be more efficient concerning the growth of muscles.

Keywords: muscle strength, strength training, muscle mass, nutrition

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

ATP	adenozíntrifosfát
KP	kreatínfosfát
GH	growth hormone (rastový hormón)
RM	repetition maximum (opakovacie maximum)
TUT	time under tension (doba trvania svalového napätia)
GI	glykemický index
GL	glykemická nálož
BCAA	branched chain amino acid (vetvené aminokyseliny)
cal	kalória
J	joul
kcal	kilokalória
ECM	extracelulárna hmota
BCM	bunečná hmota
TH	telesná hmotnosť
BMR	basal metabolic rate (bazálny metabolizmus)
TBW	total body water (celková telesná voda)
m	hmotnosť
ICW	intracelulárna voda
ECW	extracelulárna voda
TPH	tukoprotá hmota
BIA	bioelektrická impedancia

OBSAH

Úvod.....	10
1 LITERÁRNY ROZBOR SKÚMANEJ PROBLEMATIKY.....	11
1.1 Anatómia a fyziológia svalstva	12
1.1.1 Svalstvo hladké	12
1.1.2 Svalstvo priečne pruhované srdečné.....	12
1.1.3 Svalstvo priečne pruhované	12
1.1.4 Motorická jednotka priečne pruhovaného svalu.....	14
1.1.5 Nervosvalový prenos na kostrovom svale	15
1.1.6 Receptorové systémy	16
1.1.7 Kontrakcia svalu	17
1.1.8 Typy svalov a svalových vlákien.....	18
1.2 Základy silového tréningu.....	21
1.2.1 Zásobovanie svalu energiou.....	21
1.2.2 Svalová adaptácia	22
1.2.3 Hormonálna adaptácia	23
1.2.4 Počet opakovaní a veľkosť odporu	24
1.2.5 Rýchlosť a tempo kontrakcií.....	25
1.2.6 Interval odpočinku	25
1.2.7 Stanovenie 1-RM	26
1.2.8 Somatotyp	26
1.3 Výživa	27
1.3.1 Sacharidy	27
1.3.2 Bielkoviny.....	28
1.3.3 Tuky	30
1.3.4 Načasovanie príjmu živín po záťaži	30

1.3.5	Energia potravy	31
1.3.6	Rozloženie vody v tele.....	32
1.4	Zhrnutie riešenej problematiky	33
2	CIEĽ, HYPOTÉZA A ÚLOHY PRÁCE.....	35
2.1	Cieľ práce	35
2.2	Hypotéza	35
2.3	Úlohy práce	35
3	METODIKA PRÁCE	36
3.1	Skúmaný súbor.....	36
3.2	Meranie a testovanie	36
3.2.1	Meranie zloženia tela	36
3.2.2	Určenie somatotypu	37
3.2.3	Stanovenie opakovacieho maxima.....	37
3.3	Tréningové cykly počas intervencie.....	38
3.4	Sledovanie príjmu makronutrientov.....	43
3.5	Rozsah platnosti	46
4	VÝSLEDKY PRÁCE, DISKUSIA	47
5	ZÁVER	52
6	POUŽITÁ LITERATÚRA	53
	Prílohy	55

ÚVOD

Pohybový prejav je spojený so životom človeka od nepamäti. Už v počiatkoch ľudstva musel byť človek vybavený istým stupňom kondície, aby bol pre seba schopný zabezpečiť potravu a tým pádom prežiť. Postupom doby sa táto potreba menila v mocenskú snahu, kde silový tréning zohrával primárnu úlohu pri výcviku armád a schopnosti človeka prežiť vojenské konflikty.

V Antickom Grécku bol dokonalosťou označovaný ideál harmonického súladu a vyváženosti telesnej a duševnej krásy, nazývaný tiež Kalokagathia. Od 19. storočia sa tento pojem používal najmä v spojitosti s telesnou výchovou a športom a stala sa dôležitým prvkom novodobej olympijskej myšlienky. Takisto socha Myrónovho Diskobola ukazuje mladíka, ktorý sa s vypätím všetkých síl chystá odhodiť disk. Na jeho tele môžeme pozorovať línie hlavných svalových partií a úponov svalov.

Spojitosť histórie a silového rozvoja odzrkadľujú aj slová gréckeho filozofa Sokrata, ktorý hovorí, že žiadny človek nemá právo byť amatérom čo sa týka fyzického tréningu a že je hanbou starnúť bez spozorovania krásy a sily, ktorej je schopné ľudské telo.

Tento citát sa dá dokonale preniesť aj do dnešnej doby, kedy máme možnosť vidieť fitness centrá plné ľudí snažiacich sa o zlepšenie výzoru svojho tela, či už nabratím svalového objemu, alebo redukciou podkožného tuku. Častou z otázok býva, akým spôsobom sa dá nabrat' svalový objem, akou cestou sa dopracovať ku svalovej hypertrofii. Na trhu je veľké množstvo literatúry, ktorá sa zaoberá zásadami silového rozvoja. Avšak nakoľko každý človek je individualitou, žiadna kniha nedokáže predniesť univerzálny tréningový plán, ktorý by bol 100 % úspešný. Táto práca ako prípadová štúdia je okrem všeobecného pohľadu na problematiku naberania svalovej hmoty zameraná hlavne na detailnejší rozbor dvoch posilňovacích metód.

V teoretickej časti tejto práce sú priblížené základy anatómie a fyziológie svalu, z čoho sa sval skladá a ako funguje. Takisto je venovaný priestor otázke výživy, najmä príjmu makronutrientov vzhľadom na cieľ našej práce. V praktickej časti sú davané do pozornosti dve odlišné metódy posilňovania, jedna je charakteristická vyšším počtom opakovaní pri nižšej hmotnosti, zatiaľ čo druhá metóda vychádza z nižšieho počtu opakovaní s vyššou hmotnosťou záťaže. Mojou snahou je aplikáciou týchto dvoch metód na sebe samom zistiť, ktorá je v danom prípade účinnejšia.

1 LITERÁRNY ROZBOR SKÚMANEJ PROBLEMATIKY

Pohyb môžeme definovať ako základný atribút a spôsob existencie a tiež ako aj prvok možnosti zmeny polohy v priestore a čase. Pohybová činnosť je určitým prejavom pohybových schopností a zručností zameraných na splnenie konkrétneho pohybového cieľa. Tento cieľ vychádza z potrieb organizmu a dá sa charakterizovať ako aktívny účelový proces riadený vnútornými potrebami objektu (Hošková, 1998 – uvedené v Pech, 2010).

Pohybová činnosť je daná 2 determinantmi. Prvou z nich je už vyššie spomenutá pohybová zručnosť, druhou z determinant je stav pohybového aparátu – svalstva. Na rozvoj svalstva sa dá pozeráť z dvoch uhlov. Jednak je to funkčný rozvoj, ktorý je charakteristický lepšími silovými výsledkami ako predpokladom zlepšovania sa v danom športovom odvetví. Jednak vizuálny rozvoj ako predpoklad estetickej stránky. Nevyhnutnou súčasťou či už funkčného alebo vizuálneho rozvoja svalstva je dostatočná úroveň poznatkov z oblasti anatómie a morfológie pohybového aparátu, silového tréningu a v neposlednom rade z oblasti výživy. V nasledujúcich riadkoch sa budeme týmto zložkám venovať bližšie.

1.1 Anatómia a fyziológia svalstva

Podľa Čiháka (2001) sa rozoznávajú tri hlavné druhy svalových tkanív:

- Svalstvo hladké
- Svalstvo priečne pruhované
- Svalstvo priečne pruhované srdečné

1.1.1 Svalstvo hladké

Dylevský (2009) hovorí, že hladká (orgánová) svalovina tvorí svalové vrstvy v stenách väčšiny dutých orgánov (ciev). Je roztrúsená i vo väzive kože, v púzdre sleziny a v dúhovke oka. Základnou stavebnou a funkčnou jednotkou hladkého svalstva je vretenovitá svalová bunka (myocyt). Bunky sú k sebe veľmi tesne priložené, preto sa vrstvami hladkých buniek veľmi dobre šíri podráždenie. Hladké svalstvo je riadené autonómnymi nervami (sympatikom a parasympatikom) a látkovými podnetmi – látkami typu tkanivových hormónov. U hladkej svaloviny nie sú vytvorené nervosvalové ploténky. Abrahams (2014) dodáva, že hladké svalstvo nie je pod vedomou kontrolou mozgu, je ovládané mimovoľne a nachádza sa v oblastiach mimo kostru.

1.1.2 Svalstvo priečne pruhované srdečné

Srdečná svalovina je základom srdečnej steny, myokardu. Stavebnými a funkčnými jednotkami srdečnej svaloviny sú cylindrické bunky srdečného svalu (myokardocyty), ktoré sú veľmi tesne prepojené do funkčného syntícia vytvárajúceho priestorové siete. Malá časť myokardu je usporiadaná do systému svaloviny špecializovanej na tvorbu a vedenie vzruchu. Tejto svalovine, ktorá sa stavbou a funkciou líši od pracovného myokardu, hovoríme prevodný srdečný systém. Srdečná svalovina má teda vlastný inervačný systém a autonómna inervácia iba koriguje frekvenciu srdečných sťahov (Dylevský, 2009).

1.1.3 Svalstvo priečne pruhované

Pre potreby našej práce nás bude najviac zaujímať práve priečne pruhované svalstvo. V nasledujúcich riadkoch sa bližšie pozrieme na tento typ svalstva a priblížime si jeho fungovanie.

Podľa Dylevského (2009) je priečne pruhovaná (kostrová) svalovina základným tkanivom kostrových svalov. Kostrové svaly tvoria hybnú, motorickú (efektorovú) zložku pohybového systému. Svalové vlákno je mnohoadrový útvar. Vlákna majú valcovitý tvar s kónickými koncami. U väčšiny svalov beží jedno vlákno od začiatku svalu až ku svalovému úponu. Extrémne dlhé svaly majú vlákna zaradené za sebou – v sérii. Na povrchu svalových vlákien je membrána (sarkolema) podobná svojou štruktúrou bunecnej membráne. V cytoplazme, sarkoplazme svalového vlákna, sú okrem desiatok jadriér a ďalších bunkových organel uložené pozdĺžne orientované vlákienka (myofibrily). Okolo myofibril sú početné systémy pozdĺžne i priečne orientovaných trubíc endoplazmatického (sarkoplazmatického) retikula. V systéme týchto trubíc je vysoká koncentrácia vápenatých a horečnatých iontov, ktoré sú nevyhnutné ku svalovej kontrakcii. Na myofibrilách je vo svetelnom mikroskope vidieť striedanie svetlých a tmavých úsekov. Tmavé, anizotrópne úseky (dvojlomné, tzv. A úseky) sa striedajú so svetlými, izotrópnymi úsekmi (jednolomné, tzv. I úseky). Toto vytvára žiháný efekt – priečne pruhovanie. Každý izotrópny úsek je rozdelený tenkou platničkou (telofragmou), tzv. Z líniou. Úsek myofibrily medzi dvomi Z líniami sa nazýva sarkomera. Sarkomery sa skladajú z radov typov submikroskopických myofilamentov, napr. aktínu a myozínu (obr. 1). Sarkomera je teda kontraktílnou jednotkou svalového vlákna.

Kontrakciu sarkomery (teda aj kontrakciu svalu) realizujú dve bielkoviny – myozín a aktín. Pružnosť sarkomery podmieňujú ďalšie dve bielkoviny – titín a nebulín.

Myozín

Myozín je bielkovina, ktorej molekuly majú charakteristický tvar – guľovitú hlavu, ohybný krk a tyčinkovité telo. Pre hlavu s vláknitým krčkom sa tiež používa označenie priečny mostík. Prostredníctvom hlavy reaguje myozín s aktínom. Molekuly myozínu tvoria základ A úsekov myofibril, teda A úsekov sarkomér. Anizotrópny úsek sarkomery je ďalej rozdelený prúžkom H – mezofragmou. Prúžok je miesto, ktoré tvorí už zmienené priečne mostíky myozínu.

Aktín

Aktín je opäť bielkovina tvoriaca v sarkomére tenšie a početnejšie vlákna. Aktínové vlákna sú zakotvené v Z líniách. Vlákna sú zložené z dvoch špirálovito stočených makromolekúl zasahujúcich medzi hrubé myozínové vlákna.

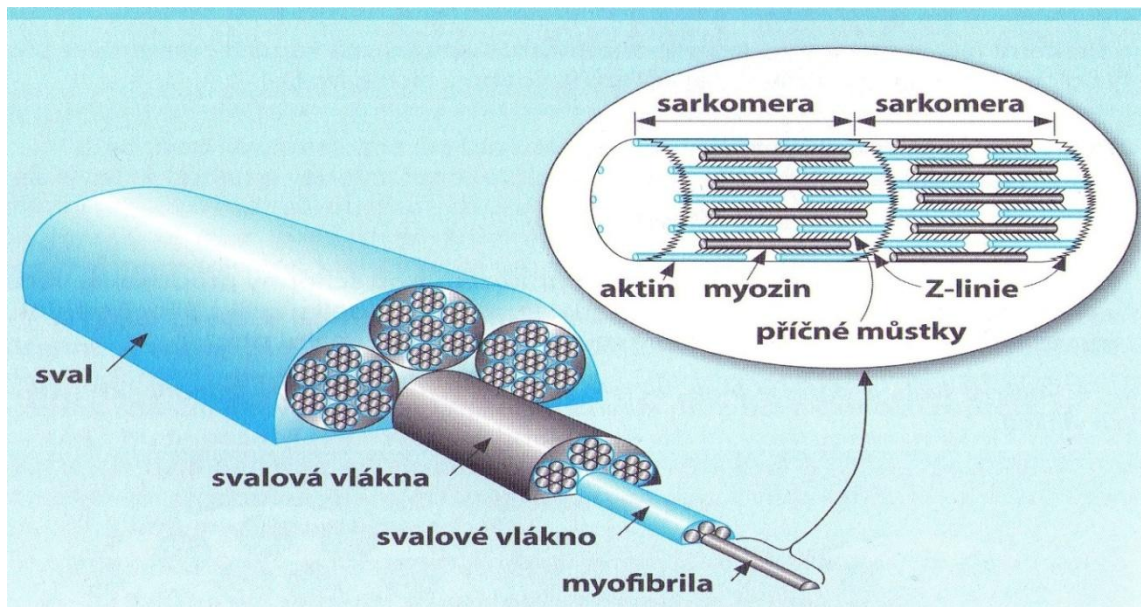
Titín

Molekula titínu je zakotvená do Z a M línie sarkoméry a v relaxovanom svalu zabezpečuje anatomickú kontinuitu sarkoméry. Zároveň fixuje myozínové vlákna v anizotrópnom úseku sarkoméry proti bočnému posunu pri kontrakcii. Titín pri kontrakcii kladie elastický odpor.

Nebulín

Nebulín je lokalizovaný predovšetkým v izotrópnom úseku sarkomery, kde stabilizuje polohu aktínových myofilamentov. Takisto nebulín kladie elastický odpor, ale jeho podiel na celkovej elasticite sarkoméry je zrejme menší.

Obrázok 1: stavba kostrového svalu



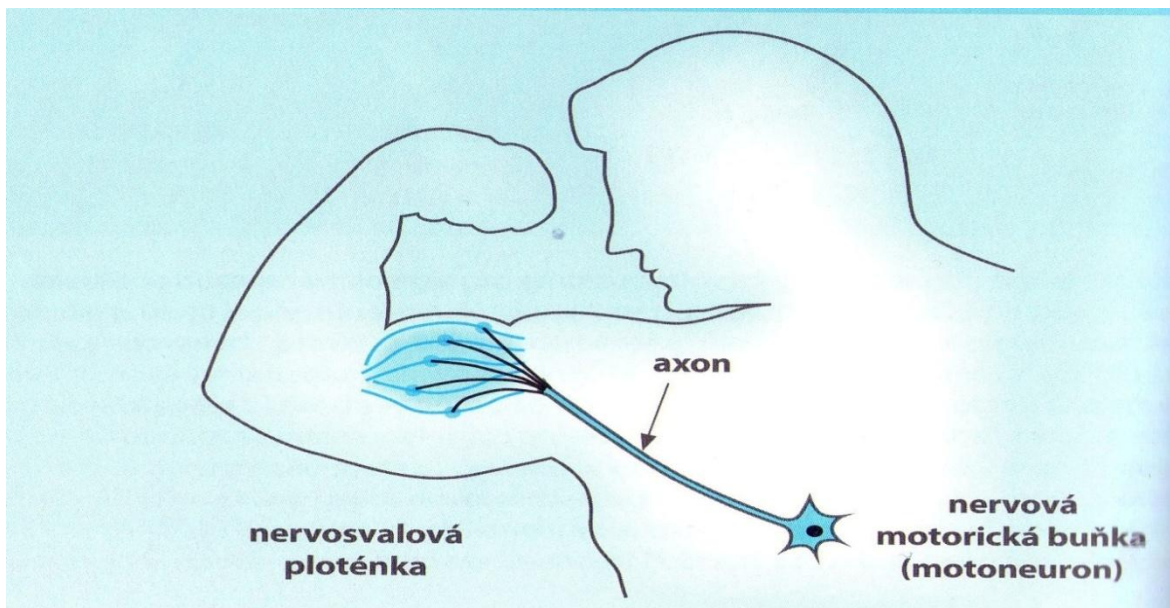
Zdroj: Petr, Šťastný, 2012, s.22

1.1.4 Motorická jednotka priečne pruhovaného svalu

Priečne pruhovaný sval je riadený motorickými nervovými vláknami z predných rohov miešnych. Jeden motoneurón inervuje niekoľko svalových vlákien a vytvára motorickú jednotku. Motorická jednotka je súbor svalových snopcov, ktoré sú funkčne závislé na jednom motoneuróne (obr. 2). Malá motorická jednotka je tvorená 3 – 8 vláknami. Impulz z motoneurónu sa rýchlo prevedie na celú motorickú jednotku a tá

rýchlo zareaguje sťahom. Tento typ jednotiek je častý u svalov, ktoré majú pracovať rýchlo a jemne (napríklad okohybné svaly). Veľké motorické jednotky obsahujú 1500 až 2000 svalových snopcov na jeden motoneurón. Vyskytujú sa hlavne tam, kde sa jedná predovšetkým o dlhodobé udržiavanie napätia k zaisteniu vzpriamenej polohy tela. Väčšina svalov obsahuje oba typy motorických jednotiek, ale podľa funkcie svalu vždy jeden typ prevláda (Rokyta et al., 2000).

Obrázok 2: motorická jednotka kostrového svalu



Zdroj: Petr, Šťastný, 2012, s. 28

1.1.5 Nervosvalový prenos na kostrovom svale

Spojením medzi nervovým vláknom a svalovou bunkou kostrového svalu je modifikovaná synapsia, zvaná nervosvalová ploténka (Rokyta et al., 2000). Jedná sa vlastne o funkčné spojenie dvoch vzrušivých tkanív – svalového vlákna a axónu miešneho motoneurónu. Z funkčného hľadiska ide o vysoko spoľahlivé spojenie, prenášajúce takmer so 100% pravdepodobnosťou všetky akčné potenciály axónu na akčné potenciály sarkolemy (Kittnar et al., 2011).

V kostrovom svale je mediátorom acetylcholin. Naviazanie mediátoru na receptor spôsobí v postsynaptickej membráne otvorenie kanálu pre sodné ióny a vyvolá tak vznik akčného potenciálu svalovej bunky. Tento potenciál sa šíri po celej svalovej

bunke a T- tubulami je odvádzaný tiež k hlbším štruktúram, takže cisterny sarkoplazmatického retikula sú aktivované v podstate naraz. Po aktivácii sarkoplazmatického retikula sa do sarkoplazmy vylejú ióny Ca^{2+} , ktoré sa naviažu na troponín a tým umožnia kontrakciu. Asi po jednej sekunde sú vápenaté ióny aktívne pumpované späť do sarkoplazmatického retikula, kde zostanú uskladnené do príchodu ďalšieho akčného potenciálu. Acetylcholín sa po prenose impulzu uvoľňuje z receptora a odbúrava v synaptickej štrbine enzýmom acetylcholinesterázou. Bez jej prítomnosti by bola táto ploténka vyradená z činnosti a sval by zostal v sťahu. Pri priechode nového akčného potenciálu by sa ďalší vyliaty acetylcholín nemal kam naviazať (Rokyta et al., 2000).

1.1.6 Receptorové systémy

Vnímanie polohy a pohybu vlastného tela (propriocepcia) je založené na súhre radu receptorových systémov. Nás budú zaujímať najmä receptory vo svaloch a šľachách, ktoré slúžia k riadeniu napätia vo svaloch.

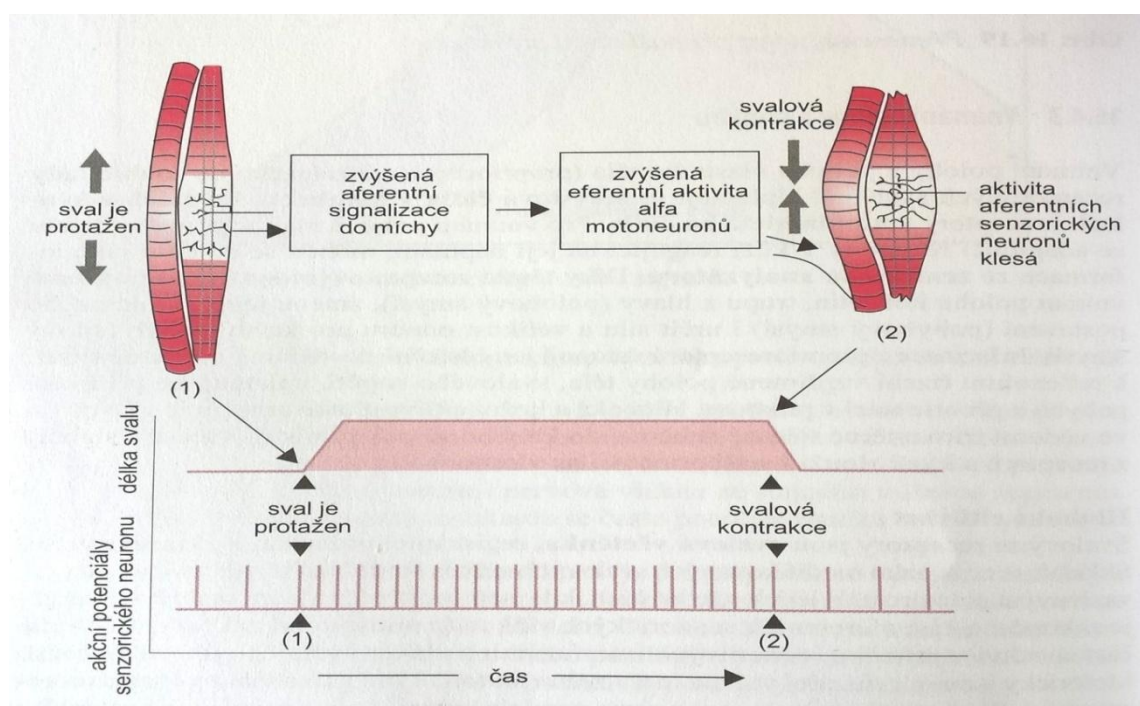
Golgiho šľachové telieska

Golgiho šľachové telieska sú umiestnené v šľachách, v tesnej blízkosti začiatku svalových vlákien. Zvýšené napätia šľachy pri natiahnutí alebo kontrakcií svalu menia prehnutie ich vetvičiek, ktoré sú umiestnené medzi kolagénnymi vláknami šľachy. Prostredníctvom mechanicky riadených iontových kanálov v membráne telieska sa mení membránový potenciál vlákna. Takto vznikajúci receptorový potenciál spúšťa v mieste začiatku myelínovej pošvy salvy akčných potenciálov. Šľachové telieska sú v mieche napojené cez inhibičné interneuróny na motoneuróny inervujúce rovnaký sval. Tlmia ich aktivitu a tým chránia sval pred poškodením pri vysokom napätí. Aktivačným pôsobením na antagonistické svaly je tento účinok posilnený (Kittnar et al., 2011).

Svalové vretienka

Kittnar et al. (2011) uvádzajú, že svalovými receptormi sú svalové vretienka, registrujúce pretiahnutie a skrátenie svalu. Svalové vretienka sú zapojené paralelne medzi svalovými vláknami kostrového svalu. Natiahnutie svalu preto naťahuje i vretienka a zvyšuje tak aktivitu aferentných vlákien z nich vychádzajúcich. Naopak kontrakcia kostrového svalu spôsobuje uvoľnenie svalových vretienok a pokles ich aferentnej signalizácie (obr. 3).

Obrázok 3: činnosť svalových vretienok



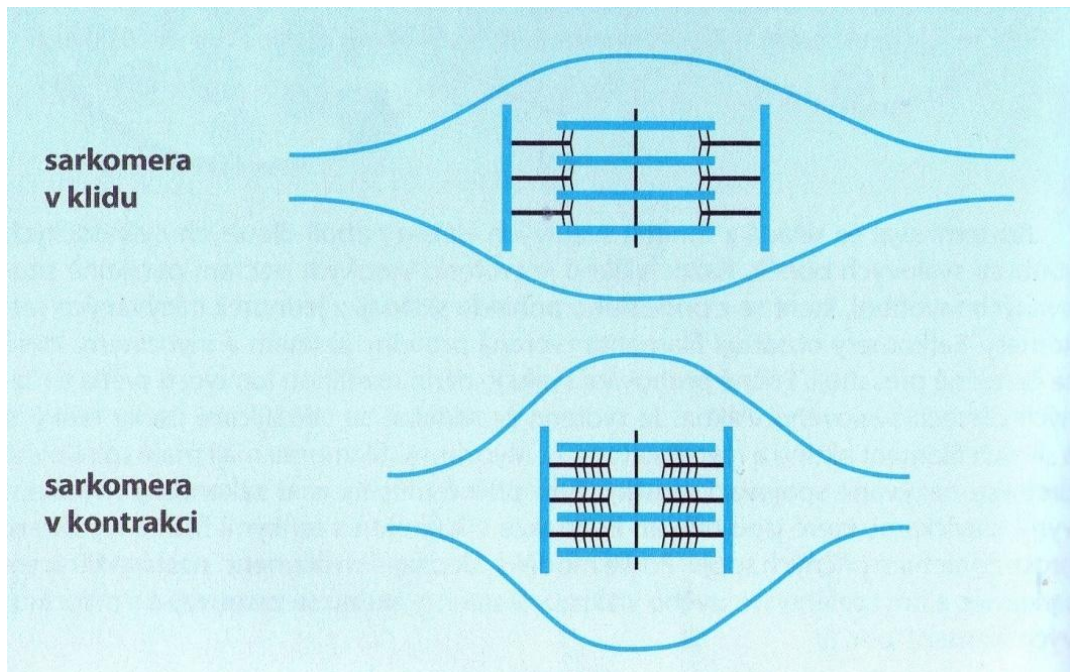
Zdroj: Dylevský, 2009, s. 636

1.1.7 Kontrakcia svalu

Kittnar et al. (2011) tvrdia, že podstatou kontrakcie je vzájomná interakcia medzi aktínovými a myozínovými filamentami vedúca k vzájomnému posunu alebo kĺzaniu aktínových a myozínových filamentov a tým ku skracovaniu svalov (obr. 4). Akčný potenciál, ktorý sa prenesie na svalovú bunku, putuje po membráne, depolarizuje ju a dostáva sa hlboko do vlákna. Spôsobuje depolarizáciu sarkoplazmatického retikula (veľmi bohaté endoplazmatické retikulum, ktorého hlavnou funkciou je skladovať vápenaté ióny, nevyhnutné pre činnosť svalu), ktoré uvoľní veľké množstvo vápenatých iónov a vyplaví ich do sarkoplazmy. Ióny sa priblížia k troponínu a naviažu sa naň. Troponín zmení svoju priestorovú konfiguráciu a umožní tropomyozínu zanoriť sa medzi vlákna aktínu a odkryť tak jeho aktívne miesta. Po týchto aktívnych miestach sa naťahujú hlavy myozínu, kĺžu po nich a vytvárajú spojenie (mostíky) medzi aktínom a myozínom. Myozínové vlákno tak aktívne priťahuje dve aktínové vlákna zakotvené do protiahlých Z prúžkov a tým k sebe tieto prúžky priťahuje. Výsledkom je skrátenie sarkomery, skrátenie myofibrily a tým i skrátenie svalu teda svalový sťah. Čím viac hláv myozínu sa spojilo s aktívnym

miestom aktínu, tým väčšia je sila kontrakcie. Čím viac sa k sebe priblížia vedľajšie Z prúžky, tým viac sa sval skrúti. Sval sa môže maximálne skrútiť na 50 – 70 % svojej kľudovej dĺžky a predĺžiť až na 180 % kľudovej dĺžky (Rokyta et al., 2000).

Obrázok 4: model klzajúcich filamentov



Zdroj: Petr, Šťastný, 2012, s. 22

1.1.8 Typy svalov a svalových vlákien

Väčšina svalov je bohato tvarovo diferencovaná. Vonkajší vzhľad svalu je daný tvarom a počtom svalových brušiek a vzťahom svalových snopcov k úponovej šľache. Dylevský (2009) delí svaly na:

- vretenovité
- jednohlavové a dvojhavové
- ploché a kruhové

Svalom, ktoré majú šikmý priebeh snopcov, hovoríme svaly speredné. Môžu mať nasledujúcu textúru svalových vlákien:

- parálne a parálne prerušované (krajčírsky sval alebo priamy brušný sval)

- úplne a čiastočne sperenú (dlhý ohýbač palca alebo deltový sval)

Svaly sú okolo kĺbu rozložené v skupinách a na vlastné kĺby pôsobia v rôznych smeroch:

- agonisti - svaly pôsobiace a iniciujúce pohyb v jednom smere
- antagonisti – spôsobujú protichodný pohyb
- synergisti – svaly zúčastnené na prevedení určitého pohybu

Súhra agonistov a antagonistov je pre pohyb nesmierne významná. Vývážené pôsobenie týchto protichodných svalových skupín totiž stabilizuje určitú polohu tela i jeho segmentov.

Podľa svojej funkcie Dylevský (2009) svaly ďalej delí na:

- fixačné svaly – v priebehu pohybu je obvykle uvoľnený len pohybujúci sa segment tela. Ostatné časti sú naopak znehybnené, stabilizované a fixované. Svalom, ktoré plnia túto funkciu hovoríme fixačné svaly.
- jednokĺbové svaly – majú vzťah len ku kĺbu, nad ktorým prechádzajú. Pri kontrakcii pôsobí jednokĺbový sval na obe kosti. Vyvoláva preto pohyb vždy len v jednom kĺbe.
- viackĺbové svaly – majú ku kĺbom, nad ktorými prechádzajú, rôzny a v priebehu pohybu meniaci sa vzťah. Kineticky najvýraznejšie sa viackĺbové svaly uplatňujú v kĺbe, ktorý je najbližšie ku svalovému úponu. V kĺboch, ktoré svaly mŕňajú, majú prevažne pomocné a stabilizačné funkcie.

Svalové vlákna majú radu spoločných znakov (predovšetkým anatomických), ktoré dovoľujú ich jednotný obecný popis, ale sval je v skutočnosti heterogénnou populáciou vlákien líšiacich sa radom mikroskopických, histochemických a fyziologických vlastností. Podľa rôznych kritérií Dylevský (2009) rozlišuje štyri typy svalových vlákien (tab. 1):

- pomalé červené vlákna (typ I, SO, slow oxidative)
- rýchle biele vlákna (typ II A, FOG, fast oxidative and glycolytic)
- rýchle červené vlákna (typ II B, FG, fast glycolytic)
- prechodné vlákna (typ III, intermediárne, nediferencované vlákna)

Tab. 1 Anatomická a funkčná charakteristika svalových vlákien

Typ vlákna	Anatomická charakteristika	Funkčná charakteristika
Typ I, SO	Veľmi tenké a bohato kapilarizované	Statické, pomalé pohyby, polohové funkcie
Typ II A, FOG	Stredne silné a kapilarizované	Rýchly a silový pohyb
Typ II B, FG	Veľmi silné a málo kapilarizované	Maximálny silový pohyb
Typ III	Nediferencované vlákna	Nie je známa

Zdroj: Dylevský, 2009, s. 65

- Pomalé červené vlákna (SO) – sú pomerne tenké, majú menej myofibríl, veľa mitochondrií a prítomnosť väčšieho množstva myoglobínu im dodáva červenú farbu. Sú typické veľkým množstvom kapilár. Enzymaticky sú vybavené k pomalším kontrakciám, ale sú vhodné pre pretrhávajúcu, vytrvalostnú činnosť. Sú ekonomickejšie a vhodnejšie pre stavbu svalov zaisťujúcich skôr statické, polohové funkcie a pomalý pohyb. Málo sa unavia, nazývajú sa tiež tonické vlákna (slow fibres).
- Rýchle biele vlákna (FOG) – sú objemnejšie, majú viac myofibríl a menej mitochondrií. Enzymaticky sú vybavené k rýchlejšim kontrakciám, ktoré sú vykonávané veľkou silou, ale po krátku dobu. Sú menej ekonomické a majú len stredné množstvo kapilár. Hodia sa pre výstavbu svalov zaisťujúcich rýchly pohyb vykonávaný veľkou silou. Sú veľmi odolné proti únave. Používa sa tiež názov fázické vlákna (twitch fibres).
- Rýchle červené vlákna (FG) – majú veľký objem, málo kapilár, nízky obsah myoglobínu a nízky obsah oxidatívnych enzýmov. Vďaka silne vyvinutému sarkoplazmatickému retikulu a vysokej aktivite Ca a Mg iontov dochádza u týchto vlákien k rýchlemu sťahu vykonávanému maximálnou silou, ale vlákna sú málo odolné voči únave.

- Prechodné vlákna – predstavujú vývojovo nediferencovanú populáciu vlákien, ktorá je zrejme potenciálnym zdrojom predchádzajúcich troch typov vlákien.

Treba si uvedomiť, že genetická predurčenosť zastúpenia svalových vlákien v kostrových svaloch do istej miery predurčuje i výkonnostné parametre každej osoby. Obecné konštatovanie, že v ľudských svaloch sú takmer rovnomerne zastúpené vlákna prvého a druhého typu dnes neobstojí a údaje pre jednotlivé svaly – aj keď stále neúplné a diskutované – podstatne jasne vypovedajú o heterogenite svalov z hľadiska pomerového zastúpenia jednotlivých typov vlákien (Dylevský, 2009).

1.2 Základy silového tréningu

Podľa Dovalila et al. (2002) charakterizujeme silovú schopnosť ako schopnosť prekonať, udržať alebo brzdiť určitý odpor. Rozlišujeme niekoľko druhov silových schopností:

- absolútna (maximálna) sila – schopnosť spojená s najvyšším možným odporom, môže byť realizovaná pri svalovej činnosti dynamickej (koncentrickej alebo excentrickej) alebo statickej.
- sila rýchla a výbušná (explozívna) – schopnosť spojená s prekonávaním nemaximálneho odporu vysokou až maximálnou rýchlosťou.
- sila vytrvalostná – schopnosť prekonávať nemaximálny odpor opakovaním pohybu v daných podmienkach alebo dlhodobo odpor udržiavať.

1.2.1 Zásobovanie svalu energiou

Kontrakciu a uvoľňovanie svalov zaisťuje látka adenoíntrifosfát (ATP), ktorá vytvára vysokoenergetické chemické väzby. ATP obsiahnutý v malom množstve priamo vo svaloch vystačí na 3, maximálne 4 kontrakcie svalu, prípadne na 1 – 2 s práce svalov pri silnom zaťažení. Kreatínfosfát (KP) zaisťuje vo svaloch ďalšie energeticky bohaté chemické väzby, ktoré bezprostredne zaisťujú spätnú syntézu spotrebovaného ATP, avšak len pri maximálnom zaťažení po dobu 6 – 8 s (20 – 40 kontrakcií svalu). Pri submaximálnom zaťažení prípadne až po dobu 20 s. Pri ďalšej práci svalu sa musia energetické látky ATP a KP postupne vytvoriť rôznymi biologickými oxidačnými procesmi:

- anaeróbnym (bez spotreby kyslíku) štiepením glukózy
- aeróbnym (so spotrebou kyslíku)

Pri svalovom tréningu sa využívajú predovšetkým rýchlo sa obnovujúce energetické zásoby (ATP a KP). Pritom sa vo svaloch nevytvára takmer žiadna kyselina mliečna. Vďaka týmto chemickým procesom sa trénuvaní jedinci dokážu relatívne rýchlo zotaviť medzi jednotlivými cvičeniami (Grosser, Ehlenz, Griebel, Zimmermann, 1999).

1.2.2 Svalová adaptácia

Najviditeľnejšou adaptačnou zmenou v procese silového tréningu je nárast svalovej hmoty, ktorý je vyvolaný dvoma základnými procesmi:

- hypertrofiou svalových vlákien (zväčšenie veľkosti priemeru jednotlivých svalových vlákien)
- hyperplaziou svalových vlákien (zvýšením počtu svalových vlákien)

Hypertrofia svalových vlákien

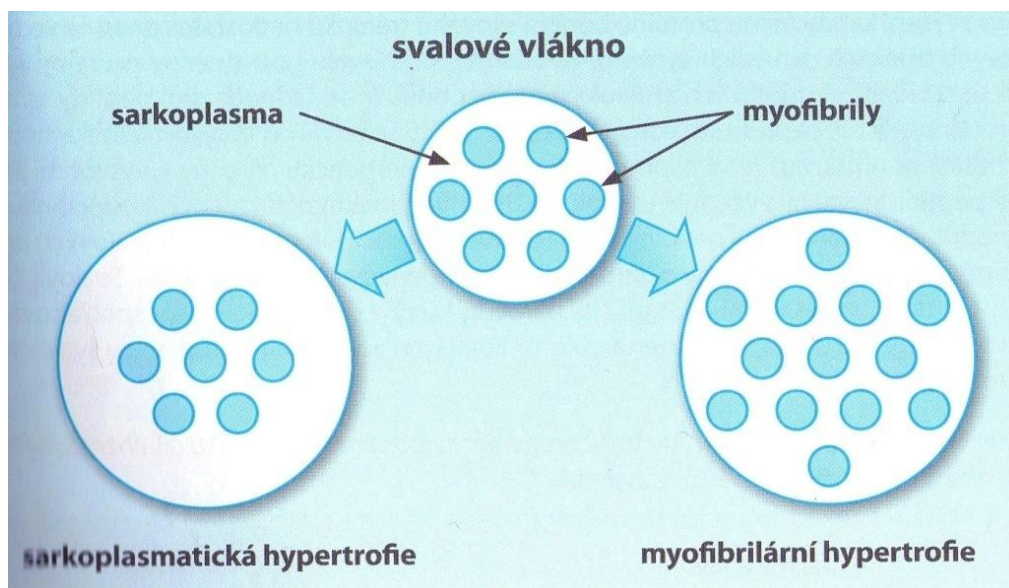
Petr a Šťastný (2012) uvádzajú, že silový tréning vedie ku dvom druhom hypertrofie (obr. 5):

- sarkoplazmatická hypertrofia – dochádza ku zväčšeniu objemu polotekutej substancie zvanej sarkoplazma v medzifibrilárnych priestoroch a ku zväčšeniu objemu ďalších nekontraktilných proteínov, ktoré nemajú priamy vplyv na produkciu sily.
- myofibrilárna hypertrofia – súvisí s navýšením počtu myofibril vo vnútri svalového vlákna, čo znamená viac aktínových a myozínových filamentov alebo kontraktilných častí svalu. Táto hypertrofia je priamo spojená so zvýšením produkcie sily.

Silový tréning teda vedie ako k sarkoplazmatickej tak i k myofibrilárnej hypertrofii, avšak v tejto súvislosti záleží na zvolenom tréningovom postupe. Myofibrilárna hypertrofia je spojovaná s kvalitnejším svalstvom a je častejšie prítomná u vzpieračov. Sarkoplazmatická hypertrofia nie je vo väčšine športových činností priamo žiadúca. V estetických športoch ako je kulturistika, kde svalová funkčnosť je až na druhom mieste, je naopak tento druh hypertrofie žiadúci.

Okrem trvalej svalovej hypertrofie, nastávajúcej v dôsledku adaptácie na silový tréning, existuje ešte krátkodobá hypertrofia, ktorá je prítomná len niekoľko hodín a je výsledkom napumpovania po silovom tréningu. Z veľkej časti je spôsobená akumuláciou tekutín vo svaloch, kedy intenzívny silový tréning vedie ku zvýšeniu vody v intracelulárnych priestoroch, čo vizuálne zväčšuje svalstvo.

Obrázok 5: sarkoplazmatická a myofibrilárna hypertrofia



Zdroj: Petr, Šťastný, 2012, s. 25

Hyperplazia svalových vlákien

Alternatívnym vysvetlením hypertrofie je hyperplazia. Cissik (2012) vysvetľuje, že počas hyperplazie sa svalové vlákna delia do viacerých vlákien. Inými slovami, namiesto dosiahnutia väčšieho objemu svalových vlákien dochádza ku ich početnejšiemu vytvoreniu. Nie je avšak dostatok dôkazov prítomnosti hyperplazie u človeka.

1.2.3 Hormonálna adaptácia

Cissik (2012) uvádza, že hormóny hrajú významnú úlohu v adaptácii na silový tréning. Zväčšovanie svalových vlákien sa začína objavovať po silovom tréningu, v prípade, ak záťaž bola príliš veľká, nastúpi katabolická odpoveď. Naopak, ak bola záťaž primeraná, vyústi to do anabolickej odpovede čoho výsledkom bude syntéza bielkovín.

- Testosterón – je primárny anabolický hormón, pôsobí na primárne a sekundárne pohlavné znaky. Primárne – rast pohlavných orgánov, sekundárne – mužské proporcie, svalstvo, ochlpenie, mutácia.
- Rastový hormón (GH) – navyšuje príjem aminokyselín a bielkovinovú syntézu, čo pozitívne ovplyvňuje hypertrofiu.

- Kortizol – je primárnym katabolickým hormónom. Ak kvôli hladu, stresu, alebo pretrénovaniu organizmus zistí, že nemá dostatok sacharidov, kortizol navýši degradáciu bielkovín zo svalov, čím sa zabezpečí chýbajúca energia. Kortizol teda konvertuje aminokyseliny na sacharidy.

1.2.4 Počet opakovaní a veľkosť odporu

K základným záťažovým parametrom radíme počet opakovaní, veľkosť odporu, rýchlosť kontrakcie a dobu odpočinku. V nasledujúcich častiach sa budeme zaoberať práve týmito parametrami a bližšie sa pozrieme na vyšší počet opakovaní pri nižšej záťaži a nižší počet opakovaní pri vyššej záťaži.

Medzi počtom opakovaní v sérii a daným odporom platí negatívny vzťah – čím vyšší je počet opakovaní, tým nižší musí byť odpor a naopak. K vyjadreniu maximálneho počtu opakovaní s daným odporom slúži termín opakovacie maximum (RM – repetition maximum). Ak cvičenec vykonal 10-RM, znamená to, že vykonal 10 opakovaní s takou hmotnosťou, ktorá mu umožnila dokončiť práve týchto 10 opakovaní.

Zvýšenie intenzity predstavuje vyššiu aktiváciu nervosvalového systému, čoho je dosiahnuté len pri práci na vyšších percentách 1-RM. Zvolený počet opakovaní bude vždy zapadať do neuro – metabolického akcentu. Ten popisuje, že nízke počty opakovaní vyvolajú predovšetkým nervovú adaptáciu a vyššie počty opakovaní ovplyvnia vo vyššej miere adaptáciu metabolickú. Vedecké štúdie mnohokrát potvrdili, že jedinci trénujúci s nízkymi počtami opakovaní dosahujú vyšších prírastkov maximálnej sily oproti tým, ktorí tréningom na vysokých počtoch opakovaní zlepšili silovú vytrvalosť. Čo sa týka počtov opakovaní a veľkosti odporu, významnú úlohu (ako v podstatnej väčšine silového tréningu) zastáva individualita jedinca. Jedinec predisponovaný k rýchlym silovým prejavom s majoritným zastúpením typu IIa a IIb vlákien bude pravdepodobne vždy silnejší a bude tiež ľahšie hypertrofovať (Petr, Šťastný, 2012).

Brown (2007) tvrdí, že najväčšia hormonálna odpoveď je dosiahnutá pri 6. – 12. opakovaníach – v 3. – 4. setoch a pri intenzite vyššej ako 80 % maximálnej sily. Stoppani (2008) hovorí, že zvýšená svalová hypertrofia je patrná predovšetkým pri tréningu maximálnych opakovaní medzi 8 – 12, čo odpovedá zhruba 70 – 80 % maxima. Hakinen a Pakarinen (1993) dokumentujú výrazné zvýšenie hladín rastového hormónu a voľného testosterónu po tréningu so stredne vysokými počtami opakovaní

(10x 10-RM) oproti nepatrnému zvýšeniu po sériách s maximálnymi odpormi (20x 1-RM). Šedivý (2002) uvádza, že existujú dva typy kulturistov. Jeden typ dobre priberá po nižších váhach a vyšších počtoch opakovaní, druhý typ naopak pri použití menšieho počtu sérií a opakovaní, ale s vyššou váhou.

1.2.5 Rýchlosť a tempo kontrakcií

Rýchlosť vždy súvisí s časom a v pojatí jednotlivých kontrakcií práve ich rýchlosť priamo určuje celkovú dobu zapojenia svalu. Tento čas môžeme označiť ako dobu trvania svalového napätia (TUT – time under tension). TUT však vyjadruje len momenty, kedy je sval v skutočnosti zaťažený behom niektorej kontrakcie. Pri jednotlivých opakovaníach behom série sa totiž môžu vyskytovať medzifáze, kedy zaťažovaná svalová skupina priamo nepracuje alebo pracuje len s veľmi nízkou intenzitou. Oplatí sa teda rozlišovať reálnu dobu práce svalovej skupiny od celkovej doby trvania série. Pokiaľ vykonáme 8 rýchlych opakovaní, z ktorých každé bude trvať 0,5 s, výsledný TUT bude rovný 4 s. Pri vykonaní 8-RM s dobou trvania jedného opakovania 5 s je celkový TUT rovný 40 s. TUT teda vedie k viditeľnému rozdielu pri vykonaní série s rovnakým odporom a rovnakým počtom opakovaní. Treba preto brať do úvahy tento parameter s ohľadom na požadovaný výsledok cvičenia (Petr, Šťastný, 2012).

1.2.6 Interval odpočinku

Intervalom odpočinku nazývame pauzu medzi jednotlivými sériami, prípadne cvikmi. Zatsiorsky (1995) tvrdí, že pri tréningu s maximálnymi odpormi (1-5-RM pri 85 – 100 % maxima) je vyžadovaný odpočinok 3 - 5 min., podľa Flecka a Kreamera (2014) až 7 min. Takisto uvádzajú, že interval odpočinku je vyžadovaný o to dlhší, čím vyšší odpor bol použitý vo vykonanej sérii. Petr a Šťastný (2012) dodávajú, že čím viac svaloviny je u cviku zapojených, tým väčšia je potreba odpočinku. Pri mŕtvom ťahu musí byť dĺžka pauzy medzi sériami dlhšia, než je tomu napríklad v tréningu bicepsu alebo tricepsu.

1.2.7 Stanovenie 1-RM

Priama metóda

Zjednodušene povedané, v prípade, že je táto metóda vykonaná svedomito, podáva nám najobjektívnejšie údaje o hodnote opakovacieho maxima. V prípade aplikovania tejto metódy je potrebné prihliadnuť na niekoľko faktorov:

- možnosť zranenia
- príprava na testovanie – dôraz treba klásť na dôkladné zahriatie prípravnými sériami bez zbytočne veľkého objemu zaťažovania. Vychádzame z aspoň približnej hodnoty 1-RM. Po zahriatí a mobilizačných cvičeniach sa odporúča prejsť k špecifickejšim cvičeniam, kde prejdeme postupne od 20 % 1-RM, cez 50 %, 70 % až po 1 opakovanie s 90 % 1-RM. V prípade úspešného respektíve neúspešného pokusu je potreba zvýšiť respektíve znížiť váhu náčinia.
- technika cvičenia

(Farkaš, 2013)

1.2.8 Somatotyp

V súčasnej dobe sa na meranie somatotypu najčastejšie využíva adaptácia podľa Heath – Cartera. Jednotlivé komponenty somatotypu definujú nasledovne:

- endomorfia – sa vzťahuje k relatívnej tlstosti či relatívnej chudosti jednotlivých osôb. Endomorfia teda hodnotí množstvo podkožného tuku a leží na kontinuu od najnižších hodnôt k najvyšším.
- mezomorfia – sa vzťahuje k relatívnemu svalovo – kostrovému rozvoju vo vzťahu k telesnej výške. Mezomorfia môže byť považovaná za chudú telesnú hmotu vo vzťahu k telesnej výške, skladajúcu sa z muskuloskeletálneho systému, mäkkých orgánov a telesných tekutín.
- ektomorfia – vzťahuje sa k relatívnym dĺžkam častí tela. Stanovenie tejto komponenty je založené predovšetkým na indexe podielu výšky k tretej odmocnine hmotnosti.

Nízke hodnotenie v endomorfnej komponente označuje typ jedinca s malým množstvom podkožného tuku, vysoké hodnotenie jedinca s veľkým množstvom podkožného tuku. Nízka hodnota mezomorfie označuje jedinca so slabou kostrou a málo vyvinutým svalstvom, vysoká hodnota typ s markantne kostrovo – svalovým

rozvojom. Nízka hodnota ektomorfnej komponenty označuje jedinca s relatívne krátkymi končatinami, naopak vysoká hodnota označuje typ s relatívne dlhými končatinami, relatívne dlhými segmentmi celého tela a vysokým indexom. Každá z komponent je hodnotená s presnosťou na 0,5 bodu (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

1.3 Výživa

V otázke naberania svalovej hmoty zohráva nesmierne dôležitú úlohu otázka výživy. Najdôležitejšími faktormi, ktoré treba brať v rámci silového tréningu a dosiahnutia požadovaných výsledkov do úvahy, sú:

- správny kalorický príjem
- správne rozvrhnutie a rozdelenie jednotlivých zložiek makronutrientov (bielkoviny, sacharidy, tuky) a mikronutrientov (vitamíny, minerály, stopové prvky)

1.3.1 Sacharidy

Skolnik, Chernus (2011) uvádzajú, že sacharidy obsahujú atómy uhlíku, vodíku a kyslíku. Tieto atómy sú poskladané do jednotlivých molekúl zvaných monosacharidy. Monosacharidy sú teda jednoduché cukry. Termín cukry označuje sacharidy vyznačujúce sa sladkou chuťou, teda väčšinu monosacharidov a niektoré disacharidy. Existujú tri základné druhy monosacharidov:

- glukóza
- fruktóza
- galaktóza

Väčšinou sa monosacharidy párujú do podvojnnej formy (štruktúry) zvanej disacharidy, čo znamená spojenie dvoch jednoduchých cukrov:

- sacharóza = glukóza + fruktóza
- laktóza = glukóza + galaktóza
- maltóza = glukóza + glukóza

Monosacharidy a disacharidy sa obecné radia medzi jednoduché cukry alebo jednoduché sacharidy. Oligosacharidy a polysacharidy patria do skupiny zložených sacharidov. Jedná sa o polyméry či reťazce 3 - 20 cukrových molekúl. Oligosacharidy

sa skladajú z 3 - 9 molekúl monosacharidov. Polysacharidy vzniknú, keď sa mnoho jednoduchých cukrov spojí dohromady a vytvorí polyméry, teda dlhé reťazce zložené z monosacharidov.

Glykemický index a glykemická nálož

Skolnik, Chernus (2011) vysvetľujú, že glykemický index (GI) je hodnotenie sacharidových potravín v tom zmysle, ako rýchlo alebo pomaly zvyšujú hladinu krvnej glukózy alebo krvného cukru v porovnaní so štandardnou potravinou, ktorou je čistá glukóza. Potraviny sú obecné rozdeľované do troch kategórií:

- s vysokým GI
- so stredným GI
- s nízkym GI

Jedlo, ktoré neobsahuje žiadne sacharidy, sa trávi pomalšie, čím redukuje glykemický efekt. Preto pestrá strava, ktorá zahŕňa tuk, bielkoviny a sacharidy, má omnoho nižší GI než sacharidy samotné. GI má niekoľko nevýhod – spôsob prípravy jedla ovplyvňuje GI, veľkosť častíc ovplyvňuje takisto hodnotu GI, zrelosť ovocia má vplyv na vzostup krvnej glukózy. Najviac má táto je, že kvantita nespôsobí žiadny rozdiel. Pre lepšiu orientáciu a posúdenie veľkosti porcií bolo zavedené špecifickejšie hodnotenie s ohľadom na kvantitu – glykemická nálož (GL). GL odráža očakávaný vzostup krvnej glukózy po použití jednej porcie. Najužitočnejšia aplikácia GL spočíva vo výbere toho, čo zjesť pred nejakou pohybovou aktivitou, počas nej a po nej.

Kleiner, Greenwood – Robinson (2010) uvádzajú vo svojej publikácii potrebu príjmu sacharidov na úrovni 5 – 6 g/kg telesnej hmotnosti čo sa týka nabrania svalového objemu. Stiefel (2014) uvádza, že v prípade mezomorfa by mal byť príjem sacharidov na úrovni zhruba 4,4 g/kg telesnej hmotnosti.

1.3.2 Bielkoviny

Proteíny alebo bielkoviny tvoria obrovské množstvo telesných štruktúr a hrajú kľúčovú úlohu v rade telesných funkcií. Ľudské telo je z 15 – 20 % tvorené bielkovinami, pričom 15 – 20 % svalu pripadá na bielkoviny. Všetky proteíny sa skladajú z aminokyselín. Jedná sa o molekuly zložené z uhlíku, vodíku, kyslíku, dusíku a občas aj síry. Na jednom konci je aminová skupina, ktorá obsahuje dusík, na druhom konci je kyslá karboxylová skupina, preto sa tieto zlúčeniny nazývajú aminokyseliny.

V prírode existuje 20 základných aminokyselín (tab. 2), ktoré sa rozličným spôsobom kombinujú a vytvárajú tak rôzne druhy bielkovín potrebných pre ľudské telo. Z týchto dvadsiatich aminokyselín ich musíme 9 prijímať potravou, pretože si ich naše telo nedokáže vyrobiť. Nazývajú sa esenciálne aminokyseliny. Zvyšných 11 si dokáže organizmus vytvoriť, nazývajú sa neesenciálne aminokyseliny. Tri aminokyseliny majú postranné reťazce, ktoré vyzerajú ako vetva, preto sa nazývajú vetvené aminokyseliny (BCAA – branched chain amino acid). K vetveným aminokyselinám patrí leucín, valín a isoleucín (Skolnik, Chernus, 2011).

Tab. 2 Esenciálne a neesenciálne aminokyseliny

Esenciálne aminokyseliny	Neesenciálne aminokyseliny
Histidín	Alanin
Isoleucín	Arginin
Leucín	Asparagin
Lysín	Aspartam
Methionin	Cystein
Fenylalanin	Kyselina glutamová (glutamát)
Threonin	Glutamin
Tryptofan	Glycín
Valín	Prolin
	Serín
	Tyrosin

Zdroj: Skolnik, Chernus, 2011, s.46

Potraviny, ktoré obsahujú všetky esenciálne aminokyseliny v takých množstvách a vzájomných pomeroch, aké potrebujeme pre vytvorenie štruktúrnych alebo funkčných

bielkovín v tele, nazývame plnohodnotné bielkoviny. Bielkoviny pochádzajúce z potravín živočíšneho pôvodu sú hodnotnejšie a lepšie využiteľné než bielkoviny pochádzajúce z rastlinných zdrojov (Skolnik, Chernus, 2011).

Clarková (2000) uvádza dennú potrebu príjmu bielkovín pri silovom tréningu na úrovni 1,4 – 1,8 g/kg telesnej hmotnosti. Kleiner, Greenwood – Robinson (2010) uvádzajú dennú potrebu podobne ako Clarková, na úrovni 2 g/kg telesnej hmotnosti.

1.3.3 Tuky

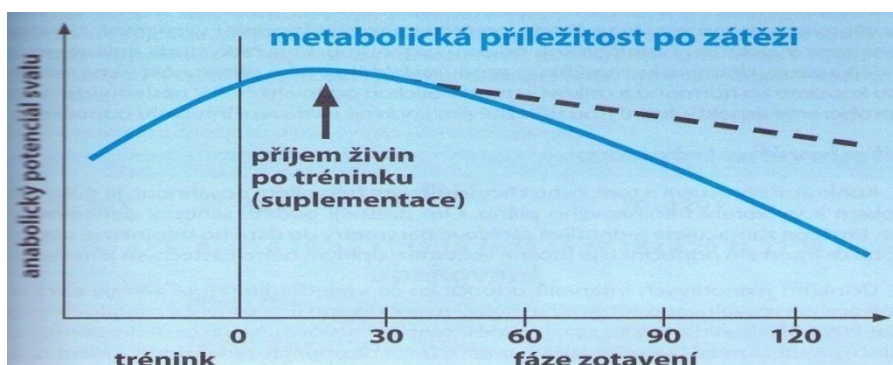
Rovnako ako bielkoviny a sacharidy sú aj tuky tvorené menšími zložkami. Väčšina tuku uloženého v našom tele i tuku obsiahnutého v potravinách existuje vo forme triglyceridov. Sú tvorené tromi jednotlivými mastnými kyselinami, ktoré sú spojené dohromady ďalšou molekulou, glycerolom. Najčastejšie sú spomínané tuky s prevahou nasýtených, mononenasýtených a polynenasýtených mastných kyselín. Vysoký príjem nasýtených tukov je spojovaný so zdravotnými komplikáciami ako napríklad diabetes a niektoré druhy rakoviny. Mononenasýtené tuky bývajú niekedy označované ako omega mastné kyseliny. Polynenasýtené tuky sa ďalej delia podľa svojej chemickej štruktúry na omega - 3 a omega - 6 mastné kyseliny. Tieto mastné kyseliny môžeme zaradiť medzi „zdravé“ tuky (Skolnik, Chernus, 2011).

Kleiner, Greenwood – Robinson (2010) uvádzajú pre diétu zameranú na budovanie svalovej hmoty pri 3 - 4 tréningoch týždenne potrebu tukov na úrovni 1,33 g/kg telesnej hmotnosti.

1.3.4 Načasovanie príjmu živín po záťaži

Petr, Šťastný (2012) uvádzajú, že v prvých 30 – 45 minútach po dokončení tréningu nastáva takzvaná metabolická príležitosť (obr. 6). Aj napriek tomu, že sval má po záťaži reziduálnu katabolickú aktivitu, je schopný sa v pomerne krátkej dobe presunúť do anabolického stavu za predpokladu, že skoro po záťaži boli telu dodané dôležité nutrimenty. Pokiaľ sa tak nestane, svalová bunka pretrváva v katabolizme aj niekoľko hodín. Príjem akýchkoľvek živín nemôže vykompenzovať to, čo bolo zanedbané behom prvých 45 minút po záťaži. Dôsledkom je pomalá regenerácia a obmedzená tréningová adaptabilita. V žiadnu inú dennú dobu nemá výživa tak dôležitý vplyv na efektivitu tréningového programu.

Obr. 6: Metabolická príležitosť pre príjem živín po tréningu



Zdroj: Petr, Šťastný, 2012, s. 77

Pre zlepšenie regenerácie toho môžeme veľa urobiť, vrátane zvýšenia príjmu proteínu pred tréningom a po ňom. Príjem malej dávky potravy obsahujúcej proteínu a sacharidy pred tréningom je veľmi prínosný. Pri konzumácii jedla s obsahom proteínu pred tréningom dochádza k väčšiemu nárastu svalovej hmoty i k zvýšeniu sily než pri samotnom tréningu. Ďalším dôležitým krokom je konzumácia malého jedla tesne po tréningu. Proteín je nevyhnutný pre fázu regenerácie nasledujúcej po záťaži. Odporúča sa príjem 0,5 g/kg telesnej hmotnosti spolu so sacharidmi s vysokým GI ako napríklad dextróza, maltodextrín, sacharóza alebo dokonca med a to do 30 min. po záťaži. Pokiaľ je tento proteín prijatý spolu so sacharidmi, vyvolá to reakciu, pri ktorej dochádza k vyplaveniu inzulínu. Ten ovplyvňuje procesy resyntézy glykogénu dvoma cestami. Jednak zvyšuje priechod glukózy a aminokyselín do buniek, jednak spôsobuje aktiváciu špecifických enzýmov, ktoré hrajú rozhodujúcu rolu v resyntéze glykogénu. Sacharidy prijaté v doplnkoch výživy spolu s proteínmi po záťaži stimulujú produkciu rastového hormónu spolu s inzulínom. Oba tieto hormóny urýchľujú proces regenerácie a stimulujú svalový rast (Kleiner, Greenwood – Robinson, 2010).

1.3.5 Energia potravy

Energia obsiahnutá v našej potrave sa meria v kalóriách (cal) a Jouloch (J). Technicky vzaté, jedna kalória je množstvo energie potrebnej na zvýšenie teploty 1 g vody o 1 stupeň Celzia (1,8 stupňov Fahrenheita). Keď hovoríme o energetickej hodnote potravín, zvyčajne pracujeme s jednotkami 1000 krát väčšími ako kalórie, s kilokalóriami (kcal).

Vzťah medzi kilokalóriami a kilojoulami je: 1 kcal = 4,184 kJ (European food information council, *čo je energia?* [online]).

Pokiaľ chceme určiť celkový kalorický výdaj za deň, musíme k bazálnemu metabolizmu pripočítať tak zvaný pracovný metabolizmus. Kittnar et al. (2011, s.471) vysvetľujú bazálny metabolizmus ako „určité množstvo energie nutné pre zaistenie základných životných pochodov (energia spotrebovaná organizmom za štandardných podmienok)“. Ak výdaj energie prevyšuje, človek chudne. Naopak, ak prevyšuje príjem energie nad výdajom, človek naberá na váhe (Smejkal, Rudzinskyj, 1999). Coburn, Malek (2012) uvádzajú, že pre nárast hmotnosti vo forme svalovej hmoty je nevyhnutná kombinácia silového tréningu a správnej diéty. Sval je tvorený z približne 70 % vodou, z 22 % bielkovinou, a z 8 % glykogénom. Pokiaľ sú všetky extra kalórie prijaté v potrave využité na nárast svalovej hmoty počas silového tréningu, potom okolo 2500 extra kcal je potrebných na vytvorenie 0,5 kg novej hmoty.

1.3.6 Rozloženie vody v tele

Rokyta et al. (2000) uvádzajú, že najviac vody je v krvi, svalových tkanivách a v koži. Voda je rozdelená do dvoch hlavných priestorov – intracelulárneho a extracelulárneho. Silbernagl, Despopoulos (2004) hovoria, že sval je tvorený zo 75 % vodou, ktorá je rozdelená do intracelulárneho a extracelulárneho priestoru. Murray, Granner, Mayes, Rodwell (1993) uvádzajú, že voda v tele je v rôznych oddieloch. Tvorí asi 56% hmotnosti ľudského tela bez tuku a je rozdelená do dvoch veľkých oddielov:

- vnútrobunecná tekutina – tento oddiel obsahuje dve tretiny celkovej vody a zaisťuje prostredie v bunke pre tvorbu, skladovanie a využitie energie, pre vlastné opravy, pre replikáciu a pre uskutočňovanie špeciálnych funkcií.
- mimobunecná tekutina – tento oddiel obsahuje asi jednu tretinu celkovej vody a je rozdelený medzi plazmu a intersticiálnu tekutinu. Mimobunecná tekutina je zásobovacie médium. Dodáva bunke živiny (glukózu, mastné kyseliny, aminokyseliny), kyslík, rôzne ionty a stopové minerály a množstvo regulačných molekúl (hormónov), ktoré koordinujú funkcie vzdialených buniek. Mimobunecná tekutina odstraňuje CO₂, odpadné produkty a toxické alebo detoxikované látky z blízkeho okolia buniek.

Bioelektrická impedancia (BIA)

BIA je metódou neinvazívnou, relatívne lacnou, terénnou, bezpečnou a v poslednej dobe veľmi rozšírenou po celom svete. Princíp tejto metódy spočíva na rozdieloch v šírení elektrického prúdu nízkej intenzity v rôznych biologických štruktúrach. Tukoprotá hmota, obsahujúca vysoký podiel vody a elektrolytov, je dobrým vodičom, zatiaľ čo tukové tkanivo sa chová ako izolátor. Aplikácia konštantného striedavého prúdu nízkej intenzity vyvoláva impedanciu voči šíreniu prúdu, závislú na frekvencii, dĺžke vodiča, jeho konfigurácii a priemere. Hodnota odporu tkanív, tzv. bioelektrická impedancia je nepriamo úmerná objemu tkanív, ktorými elektrický prúd prechádza. Metóda bioelektrickej impedancie je založená na princípe odlišných elektrických vlastností tkanív, tuku a hlavne telesnej vody. Pre odborné štúdie je vhodné využívať tetrapolárne prístroje pre stanovenie BIA, kde sú k dispozícii štyri elektródy – dve sú umiestnené na dolnej končatine (hlavička 2. metatarzu a medzi členkami) a dve na hornej končatine (hlavička 3. metacarpu na okraji ruky) u ležiacej osoby. Základnou premennou, ktorú BIA meria, je celková voda (TBW). Tukoprotá hmota (TPH je daná rozdielom medzi celkovou hmotnosťou a hmotnosťou telesného tuku) je určovaná na základe nasledujúcej rovnice:

$$TPH = TBW * 0,732^{-1}$$

Hodnota 0,732 (73,2 %) predstavuje priemernú hydratáciu tukoprotej hmoty u dospelých (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

1.4 Zhrnutie riešenej problematiky

Pri návrhu tréningového programu vychádzame z informácií získaných štúdiom odbornej literatúry. Tá vo väčšine prípadoch hovorí, že pre nastolenie hypertrofie svalstva je potrebný dostatočný podnet vyvolaný silovým tréningom. Najúčinnšie tento podnet možno dosiahnuť zaradením komplexných cvikov, ktoré sú charakteristické veľkou hormonálnou odpoveďou. Podľa literatúry sa ako najúčinnšia metóda nastolenia svalovej hypertrofie javí intenzita v rozmedzí 70 – 80 % 1-RM pri 8 – 12 opakovaniach. Metóda 90 – 95 % 1-RM pri 3 – 6 opakovaniach sa rapídne blíži metóde rozvoja maximálnej sily. Počas obidvoch mesiacov predpokladáme ovplyvnenie IIa a IIb svalových vlákien a ich adaptáciu na daný silový tréning. Takisto sa držíme odporúčaní nastaviť interval odpočinku na vyššie hodnoty, nakoľko zaraďujeme energeticky náročné komplexné cviky.

Neoddeliteľnou súčasťou dosiahnutia svalovej hypertrofie je popri nastavení parametrov silového tréningu aj výživa. Vzhľadom na poznatky získané štúdiom odbornej literatúry sme sa rozhodli pre nastavenie kalorického príjmu presahujúceho kalorický výdaj. Príjem bielkovín sme nastavili na hodnotu okolo 2 g/kg telesnej hmotnosti. Čo sa týka sacharidov, tu sme sa rozhodli vzhľadom na náš cieľ práce pre dolnú hranicu odporúčaného množstva podľa väčšiny autorov – 3,5 – 4,5 g/kg telesnej hmotnosti.

2 CIEĽ, HYPOTÉZA A ÚLOHY PRÁCE

2.1 Cieľ práce

Cieľom práce je zistiť, či má na nárast svalovej hmoty väčší vplyv posilňovanie s využitím 70 – 80 % 1-RM pri 8. – 12. opakovaníach, alebo metóda s využitím 90 – 95 % 1 - RM pri 3. – 6. opakovaníach pri nezmenenej diéte počas doby intervencie.

2.2 Hypotéza

Predpokladáme, že na nárast svalovej hmoty bude mať väčší vplyv posilňovanie s využitím 70 – 80 % 1-RM pri 8. – 12. opakovaníach a pri zachovaní rovnakého diétného režimu počas doby intervencie.

2.3 Úlohy práce

1. Štúdium odbornej literatúry, vedeckých článkov a štúdií zaoberajúcich sa rovnakou alebo podobnou problematikou.
2. Naplánovanie tréningového programu počas intervencie.
3. Vykonanie vstupného, priebežného a finálneho merania.
4. Vyhodnotenie výsledkov meraní.
5. Porovnanie nazbieraných dát po prvom a druhom mesiaci intervencie.

3 METODIKA PRÁCE

3.1 Skúmaný súbor

Testovaná osoba mala pred začatím intervencie 23 rokov, 180 cm a 85,5 kg. Jedná sa o nefajčiara a striedmeho užívateľa alkoholu. Pred intervenciou neboli udané žiadne kontraindikácie vedúce k obmedzeniu tréningového programu. Testovaná osoba sa do 21. roku života aktívne venovala futbalu, posledné 3 roky navštevuje Fakultu telesnej výchovy a športu v Prahe. V mesiacoch január – február 2013 testovaná osoba začala s pravidelným silovým tréningovým programom, avšak po dvoch mesiacoch došlo k zraneniu ľavého lakťa, ktoré zapríčinilo prerušenie tohto programu na nasledujúce 4 mesiace. Záznamy o tréningových jednotkách nemáme k dispozícii, nakoľko sa nevedol v tomto období tréningový denník. V mesiacoch júl – august – september 2013 bola testovaná osoba kvôli pracovnej vyťažnosti bez pravidelného silového tréningového programu.

V mesiacoch október – november – december 2013, teda 3 mesiace pred začatím intervencie začína pravidelný tréningový program, 2 krát v týždni kruhové tréningy zamerané na posilňovacie cvičenia s vlastnou váhou tela a 1 krát v týždni futbalový zápas.

3.2 Meranie a testovanie

3.2.1 Meranie zloženia tela

Vstupné, priebežné a finálne meranie bolo vykonané v Laboratóriu športovej motoriky na Fakulte telesnej výchovy a športu v Prahe. Na meranie bol použitý prístroj BIA 2000 (Data Input, Darmstadt, Nemecko). Táto prenosná impedančná analýza umožňuje veľmi rýchle a presné zhodnotenie telesného tuku, celkovej telesnej vody, podiel extracelulárnej a intracelulárnej vody. Ďalej počíta veľmi dôležitý parameter k hodnoteniu predpokladu pre svalovú prácu ECM/BCM – pomer extracelulárnej hmoty k bunecnej hmote. K výpočtu telesného tuku sa používajú rovnice validizované pre českú populáciu. Pre získanie objektívnych hodnôt sa odporúča:

- nejesť a nepiť po dobu 4-5 hodín pred meraním
- necvičiť po dobu 12 hodín pred meraním
- nepoužívať alkohol po dobu 24 hodín pred meraním

- vyprázdniť močový mechúr pred meraním, organizmus opätovne zavodniť nesladenou tekutinou
- presné umiestnenie elektród

Všetky tri merania prebehli po vykonaní základných biologických potrieb, na lačno, v rovnaký deň týždňa (piatok) v približne rovnakej dennej hodine (medzi 10:00 – 11:00).

3.2.2 Určenie somatotypu

Na výpočet somatotypu bol použitý software ANTROPO verzia 2000.2. Hodnota endomorfnej komponenty bola zisťovaná kaliperáciou suprailiákálnej, tricipitálnej a subskapulárnej podkožnej riasy. Na určenie hodnoty mezomorfnej komponenty sme merali telesnú výšku, šírku dolnej epifýzy humeru a femuru (na meranie bolo použité posuvné meradlo), obvod paže vo flexii zmenšený o hrúbku kožnej riasy nad tricepsom a maximálny obvod lýtku zmenšený o kožnú riasu na lýtku (na meranie bol použitý krajčírsky meter). Pre ektomorfnú komponentu sme určovali index telesnej výšky ku tretej odmocnine z telesnej hmotnosti. Získané údaje sme následne vložili do vyššie spomínaného softwaru, ktorý nám určil výsledné hodnoty jednotlivých komponent a somatotyp.

3.2.3 Stanovenie opakovacieho maxima

Hlavnú osu silového programu vykonaného v rámci intervencie tvorili nasledujúce komplexné cviky:

- bench press
- drep
- mŕtvy ťah
- príťahy na hrazde nadhmatom
- legpress

Celkovo bolo vykonaných 16 tréningových jednotiek počas prvého mesiaca a takisto 16 počas druhého mesiaca intervencie. Po vykonaní štyroch tréningových jednotiek sme vždy na začiatku piatej resp. šiestej merali 1-RM v cvičeniach, ktoré boli na programe v danej tréningovej jednotke. Pri meraní bol vždy prítomný partner, ktorý v prípade presiahnutia 1-RM dopomohol k návratu do základnej polohy cvičenia.

3.3 Tréningové cykly počas intervencie

Samotná intervencia pozostávala z dvoch častí. V každej časti bolo absolvovaných 16 tréningových jednotiek. Záťažové parametre prvej polovice prvého mesiaca sú znázornené v Tabuľke 3. Tréningové jednotky absolvované v druhej polovici prvého mesiaca intervencie sú obsiahnuté v Tabuľke 4.

Tab. 3 Prvá polovica prvej časti intervencie 11.1 – 23.1

Dátum	Cvik	Počet sérií	Počet opakovaní	Intenzita (kg)	Interval odpočinku (s)	1-RM (kg)
11.1	Bench press	5	10	85	120 s	115
	Drep	5	8	90	240 s	120
	Prítáhy na hrazde	5	8	TH + 7,5	180 s	TH + 10
12.1	Mŕtvy ťah	5	8	84	240 s	130
	Legpress	6	10	210	180s	300
	Brucho	6	14			
13.1						
14.1	Bench press	5	10	85	120 s	
	Drep	3	9	90	240 s	
		2	8	90	240s	
	Prítáhy na hrazde	5	8	TH + 7,5	180 s	
15.1						
16.1	Mŕtvy ťah	5	8	84	240 s	
	Legpress	6	10	210	180 s	
	Brucho	7	14			
17.1						
18.1	Bench press	4	10	85	120 s	115
		1	12	85	120 s	
	Drep	5	8	90	240 s	120
	Prítáhy na hrazde	5	8	TH + 8	180 s	TH + 10
19.1	Mŕtvy ťah	5	8	84	240 s	130
	Legpress	6	10	210	180 s	300
	Brucho	7	14			
20.1						
21.1	Bench press	5	12	85	120 s	
	Drep	5	10	90	240 s	
	Prítáhy na hrazde	5	8	TH + 8	180 s	
22.1						
23.1	Mŕtvy ťah	5	9	85	240 s	
	Legpress	4	10	210	180 s	
		2	12	210	180 s	
	Brucho	8	14			

Tab. 4 Druhá polovica prvého mesiaca intervencie 24.1 – 6.2

Dátum	Cvik	Počet sérií	Počet opakovaní	Intenzita (kg)	Interval odpočinku (s)	1-RM (kg)
24.1						
25.1	Bench press	5	8	87,5	120 s	117,5
	Drep	5	8	90	300 s	122,5
	Prítáhy na hrazde	5	8	TH + 8	240 s	TH + 10
26.1	Mŕtvy ťah	3	9	87,5	300 s	130
		2	8	87,5	300 s	
	Legpress	6	8	220	240 s	310
	Brucho	8	14			
27.1						
28.1	Bench press	3	9	87,5	120 s	
		2	8	87,5	120 s	
	Drep	5	8	90	300 s	
	Prítáhy na hrazde	4	8	TH + 8	240 s	
		1	6		240 s	
29.1	Mŕtvy ťah	1	10	87,5	300 s	
		4	8	87,5	300 s	
	Legpress	6	10	222,5	240 s	
	Brucho	8	12			
30.1						
31.1	Bench press	3	9	87,5	120 s	117,5
		2	8	87,5	120 s	
	Drep	3	10	90	300 s	122,5
		2	8	87,5	300 s	
	Prítáhy na hrazde	4	8	TH + 8	240 s	TH + 10
		1	6	TH + 8	240 s	
1.2						
2.2	Mŕtvy ťah	5	9	90	300 s	135
	Legpress	6	10	220	240 s	310
	Brucho	6	14			
3.2						
4.2	Bench press	5	8	90	120 s	
	Drep	5	10	85	300 s	
	Prítáhy na hrazde	5	8	TH + 8	240 s	
5.2	Mŕtvy ťah	3	10	90	300 s	
		2	9	90	300 s	
	Legpress	3	12	220	240 s	
		2	10	220	240 s	
	Brucho	8	14			
6.2						

Prvý mesiac intervencie bol charakteristický nižšou hmotnosťou odporu a vyšším počtom opakovaní. V priebehu 27 dní bolo absolvovaných 16 tréningových jednotiek, 4 krát sme sa na začiatku tréningovej jednotky zameriavali na zisťovanie 1-RM priamou metódou. Zo zistených hodnôt sme potom počítali odpor v nasledujúcich štyroch tréningových jednotkách tak, aby sa pohyboval v rozmedzí 70 – 80 % a počet opakovaní v rozmedzí 8 – 12. Vzhľadom na subjektívne pocity počas niektorých tréningových jednotiek sa nám 4x počas mesiaca stalo, že nebolo možné dosiahnuť minimálneho požadovaného počtu opakovaní. V takom prípade sme využili buď pomoc partnera pre posledné kritické opakovania, alebo sme vykonali najbližší možný nižší počet opakovaní. Keďže sa jednalo o komplexné cviky, ktoré sú charakteristické zapojením či už väčších, alebo viacerých svalových skupín, interval odpočinku sme nastavili na vyššie hodnoty. Po absolvovaní poslednej tréningovej jednotky v prvom mesiaci intervencie sme sa dňa 7.2.2014 zúčastnili priebežného merania zloženia tela. V druhom mesiaci intervencie sme pokračovali rovnakým princípom čo sa týka počtu odcvičených tréningových jednotiek a merania 1-RM. Záťažové parametre prvej polovice druhého mesiaca sú uvedené v Tabuľke 5, druhá polovica druhého mesiaca je uvedená v Tabuľke 6.

Tab. 5 Prvá polovica druhého mesiaca intervencie 7.2 – 21.2

Dátum	Cvik	Počet sérií	Počet opakovaní	Intenzita (kg)	Interval odpočinku (s)	1-RM (kg)
7.2						
8.2	Bench press	5	4	105	180 s	117,5
	Drep	5	5	110	240 s	122,5
	Prítáhy na hrazde	5	5	TH + 10	240 s	TH + 12,5
9.2	Mŕtvy ťah	5	4	112,5	300 s	135
	Legpress	6	6	275	240 s	310
	Brucho	6	12			
10.2						
11.2	Bench press	1	5	107,5	180 s	
		2	4	105	180 s	
		2	3	105	180 s	
	Drep	5	5	110	180 s	
	Prítáhy na hrazde	5	5	TH + 10	240 s	
12.2						
13.2	Mŕtvy ťah	5	4	112,5	300 s	
	Legpress	4	6	280	300 s	
		2	6	275	300 s	
	Brucho	6	12			

Dátum	Cvik	Počet sérií	Počet opakovaní	Intenzita (kg)	Interval odpočinku (s)	1-RM (kg)
14.2						
15.2	Bench press	3	5	107,5	180 s	119
		3	3	107,5	180 s	
	Drep	5	4	112,5	240 s	125 TH + 12,5
	Prítáhy na hrazde	3	4	12	180 s	
		2	3	12	180 s	
16.2						
17.2	Mŕtvy ťah	3	6	112,5	240 s	135
		2	4	110	240 s	
	Legpress	3	5	285	180 s	320
		2	3	285	180 s	
	Brucho	8	10			
18.2						
19.2	Bench press	2	3	110	180 s	
		3	4	107,5	180 s	
	Drep	5	4	112,5	240 s	
	Prítáhy na hrazde	3	5	12	180 s	
		2	3	12	180 s	
20.2						
21.2	Mŕtvy ťah	3	4	115	240 s	
		2	4	112,5	240 s	
	Legpress	6	5	290	180 s	
	Brucho	8	12			

Tab. 6 Druhá polovica druhého mesiaca intervencie 22.2 – 9.3

Dátum	Cvik	Počet sérií	Počet opakovaní	Intenzita (kg)	Interval odpočinku (s)	1-RM (kg)
22.2	Bench press	3	3	110	180 s	120
		2	4	107,5	180 s	
	Drep	5	4	112,5	240 s	125 TH +
	Prítáhy na hrazde	3	5	TH + 12	180 s	
		2	4	TH + 12	180 s	
23.2						
24.2	Mŕtvy ťah	3	4	115	240 s	140
		2	3	115	240 s	
	Legpress	6	5	290	180 s	320
		Brucho	8	12		
25.2						
26.2	Bench press	3	4	110	180 s	
		1	2	112,5	180 s	
		1	1	112,5	180 s	
	Drep	3	5	112,5	240 s	
		2	3	115	240 s	
	Prítáhy na hrazde	5	4	TH + 12	180 s	

Dátum	Cvik	Počet sérií	Počet opakovaní	Intenzita (kg)	Interval odpočinku (s)	1-RM (kg)	
27.2							
28.2	Mŕtvy ťah	3	4	115	240 s		
		2	3	115	240 s		
	Legpress	4	6	290	180 s		
		2	4	300	180 s		
	Brucho	6	14				
1.3							
2.3	Bench press	3	4	110	180 s	122,5	
		2	2	112,5	180 s		
	Drep	3	4	115	240 s	125	
		2	3	115	240 s		
	Príťahy na hrazde	3	3	TH + 12,5	180 s	TH +	
		2	4	TH + 10	180 s	15	
3.3							
4.3	Mŕtvy ťah	3	4	117,5	240 s	140	
		3	3	115	240 s		
	Legpress	3	7	280	180 s	320	
		3	4	300	180 s		
	Brucho	8	12				
5.3							
6.3	Bench press	3	3	112,5	180 s		
		2	1	115	180 s		
		1	1	117,5	180 s		
	Drep	3	4	115	240 s		
		2	3	117,5	240 s		
	Príťahy na hrazde	4	4	TH + 12,5	180 s		
		2	3	TH + 12,5	180 s		
	7.3						
8.3	Mŕtvy ťah	2	5	115	240 s		
		1	5	117,5	240 s		
		1	4	117,5	240 s		
	Legpress	3	6	290	180 s		
		3	4	300	180 s		
	Brucho	8	12				
	9.3						

Druhý mesiac intervencie sa vyznačoval vyššou hmotnosťou odporu, ktorý sa pohyboval v rozmedzí 90 – 95 % a nižším počtom opakovaní v rozmedzí 3 – 6. Špecifickým sa nám zdal cvik mŕtveho ťahu, kde sme síce dokázali odmerať 1-RM, avšak nedokázali sme vykonať požadovaný počet opakovaní pri intenzite aspoň 90 %. Hlavným dôvodom bola sila úchopu, kde sme pociťovali najväčšie rezervy, preto sa v tomto cviku pohybovala intenzita vykonaných opakovaní pod úrovňou 90 %. Prekvapilo nás rapídne zlepšenie 1-RM v bench presse, kde sme sa počas 16

tréningových jednotiek dokázali zlepšiť o 5 kg. To len potvrdzuje, že intenzita nad 90 % je taktiež charakteristická pre zlepšenie maximálnej sily. I keď počas druhého mesiaca sme nevykonávali taký vysoký počet opakovaní ako v prvom mesiaci, subjektívne sme vnímali omnoho väčšie vyčerpanie po absolvovaní tréningových jednotiek s vyšším odporom. Po absolvovaní poslednej tréningovej jednotky sme sa dňa 10.3.2014 zúčastnili finálneho merania zloženia tela.

3.4 Sledovanie príjmu makronutrientov

Počas doby trvania intervencie sme dodržiavali diétu založenú na zvýšenom množstve prijatých bielkovín a navýšenom kalorickom príjme. S ohľadom na fakty uvedené v teoretickej časti práce sme sa rozhodli pre príjem bielkovín na úrovni zhruba 2 g/kg telesnej hmotnosti. Príjem sacharidov sme sa snažili držať na dolnej hranici odporúčaného množstva uvádzaného v odbornej literatúre, v našom prípade to bolo zhruba 3,5 – 4,5 g/kg telesnej hmotnosti. V prípade tukov sme sa pohybovali na hodnotách okolo 1 g/kg telesnej hmotnosti. Vzhľadom na potreby naberania svalovej hmoty sme nastavili kalorický pomer kladne na stranu kalorického príjmu. Z úvodného merania zloženia tela sme sa dozvedeli hodnotu BMR (bazálny metabolizmus), ktorá pred začiatkom intervencie činila zhruba 2120 kcal. Kalorický príjem v našom prípade sa pohyboval v rozmedzí 600 – 1200 kcal nad hodnotu BMR. Pri určovaní kalorického príjmu sme sa snažili brať do úvahy kalorický výdaj spojený s bežnou dennou činnosťou a inými pohybovými aktivitami. Máme za to, že nami nastavené hodnoty boli dostatočné pre potreby naberania svalového objemu.

Jedálniček sme sa snažili postaviť na plnohodnotných bielkovinách nachádzajúcich sa hlavne v kuracom a morčacom mäse, hovädzom mäse, vajíčkach, tvarohu a syroch. Po tréningu sme využívali výživové doplnky vo forme proteínového koncentrátu a maltodextrínu. Čo sa týka sacharidov, snažili sme sa obmedziť príjem jednoduchých cukrov. Väčšina sacharidov pochádzala z komplexných zdrojov akými sú ovsené vločky, ryža, cestoviny, zemiaky, ryžové chlebičky. Tuky sme prijímali najmä z olivového oleja a orechov, v našom prípade to boli mandle, kde prevládajú mononenasytené mastné kyseliny. Pri stanovovaní hodnoty celkového kalorického príjmu sme do výslednej hodnoty započítavali aj neplnohodnotné bielkoviny, avšak v celkovej hodnote prijatých bielkovín sú zaznamenané len bielkoviny plnohodnotné. Znamená to, že do súčtu prijatých proteínov sme nezarátavali bielkoviny obsiahnuté napríklad v ryži, ovsených vločkách, cestovinách, zemiakoch atď.

Tab. 7: Jedálniček v období 10.1.2014 - 7.2.2014

Potraviny	Dátum																														
	10.1	11.1	12.1	13.1	14.1	15.1	16.1	17.1	18.1	19.1	20.1	21.1	22.1	23.1	24.1	25.1	26.1	27.1	28.1	29.1	30.1	31.1	1.2	2.2	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2		
vaječný bielok (ks)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
vaječný žltok (ks)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
kuracie mäso (g)	200	200	150	300	100	200	100	200	100	200	200	200	150	150	200	100	100	100	100	100	100	150	200	300	300	300	300	200	200	200	
morčacie mäso (g)	100	100	300	150	200	200	100	100	100	100	300	100	100	150	150	100	100	100	100	100	200	300	150	100	200	100	200	100	100	100	
hovädzie zadné (g)	100	100	200	200	200	200	200	100	100	300	200	100	100	100	100	100	100	200	200	200	200	200	200	100	100	100	100	200	200	200	
tvanoh nízkoobučný (g)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	
cottage cheese (g)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
mozarella light (g)				200	200	200	200	100	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
mlieko nízkoobučné (dod)																															
proteinový koncentrát (g)	30	30	30	30	30	60	60	30	60	30	30	30	30	30	30	30	60	60	60	30	30	30	30	30	30	60	60	60	60	30	
ovsené vločky (g)	100	100	100	100	200	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ryža biela (g)	200	100	100	100	200	100	100	300	100	200	200	100	100	100	200	100	100	100	100	300	200	100	200	100	100	100	100	100	100	300	200
cestoviny (g)			200	200			200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
zemiakové pečenie (g)	500				500		1000			750			500	500			1000						500								
maltoextrin (g)	50	50			50	50	50	50		50	50	50	50	50		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
ryžová chlebička celozrnná (g)	100		100	50	100	50	100	50		100	100	100	100	100	50	50	100	100	100	100	100	100	100	50	50	50	50	100	100	100	100
banán (ks)	2			1	2		1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
olivový olej (ml)	25	25		25			50	50		25	25	25	25	25	25	50	50	50	50	25	25	25	25	25	50	50	50	50	50	50	
mandľa (g)	10	50			50	50			100	100	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
brokolica (g)	250	250			250	500			250	500		250	500	500		250			250			500									
rajčiny (ks)	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
uhorka (g)	100		150		100	100	200	200						100	100		150					100		250							100
paprika (ks)			2	2	1		2	2		1	2	2	3	1	1	2				2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1
Bielkoviny	172	170	174	164	181	155	174	166	165	167	172	174	170	182	166	189	176	178	165	172	170	172	182	166	189	176	188	165	172	172	
Sacharidy	346	324	352	328	330	320	312	322	325	328	369	352	302	335	351	322	320	323	327	392	330	352	315	330	345	298	323	329	393	393	393
Tuky	57	58	60	64	50	67	76	89	79	96	57	83	68	73	89	89	76	67	54	57	91	63	73	89	89	76	67	87	87	82	
Počet kcal	2850	2730	3096	3039	2860	2992	3088	3056	3138	3367	2946	3302	2992	3120	3330	3156	3092	3092	2848	3042	3320	3012	3024	3234	3252	2996	3241	3055	3332	3332	

Tab. 8: Jedálniček v období 8.2.2014 - 8.3.2014

Potraviny	Dátum																													
	8.2	9.2	10.2	11.2	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.2	23.2	24.2	25.2	26.2	27.2	28.2	1.3	2.3	3.3	4.3	5.3	6.3	7.3	8.3	
vaječný bielok (ks)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
vaječný žltok (ks)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
kuracie mäso (g)	100	200	150	200	150	150	200	100	100	200	100	200	300	300	100	100	200	100	200	200	200	200	200	150	300	100	200	200		
morčacie mäso (g)	100	150	100	100	150	150	200	100	100	100	100	100	300	300	300	100	200	100	100	100	100	100	100	300	150	200	100	100		
hovädzie zadné (g)	200		100	100				200				300	100		100	100	200					100				200		100		
tvarená nízkotučná (g)		250	250	250	250			250		250	250		250	250			250			250	250	250	250		250		250	250		
cottage cheese (g)	200	200	200		200	200	200	200		200	200	200	200	200	200	200	200	200		200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
mozzarella light (g)	200				200	200	100		200			200		200	100	100	200							200					100	
mlieko nízkotučné (dcl)	5				2				5	5		5		2						5	5				2	5			5	
proteínový koncentrát (g)	30	30	30	30	30	30	30	60	60	60	45	30	30	30	30	30	60	60	60	60	30	30	30	60	30	60	30	60	60	
ovsené vločky (g)	100	100	100	100	100	100	100	200	200	100	100	100	100	100	100	100	250	200	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
ryža biela (g)	200	100	100	100	200	100	100		100	300	200		100	200	100	100		100	300	200	200	100	100	100	200	100	100	100	300	
cestoviny (g)	200	200			200	200					200	200		200	200	200								100	200			200	200	
zemiaky pečené (g)	750			500	500			500				750		500			500					500			500			1000		
maltodextrín (g)	50	50		50	50		50	50	50	50		50		50		50	50	50		50	50	50			50	50	100	50		
ryžové chlebičky celozrnné (g)	100	100			50		50	100		100		100		100		50	100				100	100		100	50		100	50		
banán (ks)	1	1		2	2			1		1	2	1	2	2	1	1	50			1	2	2		1	2		1	1	1	
olivový olej (ml)	25	25	25	25	25	25	50	50		25	25	25	25	25	25	50	50	25	25	25	25	25	25	25	25	25	50	50	50	
mandľa (g)	100	50	50	50	50	50		50	50	50		100		50	50			50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	100	
brokolica (g)	250	250	250				500	250		250	500				250	250					500	500		500		250	250	250	250	
rajčiny (ks)	2	2		2	3			2	1	2		3	3		2	250				2	1	1		3		4	1	1	1	
uhorka (g)	150	100							200		100			250						150		100	300		150		200	250	250	
paprík (ks)	2	2	2	1	3	3	2		3	1		3	2	1	1	2	2						2	1	1	1	2	2	2	
Bielekoviny	170	172	174	170	182	166	189	176	186	165	182	190	192	182	166	168	176	188	188	188	172	172	170	174	186	181	185	174	189	
Sacharidy	328	369	352	325	335	306	322	310	323	327	392	330	352	338	353	345	320	323	329	393	346	324	317	328	330	330	320	362	322	325
Tuky	91	82	83	68	73	89	84	82	67	77	57	96	73	73	89	89	76	67	87	82	82	83	60	64	73	77	76	89	79	
Počet kcal	3247	3236	3320	3088	3120	3138	3136	3120	3142	3054	3137	3440	3132	3120	3330	3152	3057	3161	3155	3332	3140	2936	2751	3159	3066	3242	3280	3156	3238	

3.5 Rozsah platnosti

Vymedzenie

Naša práca je prípadovou štúdiou, kde sme experiment vykonávali na jednej osobe. Pozitívom tohto faktu je skutočnosť, že intervencia bola vykonávaná na autorovi práce, tým pádom je zaistené maximálne objektivizovanie zberu dát počas doby intervencie. Ďalšie pozitívum vidíme v prístupe ku zvolenému stravovaciemu režimu v zmysle prijatých makronutrientov, regenerácií a dostatočnej doby spánku. Práve intervencia vykonávaná na sebe samom nám zaručuje maximálnu zodpovednosť v prístupe k týmto oblastiam, ktoré sa veľkou mierou podieľajú na dosiahnutých výsledkoch práce. Ako negatívum by sme mohli označiť minimálny počet osôb zahrnutých v intervencii. Výsledky tejto práce nemožno vzťahovať na širšiu populáciu, avšak sme presvedčení, že závery práce nám môžu poskytnúť obmedzený vhľad do danej problematiky a vieme vymedziť skupinu ľudí, na ktorú by bolo možné aplikovať daný tréningový a nutričný program s dosiahnutím podobných výsledkov.

Obmedzenie

Vzhľadom na tréningové jednotky a objem zaťaženia sa domnievame, že zber dát prebehol presne. Počas tréningu bola intervenovaná osoba vystavená rôznym okolnostiam - stav nabudenia, stav motivácie, psychický stav, celkový fyzický stav. Všetky tieto faktory môžu zapríčiniť kolísavosť výkonu v tréningovom programe a teda aj celkový výsledok. Takisto k istým odchýlkam dochádza počas merania, či už je to na strane meracích zariadení, alebo stavom hydratácie meraného. V danej situácii sme sa snažili maximalizovať objektivitu meraní rovnakou dobou merania počas týždňa a dennej hodiny a dodržiavaním rovnakých postupov pred meraním.

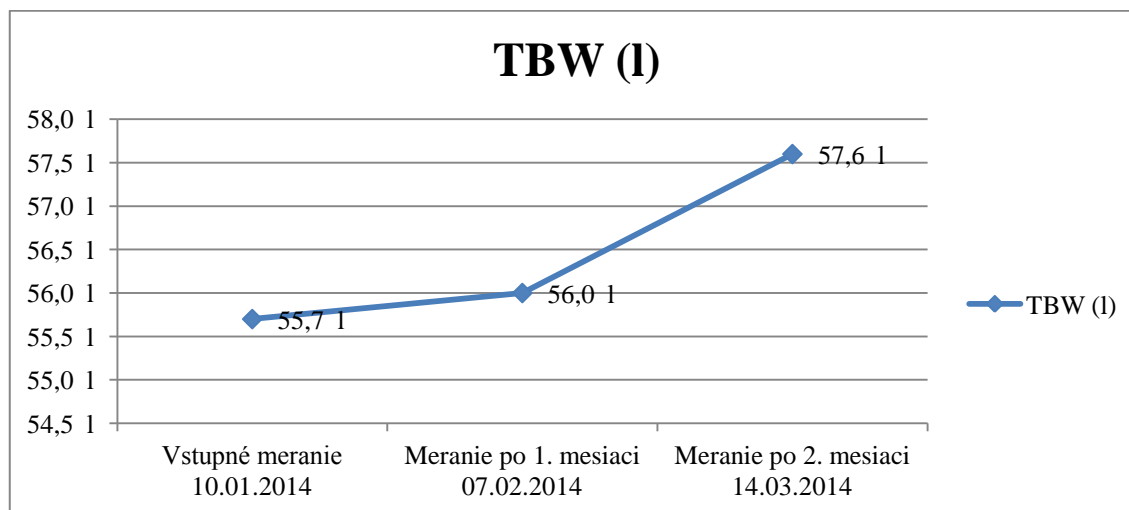
4 VÝSLEDKY PRÁCE, DISKUSIA

Celkovým zámerom práce bolo po aplikovaní dvoch posilňovacích metód počas dvoch mesiacov určiť na základe výsledkov meraní zloženia tela vplyv jednotlivých metód na nárast svalovej hmoty. Vychádzali sme z poznatku, že sval je zhruba zo 73,2 % tvorený vodou, tým pádom meniac sa hodnota TBW (total body water – celková telesná voda) v kladnom zmysle bude indikovať nárast svalovej hmoty. Podľa noriem uvedených v návode pre používanie prístroja na meranie zloženia tela považujeme v prípade celkovej telesnej vody za významnú zmenu hodnotu 0,5 %. Čo sa týka % tuku, hodnoty pod 1 % nie sú pre nás významné, avšak rozdielové hodnoty môžu naznačovať tendenciu energetickej náročnosti posilňovacích metód počas intervencie. Výsledky meraní pred, počas a po intervencii sú dostupné v Tabuľke 9.

Tab. 9 Namerané hodnoty pred, počas a po intervencii

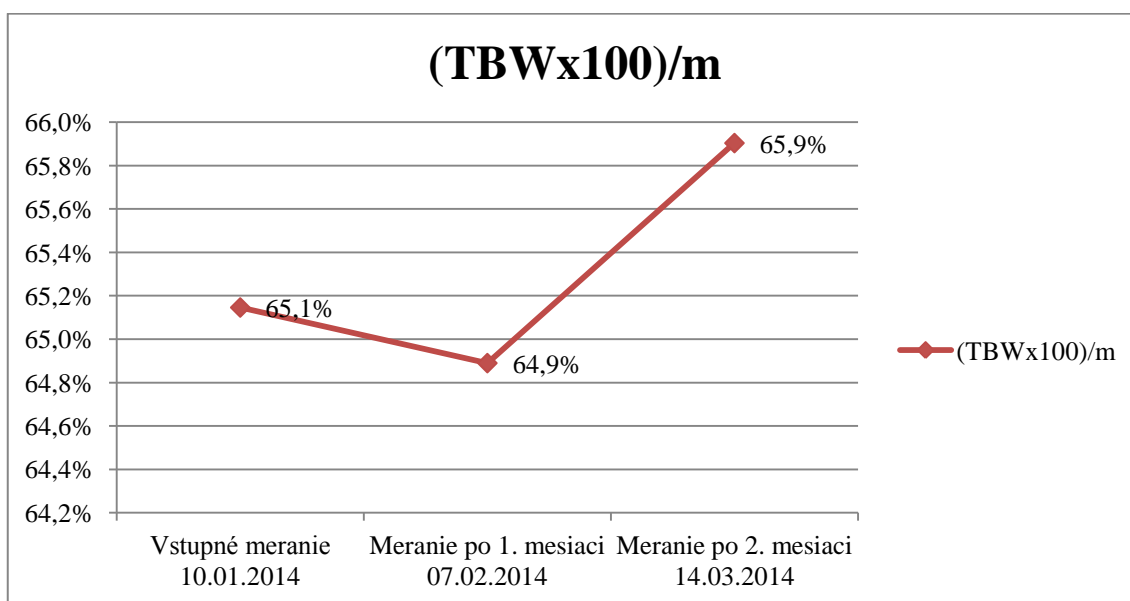
	Vstupné meranie 10.01.	Meranie po 1. mesiaci 07.02.	Meranie po 2. mesiaci 14.03.	Rozdielové hodnoty 10.01. - 07.02.	Rozdielové hodnoty 07.02. - 14.03.
m (kg)	85,5	86,3	87,4	0,8	1,1
(TBW×100)/m (%)	65,1	64,9	65,9	-0,3	1,0
TBW (l)	55,7	56,0	57,6	0,3	1,6
ICW (l)	32,0	32,4	32,9	0,4	0,5
ECW (l)	23,6	23,6	24,7	0	1,1
BMR (kcal)	2120	2140	2190	20	50
% tuku	14,8	15,6	15,8	0,8	0,2
TPH (kg)	72,9	72,8	73,6	-0,1	0,8

Graf 1 Hodnota TBW pred, počas a po intervencii



Na Grafe 1 je možno vidieť meniacu sa hodnotu TBW po prvom a druhom mesiaci intervencie. Po prvom mesiaci došlo k nárastu celkovej vody v organizme o 0,3 l, po druhom mesiaci o 1,6 l. Túto skutočnosť považujeme za veľmi podstatnú, avšak pre objektivizovanie tohto výsledku bolo potrebné vyjadriť aktuálnu hodnotu TBW vzhľadom na aktuálnu telesnú hmotnosť počas jednotlivých meraní.

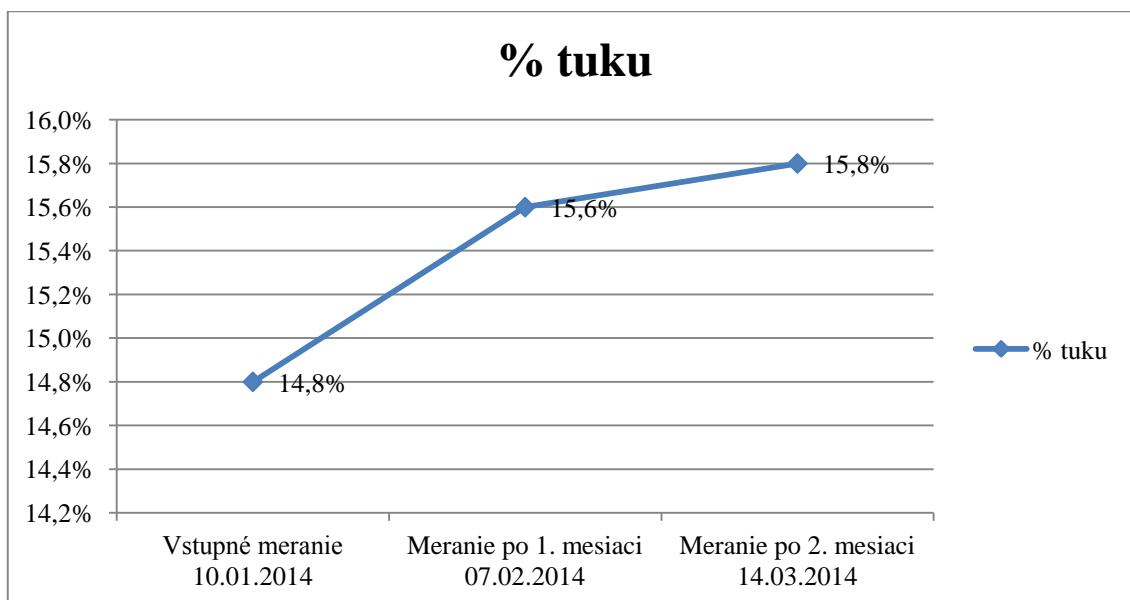
Graf 2 Percentuálne vyjadrenie TBW k aktuálnej telesnej hmotnosti



Na Grafe 2 máme možnosť vidieť percentuálne vyjadrenie celkovej telesnej vody pred, počas a po intervencii vzhľadom na aktuálnu telesnú hmotnosť počas jednotlivých meraní. Hodnota po prvom mesiaci intervencie je o 0,3 % nižšia ako pred intervenciou. Z toho jasne vyplýva, že táto metóda nemala v našom prípade podstatný vplyv na množstvo telesnej vody. Tento fakt si vysvetľujeme jednak dobou, ktorá nemusela byť dostatočná na adaptáciu organizmu a tým na navýšenie hodnoty celkovej vody a jednak celkovým objemom cvičenia, ktorý nemusel byť takisto dostatočný pre vyvolanie opísaného efektu. Po druhom mesiaci bola nameraná hodnota celkovej telesnej vody o 1 % vyššia v porovnaní s prvým mesiacom. Na základe tohto poznatku usudzujeme, že posilňovacia metóda vykonávaná počas druhého mesiaca malá väčší vplyv na hodnotu telesnej vody. Tento nárast mohol byť vyvolaný dostatočnou dobou, potrebnou pre adaptáciu organizmu na danú záťaž a dostatočným objemom zaťaženia. Usudzujeme, že tento efekt mohol nastať aj vďaka väčšiemu podielu IIB svalových

vlákien, ktoré sú charakteristické zapojením pri vysokých intenzitách odporu. Markantnejší nárast telesnej vody po druhom mesiaci indikuje väčší prírastok svalovej hmoty. Na základe tejto skutočnosti vyvraciam našu hypotézu.

Graf 3 Percentuálna hodnota telesného tuku pred, počas a po intervencii



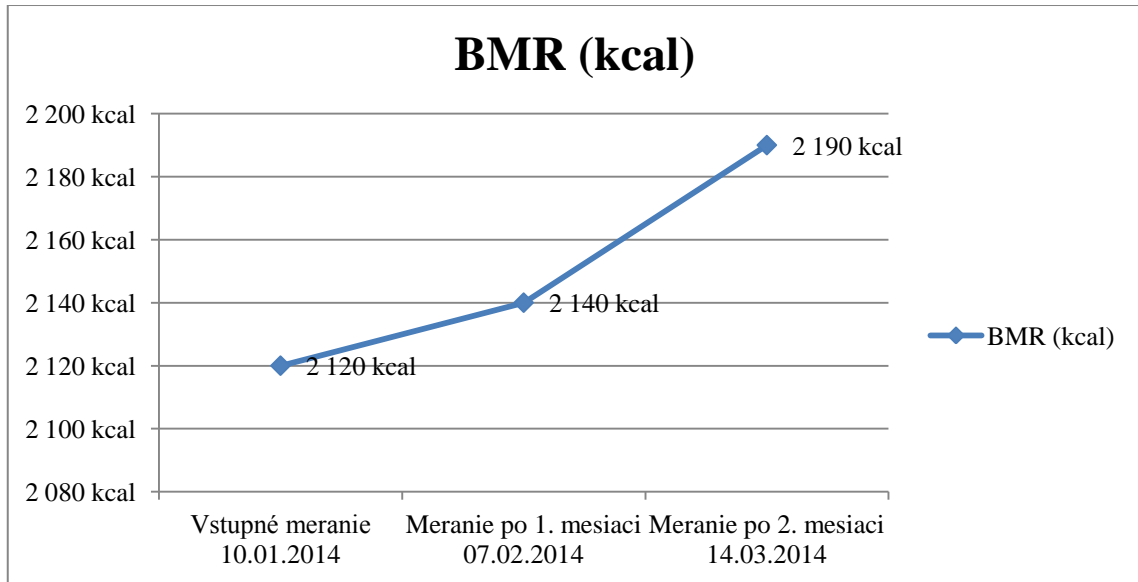
Veľmi zaujímavú informáciu nám poskytuje Graf 3. Môžeme na ňom vidieť meniace sa percento telesného tuku počas doby intervencie. Po prvom mesiaci vzrástol podiel telesného tuku o 0,8 %, zatiaľ čo po druhom mesiaci len o 0,2 %. Nakoľko sa jedálniček počas týchto dvoch mesiacov radikálne nemenil v zmysle prijatých kcal, rozdielny nárast percenta telesného tuku môže vypovedať o nižšej intenzite a tým pádom nižšom kalorickom výdaji počas prvého mesiaca intervencie. To viedlo k tomu, že rozdiel medzi prijatou a vydanou energiou bol väčší v neprospech vydané energie a táto sa následne uložila do tukových zásob. Domnievame sa, že počas druhého mesiaca bol vplyvom vyššej celkovej intenzity tréningového programu tento rozdiel menší, čo sa odzrkadlilo v menšom percentuálnom náraste telesného tuku.

Na Grafe 4 môžeme vidieť ako sa menil bazálny metabolizmus počas intervencie. Po prvom mesiaci došlo k nárastu o 20 kcal, po druhom mesiaci o 50 kcal.

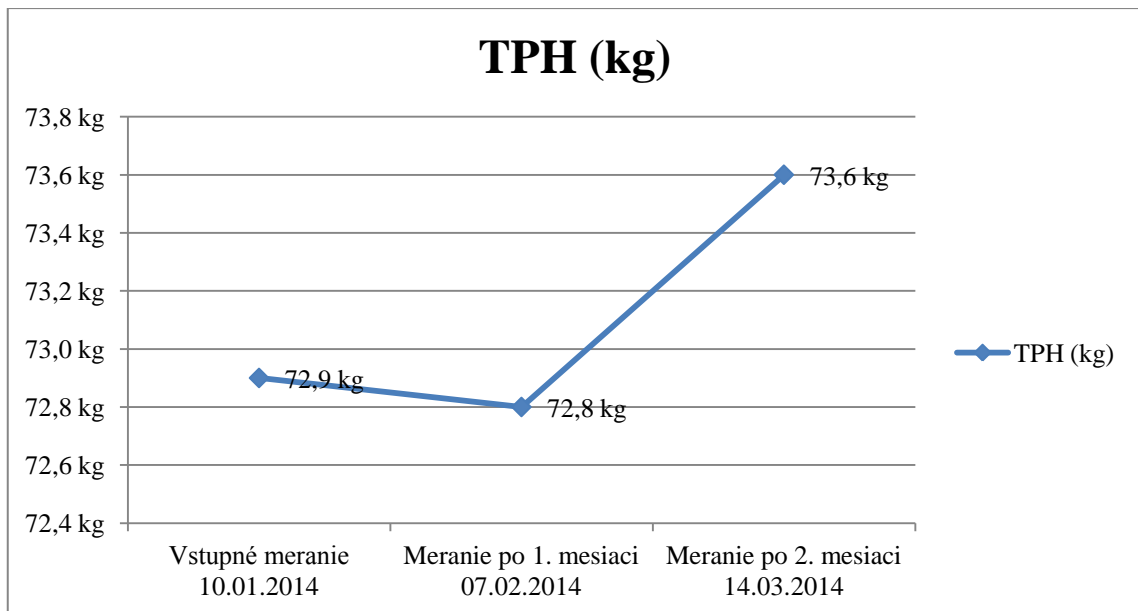
Na Grafe 5 je znázornené meniace sa množstvo TPH. TPH tvorí kostra, svalstvo a ostatné tkanivá. Uvádza sa, že TPH je tvorená zo 60% svalovinou, z 25% opornými

a spojovacími tkanivami a z 15% hmotnosťou vnútorných orgánov. Z grafu je jasný väčší nárast po druhom mesiaci intervencie, čo pripisujeme nárastu svalstva.

Graf 4 Meniace sa hodnoty bazálneho metabolizmu pred, počas a po intervencii



Graf 5 Meniaca sa hmotnosť tukoprotejnej hmoty pred, počas a po intervencii



V práci sme sa zamerali na problém naberania svalovej hmoty vplyvom rôznych metód posilňovania. Odborná literatúra väčšinou vykresľuje ako najvhodnejšiu metódu na dosiahnutie hypertrofie svalstva práve metódu s odporom na hranici 80% - 1-RM a počtom opakovaní v rozmedzí 8 – 12. Zároveň sa však dáva do pozornosti individualita jedinca a nie vždy rovnaký spôsob adaptácie na danú záťaž. Čo platí pre jedného, nemusí platiť pre druhého a naopak. Výsledkami práce sme dospeli k záveru, že v prípade intervenovanej osoby a vzhľadom na aktuálny stav trénovanosti v dobe intervencie sa markantnejšie výsledky, čo sa týka hypertrofie svalstva, objavili po aplikovaní metódy s vyšším odporom záťaže a nižším počtom opakovaní.

Keďže sa jednalo o prípadovú štúdiu zameranú na jednotlivca, nemožno tieto výsledky zovšeobecňovať pre širokú verejnosť. Myslíme si, že po absolvovaní podobného tréningového programu s nastavenými parametrami tak, ako boli prezentované v tejto práci by sme výsledky mohli aplikovať na jedincov, ktorí by sa po absolvovaní merania somatotypu zaradili do rovnakej skupiny ako testovaná osoba, teda do skupiny endomorfný – mezomorf. Ďalšou podmienkou aplikácie nášho tréningového programu s dosiahnutím podobných výsledkov by bol určite veľmi podobný stav trénovanosti. Treba brať do úvahy najmä istý stupeň silového rozvoja, v ktorom sa nachádzala testovaná osoba pred začatím tréningového programu. Je dobre známe, že na jedincovi, ktorý nemá skúsenosť s rozvojom silových schopností bude počas prvých 5 – 6 týždňov badať veľké prírastky v podobe sily a hypertrofie svalstva. Ďalšie ovplyvňovanie silových schopností už nebude prebiehať v takej intenzite ako počas tejto úvodnej fázy.

Nepochybne medzi nemenej podstatné faktory by sme zaradili zdravotný stav, psychickú a fyzickú pohodu, časové možnosti a dostatok spánku. Domnievame sa, že po naplnení vyššie spomenutých podmienok by bolo veľmi pravdepodobné dosiahnutie nami prezentovaných výsledkov aj u iných jedincov.

5 ZÁVER

V práci sme sa zameriavali na odlišné cesty dosiahnutia svalovej hypertrofie. Musíme priznať, že výsledok práce bol pre nás prekvapujúci, nakoľko metóda, ktorou sme dospeli k markantnejšiemu navýšeniu svalovej hmoty sa podstatne blíži metóde, ktorá je v odbornej literatúre prezentovaná najmä ako smerujúca k ovplyvneniu maximálnej sily.

Pri zohľadňovaní nami dosiahnutých výsledkov a ich aplikácií si treba uvedomiť niekoľko zásadných faktov. Najpodstatnejšími sú somatotyp testovaného jedinca a jeho počiatkový silový rozvoj. Medzi ďalšie atribúty podmieňujúce dosiahnutie prezentovaných výsledkov by sme zaradili stravovací režim, dostatočnú dobu spánku a s tým spojenú regeneráciu.

V budúcnosti by sme tejto téme chceli venovať viac pozornosti. Nebolo by na škodu veci zamerať sa na skupiny rôzne trénovaných jedincov s rôznym typom somatotypu a sledovať proces adaptácie jednotlivých skupín aplikovaním nami sledovaných posilňovacích metód. Takisto by sme sa radi zamerali na aplikovanie rôznych výživových doplnkov a sledovali ich účinky na priebeh tréningového programu.

6 POUŽITÁ LITERATÚRA

1. ABRAHAMAS, H., *Jak pracuje lidské tělo. Ilustrovaná encyklopedie anatomie a funkcí všech částí lidského těla*. Praha: Svojtka & Co., 2014, ISBN 978-80-256-1160-9
2. BROWN, E., L., *Strenght training*. United States: Human Kinetics, 2007, ISBN 0-7360-6059-6
3. CISSIK, J., *Strenght and conditioning*. New York: Routledge, 2012, ISBN 978-0-415-6666-0
4. CLARKOVÁ, N., *Sportovní výživa*. Praha: Grada, 2000, ISBN 80-247-9047-5
5. COBURN, J., MALEK, M., *NSCA's Essentials of personal training*. USA: National strenght and Conditioning Association, 2012, ISBN 978-0-7360-8415-4
6. ČIHÁK, R., *Anatomie 1. Druhé, upravené a doplněné vydání*. Praha: Grada, 2001, ISBN 80-7169-970-5
7. DOVALIL, J. et al. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia, 2002, ISBN 80-7033-760-5
8. DYLEVSKÝ, I. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 2009, ISBN 978-80-247-3240-4
9. European food information council. *Čo je energia?* [online] [cit. 2014-08-14] Dostupné z <http://www.eufic.org/page/sk/page/what-is-energy/>
10. FARKAŠ, B., *Silový trénink a jeho determinanty*. Praha, 2013. 86 s. Diplomová práce na UK FTVS. Vedúci diplomovej práce prof. Ing. Václav Bunc, CSc.
11. FLECK, S. J., KRAEMER, J., *Designing resistance training programs – fourth edition*. USA: Human Kinetics, 2014, ISBN 0-7360-8170-4
12. GROSSER, M., EHLENZ, H., GRIEBL, R., ZIMMERMANN, E., *Trénujeme svaly*. České Budějovice: KOPP nakladatelství, 1999, ISBN 80-7232-065-3
13. HAKKINEN, K., PAKARINEN, A., *Acute hormonal responses to two different fatiguing heavy – resistance protocols in male athletes*. Journal of applied physiology, 1993. 74(2): str. 882 – 887
14. HOŠKOVÁ, B. *Význam kvality pohybu v tělesné výchově a sportu*. In: *Sborník referátů vědeckého semináře - Současné problémy tělesné výchovy a sportu*. Ústí

- nad Labem : Pedagogická fakulta UJEP, 1998, 175 s. ISBN 80-7044-228-X - uvedené v (PECH, V., *Pohybová aktivita jako fyziologická potřeba dítěte*. Brno: 2010. 74 s. Diplomová práce na Masarykově univerzitě, Pedagogická fakulta, Katedra tělesné výchovy, Vedúci diplomovej práce doc. PaedDr. Vladislav Mužík, CSc.)
15. KITTNAR, O. et al. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada, 2011, ISBN 978-80-247-3068-4
 16. KLEINER, S., GREENWOOD – ROBINSON, M., *Fitness výživa*. Praha: Grada, 2010, ISBN 978-80-247-3253-4
 17. MURRAY, K., GRANNER, D., MAYES, P., RODWELL, V., *Harperova Biochemie*. Praha: Nakladatelství a vydavatelství H&H, 1993, ISBN 80-7319-013-3
 18. PETR, M., ŠŤASTNÝ, P., *Funkční silový trénink*. Praha: Univerzita Karlova, 2012, ISBN 978-808-6317-9
 19. RIEGEROVÁ, J., PŘIDALOVÁ, M., ULBRICHOVÁ, M., *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Hanex, 2006, ISBN 80-85783-52-5
 20. ROKYTA, R. et al. *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV nakladatelství, 2000, ISBN 80-85866-45-5
 21. SKOLNIK, H., CHERNUS, A., *Výživa pro maximální sportovní výkon*. Praha: Grada, 2011, ISBN 978-80-247-3847-5
 22. SMEJKAL, J., RUDZINSKYJ, I., *Kulturistika pro všechny*. Pardubice: Východočeská tiskárna, 1999, ISBN 80-902589-2-1
 23. STIEFEL, S., *Váš objemový jedálniček*. In *Svet kulturistiky*, 2014, č. 6, str. 64 – 68
 24. STOPPANI, J., *Velká kniha posilování*. Praha: Grada, 2008, ISBN 978-80-247-2204-7
 25. ŠEDIVÝ, K., *Konečně mohutný*. Pardubice: Východočeská tiskárna, 2002, ISBN 80-86462-10-2
 26. ZATSIORSKY, M., *Science and practice of strength training*. USA: Human Kinetics, 1995, ISBN 0-87322-474-4

PRÍLOHY

Príloha 1 Výstup merania zloženia tela 10.1.2014 (BIA 2000 Data Input)

Príloha 2 Výstup merania zloženia tela 7.2.2014 (BIA 2000 Data Input)

Príloha 3 Výstup merania zloženia tela 14.3.2014 (BIA 2000 Data Input)

Príloha 4 Stanovenie somatotypu podľa metódy Heath – Carter

Prílohy 5 Výstup merania somatotypu (Antropo 2000.2)

Priloha 1 Výstup merania zloženia tela 10.1.2014 (BIA 2000 Data Input)

UK FTVS v Praze Laboratoř sportovní motoriky					
TĚLESNÉ SLOŽENÍ		ZÁTĚŽ	STABILITA	CYBEX	VÝSKOKY
BIA	TANITA				
X					

EMAIL:					
JMÉNO: MACHO JURAJ			SPORT: JP		
Datum narození: 26. 08. 1990					
Datum vyšetření: 10. 1. 2014 10:30					
Věk: 23	Maximální zátěžový test:		KREVNÍ TLAK:		
Výška (cm): 179,6	W170 (W·kg ⁻¹):				
Hmotnost (kg): 85,5	Max. výkon (km/h, W, sklon):				
		klid			
BIO (Ohmy): 369	Zatížení				
ECM/BCM: 0,60	VO ₂ (l·min ⁻¹)				
TBW (l): 55,7	VO ₂ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)				
ICW (l): 32,0	V _E (l·min ⁻¹)				
ECW (l): 23,6	SF (tepy·min ⁻¹)				
BMR (kcal): 1120	RER				
% tuku: 14,8 %	VO ₂ (% max)				
TPH (kg): 22,9	SF (% max)				
Poznámky:	Vent. anaer. práh	VO ₂ (l·min ⁻¹):	% max.		
		(km/h, 5 %):	% max.		
		SF (tepy·min ⁻¹)	% max.		
	LA max. (mmol/l)	SF _{ae} (tepy·min ⁻¹):			
		SF _{an} (tepy·min ⁻¹):			
		čas/1 km (min):			

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
zátěž								
SF								
čas max								

Priloha 2 Výstup merania zloženia tela 7.2.2014 (BIA 2000 Data Input)

UK FTVS v Praze Laboratoř sportovní motoriky					
TĚLESNÉ SLOŽENÍ		ZÁTĚŽ	STABILITA	CYBEX	VÝSKOKY
BIA	TANITA				
X					

EMAIL:					
JMÉNO: MACHO JURAJ			SPORT: ŽP		
Datum narození: 26. 08. 1990					
Datum vyšetření: 7. 2. 2014 10:15					
Věk: 23	Maximální zátěžový test:		KREVNÍ TLAK:		
Výška (cm): 179,6	W170 (W·kg ⁻¹):				
Hmotnost (kg): 70,3	Max. výkon (km/h, W, sklon):				
	klid	I.subm.			
BIO (Ohmy): 367	Zatížení				
ECM/BCM: 0,58	VO ₂ (l·min ⁻¹)				
TBW (l): 56,0	VO ₂ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)				
ICW (l): 32,4	V _E (l·min ⁻¹)				
ECW (l): 23,6	SF (tepy·min ⁻¹)				
BMR (kcal): 2140	RER				
% tuku: 15,6 %	VO ₂ (% max)				
TPH (kg): 70,3	SF (% max)				
Poznámky:	Vent. anaer. práh	VO ₂ (l·min ⁻¹):	% max.		
		(km/h, 5 %):	% max.		
		SF (tepy·min ⁻¹)	% max.		
	LA max. (mmol/l)	SF _{ae} (tepy·min ⁻¹):			
		SF _{an} (tepy·min ⁻¹):			
		čas/1 km (min):			

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
zátěž								
SF								
čas max								

Priloha 3 Výstup merania zloženia tela 14.3.2014 (BIA 2000 Data Input)

UK FTVS v Praze Laboratoř sportovní motoriky					
TĚLESNÉ SLOŽENÍ		ZÁTĚŽ	STABILITA	CYBEX	VÝSKOKY
BIA	TANITA				
X					

EMAIL:					
JMÉNO: MACHO JURAJ			SPORT: BP		
Datum narození: 26. 08. 1990					
Datum vyšetření: 14. 3. 2014 (11.00)					
Věk: 23	Maximální zátěžový test:		KREVNÍ TLAK:		
Výška (cm): 179,4	W170 (W·kg ⁻¹):				
Hmotnost (kg): 87,4	Max. výkon (km/h, W, sklon):				
		klid	I.subm.	II.subm.	max.
BIO (Ohmy): 353	Zatížení				
ECM/BCM: 0,58	VO ₂ (l·min ⁻¹)				
TBW (l): 57,6	VO ₂ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)				
ICW (l): 32,9	V _E (l·min ⁻¹)				
ECW (l): 24,7	SF (tepy·min ⁻¹)				
BMR (kcal): 2190	RER				
% tuku: 15,8 %	VO ₂ (% max)				
TPH (kg): 73,6	SF (% max)				
Poznámky:	Vent. anaer. práh	VO ₂ (l·min ⁻¹):	% max.		
		(km/h, 5 %):	% max.		
		SF (tepy·min ⁻¹)	% max.		
	LA max. (mmol/l)	SF _{ae} (tepy·min ⁻¹):			
		SF _{an} (tepy·min ⁻¹):			
		čas/1 km (min):			

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
zátěž								
SF								
čas max								

Prilohy 5 Výstup merania somatotypu (Antropo 2000.2)

Total Profiles: 1
 Mean Somatotype: 2.4-7.7-1.6
 Mean Age: 23.27

