

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

Silový trénink a jeho determinanty

Diplomová práce

Vedúci diplomovej práce:

prof. Ing. Václav Bunc, CSc.

Vypracoval:

Bc. Boris Farkaš

Praha, december 2013

Prehlasujem, že som túto diplomovú prácu vypracoval samostatne a uviedol som v nej všetku literatúru a ostatné zdroje, ktoré som použil.

V Prahe, dňa

Boris Farkaš

Evidenčný list

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

Meno a priezvisko: Fakulta / katedra: Dátum požičania: Podpis:

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu diplomovej práce prof. Ing. Václavovi Buncovi, CSc. za vytvorenie priaznivých podmienok pri písaní tejto práce a za poskytnutie cenných rád, pripomienok a umožnenia jednotlivých meraní pri jej spracovaní.

Abstrakt

SILOVÝ TRÉNING A JEHO DETERMINANTY

Cieľ: Cieľom tejto práce je navrhnúť, aplikovať a zistiť vplyv zostaveného programu na zmeny sledovaných parametrov telesného zloženia.

Metódy: V rámci práce sme použili bioimpedančnú analýzu, antropometrické meranie svalového objemu a diagnostiku predchádzajúcej pohybovej skúsenosti.

Výsledky: Po spätnoväzbovom meraní boli zistené výrazné zmeny v podieli tučnej hmoty, celkovej svalovej hmoty a svalovej hmoty horných končatín.

Kľúčové slová: svalová sila, adaptácia, svalová hypertrofia, redukcia podkožného tuku, výživa, doplnky výživy, tréningový program.

Abstract

STRENGTH TRAINING AND INFLUENCING FACTORS

Objectives: The aim of this thesis is to form, apply and find the influence of created workout regarding body composition changes.

Methods: In this work we used bioimpedance analysis, antropomotrical measurements of muscle mass and diagnostics of previous physical experience.

Results: Considering the following measurement we found out significant changes in fat mass and muscle mass ratio as well as increase of muscle mass in upper extremities.

Keywords: muscle strenght, adaptation, muscle hypertrophy, fat loss, dietary supplements, training programme

Zoznam použitých skratiek

1 OM	jedno opakovacie maximum
ADP	adenozindifosfát
ATP	adenozintrifosfát
BCAA	branch chained amino acids (vetvené aminokyseliny)
BMR	basal metabolic rate (bazálny metabolizmus)
cal	kalória
CEE	keratin ethyl ester
CK	kreatinkináza
CM	kreatin monohydrát
ECW	extra celular water
FGF	fibroblast growth factor
GH	growth hormone
GI	glykemický index
GN	glykemická nálož
HGH	hepatocyte growth factor
HIIT	heavy intensive interval training (vysokointervalový intenzívny tréning)
ICW	intra celular water
IGF-1	insuline-like growth factor 1
IO	interval odpočinku
J	joule
kcal	kilokalória
kJ	kilojoule
LDL	low-density lipoproteins

TBW	total body water
TH	telesná hmotnosť
VLDL	very-low-density lipoproteins

OBSAH

1 ÚVOD	11
2 LITERÁRNY ROZBOR SKÚMANEJ PROBLEMATIKY	13
2.1 Svalová činnosť a svalová sila	15
2.2 Adaptácie na úrovni štruktúry a riadenia	17
2.2.1 Štrukturálna adaptácia	18
2.2.2 Adaptácia na úrovni riadenia	21
2.3 Cross-training (Cross-education) fenomén	23
2.4 Podoby sily, rozvoj silových predpokladov	23
2.5 Diagnostika jedinca	29
2.6 Výživa	32
2.7 Makronutrienty	34
2.7.1 Sacharidy	35
2.7.2 Bielkoviny	37
2.7.3 Tuky	38
2.7.4 Odporúčané dávky jednotlivých makronutrientov	39
2.8 Výživové doplnky	40
2.8.1 Proteínové doplnky	40
2.8.2 BCAA (Branched Chained Amino Acids)	42
2.8.3 Kreatín	43
2.8.4 Glukóza	44
2.9 Frekvencia jedál	45
2.10 Načasovanie príjmu makronutrientov v čase tréningovej jednotky	46
2.11 Zhrnutie riešenej problematiky	47
3. CIEĽ, HYPOTÉZA A ÚLOHY PRÁCE	49
3.1 Cieľ práce	49
3.2 Hypotézy	49
3.3 Úlohy práce	49
4 METODIKA PRÁCE	50
4.1 Anamnéza testovanej osoby	50

4.2 Meranie a testovanie	55
4.2.1 Metódy merania	55
4.2.2 Testovanie maximálnej sily	56
4.3 Tréningové fázy	59
4.4 Sledovanie prijatých makronutrientov	70
4.5 Rozsah platnosti	73
5 VÝSLEDKY PRÁCE, DISKUSIA	74
6 ZÁVER	85
7 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	86
PRÍLOHY	

1 ÚVOD

Diplomovou prácou „Silový tréning a jeho determinanty“ by sme chceli nadviazať na našu bakalársku prácu „Rozvoj silových predpokladov a vplyv rozvoja maximálnej sily na rýchlostnú silu a silovú vytrvalosť v bench presse“.

Vykonávanie experimentov týkajúcich sa zmien telesného zloženia je aktuálna téma. Hlavným dôvodom k opätovnému zvýšeniu tukovej zložky je často návrat k pôvodným stravovacím návykom a zníženie pohybovej aktivity. Poslednú intervenciu tohto druhu som na sebe aplikoval na začiatku roka 2013, keď moja hmotnosť dosiahla 103 kg. Postup, akým som znižoval hmotnosť je uvedený na začiatku metodickej časti našej diplomovej práce. Počas tohto obdobia som zaznamenal výrazný pokles výkonnosti. Na základe doposiaľ získaných skúseností som nemal prehľad o zmenách v telesnom zložení, pretože som nevykonával žiadne merania popisujúce tieto parametre. Pokles výkonnosti ma samozrejme veľmi znepokojoval. Riadil som sa konkrétnymi odporúčaniami dostupnými na internetových fórach a v článkoch. V tej dobe som sa rozhodol podrobne naštudovať jednotlivé mechanizmy adaptácie organizmu na silový tréning. Dôležitým odvetvím okrem problematiky silového tréningu bola výživa z hľadiska príjmu množstva jednotlivých makronutrientov.

Na základe získaných informácií počas štúdia prezentovanej problematiky sme sa rozhodli nekopírovať tréningové plány a postupy, ale vytvoriť niečo vlastné a unikátne. Aj z tohto dôvodu sme sa rozhodli pre atypickú intervenciu relatívne náročnú na realizovanie u pokročilých jedincov, a teda zvýšenie podielu svalovej hmoty so súčasným znížením množstva podkožného tuku.

Aplikácia tréningového programu na viacero jedincov môže mať niekoľko úskalí. Prvým môže byť ekonomický faktor v súvislosti s využitím jednotlivých doplnkov výživy, tak ako i množstva potravy slúžiaceho k dosiahnutiu cieľa. Nebolo by v našich možnostiach zabezpečiť využívané množstvo výživových doplnkov v rámci práce pre viac jedincov. Druhým úskalím je nájdenie ľudí s približne rovnakou tréňovanosťou, výkonnosťou, telesným zložením a časovými možnosťami. Tretím úskalím môžu byť často nepresné, skreslené informácie a spätná väzba týkajúce sa či už samotného zaťaženia alebo energetického príjmu zo strany testovanej osoby. Intervencia na sebe samom vylučuje neobjektívne informácie, keďže nemáme dôvod udávať nepravdivé údaje. Takýto typ experimentu poskytuje relatívne presné informácie či už z hľadiska

vykonanej pohybovej aktivity alebo energetického príjmu. Naším zámerom je zistenie, či podobné zaťaženie môže vyvolať žiaduce zmeny alebo nie.

Sme si vedomí, že na základe výsledkov jedného jedinca nie sme schopní urobiť obecné závery, ale veríme, že nami prezentovaná práca môže zmeniť náhľad na vyššie zmienenú problematiku. Taktiež skúsenosti získané pri spracovávaní tejto práce máme v pláne využiť v našom ďalšom pôsobení v odbore.

Z hľadiska rozvoja silových predpokladov tréningový program obsahoval drepy, rumunský mŕtvy ťah, bench press, príťahy na hrazde, príťahy veľkej činky v predklone s využitím lavičky, stojana, hrazdy, závažia a veľkej činky. Intervencia bola doplnená o tréningové jednotky zamerané na rozvoj aeróbnych predpokladov vo forme cyklistiky.

Počas obdobia aplikovania tréningového programu sme využívali niektoré výživové doplnky. Konkrétnym doplnkom a ich dávkovaníu sa venujeme v príslušnej kapitole.

2 LITERÁRNY ROZBOR SKÚMANEJ PROBLEMATIKY

Pod pojmom silový tréning budeme mať na mysli tréningový program s cieľom ovplyvniť silové predpoklady a svalovú hypertrofiu. V tuzemských zdrojoch sa môžeme stretnúť s označením „silový tréning“ ako zameraním sa na rozvoj maximálnej sily. Tréningový program na ovplyvnenie svalovej hypertrofie je často prezentovaný ako objemový tréning. My sa prikloníme k chápaniu silového tréningu tak, ako ho pojíma zahraničná literatúra, a teda v zmysle zmieneneho rozvoja silových predpokladov a svalovej hypertrofie.

Z morfológického hľadiska rozoznávame svaly:

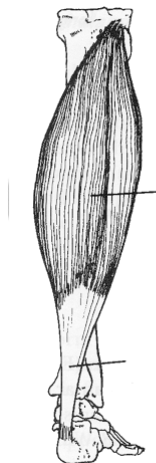
- priečne pruhované (kosterné)
- hladké
- srdcový sval

V prvej časti teoretickej časti sa budeme zaoberať kosterným svalom a ich adaptačnými reakciami na rezistentné cvičenia.

Kosterné svaly (ďalej „svaly“) ľudského tela na základe usporiadania svalových snopcov sa delia na:

- *svaly nesperené*

Pre nesperené svaly je charakteristický menší počet svalových snopcov. Svalové a šľachové snopce sú usporiadané paralelne (obrázok č. 1). Sťah nespereného svalu je význačný výrazným skrátením svalu vyvinutím malej kontraktilnej sily a vyššou rýchlosťou kontrakcie, pričom úpon svalu je ďaleko od osi rotácie (dostupné z <http://www.kme.zcu.cz/kmet/bio/svstruktur.php>).



Obrázok č. 1. Nesperený sval *m. soleus* (Kirkham, 2001)

- svaly sperené

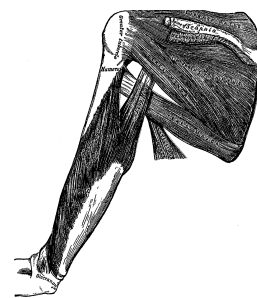
Pre sperené svaly je charakteristické väčšie množstvo svalových snopcov, ktoré v porovnaní s nesperenými svalmi sú kratšie (obrázok č. 2). Tieto snopce sú usporiadané šikmo k priebehu šliach (zvierajú s nimi ostrý uhol). Charakteristickým pre kontrahovaný sperený sval je malé skrútenie, nižšia rýchlosť kontrakcie a vyvinutie väčšej svalovej sily. Úpon svalu sa nachádza blízko osi rotácie (dostupné z <http://www.kme.zcu.cz/kmet/bio/svstruktur.php>).



jednosperený
m. semimembranosus



dvojsperený m. rectus femoris



mnohosperený m. triceps brachii

Obrázok č. 2 Príklady sperených svalov (Kirkham, 2001)

V svale sa nachádzajú dva dôležité proprioreceptory, ktoré vysielajú signály do miechy týkajúce sa napätia v svale, sú to *svalové vretienka* a *Golgiho šľachové telieska*.

Svalové vretienka

Sú to špecializované svalové vlákna obsahujúce nervové senzory situované v svale medzi ostatnými svalovými vláknami. Ich úlohou je ochraňovať sval vyslaním signálu do miechy v prípade, že sval sa príliš naťahuje a hrozí jeho pretrhnutie. Tento signál vyslaný do miechy spustí reakciu, ktorá má za následok vyvolanie kontrakcie v svale, čím zabráni jeho ďalšiemu predlžovaniu. Avšak tento mechanizmus funguje len pri rýchlych natiahnutiach svalu, pri pomalom naťahovaní nie sú svalové vretienka stimulované, a teda nedochádza k zabráneniu predlžovania svalu (Bompa, 2009).

Golgiho šľachové telieska

Nenachádzajú sa priamo v svale, ale v šľache, kde zohrávajú dôležitú úlohu pri ochránení svalu pred utrnutím. Keď je teliesko stimulované vysokým napätím v svale, vysielá signál do miechy, aby táto kontrakcia bola inhibovaná v svale, ktorý vykonáva pohyb. Následne aktivuje antagonistu, ktorý svojím spôsobom brzdí agonistu (Brown, 2007). Štúdie ukázali, že vysokointenzívny tréning výrazne znížil neuromuskulárnu inhibičnú odpoveď. Zníženie ochranného reflexu sa podieľa na zvýšení svalovej sily vzhľadom na tréningové zaťaženie (Bompa, 2009).

2.1 Svalová činnosť a svalová sila

Svalová činnosť pri rozvíjaní silových predpokladov a svalovej hypertrofie podľa Dovalila (2002) sa delí na :

- *excentrickú*: sval sa predlžuje. Excentrická fáza je teda charakteristická oddáľovaním úponu od začiatku svalu.
- *koncentrickú*: sval sa skracuje. Táto fáza pohybu je charakteristická približovaním úponu svalu k jeho začiatku.
- *izometrickú*: dĺžka svalu sa nemení

- *izotonickú*: dĺžka svalu sa mení, predpokladá sa nemennosť veľkosti svalového napätia
- *dynamickú*: dĺžka svalu a veľkosť svalového napätia sa mení

Podrobnejšie členenie svalovej činnosti pre potreby našej práce nie je nevyhnutné.

Podľa Siffa (2004) je svalová sila výsledok svalovej práce vyvolanej elektrickými procesmi v nervovom systéme organizmu. Svalovú silu definuje ako schopnosť určitého svalu alebo svalovej skupiny vyvinúť silu vzhľadom na určité podmienky. Svalovú silu môžeme chápať ako schopnosť prekonať alebo pôsobiť proti odporu. Dovalil (2002) definuje svalovú silu ako schopnosť prekonať, udržať alebo brzdiť určitý odpor.

Pri posudzovaní kvality svalovej hmoty posudzujeme pomer mimobunkovej (ECM - extracelular mass) a vnútrok bunkovej hmoty (BCM - body cell mass). Čím je tento koeficient nižší, tým môžeme uvažovať o vyšších predpokladoch pre svalovú činnosť (Marečková, 2010). Tento koeficient je možné využiť aj pri posudzovaní výživového stavu jedinca.

Rozhodujúcim faktorom pre svalovú činnosť je aj zastúpenie jednotlivých druhov svalových vlákien v svale.

Siff (2004) rozoznáva nasledujúce typy svalových vlákien:

Svalové vlákna typu I:

- zafarbené dočervena vďaka myoglobínu
- pomaly sa kontrahujúce
- odolávajú únave
- s vysokou oxidatívnou kapacitou
- s nízkou glykolitickou kapacitou
- majoritne sa podieľajú na držaní postúry a pri aktivitách s nízkou intenzitou
- obsahujú vysoké množstvo mitochondrií a ciev

Svalové vlákna typu IIa:

- prechodný typ svalových vlákien, charakteristikou sú medzi typom I a IIb
- výskumy ukázali, že kulturisti disponujú prevažne svalovými vláknami tohto typu, čo vedie k záverom, že práve tento typ vlákien je najdôležitejší z hľadiska svalovej hypertrofie

Svalové vlákna typu IIb:

- schopné rýchlej kontrakcie (10x rýchlejšie ako typ I)
- rýchlo unaviteľné
- s nízkou oxidatívnou kapacitou
- s vysokou glykolitickou kapacitou
- nábor motorických jednotiek inervujúcich tieto vlákna iba pri vysokej intenzite cvičenia

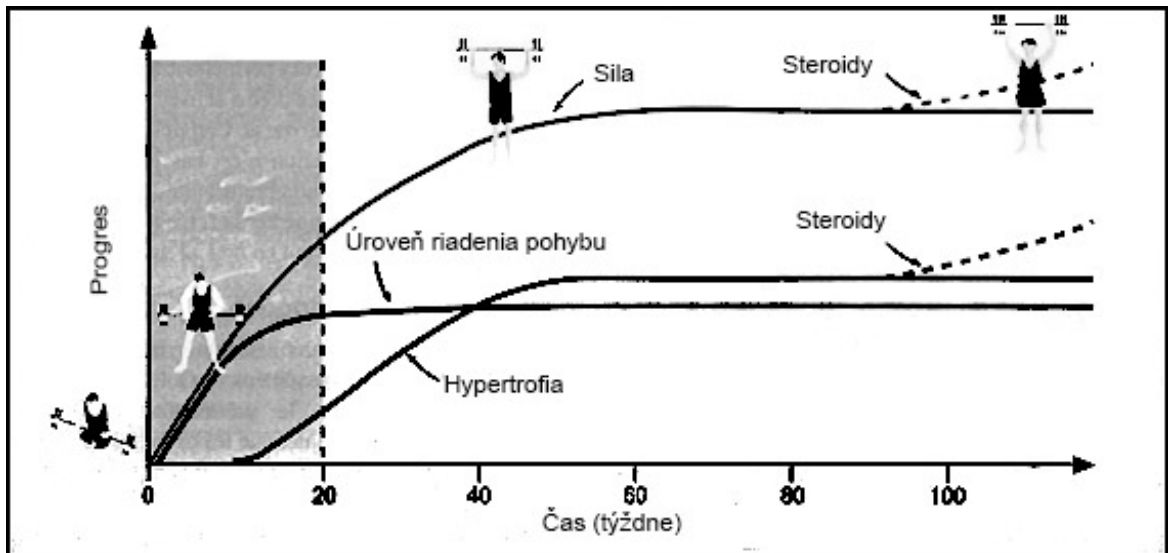
Možná zmena typu alebo charakteristík svalových vlákien z jedného typu na druhý typ nie je v súčasnosti presne objasnená.

Všeobecne povedané svalová sila závisí na nasledovných faktoroch (Dovalil 2002 Štochl 2008 – uvedené vo Farkaš 2010):

- medzisvalovej koordinácii
- vnútro svalovej koordinácii
- svalovej hypertrofii
- enzymatickej aktivite
- energetickej pripravenosti
- voľnom úsilí a motivácii
- type svalových vlákien

2.2 Adaptácie na úrovni štruktúry a riadenia

Adaptácie svalu na silový tréning prebiehajú na dvoch úrovniach, na úrovni riadenia pohybu a na štruktúrálnej úrovni. Ďalej rozoznávame zmeny akútne a dlhodobé.



Obrázok č. 3: Zvýšenie svalovej sily v závislosti na nervovej adaptácii a hypertrofií v čase- v týždňoch (Sale, 1988 – uvedené v Junius-Thomas, 2012)

Na základe obrázka č. 3 predpokladáme, že za nárast svalovej sily sú pri aplikovaní silového tréningu v prvom rade zodpovedné adaptácie na úrovni riadenia pohybu. Zmeny v štruktúre svalu zohrávajú v tomto procese až sekundárnu úlohu.

2.2.1 Štrukturálna adaptácia

Hypertrofia

Zväčšenie prierezu svalu je dlhodobá adaptačná zmena svalu ako odpoveď na silový tréning s príslušnými parametrami podrobne rozoberanými v kapitole 2.4. Zväčšenie tohto prierezu má za následok zvýšenie počtu kontraktilných jednotiek svalu, a teda i zvýšený potenciál generovania sily. Pripomíname, že sú to práve svalové vlákna typu IIa, ktoré zväčšujú svoj objem v prípade vhodného zaťaženia, a ktoré atrofuju vzhľadom na prerušenie príslušného zaťažovania (Bompa, 2009; Siff, 2004).

Ak hovoríme o hypertrofii svalu, môžeme ju tiež chápať na dvoch úrovniach ako:

- *hypertrofiu sarkoplazmatickú*: navýšenie svalového objemu príčinou navýšenia energetických rezerv

- *hypertrofiu sarkomér*: zväčšenie prierezu svalu zväčšením prierezu myofibríl, ich počtu a dĺžky a zvýšenie kvality kontraktilných proteínov (predovšetkým myozínu).

Na hypertrofii sarkomér sa podieľa aktivita satelitných buniek, imunitný systém a rastové faktory.

Aktivita a proliferácia satelitných buniek

Hlavnou funkciou satelitných buniek je uľahčenie rastu a opravy kosterného svalu. Tieto bunky sú situované na vonkajšom povrchu svalového vlákna, kde zostávajú neaktívne. Aktivujú sa až v prípade vyvolania traumy v svale vzniknutej pri silovom tréningu (Hawke, 2001). Je dôležité si uvedomiť, že tento proces nespôsobuje navýšenie počtu svalových vlákien, ale zapríčiňuje zväčšenie prierezu svalového vlákna, a teda zvyšuje množstvo kontraktilných proteínov v svalovom vlákne. Aktivácia a proliferácia svalových buniek trvá do 48 hodín po traume, ktorá bola spôsobená napríklad silovým tréningom (Hawke, 2001).

Reakcia imunitného systému

Ako sme uviedli, silový tréning s príslušnými parametrami spôsobuje narušenie vnútorného prostredia v kosternom svale. Z tohto dôvodu imunitný systém reaguje niekoľkými reakciami, ktoré vedú k jeho zapáleniu (Shephard, 1998). Účelom tejto reakcie imunitného systému je naštartovanie mechanizmov, ktoré majú za úlohu takto ovplyvnený sval opraviť a zbaviť odpadných produktov.

Rastový faktor

Patria sem napríklad GH (growth hormone), FGF (fibroblast growth factor), HGH (hepatocyte growth factor), ktoré podporujú aktiváciu a proliferáciu satelitných buniek. IGF-1 (Insuline-like growth factor 1) je produkovaný v pečeni a jeho najvyššie hodnoty sú dosahované v období adolescencie, kedy zohráva dôležitú úlohu v raste kostí a svalovej hmoty. IGF-1 je závislý na hladine GH (Hernandez, Kravitz, 2003).

Zväčšenie prierezu svalových vlákien je sprevádzané zmenou uhla sperenia jednotlivých svalových vlákien, v prípade intervencie s vysokou intenzitou, ktoré sa okrem iných faktorov tiež podieľa na celkovej kapacite svalu vyvinúť svalovú silu

(Aagaard, 2001; Kawakami, 1993). Dylevský (2007) nepovažuje zmenu uhla sperenia u konkrétneho svalu ako významný faktor ovplyvňujúci konečne vyvinutú svalovú silu.

Naproti tomu druhá štúdia, v ktorej bol aplikovaný program obsahujúci ľahké odpory a nižší počet opakovaní (rozvoj rýchlostnej sily), poukázala na zmenšenie uhla sperenia pri tomto type zaťaženia. Zmenšenie uhla sperenia v konečnom dôsledku znamená zníženie kapacity svalu vyvinúť maximálnu silu (v porovnaní s predošlým stavom), ale zároveň i zníženie času potrebného na jeho skrátenie (Alegre a kol., 2006).

Enzymatická aktivita

Keď hovoríme o enzymatickej aktivite v zmysle štrukturálnej adaptácie svalu na záťaž v rámci silového tréningu (Junius-Thomas, 2012) máme na mysli:

- zvýšenie aktivity ATPázy (katalyzuje ATP na ADP + fosfát, prípadne ADP na AMP + pyrofosfát)
- zvýšenie pohybu Ca⁺⁺ cez bunkové membrány
- zvýšenie množstva ATP-CP v svale

Hyperplazia

Pod pojmom hyperplazia rozumieme zvýšenie počtu svalových vlákien. Tento fenomén je vedecky dokázaný u niektorých zvierat, napr. u myší, potkanov, mačiek alebo vtákov (Antonio, Gonyea, 1993).

Sjöström (1992) potvrdil rozdielny počet svalových vlákien pri skúmaní m. tibialis anterior na oboch končatinách (približne 15000 svalových vlákien viac u nedominantnej dolnej končatiny). Sjöström sa domnieva, že za predpokladu, ak sa rozdiel 15 000 vlákien prejaví o 10 rokov, potom počas jedného týždňa by sa formovalo priemerne 30 nových svalových vlákien. V prípade, že priemerný m. tibialis anterior obsahuje 150 000 svalových vlákien, to znamená, že v uvedenom príklade sa formuje jedno nové svalové vlákno na každých 5000 vlákien. Ak svalová biopsia obsahuje približne 500 svalových vlákien je zrejmé, že zistenie formovania nových svalových vlákien je momentálne dostupnými metódami veľmi obtiažne. Zvyšovanie počtu svalových vlákien ako štrukturálna adaptácia na záťaž u človeka je predmetom výskumov a zatiaľ nie je presne objasnená.

Zväčšenie prierezu svalu a navýšenie energetických rezerv zohráva najdôležitejšiu úlohu pri zvyšovaní svalovej sily z hľadiska štrukturálnej adaptácie svalu na silový tréning.

2.2.2 Adaptácia na úrovni riadenia

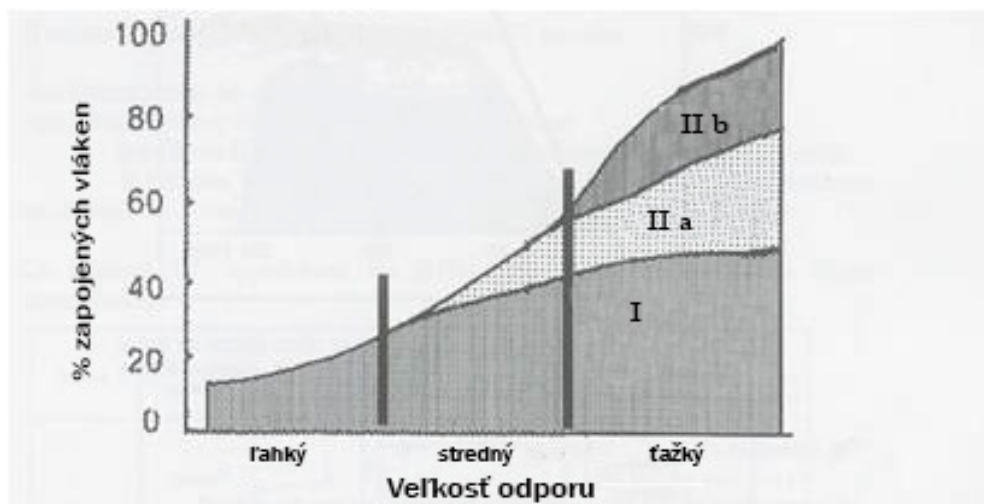
Pod týmto typom zmien rozumieme adaptácie kosterného svalu na úrovni intermuskulárnej a intramuskulárnej za účasti centrálnej nervovej sústavy (CNS). Intermuskulárnu a intramuskulárnu adaptáciu môžeme chápať ako:

- Zlepšenie synchronizácie zapojenia agonistov (primárne svaly vykonávajúce daný pohyb)
- Zlepšenie synchronizácie zapojenia synergistov (svaly pomáhajúce vykonať pohyb)
- Zlepšenie v zmysle relaxácie antagonistov (protiľahlé svalové skupiny, napr. *m.biceps brachii* >< *m. triceps brachii*) pri práci agonistov

Uvedené zlepšenia nastávajú vzhľadom na špecifické funkčné adaptácie riadenia, ktorými sú nábor motorických jednotiek, synchronizácia motorických jednotiek, rýchlosť aktivácie motorických jednotiek.

Nábor motorických jednotiek

Motorická jednotka je tvorená motoneurónom a svalovými vláknami, ktoré inervuje. Jeden motoneurón inervuje len vlákna s rovnakými vlastnosťami (I, IIb, IIa), nikdy zmiešané typy svalových vlákien.



Obrázok č. 4: Zapojenie motorických jednotiek vzhľadom na veľkosť odporu. So zvyšujúcim odporom sa aktivuje viac motorických jednotiek a rýchlejšie sa kontrahujúce typy svalových vlákien (Henneman, 1965 - uvedené v Junius-Thomas, 2012)

Podľa závislosti popísanej Hennemanom na obrázku č. 4 (1965 – v uvedené v Junius-Thomas, 2012) čím väčšia je záťaž, tým je stimulovaných väčší počet motorických jednotiek. Vyššia intenzita v silovom tréningu teda vyvoláva rozdielne zapojenie jednotlivých motorických jednotiek, a tým i svalových vlákien. Napriek tomu nábor motorických jednotiek nezávisí iba na vyvinutej sile, ale aj na rýchlosti kontrakcie, type svalovej kontrakcie a na metabolickom stave svalu (Bompa, 2009).

Synchronizácia motorických jednotiek

Motorické jednotky sa zapájajú ako odpoveď na činnosti svalu pri nízkej intenzite vo veľmi krátkych intervaloch. Tento fenomén má za následok asynchrónnosť jednotlivých motorických jednotiek medzi sebou. Na druhej strane synchronizácia medzi motorickými jednotkami je jedným z mechanizmov, vďaka ktorému je možné zvýšenie svalového výkonu. Nedávne výskumy poukazujú na to, že synchronizácia medzi motorickými jednotkami nemusí priamo súvisieť so zvýšením výkonnosti v oblasti maximálnej sily, respektívne absolútnej sily. Javí sa, že synchronizácia motorických jednotiek je kľúčová predovšetkým v prípade, keď hovoríme o produkcii sily, respektíve rýchlosti zapojenia motorických jednotiek. Z toho dôvodu uvedená synchronizácia zohráva dôležitú úlohu pri aktivitách, ktoré vyžadujú zapojenie

a spoluprácu jednotlivých motorických jednotiek vo viacerých svaloch v jednom okamihu (Bompa, 2009).

Rýchlosť aktivácie motorických jednotiek „firing rate“

Svalová sila vyvinutá svalovou skupinou môže byť zvýšená bez zapojenia ďalších motorických jednotiek. Firing rate je zodpovedný a zohráva dôležitú úlohu pri určovaní rýchlosti vedomých kontrakcií. Javí sa, že aktivity ako vzpieranie, výskoky z drepu a plyometria majú potenciál ovplyvniť rýchlosť zapojenia motorických jednotiek, pretože jednou z adaptačných odpovedí organizmu na tieto cvičenia je práve zvýšenie zmieného potenciálu (Junius-Thomas, 2012).

2.3 Cross-training (Cross-education) fenomén

V literatúre sa uvádza, že jednostranný silový tréning nezvyšuje silu iba u trénovanej končatiny, ale taktiež u protil'ahlej končatiny. Tento fenomén označujeme ako cross-training alebo cross-education a predpokladáme určitú mieru zastúpenia v zvyšovaní funkčnosti systému z hľadiska náboru motorických jednotiek, ich synchronizácie a rýchlosti aktivácie.

Tento mechanizmus zaraďujeme medzi adaptácie riadenia vzhľadom na to, že neboli zistené žiadne štrukturálne zmeny, ktoré by mohli spôsobiť zvýšenie svalovej sily (Zhou, 2003). Na základe štúdií sa ukazuje, že excentrická izokinetická intervencia zohráva dôležitejšiu úlohu v cross-trainingu ako čisto koncentrické zaťaženie (Hortobágyi 1999 – uvedené v Zhou, 2003). Autori sa zatiaľ nezhodli na definovaní dominantného mechanizmu spôsobujúceho tento fenomén. Avšak zvýšené prúdenie krvi v organizme ako odpoveď na záťaž je spojené s fenoménom cross-trainingu (Yuza 2000, Yasuda a Miyamura 1983 – uvedené v Zhou, 2003). Uvedený fenomén je možné využiť v prípadoch imobilizácie jednej končatiny, keď vďaka jednostrannému tréningu môžeme znížiť nielen atrofiu, ale i pokles svalovej sily u imobilizovanej končatiny.

2.4 Podoby sily, rozvoj silových predpokladov

Pavlík (1996) uvedené v Farkaš (2010) delí silové predpoklady na:

1. statickosilové

- krátkodobá statickosilová schopnosť
 - vytrvalostná statickosilová schopnosť
2. dynamickosilové:
- explozívnosilová schopnosť
 - rýchlostnosilová schopnosť
 - vytrvalostnosilová schopnosť

Avšak toto delenie sa nám nezdá príliš vhodné, keďže prevažná väčšina autorov jednotlivých tréningových postupov nepoužíva toto delenie. (Brown, 2007; Siff, 2004).

Z tohto dôvodu v prípade, že hovoríme o rozvoji silových predpokladov, sa prikloníme k deleniu, ktoré uvádza Dovalil (2002), na :

- absolútna silu
- rýchlu a výbušnú silu
- vytrvalostná silu

Toto delenie nie je z vedeckého hľadiska plne dostačujúce. Hranica medzi jednotlivými podobami sily nie je presne vymedzená, ale prechodná. Znamená to, že zámerné pôsobenie na rozvoj napríklad maximálnej sily bude mať za následok ovplyvnenie zvýšenia rýchlosti kontrakcie svalu (Dovalil, 2002).

Absolútna sila

Absolútna sila je sila, ktorá môže byť vyvinutá jedincom bez ohľadu na jeho telesnú hmotnosť. Absolútnu silu je teda maximálna silová kapacita, ktorú môžeme zmerať priamou metódou pomocou jedného opakovacieho maxima (1 OM) alebo nepriamou metódou. Zistenie absolútnej sily môžeme chápať ako východisko pre nastavenie intenzity v tréningovom procese (Dovalil, 2002)

Rýchla sila

Rýchla sila je definovaná ako schopnosť prekonať nemaximálny odpor vysokou až maximálnou rýchlosťou. Môže byť realizovaná pri dynamickej svalovej činnosti (Dovalil, 2002).

Vytrvalostná sila

Vytrvalostná sila je chápaná ako schopnosť prekonať nemaximálny odpor opakovaním pohybu v daných podmienkach alebo dlhodobo odpor udržiavať. Môže byť realizovaná pri dynamickej alebo izometrickej svalovej činnosti (Dovalil, 2002).

Rozvoj silových predpokladov

Tréningový program na rozvoj silových predpokladov musí obsahovať niektoré parametre (metodotvorné komponenty posilňovania), ktoré už svojou charakteristikou naznačujú cieľ intervencie. V silovom tréningu rozoznávame štyri hlavné zamerania nášho pôsobenia:

1. rozvoj maximálnej sily
2. rozvoj rýchlostnej sily
3. rozvoj vytrvalostnej sily
4. ovplyvnenie svalovej hypertrofie

Je prirodzené, že tieto ciele dosahujeme na základe vykonávaní jednotlivých cvičení s príslušnými parametrami. Tieto cvičenia rozdelíme do nasledujúcich skupín:

1. *jednokĺbové cviky (izolované cviky)* definujeme ako vykonávanie pohybu v jednom kĺbe (napr. bicepsovú zdvihy, sťahovanie hornej kladky na triceps). Môžeme tiež povedať, že tieto cviky sú zamerané väčšinou na svalové partie definované ako malé (napr. deltové svaly, biceps, triceps). Považujeme za veľmi dôležité upozorniť, že tieto cviky nikdy nevykonávame s vysokou intenzitou zaťaženia, a teda nikdy netestujeme maximálnu silu týchto svalových partií izolovanými cvikmi. Pri vysokých záťažach je presnosť prevedenia cvičenia veľmi nízka, čo znamená riziko zranenia a často dochádza k nežiaducemu zapojeniu svalových skupín, ktoré sa v tomto prípade nazýva cheating. Jednokĺbové cviky sú podľa nášho názoru vhodné pri posilňovaní zaostávajúcej svalovej skupiny či už z pohľadu sily alebo objemu (veľkosti svalu).
2. *a. dvoj a viackĺbové cviky*: ako názov hovorí, sú to cviky, pri ktorých pohyb prebieha v dvoch alebo viacerých kĺbových spojeniach, zapojenie svalových skupín je teda značne limitované - napríklad na vrchnú časť tela a podobne. Príkladom môžu byť príťahy na hrazde, bench press a podobne.

b. komplexné cviky: medzi komplexné cviky zaraďujeme cviky, pri ktorých dochádza k zapojeniu väčšej časti svalovej vybavenosti jedinca. V tomto prípade máme na mysli cviky z kategórie, ktorá je zastúpená z väčšej časti v olympijských disciplínach alebo silovom trojboji (nadhod, trh, mŕtvy ťah, drep). Tieto cviky sú vhodné na rozvoj všetkých silových predpokladov.

Môžeme sa stretnúť aj s inou charakteristikou cvičení, napríklad objemové cviky, rysovacie, tvarovacie, silové, tlakové, ťahové a podobne.

Tabuľka č. 1: Rozvoj silových predpokladov podľa Browna (2007) uvedené vo Farkaš (2010)

Premenná	Rozvoj maximálnej sily	Rozvoj rýchlostnej sily	Ovplyvňovanie svalovej hypertrofie	Rozvoj silovej vytrvalosti
počet jednotiek za týždeň	1 - 2	3 - 4	4 - 6	5 - 7
intenzita 1 OM % max	85 - 90	75 % - 85 %	60 % - 80 %	< 60 %
objem cvičenia	1 - 4 opakovaní 1 - 2 série	4 - 8 opakovaní 3 - 4 série	8 - 12 opakovaní 4 - 6 sérií	12 - 15 opakovaní 5 - 7 sérií
odpočinok	4 - 6 min	2 - 4 min	30 - 90 s	< 30 s

Vysvetlivky: 1 OM – opakovacie maximum

Tabuľka č. 1, ktorú uvádza Brown (2007), považujeme za neúplnú. Ak uvažujeme ovplyvňovanie svalovej hypertrofie, ktoré nás zaujíma vzhľadom na ciele našej práce, autor neuvádza frekvenciu precvičenia jednej danej svalovej skupiny počas jedného týždňa.

Na druhej strane Brown (2007) uvedené v Farkaš (2010) dodáva a poukazuje na štúdie, ktoré uvádzajú, že sval potrebuje najmenej 48 hodín k dostatočnej regenerácii. To však neznamená, že ďalšia tréningová jednotka nemôže nasledovať v kratšej dobe a určenie nasledujúcej tréningovej jednotky nie je jednoznačne optimálne.

Z tohto tvrdenia by sme mohli predpokladať precvičenie svalovej partie 2 až 3-krát v týždni. Na základe týchto poznatkov a poznatkov uvedených v kapitole 2.2.1 sa

domnievame, že dôležitým faktorom je pociťovanie určitého stupňa svalovej bolesti (svalová horúčka), ktorú môžeme využiť ako spätnú väzbu pri upravovaní objemu alebo intenzity cvičenia v sledovaní nášho cieľa.

Odlišnou od tejto tabuľky je tabuľka č. 2 tak, ako ju uvádza Siff (2004).

Tabuľka č. 2: Rozvoj silových predpokladov podľa Siffa (2004) uvedené vo Farkaš (2010)

Premenná	Rozvoj maximálnej sily	Rozvoj rýchlostnej sily	Ovplyvňovanie svalovej hypertrofie	Rozvoj silovej vytrvalosti
intenzita 1 OM % max	80 – 100	70 – 100	60 – 80	40 – 60
počet opakovaní v sérii	1 – 5	1 – 5	8 – 15	25 – 60
počet sérií v jednotke	4 – 7	3 – 5	4 – 8	2 – 4
odpočinok medzi sériami (v minútach)	2 – 6	2 – 6	2 – 5	1 – 2
trvanie série (v sekundách)	5 – 10	4 – 8	20 – 60	80 – 150
rýchlosť pohybu (% max)	60 – 100	90 – 100	60 – 90	60 – 80
počet jednotiek za týždeň	3 – 6	3 – 6	5 – 7	8 – 14

Vysvetlivky: 1 OM – opakovacie maximum

Siff (2004) sa na rozdiel od Browna (2007) zaoberá už aj rýchlosťou opakovaní, z ktorých následne vyplýva doba trvania série. Môžeme sa stretnúť aj s udávaním rýchlosti opakovania ako pomeru excentrickej a koncentrickej fázy. Rýchlosť opakovania sa objavuje predovšetkým u špecifických tréningových postupov pre

výkonnejších športovcov a zameraných na rozvoj rýchlej sily. Čím viac parametrov bude obsahovať náš tréningový program, tým by sme mali byť schopní vyvolať významnejšie adaptačné zmeny v organizme (Farkaš, 2010).

Pri rozdielnych názoroch na ovplyvňovanie určitých silových predpokladov, prípadne hypertrofiie, vzhľadom na počty sérií opakovaní atď., sa autori zhodujú na základných, a teda najdôležitejších zložkách silového tréningu. Siff (2004) uvádza ako základné zložky silového tréningu veľkosť odporu, počet opakovaní, počet sérií a odpočinok medzi sériami. K týmto trom zložkám Dovalil (2002) uvádza ešte spôsob odpočinku. Napriek tomu tréningové postupy bez ďalších rozširujúcich údajov (napr. rýchlosť opakovania, trvanie série) nie sú kompletne a v dlhodobom praktikovaní strácajú na efektívite (Siff, 2004 – uvedené v Farkaš 2010) . Domnievame, že tieto parametre sú potrebné hlavne pri veľmi špecifickom tréningu a pri aplikovaní na jedinca, u ktorého sú silové predpoklady alebo svalová hypertrofia nadmerne rozvinuté.

Tlapák (2007) v prípade ovplyvňovania svalovej hypertrofiie, ktorú uvádza ako objemovú fázu, odporúča prestávky 3 až 5 dní medzi precvičovaním jednej svalovej partie. Zdôrazňuje rozdielnu dĺžku odpočinkových dní medzi precvičovaním väčších (prsne svaly, stehenné svaly) a menších svalových partií (biceps, triceps). Autor taktiež odporúča precvičovať rozdielne veľké svalové partie odlišným počtom sérií a opakovaní na základe veľkosti svalovej skupiny (tabuľka č. 3). Stackeová (2008) vidí ako hlavný dôvod rozdielnu rýchlosť nástupu lokálnej únavy u jednotlivých svalových skupín v závislosti na ich veľkosti. Lokálna únava vzniká rýchlejšie u menších svalových skupín.

Vzhľadom na aktiváciu jednotlivých reparačných mechanizmov popísaných v kapitole 2.2.1 nemôžeme súhlasiť s Tlapákom. Vyššie zmienenú dĺžku prestávok medzi tréningovými jednotkami zameraných na jednu svalovú partiu vidíme v špecializovanom tréningu ako nevyužitie potenciálu. Z nášho pohľadu je dĺžka prestávky opodstatnená v presne definovanom prípade svalovo nadmerne rozvinutého jedinca, ktorý musí vykonať veľký objem cvičenia na jednej svalovej partii, aby dosiahol žiadané adaptačné reakcie organizmu. Tento fakt ale súvisí s celkovým možným časom, ktorý je jedinec schopný venovať tréningovému zaťaženiu, a teda nie je schopný z časových dôvodov precvičiť jednu svalovú partiu viackrát v týždni. Súhlasíme s názorom, že je lepšie vyvolať v svaľe cielené zmeny jedenkrát v týždni ako odtrénovať svalovú partiu trikrát bez vyvolania žiaducej adaptácie.

Tabuľka č. 3 Rozvoj svalovej hypertrofie podľa Tlapáka (2007)

Priemerný počet sérií a opakovaní v tréningu zameranom na hypertrofiu (vyspelí cvičenci)			
	Malé svaly (paže, deltové svaly)	Stredné svaly, (prsne svaly, hamstringy)	Veľké svaly (chrbtové svaly, stehenné svaly)
opakovania	6 – 10	8 – 12	8 – 15
série	10	12	12 – 18

Tlapák (2007) odporúča intenzitu v rozsahu 65 % - 80 % 1 OM. Interval odpočinku neuvádza. Na druhej strane každý jedinec je schopný tento údaj empiricky zistiť sám na sebe pri zvolení daného objemu a intenzity cvičenia. Avšak uvedenie orientačného údaja by bolo žiaduce. Odporúčame v úvodných tréningových jednotkách vždy svoj predpokladaný výkon radšej podhodnotiť ako nadhodnotiť. Nadhodnotené parametre nedokážeme splniť a z toho dôvodu môže tento fakt pôsobiť demotivačne.

Pri zostavovaní tréningového programu musíme prihliadať na individuálne zvláštnosti každého jedinca. Je potrebné sledovať jedincove reakcie na jednotlivé podnety a využívať jeho spätnú väzbu. Uvedené názory spomenutých autorov nemôžeme brať ako exaktné, presne dané a zaručene platiace pre každého jedinca. Vyššie uvedené zásady odporúčame ako východisko pri zostatovaní individuálneho tréningového programu. Z týchto dôvodov pre aplikovanie intervencie sa musíme zaoberať predovšetkým jedincom a nesnažiť sa vytvoriť tréningový plán, ale individuálny tréningový plán.

2.5 Diagnostika jedinca

Uvedení autori v kapitole 2.4 pre ovplyvňovanie silových predpokladov vychádzajú z intenzity, ktorá odpovedá 1 OM, ktoré zistíme priamou alebo nepriamou metódou.

Priama metóda

Zjednodušene povedané, v prípade, že je táto metóda vykonaná svedomito, podáva nám najpresnejšie informácie o výkonnosti jedinca, a tým nám umožňuje precíznejšie nastavenie ďalšieho zaťažovania. V prípade aplikovania priamej metódy je potrebné prihliadnuť na:

-možnosť zranenia

Treba brať vždy do úvahy predchádzajúcu skúsenosť cvičenca s maximálnymi váhami. Opomenúť nemôžeme ani ciele minulého, prípadne minulých cyklov. V prípade, že náš cyklus obsahoval cvičenia o intenzite 50 % 1RM, nie je vhodné testovať maximálnu silu priamou metódou.

- prípravu na testovanie

Dôkladné zahriatie prípravnými sériami bez zbytočne veľkého objemu cvičení, ktoré by spôsobilo vyčerpanie. Budeme vychádzať z toho, že máme aspoň približnú predstavu o našom opakovačom maxime. Po zahriatí a mobilizačných cvičeniach odporúčame nasledovnú špecifickú prípravu:

1 séria 20 opakovaní 20 % 1 OM

1 minúta odpočinok

1 séria 8 opakovaní 50 % 1 OM

2 minúty odpočinok

1 séria 4 opakovania 70 % 1 OM

3 minúty odpočinok

1 séria 1 opak 90 % 1 OM

4 minúty odpočinok

V prípade úspešného ako aj neúspešného pokusu je potrebné zvýšiť, respektíve znížiť absolútnu váhu náčinia. Medzi dvoma testami by sme odporučili 5 - minútový odpočinok, ten však môže byť individuálny a veľmi odlišný u každého jedinca.

- techniku cvičenia

Je potrebné vziať do úvahy, že vykonať jedno opakovanie s maximálnou záťažou je technicky veľmi náročné. Aj z tohto dôvodu by sme túto metódu odporučili len u veľmi skúsených jedincov. Zámerom je vykonať pohyb technicky správne (postavenie jednotlivých segmentov voči sebe a rozsah pohybu).

Nepriama metóda

Táto metóda je vhodná v prípade, ak chceme mať predstavu o našom teoretickom maxime a chceme sa vyhnúť prípadnému zraneniu, ktoré hrozí pri vykonávaní priamej metódy zisťovania opakovacieho maxima.

Použitie nepriamej metódy je vhodné na (Butt, 2001):

- predikciu 1 OM a pre nasledovné určenie záťaže v samotnom silovom tréningu
- predpokladanie typológie svalových vlákien u jednotlivých svalových skupín a úrovne nervovej adaptácie.

Ak na základe desiatich opakovaní je teoretické maximum 100 kg, ale sme schopní vykonať opakovacie maximum s 80 kg, môže to svedčiť o zastúpení pomalých svalových vlákien v rámci svalu alebo svalovej skupiny. V prípade, že náš dlhodobý tréning obsahuje nízky počet opakovaní v jednej sérii a naše opakovacie maximum je stále nižšie ako na základe tohto koeficientu, môžeme predpokladať prevahu pomalých svalových vlákien v rámci rozhodujúcich svalových skupín. V prípade, že vykonávame napríklad 10-12 opakovaní v jednej sérii, môže ísť o vyššie zmienenú prevahu zastúpenia pomalých svalových vlákien v rozhodujúcich svalových skupinách vykonávajúcich pohyb alebo o nízku úroveň nervovej adaptácie svalu.

- odhalenie „brzdiacich“ svalových skupín pri snahe o jedno opakovacie maximum. Uvažujme hypotetický príklad z cviku ako je mŕtvy ťah. Jedinec má dostatočne rozvinutú silu na vykonanie opakovacieho maxima s určitým odporom pri svalových skupinách na dolných končatinách a na chrbte. Avšak jeho brzdiacim faktorom môže byť sila úchopu, respektíve sila flexorov prstov, ktoré pri vysokých odporoch zlyhávajú v pevnom uchopení činky.

Na určenie nepriamej metódy máme na výber z niekoľkých vzorcov. Okrem iných môžeme použiť napríklad (Butt, 2001):

Brzického vzorec

$$1 \text{ OM} = \text{hmotnosť bremena} / 1.0278 - 0.0278 * \text{počet opakovaní}$$

Epleyho vzorec

$$1 \text{ OM} = (\text{hmotnosť bremena} * \text{počet opakovaní} * 0,033) + \text{hmotnosť bremena}$$

Landerov vzorec

$$1 \text{ OM} = \text{hmotnosť bremena} / 1.013 - 0.0267123 * (\text{počet opakovaní})$$

O'Connerov vzorec

$$1 \text{ OM} = \text{hmotnosť bremena} * (1 + 0,025 * \text{počet opakovaní})$$

K optimalizovaniu zaťaženia a minimalizovaniu nepriaznivých vplyvov je vhodné pred samotným návrhom intervencie začať diagnostikou jedinca. Táto diagnostika prebieha na niekoľkých úrovniach týkajúcich sa:

- zdravotného stavu
- zdravotného stavu rodinných príslušníkov s venovaním pozornosti na kardiovaskulárne ochorenia
- režimu dňa (časové možnosti)
- pohybovej skúsenosti (zvládnutie techniky)

Súčasťou vstupnej diagnostiky v snahe o zmenu telesného zloženia doporučujeme zmerať vybrané antropometrické parametre (výška, hmotnosť, obvodové miery, kožné riasy). V prípade možnosti je vhodné podstúpiť meranie celkového telesného zloženia využitím bioelektrickej impedancie.

Poslednou časťou vstupnej diagnostiky s cieľom zvýšenia svalovej hypertrofie alebo ovplyvnenia silových predpokladov je zistenie maximálnej sily, z ktorej vychádzame pri dávkovaní zaťaženia.

V nasledovnej časti sa budeme zaoberať výživou. Výživa tvorí veľmi dôležitú súčasť v opyvňovaní telesného zloženia a zvyšovania výkonnosti.

2.6 Výživa

Výživou každého človeka rozumieme príjem živín a vody. Živiny rozdeľujeme do dvoch skupín:

- makronutrienty (bielkoviny, sacharidy, tuky)
- mikronutrienty (vitamíny, minerály, stopové prvky)

Výživu rozdeľujeme na dve zložky, a to *kvantitatívnu* a *kvalitatívnu*.

V prípade *kvantitatívnej* zložky hovoríme o celkovom energetickom príjme alebo o dostatku či nedostatku jednotlivých mikroživín bez rozdielu na zdroj energie. *Kvalitatívna* stránka výživy poukazuje na vyváženosť jednotlivých zložiek potravy

v súlade so žiaducim fungovaním organizmu a na prevenciu pred určitými chorobami (Nýdecká 2006).

Množstvo energie obsiahnutej v jednotlivých potravinách sa z historického hľadiska častokrát udáva v kilokalóriách (kcal), pričom jedna 1 kcal je množstvo energie potrebné na zohriatie 1 kg vody z teploty 14,5° C na teplotu 15,5° C. Hoci kcal patrí do metrického systému merných jednotiek, je nahradená jednotkou kilojoule (kJ) patriacou do medzinárodnej sústavy merných jednotiek SI (Le Système International d'Unités). Podľa odporúčania Výboru pre nomenklatúru (Committee on Nomenclature) Medzinárodnej únie pre výskum výživy (the International Union of Nutritional Sciences) je konverzia medzi kilokalóriou a kilojoulom

$$1 \text{ kcal} = 4,184 \text{ kJ}$$

Z hľadiska zmien telesného zloženia je dôležité sa zmieniť i o *rovnici energetickej bilancie* (ΔE), ktorá je vyjadrená ako:

$$\Delta E = \text{energetický príjem} - \text{energetický výdaj}$$

Vyvážená energetická bilancia je stav, v ktorom sa energetický výdaj jedinca rovná energetickému príjmu. V prípade, že energetický príjem je väčší než energetický výdaj, hovoríme o pozitívnej energetickej bilancii. Tento proces je často spájaný s priberaním (tukovej hmoty). Na druhej strane v období, v ktorom je energetický výdaj vyšší ako energetický príjem, hovoríme o negatívnej energetickej bilancii, a teda o znižovaní hmotnosti.

V prípade, že sa nezaobráme jedincom, ktorý si dôkladne sleduje príjem jednotlivých živín, odporúčame pri zostavovaní jedálnička vychádzať z hodnôt bazálneho metabolizmu (BMR). Výška BMR závisí na pohlaví, množstve svalovej hmoty, povrchu tela. Pod pojmom BMR rozumieme základnú látkovú premenu. Tento údaj nám slúži ako ukazateľ množstva energie potrebnej pre udržanie základných životných funkcií. Meria sa v klude, vľahu, v tmavej a akusticky izolovanej miestnosti s teplotou 20 ° C, nalačno 12 h bez jedla, 72 h bez požitia bielkovín (Semiginovský, 1989).

Existujú rôzne predikčné rovnice na určenie BMR, ktoré je možné využiť pri zostavovaní stravovacieho plánu. Fořt (1998) uvádza nasledovné rovnice pre zistenie BMR:

Ženy
$BMR = 655 + (9,6*TH) + (1,8*V) - (4,7*vek)$
Muži
$BMR = 66 + (13,8*TH) + (5*V) - (6.8 * vek)$

*kde TH = telesná hmotnosť v kg
V = výška v cm
Vek = fyzický vek v rokoch*

Z nášho pohľadu je žiaduce zamerať intervenciu na zvýšenie podielu svalovej hmoty, ktorá bude mať za následok zvýšenie BMR, a teda spôsobí spotrebu väčšieho množstva energie v kľude a následne aj pri svalovej činnosti. Práve z tohto dôvodu vidíme ako dôležité v období, v ktorom usilujeme o redukciu podkožného tuku, využívať parametre pre ovplyvnenie svalovej hypertrofie na rozdiel od odporúčania vyššieho počtu opakovaní, a teda nižšej intenzity. Parametre uvedené v druhom príklade nemusia mať priaznivý vplyv na zväčšenie svalovej hmoty, ale môžu mať práve opačný účinok. Predikčné rovnice na určenie BMR uvádzame ako orientačné, ktoré je možné použiť ako východzie hodnoty.

2.7 Makronutrienty

Prijaté živiny zvyšujú hodnotu BMR, hovoríme o termickom efekte živín (TEF). TEF vyjadruje vzostup energetického výdaja v čase 3-5 hodín po požití potravy a potrebnú energiu na trávenie, vstrebávanie, transport a premenu živín (do využiteľnej formy). TEF sa vyjadruje v percentách prijatej potravy. Pre bielkoviny platí TEF 30 %, sacharidy 6 %, tuky 4 % a zmiešanú stravu 10 % (Holeček, 2006). Pri tvorbe jedálnička je žiaduce tento faktor zohľadňovať z dôvodu odlišného nároku na energiu využitú na trávenie jednotlivých zložiek potravy.

2.7.1 Sacharidy

Monosacharidy

Monosacharidy predstavujú základnú zložku uhľohydrátov. Do tejto skupiny patria tri zlúčeniny: glukóza, fruktóza, galaktóza. Glukóza je jediný monosacharid oxidovateľný v svaľe, preto fruktóza a galaktóza musia byť metabolizované v pečeni na glukózu predtým, než je ich energetická hodnota využiteľná v svaľe (Jeukendrup, 2004).

Disacharidy

Disacharid vzniká kombináciou dvoch monosacharidov. Medzi najznámejšie monosacharidy patrí sacharóza (glukóza a fruktóza), maltóza (dve molekuly glukózy) a laktóza (glukóza + galaktóza). Najčastejším disacharidom vyskytujúcim sa v našej potrave je sacharóza obsiahnutá napríklad v cukre a mede (Jeukendrup, 2004).

Oligosacharidy a polysacharidy

Oligosacharidy vznikajú kombináciou troch až deviatich monosacharidov a nachádzame ich prevažne v zelenine. Polysacharidy vznikajú kombináciou najmenej desiatich monosacharidov (Jeukendrup, 2004).

Škroby

Škroby alebo komplexné sacharidy zastupujú polovicu energetického príjmu človeka uhľohydrátov (Jeukendrup, 2004). Škroby vzhľadom na svoj charakter majú zväčša nižší glykemický index. Rýchlosť strávenia závisí na zastúpení amylopektínu (rýchlo vstrebateľné) a amylózy (pomalšie stráviteľné).

Vláknina

Vláknina je nestráviteľný sacharid; rozoznávame rozpustnú a nerozpustnú vlákninu. Príjem vlákniny má výrazný vplyv na trávenie a absorpciu prijatej potravy. Vláknina umožňuje rýchlejší prechod potravy tráviacim traktom, čo má za následok zníženie absorpcie jednotlivých živín alebo minerálov (kalcium, niektoré stopové prvky) a taktiež môže znížiť možnosť výskytu kardiovaskulárnych chorôb a rakoviny hrubého čreva. Zvýšený príjem vlákniny môže mať za následok zmenu stravovacích návykov (zníženie príjmu tukov), taktiež sa tvrdí, že vláknina môže naviazať jednotlivé karcinogénne látky (Jeukendrup, 2004).

Energetická hodnota uhľohydrátov sa môže líšiť napríklad na základe zoskupenia atómov, teda zloženia. Ako priemer sa používa energetická hodnota 4,2 kcal/g (t.j. 17,6 kJ/g), ktorá vznikne kompletným spálením (Jeukendrup, 2004).

Glykogén

Glykogén je uskladnená forma uhľohydrátov u živočíšnych organizmov v pečeni a vo svaloch. Ukazuje sa, že kombináciou viacerých druhov sacharidov (napr. glukóza + fruktóza) po záťaži sa dosiahne výraznejšie navýšenie glykogénu v organizme v porovnaní s prijatím iba jedného konkrétneho monosacharidu (McDonald, 2009).

Glykemický index (GI)

GI sa zaoberá rýchlosťou trávenia danej potraviny z hľadiska zvyšovania krvnej glukózy. Hodnotí sa zmena glykémie v rozmedzí 2 - 4 hodín po prijatí potraviny. Tento index nedáva príliš presnú predstavu o odpovedi organizmu vo forme sekrécie inzulínu vzhľadom na zvýšenie glykémie. Neuvažuje totiž s variabilným možným množstvom prijatých sacharidov, z toho dôvodu považujeme za vhodnejšie používať index glykemickej nálože (Zimula, 2005).

GI jednotlivých potravín môžeme napríklad zvýšiť postupom prípravy (smaženie, rozomletie potraviny) alebo znížiť zložením celého jedla (vyšší obsah vlákniny, pomer zastúpenia makronutrientov).

Glykemická nálož (GN)

Veľkosť GN závisí na množstve prijatých sacharidoch v potrave (v gramoch) a na glykemickom indexe potraviny. Ako príklad uveďme 50 g glukózy s GI 100, pre GN potom dostaneme:

$$GN = (\text{množstvo sacharidov}/100) * GI$$

$$GN = 50/100 * 100$$

$$GN = 50$$

Glykemickú nálož prijatej potraviny následne zaradíme do jednej z troch kategórií:

- nízka: GN < 10
- stredná: 19 > GN > 10
- vysoká: GN < 20

Tieto znalosti môžeme využiť pri zostavovaní jedálneho lístka či už napríklad v zmysle redukcie telesnej hmotnosti alebo v snahe o svalovú hypertrofiu. Znalosť jednotlivých indexov nám umožní pružne reagovať v zmysle dávkovania množstva sacharidov v jednotlivých porciách.

2.7.2 Bielkoviny

Základnou zložkou bielkovín sú aminokyseliny. Rozoznávame esenciálne a neesenciálne na základe toho, či je organizmus schopný ich vlastnej produkcie alebo ich potrebuje prijímať v potrave (Jeukendrup, 2004).

Esenciálne aminokyseliny: histidín, isoleucín, leucín, valín, lyzín, methionín, phenylalanín, threonín, tryptofán, valín.

Neesenciálne aminokyseliny: alanín, arginín, asparagín, aspartát, cysteín, glutamát, glutamín, glycín, prolín, serín, tyrozín.

Zdroje bielkovín prevažne živočíšneho charakteru sú plnohodnotným zdrojom vzhľadom na spektrum aminokyselín zastúpených v takejto potravine.

Medzi nepľnohodnotné zdroje radíme potraviny, v ktorých je nepomer minimálne jednej aminokyseliny vzhľadom k zastúpeniu ostatných. Živočíšne zdroje sú lepším zdrojom z dôvodu vyššieho obsahu a vyváženosti zastúpenia celého spektra aminokyselín a z hľadiska vyššej stráviteľnosti v porovnaní s rastlinnými zdrojmi (Jeukendrup, 2004).

“Rubnerov zákon limitnej aminokyseliny hovorí, že využitie prijatej bielkoviny závisí na množstve najmenej zastúpenej esenciálnej aminokyseliny. To znamená, že do biosyntézy vlastných proteínov sa zapojí len taký obsah ostatných esenciálnych aminokyselín, aký je najmenší obsah najmenej zastúpenej aminokyseliny.” (Richter, 2012)

“Wolfov zákon upozorňuje, že viac ako štvornásobné zastúpenie jednej esenciálnej aminokyseliny v porovnaní s inými zhoršuje využiteľnosť ostatných aminokyselín a zosilňuje prejavy zákona limitnej aminokyseliny.” (Richter, 2012)

Uvedené možné stavy spojené s metabolizmom aminokyselín sú nepredpokladateľné v našej spoločnosti vzhľadom na možnosti stravovania, teda výberu širokého spektra jednotlivých zdrojov (Richter 2012; McDonald 2009).

Energetická hodnota proteínov sa môže líšiť na základe zastúpenia dusíka. Dusík neobsahuje žiadnu energetickú hodnotu, teda potraviny s väčším podielom dusíka majú menšiu energetickú hodnotu na gram ako potraviny s nižším obsahom dusíka. Ako priemer sa používa energetická hodnota 5,65 kcal/g (23,7 kJ/g), ktorá vznikne kompletným spálením (Jeukendrup, 2004).

Dusík je vylučovaný obličkami vo forme moču spolu s ďalšími molekulami aminokyselín, čo má za následok energetickú stratu približne 20 %. Z tohto dôvodu môžeme počítať s využitelnou energetickou hodnotou proteínov 4,6 kcal/g (t.j. 19,3 kJ/g) (Jeukendrup, 2004).

2.7.3 Tuky

Tuky môžeme rozdeliť na *rastlinné* (nenasýtené), ktoré môžu byť polynasýtené a mononasýtené, a *živočíšne* (nasýtené). Zatiaľ čo rastlinné tuky majú pri izbovej teplote tekuté skupenstvo, živočíšne si udržiavajú skupenstvo tuhé. Vyššie množstvo živočíšnych tukov je prezentované ako nevhodné v našej každodennej strave z dôvodu negatívneho dopadu v zmysle zvýšenia LDL (low-density lipoproteins), respektíve VLDL (very-low-density lipoproteins) cholesterolu. Veríme, že hodnoty cholesterolu sú ovplyvnené ako geneticky tak i fyzickou aktivitou, prípadne nesprávnym stravovaním aj z hľadiska vysokého príjmu nízkych sacharidov. Zvýšená hladina VLDL/LDL cholesterolu môže byť spôsobená inými faktormi ako príjmom živočíšnych tukov.

Význam tukov v strave človeka z nášho pohľadu a pre naše potreby v rámci práce je predovšetkým úloha cholesterolu ako prekursoru pri produkování steroidných hormónov (testosterón). Dôležitá je taktiež rozpustnosť vitamínov A, D, E, K. V neposlednom rade je dôležité využitie tuku uloženého v podkoží ako spôsobu krytia energetických nárokov pri aeróbných aktivitách (cyklistika).

Energetická hodnota tukov závisí na štruktúre triglycerolu alebo mastnej kyseliny z hľadiska dĺžky ich reťazca. Ako priemer v našej strave sa udáva množstvo energie 9,4 kcal/g (t.j. 39,3 kJ/g), ktorá vznikne kompletným spálením (Jeukendrup, 2004).

2.7.4 Odporúčané dávky jednotlivých makronutrientov

V tejto časti sa budeme venovať otázke príjmu množstva jednotlivých živín (bielkoviny, sacharidy, tuky) v období silového tréningu. Predovšetkým si musíme uvedomiť, že vhodné prijaté množstvo jednotlivých živín závisí na rozdielnom zameraní intervencie, napríklad z hľadiska zmien telesného zloženia alebo energetického krytia pohybovej aktivity. Keďže naša práca je zameraná predovšetkým na svalovú hypertrofiu, nebudeme sa zaoberať odporúčaniami týkajúcimi sa príjmu živín pre inak cielené programy.

V literatúre sa často môžeme stretnúť s uvádzaním percentuálneho množstva bielkovín z celkového energetického príjmu. Ak uvažujeme človeka, ktorý prijme za deň 2000 kcal alebo 4000 kcal a s príjmom bielkovín určených na 30 %, dostávame v oboch prípadoch veľmi rozdielne odporúčania len z dôvodu rozdielného celkového energetického príjmu bez ohľadu na cieľ (zníženie podielu podkožného tuku na celkovej hmotnosti, svalová hypertrofia).

Pri udávaní množstva makronutrientov na kilogram telesnej hmotnosti nastáva ďalší problém. Vyskytuje sa predovšetkým u jedincov, u ktorých sa na celkovej hmotnosti výraznou časťou podieľa tuková hmota. Preto vidíme ako vhodné riešenie udávanie príjmu jednotlivých makronutrientov v gramoch na kilogram netučnej hmoty. Aj keď sa nám zdá tento spôsob vhodnejší ako uvedené, pre bežného človeka je rozhodne jednoduchšie zistiť svoju celkovú hmotnosť ako hmotnosť netučnej hmoty.

Čo sa týka množstva bielkovín, Tipton a Wolfe (2004 - uvedené v McDonald 2009) uvádzajú pre silového športovca príjem 2,5 g – 3 g/kg telesnej hmotnosti. Rozdielny názor zastáva Phillips (2004), ktorý odporúča pre začiatočníkov 1,4 g – 1,5 g/kg telesnej hmotnosti a pre pokročilých 1,05 g bielkovín na kilogram telesnej hmotnosti. Hlavným argumentom obhajujúcim nižší príjem u pokročilých jedincov je lepšie využívanie prijatých bielkovín na potreby organizmu a znížený potenciál pre ďalší rast svalovej hmoty vzhľadom na mieru pokročilosti v svalovom rozvoji.

V prípade sacharidov je bežné odporúčanie v intervale 5 g – 6 g/kg telesnej hmotnosti a v prípade tukov približne 1 g/kg telesnej hmotnosti (McDonald, 2009).

Odporúčame uvedené údaje použiť ako orientačné body a množstvo jednotlivých živín upravovať podľa odpovedí organizmu na nastavené parametre.

Vzhľadom na špecifickosť našej intervencie sa prikláňame k príjmu väčšieho množstva bielkovín z dôvodu “ochrany” svalovej hmoty. V prípade sacharidov v našom prípade sa budeme riadiť nižším príjmom, než ktorý odporúčame v prípade, že intervencia je zameraná hlavne na svalovú hypertrofiu. Cyklovanie rozdielneho príjmu množstva sacharidov bližšie objasníme v praktickej časti.

2.8 Výživové doplnky

V Českej republike nepodliehajú výživové doplnky kontrole zo strany Štátneho ústavu pre kontrolu liečiv. K uvedeniu určitého doplnku na trh postačuje oznámenie zo strany výrobcu.

2.8.1 Proteínové doplnky

Esmarck (2001) uvádza na základe svojej štúdie na starších mužoch význam rýchleho podania proteínového kokteilu po tréningu a zdôrazňuje, že podanie rovnakého množstva bielkovín (10 g) ihneď po skončení tréningovej jednotky viedlo k výraznému zvýšeniu svalovej hmoty, zatiaľ čo oneskorenie o 2 hodiny preukázalo minimálne výsledky v zmysle zvyšovania svalovej hypertrofiie. U mladých jedincov je odpoveď zvýšenej syntézy bielkovín na záťaž až do 48 hodín, to však nevyvracia opodstatnenie tejto suplementácie po skončení tréningovej jednotky. Rozdiel medzi mladšími a staršími jedincami môže byť aj v ich rezistencii, respektíve sekrécií inzulínu ako dôležitého anabolického hormónu.

V súčasnosti sa najčastejšie môžeme stretnúť s proteínovými doplnkami s nasledujúcimi prívlastkami:

- *koncentrát*: obsah bielkovín v určitom množstve približne 80 %
- *izolát*: obsah bielkovín v určitom množstve približne 90 %
- *hydrolyzát*: napríklad 70 % doplnok, ktorý je predtrávený s pridanými tráviacimi enzýmami. Tento typ proteínového doplnku sa považuje za najrýchlejší v zmysle vstrebávania po požití. Osobne si myslím, že rozdiel v možnosti využívaní aminokyselín z krvného obehu medzi hydrolyzátom a koncentrátom nie je tak výrazný, ako je výrazný rozdiel v cene pri porovnaní oboch druhov.

Výhoda doplnku s vyšším obsahom bielkovín je, že obsahuje menej sacharidov, a teda takýto doplnok je vhodnejší napríklad v prípadoch redukcie podkožného tuku, respektíve v obdobiach so zníženým energetickým príjmom.

Z hľadiska výberu suroviny, z ktorej je tento druh suplementácie vyrobený, môžeme proteínové doplnky rozdeliť do nasledovných skupín:

- srvátka
- sója
- vaječný albumín (vaječné bielka)
- kazeín

Z týchto skupín sú najčastejšie využívané proteínové prášky na báze srvátky alebo kazeínu, prípadne kombinácia viacerých druhov ako z hľadiska výroby tak i zloženia z hľadiska dlhodobšieho vstrebávania (viaczložkový proteín).

Z hľadiska popularity jednotlivých zložiek v nasledujúcej časti rozoberieme výhody a nevýhody srvátky a kazeínu, ktoré uvádza McDonald (2009)

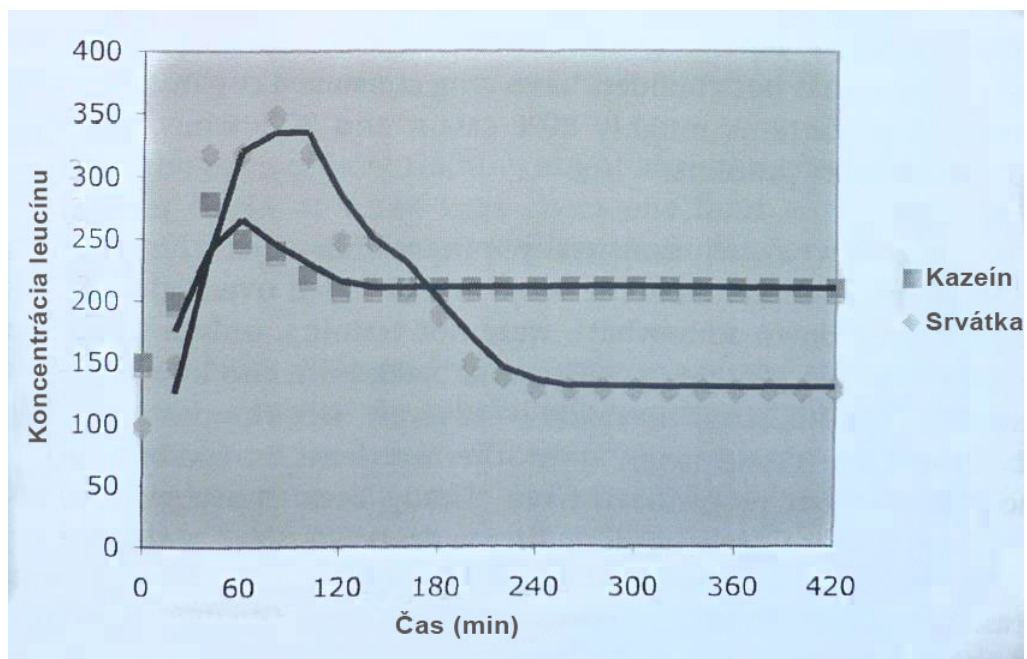
Srvátkový proteín

- vrchol obsahu leucínu v krvi okolo 1 hodiny po požití
- návrat hodnôt leucínu do východných hodnôt po 4 hodinách
- stimulácia proteosyntézy
- vyššia oxidácia aminokyselín v porovnaní s kazeínom

Kazeínový proteín

- vrchol obsahu leucínu v krvi okolo 1 hodiny po požití
- návrat hodnôt leucínu do východných hodnôt po 7 hodinách
- bez efektu na zvýšenie proteosyntézy, inhibícia rozkladu bielkovín na jednotlivé aminokyseliny

Obsah leucínu, ktorý bol využitý organizmom bol výrazne vyšší u kazeínu v porovnaní so srvátkou. Práve schopnosť kazeínu, ktorá vyvolá postupné uvoľňovanie leucínu, a tým ovplyvní katabolizmus bielkovín (jeho znížením), môže v konečnom dôsledku pozitívne ovplyvniť celkové hodnoty bielkovín v organizme (McDonald, 2009).



Obrázok č. 5: Zvýšenie koncentrácie leucínu v krvi po požití proteínového doplnku na báze srvátky a kazeínu (Boirie, 1997 - uvedené v McDonald, 2009)

Možnosti využitia týchto poznatkov rozoberieme v časti venovanej frekvencii jedál a odporúčaniam týkajúcich sa predtréningových, tréningových a potréningových nápojov.

2.8.2 BCAA (Branched Chained Amino Acids)

Vetvené aminokyseliny alebo BCAA obsahujú tri esenciálne aminokyseliny dôležité pre metabolizmus bielkovín: leucín, isoleucín, valín. Tieto aminokyseliny s proteoanabolickým a antikatabolickým účinkom môžu byť využité k tvorbe ATP. Taktiež stimulujú sekréciu rastového hormónu a inzulínu. Tento výživový doplnok sa využíva najmä pri dlhotrvajúcich vytrvalostných aktivitách, prípadne pri intervenciách zameraných na zníženie podielu telesného tuku na celkovej hmotnosti jedinca z dôvodu zabránenia degradácie svalovej hmoty (Stackeová, 2008; Shimomura 2004).

Howatson (2012) zameral svoju štúdiu na význam suplementácie BCAA pri zaťažení typu silového tréningu. Skupina, ktorá využívala BCAA, mala nižšie hodnoty kreatínkinázy (CK) po zaťažení až 96 hodín na rozdiel od skupiny, ktorá tento doplnok výživy nepoužívala. Vyššia hodnota CK u skupiny, ktorej bolo podávané placebo znamená, že vzniklo významnejšie svalové poškodenie. Skupina využívajúca BCAA

pociťovala menšie bolesti svalov a vykazovala vyššie hodnoty maximálneho voľného úsilia. Avšak tieto výsledky boli dosiahnuté pri dávkovaní relatívne vysokého množstva BCAA v porovnaní s tým, čo uvádzajú niektorí výrobcovia. Toto dávkovanie predstavovalo 20 g BCAA každý deň počas 7 dní pred začatím tréningového protokolu a 20 g pred a po zaťažení v rámci intervencie.

Suplementovanie BCAA v malých dávkach môže strácať na význame v prípade, v ktorom prijímame relatívne vysoké množstvo bielkovín (2,5 g/kg) a výrazná časť tohto príjmu je z proteínového suplementu na báze srvátky, čo znamená už i tak zvýšený príjem BCAA v tomto doplnku výživy. Dôležité je brať do úvahy skutočnosť poukazujúcu na množstvo celkovo prijatých BCAA. Máme tým na mysli, že čím nižší bude príjem, v tomto prípade BCAA (v strave zahrňujúcej proteínové doplnky), tým zaznamenáme väčší efekt a využiteľnosť daného doplnku.

Upresnenie minimálneho dávkovania, ktoré by zabezpečilo pozitívny efekt užívania tohto doplnku výživy zatiaľ nie je známe (Shimomura, 2004).

2.8.3 Kreatín

Používanie doplnkov na báze kreatínu má za úlohu zvýšiť zásoby kreatín fosfátu v svaloch, čo následne znamená zvýšenú kapacitu resyntézy ATP z ADP (Stackeová, 2008). Kreatín si dokáže organizmus vyrobiť z aminokyselín, akými sú arginín, glycín a methionín (McDonald, 2009).

V súčasnosti je známych mnoho foriem kreatínu. V tejto práci uvedieme len dve formy – *kreatín monohydrát (CM)*, ktorý sa uvádza v štúdiách pri porovnaní s ostatnými formami kreatínu, a *kreatín ethylester (CEE)*, ktorý sme sa rozhodli použiť počas intervencie.

Kreatín monohydrát (CM)

Tento doplnok patrí medzi tie najštudovanejšie v spomedzi všetkých doplnkov výživy.

Potenciálne negatíva CM sa môžu prejaviť pri zvýšenom dávkovaní vo forme nevoľnosti v rámci nasycovacej fázy (napr. 20 g CM/deň pre 85 kg jedinca). Zvýšené dávkovanie kreatínu taktiež môže spôsobiť problémy vo funkcii obličiek alebo pečene prevažne u ľudí, ktorí majú danú určitú malfunkciu týchto orgánov.

Na konci nasycovacej fázy, zvyčajne počas prvého týždňa, sa často zvýši hmotnosť jedinca vplyvom zadržania väčšieho množstva vody v organizme. Túto vlastnosť kreatínu musíme brať do úvahy pri športoch, v ktorých sú dôležité hmotnostné kategórie. Zdá sa, že využiteľnosť kreatínu, respektíve uskladnenie kreatín fosfátu v svaloch, je do značnej miery podmienená sekréciou inzulínu. Z tohto dôvodu sa odporúča užívať kreatín spolu s jednoduchými sacharidmi (napr. glukóza). V prípade vysadenia suplementácie CM po nasycovacej fáze je možné pozorovať zvýšené množstvo kreatín fosfátu v svaloch po dobu ďalších šiestich týždňov (McDonald, 2009).

Kreatín ethylester (CEE)

CEE je kreatín, ktorého esterifikáciou sa znižuje jeho rozpustnosť vo vode. Je dokázané, že tento kreatín pri nízkom pH rýchlo degraduje už v žalúdku vplyvom žalúdočnej kyseliny na kreatinín, teda odpadovú látku. Skupina, ktorá suplementovala CEE počas intervencie, nezaznamenala žiadne významné zvýšené hodnoty či už v celkovej telesnej, celkovej svalovej hmote alebo tukovej hmote oproti skupinám, ktorým bol podávaný kreatín monohydrát a placebo. Významným pozorovaným javom bola zvýšená hladina kreatinínu, ktorú môžeme priradiť k rýchlej degradácii CEE v zažívacom trakte (Spillane, 2009; Leland 2011). Na rozdiel od CEE je kreatín monohydrát stabilnejší a nie je degradovaný na kreatinín v gastrointestinálnom trakte. Pri jeho používaní dochádza k zvýšeniu hodnôt kreatínu vo svaloch na rozdiel od iných novších foriem kreatínu (Jäger, 2011).

Bežne sa odporúča cyklovať kreatínové doplnky z dôvodu negatívneho dopadu na transportér kreatínu, prípadne na produkciu kreatínu organizmom. Na základe štúdie je tento fakt známy predovšetkým u zvierat, ale nezdá sa, že by ľudský organizmus odpovedal rovnako (McDonald, 2009).

2.8.4 Glukóza

Využitie glukózy ako monosacharidu s vysokým GI nachádza svoje opodstatnenie vo viacerých smeroch v silovom tréningu. Na jednej strane, ako sme už uviedli, vzhľadom na svoj charakter vyvoláva rapídne zvýšenie glykémie, a teda sekréciu inzulínu ako anabolického hormónu. Taktiež v kombinácii s ostatnými doplnkami stravy, či už proteínovými alebo kreatínom, umocňuje efekt týchto suplementov. V neposlednom

rade, ako sme sa zmienili, v kombinácií s iným sacharidom po tréningu vyvoláva väčšiu odozvu v zmysle uskladnenia glykogénu v porovnaní s použitím iba jedného sacharidu.

2.9 Frekvencia jedál

V predchádzajúcich časti sme zmienili základy týkajúce sa makronutrientov a s možnosťami, respektíve suplementami, ktoré sme využili počas našej prípadovej štúdie. V tejto časti sa budeme venovať praktickým odporúčaniam týkajúcich sa načasovania príjmu živín počas dňa.

Najskôr sa zameriame na frekvenciu jedál, teda počet jedál za deň alebo časové odstupy medzi jednotlivými jedlami. Tento prístup je veľmi individuálny a závisí na niekoľkých faktoroch. Jedným z nich môže byť napríklad dispozícia času na prípravu jednotlivých jedál a samozrejme aj možnosť ich konzumácie. Na druhej strane závisí na celkovom energetickom príjme. Máme na mysli rozdiel akejsi „obťažnosti“ konzumácie šiestich menších jedál na rozdiel od troch veľkých jedál. Taktiež si musíme uvedomiť vhodnosť konzumovať napríklad šesť jedál v prípade, že jedincov príjem je približne 2000 kcal, čo v konečnom dôsledku znamená veľmi malé porcie, ktoré nemusia zasýtiť.

Naproti tomu v období redukcie telesného tuku, teda v období negatívnej energetickej bilancie, sa javí ako žiaduce prijímať predovšetkým bielkoviny rovnomerne rozložené do celého dňa z dôvodu udržania relatívne stáleho množstva aminokyselín v krvnom obeh, čo má za následok pozitívne ovplyvnenie v prevencii zníženia podielu svalovej hmoty na celkovej hmotnosti (McDonald, 2009).

McDonald (2009) poukazuje, že frekvencia jedál kratších ako tri hodiny nemá žiadne benefity. Práve naopak môže vyvolať negatívny efekt v zmysle senzitivity svalu na zvýšené množstvo aminokyselín v krvnom obeh. Rovnako i poukazuje na fakt, že v štúdiu, ktorá porovnávala tri jedlá oproti šiestim jedlám, vyšla výsledkovo lepšia skupina konzumujúca tri jedlá za deň. Domnieva sa, že rozdelenie jedál s menšou frekvenciou má vyšší konečný vplyv na syntézu proteínov. Konečné McDonalдове odporúčanie je prijímať bielkoviny v strave s aspoň trojhodinovým odstupom.

2.10 Načasovanie príjmu makronutrientov v čase tréningovej jednotky

Máme potrebu pripomenúť, že nasledujúce odporúčania týkajú tréningového programu zameraného na svalovú hypertrofiu. Intervencie s iným cieľom využívajú prevahu iných energetických systémov a preto si vyžadujú aj odlišný príjem živín.

Jedlo pred tréningom

Týmto jedlom rozumieme konzumáciu 1 - 4 hodiny pred začatím tréningovej jednotky. Čím dlhší je interval medzi konzumáciou jedla a samotným tréningom, tým vhodnejšie je uprednostnenie zložených sacharidov pred jednoduchými. Čím bližšie sa nachádzame k tréningovej jednotke, tým je vhodnejšie zaradiť ľahkostráviteľné jedlo a taktiež v menšom množstve. Zloženie jedla môže byť nasledovné: 1g/kg – 1,5 g/kg bielkovín a 1,1g/kg – 4,5g/kg sacharidov (McDonald, 2009).

Nápoj pred tréningom

McDonald (2009) odporúča nápoj s obsahom 0,3 g/kg – 0,4 g/kg proteínového koncentráту spolu s rovnakým množstvom sacharidov. Príjem pevnej potravy považujeme za nevhodný. Ako hlavný dôvod uvedieme dôležitosť prekrvenia gastrointestinálneho traktu (GIT) v prípade trávenia prijatej potravy, ktorá je v rozpore s vyžadovanou cirkuláciou krvi v pracujúcich svaloch. Tento stav môže spôsobiť nevoľnosť a nepriaznivo vplývať na podaný výkon (McDonald, 2009). Odporúčanie platí pre cvičenia vyššej intenzity a objemu, ktoré spôsobujú významnejšie odkrvenie GIT.

Nápoj pri tréningu

Tréningový nápoj by mal pozostávať z príjmu 12 g – 15 g rýchlostráviteľného proteínu a 40 g – 60 g jednoduchých sacharidov za hodinu (McDonald, 2009; Kerksick, 2008). V praxi to znamená, že zmienené množstvá rozmiešame v jednom litri vody a pijeme príslušné množstvo v nami zvolených intervaloch (napr. každých 10 min).

Argumentom pre predtréningový a tréningový nápoj môže byť snaha o zabránenie rapídneho poklesu energetických rezerv vo forme glykogénu a o ovplyvnenie katabolizmu bielkovín (McDonald, 2009).

Domnievame sa, že tieto dva druhy nápojov majú využitie v prípade, keď vykonávame veľké množstvo sérií s parametrami pre rozvoj svalovú hypertrofiu na jednu svalovú partiu alebo v prípade dlhších tréningových jednotiek (60+ min.).

Nápoj po tréningu

Často sa stretávame s kladením dôrazu na podávanie sacharidového nápoja s cieľom doplniť glykogénové zásoby v organizme. Ako sme už uviedli, kombinácia viacerých zložiek (bielkoviny + sacharidy) spôsobuje vyššiu úroveň ako obnovy glykogénových rezerv, tak i syntézy proteínov (Roy, Tarnopolsky, 1998). Kerksick (2008) udáva tento pomer sacharidov k proteínom 3:1.

Množstvo jednotlivých živín v potréniniovom nápoji z hľadiska príjmu predovšetkým sacharidov závisí na našej potrebe obnoviť glykogénové rezervy (napr. dvojfázový tréning, tréning jednej svalovej partie v rozmedzí 24 h). McDonald (2009) odporúča príjem 0,3 g/kg – 0,5 g/kg bielkovín a 0,3 g/kg – 1,5 g/kg sacharidov. Väčšie množstvo sacharidov volíme pri snahe o čo najrýchlejšiu obnovu energetických rezerv.

Výživové doplnky zohrávajú v smere nápojov situaovaných do času okolo tréningu veľmi dôležitú úlohu z hľadiska ich relatívne dobrej stráviteľnosti a veľmi dobrej možnosti prijať potrebné množstvo živín v tekutej forme. Neznamená to však, že tieto doplnky a vyššie zmienené časovanie je nevyhnutné pre zaznamenanie progresu. Avšak týmito odporúčaniami môžeme zefektívniť tréningový proces.

2.11 Zhrnutie riešenej problematiky

Pri návrhu tréningového programu vychádzame zo získaných teoretických poznatkov. Z hľadiska sledovania navýšenia svalovej hmoty pokladáme za dôležité pochopenie štruktúrálnej adaptácie kosterného svalu na záťaž. Na základe získaných informácií predpokladáme významnú úlohu zastúpenia cvičení so špecifickou intenzitou v zmysle ovplyvňovania jednotlivých podôb sily alebo svalovej hypertrofie. V našom prípade odporúčame intenzitu v rozmedzí 60 % – 80 % 1 OM s objemom cvičenia 8 - 12 opakovaní v 8 a viac sériách zameraných na svalovú skupinu. Nevyhnutný objem zaťaženia spôsobujúci žiaduce dlhodobé zmeny v kosterom svale je individuálnou záležitosťou. Neopomenuteľnou súčasťou je spätná väzba zaťažovanej osoby z hľadiska stupňa svalovej bolesti deň po zaťažení, na základe ktorej následne

prispôsobujeme objem cvičenia (svalová bolesť je žiaduca). Z hľadiska redukcie podkožného tuku sa zdajú ako vhodné aeróbne cvičenia, ktoré využívajú tuky na časť hradenia energetických nárokov. Na druhej strane degradácia svalovej hmoty v spojení s dlhodobou aeróbnou záťažou je známym faktom. Neoddeliteľnou súčasťou dosiahnutia trvalých zmien v kosternom svale je popri silovom tréningu aj výživa, ktorej zložky sa podieľajú na regenerácii a oprave poškodených tkanív. Dosiahnutie negatívnej energetickej bilancie sa považuje za kľúčové v snahe o redukciiu hmotnosti. Spojenie tréningového programu zameraného na silové cvičenia s úpravou v stravovaní sa nám javí ako optimálny spôsob ovplyvňovania telesnej hmotnosti. Telesné zloženie je možné merať s využitím bioelektrickej impedancie. Pri použití tejto metódy sa odporúča dodržiavať rovnaké podmienky pred jedtnolivými meraniami. Možnosťou zistenia nárastu svalového objemu je zistenie obvodových mier vybraných svalových partii. Aplikácii pohybového programu predchádza dôkladné zváženie zdravotného stavu jedinca.

3. CIEĽ, HYPOTÉZA A ÚLOHY PRÁCE

3.1 Cieľ práce

Cieľom práce je navrhnúť, aplikovať a zistiť vplyv zostaveného programu na zníženie podielu podkožného tuku a zvýšenie svalovej hmoty.

3.2 Hypotézy

1. U intervenovanej osoby bude namerané znížené množstvo telesného tuku a zvýšený podiel svalovej hmoty pri spatnoväzobnom meraní.
2. U zaťažovanej osoby zaznamenáme zväčšenie svalovej hmoty na horných končatinách.

3.3 Úlohy práce

1. Štúdium odbornej literatúry a odborných článkov súvisiacich s obsahom diplomovej práce.
2. Stanoviť testovacie kritériá a vykonať vstupné merania.
3. Prezentovať pohybovú skúsenosť a zmeny telesného zloženia u testovanej osoby v poslednom období.
4. Zostaviť, naplánovať a aplikovať tréningový program.
5. Vyhodnotiť nazbierané dáta.
6. Porovnať výsledky testovaní pred a po skončení intervencie.

4 METODIKA PRÁCE

4.1 Anamnéza testovanej osoby

Testovaná osoba mala v čase vykonávania programu 26 rokov, výšku 190 cm a hmotnosť 85,5 kg. Podrobnejšie údaje ohľadom telesného zloženia sú uverejnené v tabuľke č. 22 v časti kapitole výsledky. Jedná sa o nefajčiara a veľmi striedmeho užívateľa alkoholu. Nie sme si vedomí žiadnych zdravotných odchýliek, ktoré by mali byť kontraindikáciou pre vykonávanie navrhnutého programu. Počas uplynulého roka došlo k výrazným zmenám v telesnej hmotnosti. V období štyroch mesiacov (september 2012 - koniec decembra 2012) bola zaznamenaná zmena telesnej hmotnosti z pôvodných 95 kg na 103 kg. Pohybová aktivita počas tohto obdobia bola zameraná na posilňovanie 4-5krát týždenne. Napriek tomu došlo k výraznému zvýšeniu podielu telesného tuku na celkovom telesnom zložení.

Pohybová aktivita v mesiacoch, ktoré predchádzali intervencii v rámci diplomovej práce.

Január 2013 – február 2013 – marec 2013 – apríl 2013

V tomto období bol vo výžive aplikovaný princíp uvádzaný ako sacharidové vlny. Sacharidové vlny spočívajú v prijímaní odlišného množstva sacharidov v jednotlivých dňoch. Tento prístup sme využili aj v intervencii súvisiacej s našou prácou.

Posilňovací program počas prvých troch mesiacov roka 2013 vyzeral nasledovne:

- *kruhový tréning v posilňovni* 3-krát v týždni. Kruhový tréning bol rozdelený do troch častí, každá obsahovala 5 kôl. Interval odpočinku bola doba nevyhnutná na presun medzi dvomi stanovišťami, interval odpočinku medzi blokmi bol čas nevyhnutný na prípravu stanovišť. Intenzita jednotlivých cvičení sa pohybuje v rozmedzí 50 % až 60 % v závislosti na počte opakovaní. Samozrejme je potrebné vziať do úvahy individuálne zvláštnosti. Vzhľadom na skutočnosť, že nebol vedený tréningový denník, nemôžeme poskytnúť presnejšie informácie týkajúcich sa predovšetkým nadvíhaných kilogramov. Podrobnejší rozpis tréningovej jednotky v posilňovni je znázornený v tabuľke č. 4.

Tabuľka č. 4 Rozdelenie cvikov a ich poradie v tréningovom pláne

<i>Časť</i>	<i>Cvik</i>	<i>Počet sérií</i>	<i>Počet opakovaní v sérii</i>
A	bench press	5	10
	drep	5	15
	zdvíhanie nôh v ľahu	5	15
B	predkopávanie	5	10
	zakopávanie	5	10
	prít'ah na hrazde s nadľahčením	5	10
	skracovačka	5	20
C	upažovanie s jednoručkami	5	10
	francúzsky tlak s jednoručkami v ľahu	5	10
	kladivový bicepsový zdvih na šikmej lavičke 60°	5	10

- *kruhový tréning v lesoparku* 3- krát v týždni

Odpočinok medzi sériami aktívny, beh 60 m. Výnimka bola po výstupoch na lavičke, po ktorých nasledoval beh 120 m k stanovištu, na ktorom boli vykonávané kľuky. Poradie cvikov spolu s ďalšími parametrami vyjadrujeme v tabuľke č. 5.

Tabuľka č. 5 Poradie cvikov s hmotnosťou vlastného tela

<i>Cvik</i>	<i>Počet sérií</i>	<i>Počet opakovaní v sérii</i>
kľuka hore hlavou v uhle 45°	4	20
prít'ah na hrazde	4	8
výstup na lavičku	4	10

Máj 2013 – jún 2013

Na začiatku mája sme prešli od kruhového tréningu k rozdeleniu svalových partii do tréningových dní. Počet tréningových jednotiek za týždeň bol 6. Tabuľka č. 6 popisuje prvý tréningový deň. Druhý tréningový deň uvádzame rozpísaný v tabuľke č. 7.

Tabuľka č. 6 Prvý tréningový deň – máj 2013

<i>Cvik</i>	<i>Počet sérií</i>	<i>Počet opakovaní v sérii</i>	<i>Intenzita (%)</i>	<i>Interval odpočinku (s)</i>
bench press	5	10	65	120
obrátená skracovačka	4	15	TH	60
príťah na hrazde	5	10	TH – 20 kg	120
bench press na šikmej lavičke 45°	4	10	60	90
sťahovanie kladky s natiahnutými pažami	4	10	55	60

Druhá tréningová jednotka (rozpísaná v tabuľke č. 7) v tomto období bola zameraná z väčšej časti na rozvoj paží.

Tabuľka č. 7 Druhý tréningový deň – jún 2013

<i>Cvik</i>	<i>Počet sérií</i>	<i>Počet opakovaní v sérii</i>	<i>Intenzita (%)</i>	<i>Interval odpočinku (s)</i>
delt deck	4	12	55	60
tlak na ramená v multipresse	4	10	65	120
obrátená skracovačka	4	15	TH	60
upažovanie s jednoručkami v predklone	4	10	55	60
bicipsový zdvih na šikmej lavičke 45°	4	10	55	60
sťahovanie kladky na triceps s lanom	4	10	55	60

<i>Cvik</i>	<i>Počet sérii</i>	<i>Počet opakovaní v sérii</i>	<i>Intenzita (%)</i>	<i>Interval odpočinku (s)</i>
izolovaný bicepsový zdvih	4	10	55	60
francúzsky tlak s jednoručkami v ľahu	4	10	55	60

Júl 2013 – august 2013

Počas týchto dvoch mesiacov strava nebola kontrolovaná. Dôležité je poznamenať, že sme si vedomý zníženého príjmu bielkovín, a to na približne 120 g denne.

Júl 2013:

Tréningový plán v posilňovni počas mesiaca júl bol rozdelený na dva striedajúce sa dni. Tréningový deň A (tabuľka č. 8) a tréningový deň B (tabuľka č. 9) obsahovali parametre v snahe o zvýšenie svalovej hmoty.

Tabuľka č. 8 Tréningový deň A – júl 2013

<i>Cvik</i>	<i>Počet sérii</i>	<i>Počet opakovaní v sérii</i>	<i>Intenzita (kg)</i>	<i>Interval odpočinku (s)</i>
bench press	5	10	60	90
prít'ah na hrazde	5	8	TH	150
tlak s jednoručkami na šikmej lavičke	4	10	22	60
prít'ah jednoručnej činky s oporou o lavičku	4	12	20	60
skracovačka	4	25	TH	60

Tabuľka č. 9 Tréningový deň B – júl 2013

<i>Cvik</i>	<i>Počet sérií</i>	<i>Počet opakovaní v sérii</i>	<i>Inzenzita (kg)</i>	<i>Interval odpočinku (s)</i>
mŕtvy ťah	7	8	65	90
upažovanie s jednoručkami	4	10	11	90
premiestnenie a výrazový tlak	5	10	22	150
skracovačka	4	20	TH	90

Doplňkovou aktivitou bola cyklistika v objeme približne 150 km v priebehu siedmich dní rozdelená do piatich tréningových jednotiek.

V auguste nastala zmena tréningového plánu. Frekvencia tréningových jednotiek za týždeň zameraných na silový tréning je z počiatočných 6 zvýšená na 7. Siedma tréningová jednotka je zameraná na rozvoj silovej vytrvalosti dolných končatín (tabuľka č. 12). V tréningovom dni A bol vynechaný jeden cvik zameraný na rozvoj chrbtového svalstva. Bolo zaznamenané precvičovanie tricepsov a venovanie rozvoju prsných svalov. Podrobnosti ohľadom tejto tréningovej jednotky uvádzame v tabuľke č. 10.

Tabuľka č. 10 Tréningový deň A – august 2013

<i>Cvik</i>	<i>Počet sérií</i>	<i>Počet opakovaní v sérii</i>	<i>Inzenzita (kg)</i>	<i>Interval odpočinku (s)</i>
bench press	5	10	60	90
prít'ah na hrazde	8	6	TH	120
francúzsky tlak s jednoručkami v ľahu	5	10	11	60
tlak s veľkou činkou na šikmej lavičke	4	12	50	90
skracovačka	5	25	TH	90

V tréningovom dni B som pridal cvik cielený na rozvoj bicepsov. Parametre zaťažovania uvádzame v tabuľke č. 11.

Tabuľka č. 11 Tréningový deň B – august 2013

<i>Cvik</i>	<i>Počet sérií</i>	<i>Počet opakovaní v sérii</i>	<i>Intenzita (kg)</i>	<i>Interval odpočinku (s)</i>
mítkvy ťah	7	8	65	90
upažovanie s jednoručkami	4	10	11	90
premiestnenie a výrazový tlak	5	10	22	150
bicepsový zdvih s veľkou činkou	5	10	35	90
obrátaná skracovačka	4	15	TH	90

Tabuľka č. 12 Tréningový deň C – august 2013

<i>Cvik</i>	<i>Počet sérií</i>	<i>Počet opakovaní v sérii</i>	<i>Intenzita (kg)</i>	<i>Interval odpočinku (s)</i>
drep	7	15	60	90

Ako doplnková pohybová aktivita zostáva cyklistika. Počet najazdených kilometrov od 200 do 220 v šiestich tréningových jednotkách v priebehu siedmich dní.

4.2 Meranie a testovanie

4.2.1 Metódy merania

Zisťovanie nasledovných antropometrických údajov (výška, hmotnosť, telesné zloženie) prebiehalo v LSM FTVS UK. Pri meraní telesného zloženia sme využili prístroj TANITA MC-980.

Zisťovanie obvodových mier prebehlo doma u testovanej osoby, ktoré vykonal jeho otec. Zisťovanie obvodových mier bolo vykonané trikrát za sebou a vybrali sme stredné hodnoty.

Na meranie obvodu vybraných segmentov sme použili krajčírsky meter. Meranie bolo vykonané ráno po zobudení a vykonaní biologických potrieb. Medzi poslednou tréningovou jednotkou a meraním bol niekoľko dní odstup z dôvodu minimalizovania ovplyvnenia výsledkov pretrvávajúcim prípadným opuchom svalu. Obvod pásu bol meraný v najužšom mieste na bruchu a v čase normálneho výdychu. Ostatné obvody boli merané v najširších miestach. V prípade hrudníku sme merali v čase normálneho výdychu. Obvod bicepsu bol meraný pri flexii v lakti, obvod lýtka pri plantárnej flexii v sede a obvod stehna pri úplnej extenzii v kolene.

4.2.2 Testovanie maximálnej sily

Vzhľadom na tréningový program obsahujúci nižšiu intenzitu (približne 60 % 1 OM) sme použili nepriamu metódu pri stanovovaní teoretického maxima ako východiska pre program sledujúci ciele tejto práce.

Do programu zameraného na silové cvičenia sme zaradili nasledovné komplexné cvičenia: bench press, drep, mŕtvy ťah, príťahy veľkej činky v predklone a príťahy na hrazde nadhmatom.

Bench press

Viackĺbový cvik na cielený na rozvoj prsných svalov. Svojim charakterom zapája prednú časť deltového svalu a tricepsu. Rôzne techniky prevedenia tohto pohybu ovplyvňujú mieru zapojenia vyššie zmienených svalových skupín. V našom prípade bola šírka úchopu definovaná pravým uhlom v lakti na konci excentrickej fázy (činka sa dotýka spodnej časti prsných svalov). Na konci koncentrickej fázy sme nevykonávali úplnú extenziu v lakti.

Drep

Drep zaradujeme medzi viackĺbové komplexné cviky, pretože pri nich dochádza k zapojeniu viacerých svalových skupín predovšetkým dolných končatín v zmysle koncentrickej a excentrickej svalovej činnosti a v zmysle izometrickej činnosti

(stabilizačnej funkcie) sú zapojené predovšetkým svaly trupu. Nemôžeme opomenúť ani funkciu jednotlivých stabilizátorov. Tak ako pri bench presse aj technika drepu sa často líši predovšetkým rozsahom pohybu. Hĺbka nášho drepu bola definovaná rovnobežnosťou stehenných kostí s podlahou. Na konci koncentrickej fáze nedochádzalo k úplnej extenzii v kolenách a bedrových kĺboch.

Rumunský mŕtvy ťah (mŕtvy ťah)

Ďalší komplexný cvik tentokrát zameraný na rozvoj zadnej časti stehien a chrbta. V prípade mŕtvych ťahov je výhodné všeobecne využívať tzv. zámkový úchop (jedna ruka nadhmat, druhá ruka podhmat). V tomto prípade je vhodné striedať ruku v nadhmate a podhmate, aby sa minimalizoval dopad na ovplyvnenie stranovej svalovej dysbalancie. My sme sa rozhodli využiť úchop nadhmatom. Hlavným dôvodom je pocit zaťažovanej osoby v pohybe, a teda v správnom prevedení techniky.

Príťah veľkej činky v predklone nadhmatom (príťahy)

Tento komplexný cvik na rozvoj chrbtových svalov sme vybrali vzhľadom na naše podmienky a predstavy o postupe zaťažovania.

Príťah na hrazde nadhmatom

Keďže príťahy spôsobovali značný problém z hľadiska technického prevedenia s vyššou intenzitou zaťaženia rozhodli sme sa rozhodli zaradiť zhyby.

Pri všetkých pracovných sériách drepu, mŕtvych ťahov a príťahov (uvedených v tabuľke č.13) bol využívaný posilňovací opasok.

Tabuľka č. 13 popisuje postup testovania maximálnej sily nepriamou metódou v zmysle vykonania jednotlivých sérií s príslušnou záťažou a intervalom odpočinku.

Tabuľka č.13 Testovanie maximálnej sily nepriamou metódou u vybraných cvikov

<i>Deň</i>	<i>Cvik</i>	<i>Počet sérií</i>	<i>Počet opakovaní</i>	<i>Zdvihnuté bremeno (kg)</i>	<i>Interval odpočinku (s)</i>	
30.8. 2013	drep	1	20	TH	30	
		1	12	30	90	
		1	10	40	120	
		1	6	50	120	
		1	4	60	120	
		1	4	70	180	
		1	8	95		
	bench press	1	20	20	30	
		1	12	30	120	
		1	8	40	120	
		1	6	50	120	
		1	4	60	180	
		1	10	80		
	prít'ah	1	12	30	120	
		1	8	40	120	
		1	5	50	180	
		1	9	70		
	31.8. 2013	mŕtvy ťah	1	15	30	120
			1	10	50	120
1			6	60	120	
1			3	70	180	
1			15	80		

Výkony v jednotlivých cvikoch (počet opakovaní, intenzita v kg) sme dosadili do vzorcov, ktorým sme sa venovali v časti 4.2. Na základe tejto metódy sme získali teoretickú predstavu o 1 OM, z ktorého vychádzame pri následnom určovaní intenzity v kg. Teoretické 1 OM na základe jednotlivých výkonov je vyjadrené v tabuľke č. 14.

Tabuľka č. 14 Teoretické maximá na základe našich výkonov podľa rôznych autorov

Vzorec	1 OM drep (kg)	1 OM bench press (kg)	1 OM príťahy (kg)	1 OM mŕtve ťahy (kg)
Brzycki	117,9	106,69	90	130,9
Epley	120,08	106,4	90,79	119,6
Lander	118,8	107	90,6	130,6
O'Conner	114	100	85,75	110

Pre zaujímavosť uvádzame rozdiely medzi jednotlivými autormi pri zisťovaní teoretického maxima (tabuľka č. 15) pri simulovaní vykonávania daného cviku s odporom 100 kg pri rôznom počte opakovaní.

Tabuľka č. 15 Rozdiely v predikcii 1 OM nepriamou metódou podľa rôznych autorov v teoretickom maxime pri vykonaní rôzneho počtu opakovaní so záťažou 100 kg

Vzorec (autor)	5 opakovaní	10 opakovaní	15 opakovaní	20 opakovaní
Brzycki	112,5 kg	133,3 kg	163,7 kg	211,9 kg
Epley	116,5 kg	133 kg	149,5 kg	166 kg
Lander	113,7 kg	134 kg	163,3 kg	208,8 kg
O'Conner	112,5 kg	125 kg	137,5 kg	150 kg

Na základe hodnôt uvedených v tabuľke č. 15 pri testovaní maximálnej sily nepriamou metódou odporúčame vykonávať v sérii do 10 opakovaní. Je zreteľné, že v prípade vykonávania viacerých opakovaní vznikajú veľké rozdiely na základe použitého vzorca.

4.3 Tréningové fázy

V tejto časti sa budeme venovať spôsobu návrhu tréningového programu. V našom prípade sme vynechali podrobné plánovanie jednotlivých tréningových dní z hľadiska vykonania určitého celkového počtu tréningových dní, počtu opakovaní, sérií, intervalu

odpočinku a pod. Naša pôvodná predstava bola samozrejme zaťažiť organizmus čo najväčším objemom a frekvenciou cvičenia pre využitie potenciálu na získanie žiadaných zmien. Pri určovaní týchto dvoch parametrov sme vnímali výkonnosť v jednotlivých tréningoch. Chceli sme sa uistiť, že zaťaženie nebude spôsobovať pokles výkonnosti. V prípade poklesu výkonnosti by sme boli nútení znížiť objem alebo frekvenciu cvičení s cieľom dať organizmu čas na vyrovnanie sa s adaptačnými podnetmi.

Celkové tréningové zaťaženie by sme mohli rozdeliť do piatich úsekov, ktoré v nasledovnej časti rozoberieme. Vybrané hlavné cviky sme rozdelili na tlakové (bench press, drep) a ťahové (mŕtvy ťah, príťahy, príťahy na hrazde). Z nášho pohľadu nie je vhodné v tomto prípade zaradiť väčší počet sérií ťahových cvikov do jednej tréningovej jednotky z dôvodu „oslabenia úchopu“, a teda zníženia výkonnosti v neskorších sériách. Z tohto dôvodu sme sa rozhodli kombinovať drepy s príťahmi a bench press s mŕtvymi ťahmi, teda jeden tlakový a jeden ťahový cvik. Cieľom bolo kombinovať tieto dve tréningové jednotky. Každá tréningová jednotka obsahovala navyše cvik zameraný na brušné svaly.

1. fáza

Tabuľka č. 16 Úvodná fáza tréningového programu

<i>Deň</i>	<i>Cvik</i>	<i>Počet sérií</i>	<i>Počet opakovaní</i>	<i>Intenzita (kg)</i>	<i>Interval odpočinku (s)</i>	<i>Poznámka</i>
2.9.	drep	8	10	70	90	cyklistika 15km
	príťah	8	10	50	90	
	skracovačka	5	15	TH	90	
3.9.	bench press	6	10	62	90	
		1	10	60	120	
	1	10	60			
	mŕtvy ťah	8	10	74	90	
	obrátená skracovačka	5	12	TH	90	
4.9.						cyklistika 29km
5.9.	bench press	8	10	60	90	cyklistika 25km
	príťah	8	10	50	90	

<i>Deň</i>	<i>Cvik</i>	<i>Počet sérií</i>	<i>Počet opakovaní</i>	<i>Intenzita (kg)</i>	<i>Interval odpočinku (s)</i>	<i>Poznámka</i>
	skracovačka	5	15	TH	90	
6.9.	drep	8	10	70	90	
	mŕtvy ťah	8	10	70	90	
	obrátaná skracovačka	5	15	TH	90	
7.9.						voľno
8.9.	bench press	8	10	62	90	cyklistika 25km
	mŕtvy ťah	8	10	72	90	
	obrátaná skracovačka	5	12	TH	90	
10.9.	drep	10	12	50	60	bolesť mediálna hlava na pravej nohe
	mŕtvy ťah	8	10	73	90	
	skracovačka	5	15	TH	90	
11.9.	bench press	8	10	63	90	
	príťah	8	10	56	90	
	obrátaná skracovačka	5	12	TH	90	
12.9.	drep	10	12	50	60	
	mŕtvy ťah	8	10	73	90	
	skracovačka	5	15	TH	90	
13.9.	bench press	8	10	64	90	cyklistika 15 km
	príťah	8	10	58	90	
	obrátaná skracovačka	5	12		90	
14.9.						voľno
15.9.	drep	10	12	50	60	cyklistika 24 km
	príťah	8	10	58	90	
	skracovačka	5	15	TH	90	

Poznámka: TH = telesná hmotnosť v oblečení na cvičenie

Prvá fáza pozostávala z relatívne vyššieho objemu cvičení v porovnaní s predchádzajúcim programom a s intenzitou okolo 60 % 1 OM pre hlavné cviky. Pri určovaní zaťaženia sme vzali do úvahy skúsenosť so silovým tréningom z nedávneho obdobia. Začali sme s relatívne ľahším zaťažením v snahe prevencie prípadných zranení a s cieľom postupného zvyšovania intenzity cvičení. V prvých šiestich dňoch

sme aplikovali štyri tréningové jednotky. Vzhľadom na bezproblémovú regeneráciu sme v nasledujúcich siedmich dňoch pridali navyše dve tréningové jednotky.

2. fáza

Tabuľka č. 17 Druhá fáza tréningového programu

Deň	Cvik	Počet sérií	Počet opakovaní	Intenzita (kg)	Interval odpočinku (s)	Poznámka
16.9.	bench press	5	10	70	120	pred piatou sériou IO 150 s cyklistika 30 km
	mŕtvy ťah	8	8	80	120	
	bench press	5	10	60	90	
	obrátená skracovačka	5	12	TH	90	
17.9.	príťah na hrazde	5	8	TH 87 kg	120	
	drep	3	12	50	60	
		7	10	60	60	
	príťah	5	12	50	90	
	skracovačka	5	15	TH	90	
18.9.	bench press	4	10	70	120	cyklistika 25 km
		1	9	70	150	
	mŕtvy ťah	8	8	82	120	
	bench press	5	10	61	90	
	obrátená skracovačka	5	12	TH	90	
19.9.	príťah na hrazde	5	8	TH 87kg	120	cyklistika 25 km
	drep	8	10	70	120	
	príťah	5	12	52	90	
	skracovačka	5	15	TH	90	
20.9.	bench press	5	10	70	120	
	mŕtvy ťah	8	8	84	120	
	bench press	5	10	64	90	
	obrátená skracovačka	5	12	TH	90	
21.9.						cyklistika 38 km
22.9.	príťah na hrazde	5	9	TH 89kg	120	cyklistika 30 km
	drep	8	10	70	90	

<i>Deň</i>	<i>Cvik</i>	<i>Počet sérií</i>	<i>Počet opakovaní</i>	<i>Intenzita (kg)</i>	<i>Interval odpočinku (s)</i>	<i>Poznámka</i>
	príťah	5	12	53	90	
	skracovačka	5	12	TH	90	
23.9.	bench press	5	10	70	120	
	mŕtvy ťah	8	8	84	120	
	bench press	5	10	65	90	
	obrátená skracovačka	5	12	TH	90	
24.9.	príťah na hrazde	5	9	TH 88kg	120	cyklistika 25 km
	drep	2	10	70	90	
		8	10	80	120	
	príťah	5	12	54	90	
	skracovačka	5	12	TH	90	
25.9.	bench press	5	10	72	120	cyklistika 25 km
	mŕtvy ťah	8	8	86	120	
	bench press	5	10	65	90	
	obrátená skracovačka	5	12	TH	90	
26.9.	príťah na hrazde	2	10	TH 88 kg	120	
		3	9	TH 88 kg		
	drep	8	10	80	90	
	príťah	5	12	55	90	
	skracovačka	5	15	TH	90	
27.9.	bench press	5	10	72	120	cyklistika 25 km
	mŕtvy ťah	8	8	86	120	
	bench press	5	10	65	90	
	obrátená skracovačka	5	12	TH	90	
28.9.						cyklistika 39 km

Poznámka: TH = telesná hmotnosť v oblečení na cvičenie

V druhom úseku sme sa rozhodli pri bench presse a oboch príťahoch vykonať polovicu sérií v prvej časti s vyššou intenzitou (70 % 1 OM) a v druhej časti druhú polovicu celkového počtu sérií s nižšou intenzitou (60 % 1 OM). Týmto rozdelením sme dosiahli vykonanie relatívne vysokého objemu cvičenia s vyššou intenzitou, než by sme boli schopní vykonať pri desiatich po sebe idúcich sériách. Domnievame sa, že týmto

počinaním sme zasiahli väčší počet svalových vlákien, ktoré majú tendenciu k hypertrofii. Podobné rozdelenie sme neaplikovali pre drepy ani pre mŕtve ťahy, keďže zaťažovaná osoba bola schopná vykonať daný objem cvičenia so zvýšenou intenzitou. Vzhľadom na zvyšujúcu sa záťaž u prítáhov sme sa rozhodli zaradiť prítahy na hrazde ako hlavný cvik. Hlavným dôvodom bol nedostatočný rozvoj rozhodujúcich svalových skupín podieľajúcich sa na stabilizácii polohy, a teda správnom technickom vykonávaní prítáhov.

3. fáza

Tabuľka č. 18 Tretia fáza tréningového programu

<i>Deň</i>	<i>Cvik</i>	<i>Počet sérií</i>	<i>Počet opakovaní</i>	<i>Intenzita (kg)</i>	<i>Interval odpočinku (s)</i>	<i>Poznámka</i>
29.9.	prítah na hrazde	5	10	TH 88 kg	150	cyklistika 10 km
	drep	4	10	80	90	
		4	10	90	120	
	prítah	5	10	60	90	
	skracovačka	5	14	TH	120	
30.9.	bench press	2	10	80	150	cyklistika 25 km
		1	7	80	150	
		1	10	70	120	
		1	9	70	120	
	mŕtvy ťah	4	4	88	120	
	bench press	4	10	65	90	
		1	9	65		
	mŕtvy ťah	4	4	88	120	
obrátená skracovačka	5	12	TH	120		
1.10.	prítah na hrazde	5	10	TH 88kg	150	
	drep	2	10	80	90	
		6	10	90	120	
	prítah	5	10	60	90	
	skracovačka	5	14	TH	120	
2.10.	bench press	3	8	80	150	cyklistika 25 km
		1	7	80		
		1	10	70		
	mŕtvy ťah	4	8	88	120	

<i>Deň</i>	<i>Cvik</i>	<i>Počet sérií</i>	<i>Počet opakovaní</i>	<i>Intenzita (kg)</i>	<i>Interval odpočinku (s)</i>	<i>Poznámka</i>
	bench press	4	10	65	90	
	mŕtvy ťah	1	9	65		
	obrátaná skracovačka	4	8	88	120	
		5	12	TH	120	
3.10.	príťah na hrazde	5	10	TH 89kg	150	cyklistika 25 km
	drep	2	10	80	90	
		6	10	90	120	
	príťah	5	10	60	90	
	skracovačka	5	14	TH	120	
4.10.	bench press	5	8	80	150	
	mŕtvy ťah	4	8	88	120	
	bench press	5	10	65	90	
	mŕtvy ťah	4	8	88	120	
	obrátaná skracovačka	5	12	TH	120	
5.10.						voľno

Poznámka: TH = telesná hmotnosť v oblečení na cvičenie

V ďalšom úseku sme postupovali v zvýšení intenzity (80% 1 OM) a došlo teda aj k značnému predĺženiu intervalu odpočinku. Série zmiených cvičení sme ponechali rozdelené, tak ako i v predošlom v úseku, a rozhodli sme sa rozdeliť aj mŕtve ťahy z dôvodu „oslabeného“ úchopu činky v neskorších sériách. Svalové skupiny zodpovedné za pevnosť úchopu boli limitujúcim faktorom pri vykonávaní tohto cvičenia aj v ďalších fázach.

4. fáza

Tabuľka č. 19 Štvrtá „odpočinková“ fáza tréningového programu

Deň	Cvik	Počet sérií	Počet opakovaní	Intenzita (kg)	Interval odpočinku (s)	Poznámka
6.10.						cyklistika 51 km
7.10.	prít'ah na hrazde	5	10	TH 88,5kg	150	
	drep	2	10	80	90	
		6	10	90	120	
	prít'ah	5	10	63	120	
	skracovačka	5	14	TH	120	
8.10.	bench press	5	8	80	150	cyklistika 30 km
	mŕtvy ťah	4	8	88	120	
	bench press	5	10	70	120	
	mŕtvy ťah	4	8	88	120	
	obrátená skracovačka	5	12	TH	120	
9.10.						cyklistika 25 km
10.10.	prít'ah na hrazde	5	8	TH 87,5 kg	150	1 h bazén bolesť mediálna hlava na ľavej nohe
	drep	8	10	70	60	
	prít'ah	5	10	63	120	
	skracovačka	5	14	TH	120	
11.10.	bench press	4	8	80	150	
		1	7	80		
	mŕtvy ťah	4	8	88	120	
	bench press	3	10	70	120	
		1	9	70		
		1	8	70		
	mŕtvy ťah	4	8	88	120	
	obrátená skracovačka	5	12	TH	120	
12.10.						cyklistika 25 km

Poznámka: TH = telesná hmotnosť v oblečení na cvičenie

Štvrtý úsek bol zameraný na zvýšenie odpočinkových dní od silového tréningu vzhľadom na zvyšujúcu sa únavu. Keďže sme sa pôvodne zameriavali aj na redukciu podkožného tuku, a teda znížený energetický príjem, zaznamenali sme výrazný pokles hmotnosti z 89 kg (v oblečení pred cvičením) v porovnaní s 87,5 kg v priebehu ôsmich dní. Tento výrazný pokles hmotnosti si vysvetľujeme markantným znížením energetických rezerv a vody, na základe ktorého máme možnosť pozorovať výrazný pokles výkonnosti v porovnaní s predošlými tréningovými jednotkami.

5. fáza

Tabuľka č. 20 Záverečná fáza tréningového programu

Deň	Cvik	Počet sérií	Počet opakovaní	Intenzita (kg)	Interval odpočinku (s)	Poznámka
13.10.	príťah na hrazde	4	10	TH 88.5kg + 2kg	150	
	drep	8	10	70	60	
	príťah	4	10	65	120	
	skracovačka	6	14	TH	90	
14.10	bench press	4	9	80	150	
	mŕtvy ťah	6	6	90	120	
	bench press	4	10	70	120	
	obrátená skracovačka	5	12	TH	90	
15.10	príťah na hrazde	4	10	TH 88.5 kg +2 kg	150	
	drep	8	10	90	120	
	príťah	4	10	65	120	
	skracovačka	5	14	TH	90	
16.10	bench press	2	9	80	150	
		1	8	80	150	
		1	7	80		
	mŕtvy ťah	6	6	94	120	
	bench press	4	10	70	120	
	obrátená skracovačka	5	12	TH	120	
17.10	príťah na hrazde	4	10	TH 89 kg + 4 kg	90	1 h bazén
	drep	8	10	90	120	
	príťah	4	10	65	120	
	skracovačka	5	14	TH	90	

<i>Deň</i>	<i>Cvik</i>	<i>Počet sérií</i>	<i>Počet opakovaní</i>	<i>Intenzita (kg)</i>	<i>Interval odpočinku (s)</i>	<i>Poznámka</i>
18.10	bench press	4	9	80	150	
	mŕtvy ťah	6	6	94	120	
	bench press	4	10	70	120	
	obrátená skracovačka	5	12	TH	90	
19.10.						cyklistika 25 km
20.10	príťah na hrazde	4	10	TH 89kg +4kg	150	bolesť v ľavom kolene
	bench press	5	8	80	150	
	príťah	4	10	66	120	
	skracovačka			TH	90	
21.10	bench press	4	9	80	150	cyklistika 25 km
	mŕtvy ťah	6	6	94	120	
	bench press	4	10	72	120	
	obrátená skracovačka	5	12	TH	90	
22.10	príťah na hrazde	4	10	TH 87 kg + 4 kg	150	
	drep	8	10	80	60	
	príťah	4	10	66	120	
	skracovačka	5	14	TH	90	
23.10	bench press	4	9	80	150	
	mŕtvy ťah	6	6	94	120	
	bench press	4	10	72	120	
	obrátená skracovačka	5	12	TH	90	
24.10	príťah na hrazde	4	10	TH 87 kg + 4 kg	150	1 h bazén
	drep	5	10	90	120	bolesť v ľavom kolene
	príťah	4	10	66	120	
	skracovačka	5	14	TH	90	
25.10	bench press	3	9	80	150	cyklistika 25 km
		1	10	80		
	mŕtvy ťah	6	6	94	120	
	bench press	4	10	72	120	
	obrátená skracovačka	5	12	TH	90	

Poznámka: TH = telesná hmotnosť v oblečení na cvičenie

Ako môžeme vidieť v tabuľke, v poslednej fáze sme využívali intenzity na hornej hranici ovplyvňovania svalovej hypertrofie podľa jednotlivých autorov uvedených v kapitole 2.4. Zaznamenali sme výrazné zlepšenie vo výkonnosti pri každom cviku. Ako hlavný faktor musíme znovu zdôrazniť dôležitosť energetických zásob v podobe glykogénu. V tomto období sme obmedzili aeróbnu pohybovú aktivitu a zvýšili celkový energetický príjem. Zaujímavé môže byť sledovanie poklesu hmotnosti k záveru intervencie, kedy máme možnosť pozorovať pokles telesnej hmotnosti avšak bez poklesu výkonnosti. Nameraná telesná hmotnosť po skončení tréningového programu 27.10.2013 bola o dva kilogramy vyššia ako tri dni predtým (resp. 85 kg – 87 kg).

Fázy boli vykonávané na základe spätnej väzby testovanej osoby. Z tohto dôvodu sme plánovali jednotlivé jednotky spolu s energetickým príjmom na základe pocitov zaťažovaného jedinca s prihliadnutím na:

- predchádzajúce zaťažovanie u sledovanej osoby. Naším cieľom je zapojenie čo najväčšieho množstva svalových vlákien (typ IIb), ktoré dosiahneme v intenzitách na úrovni 80 % 1 OM. Postupné zvyšovanie intenzity, rozčlenenie tréningového programu do jednotlivých fáz s rozdielnou intenzitou cvičení slúži ako prevencia pred prípadným zranením.
- veľkosť intenzity, ktorá bola použitá v jednotlivých cykloch. Vzhľadom na vyšší počet tréningových jednotiek v týždni predpokladáme rýchlejšiu adaptáciu na záťaž. Zvýšená úroveň adaptácie znamená zvýšenú toleranciu na súčasnú intenzitu, ktorej výsledkom je zníženie vyvolania žiaducich adaptačných zmien.
- hlavným faktorom, na základe ktorého sme zvolili prechod z jednej fázy do druhej (zvýšenie intenzity), bola absencia pocitu svalovej bolesti u zaťažovanej osoby nasledujúci deň po absolvovaní tréningovej jednotky.
- trvanie každej z fáz č. 1, 2, 5 bolo 13 dní, fáz č. 3, 4 bolo 7 dní. Dôvodom kratšieho trvania tretej fázy bola zvyšujúca sa únava a strata motivácie tréningu. V prípade štvrtej fázy („odpočinkovej“) 7 dní stačilo zaťažovanému jedincovi na regeneráciu, po ktorých bol schopný absolvovať šesť tréningových jednotiek s nižším objemom zaťaženia.

4.4 Sledovanie prijatých makronutrientov

V príjme bielkovín a tukov sme sa priklonili k hraniciam odporúčaných dávok uvedených v kapitole 2.7.4, respektíve 2,5 g/kg v prípade bielkovín a 1 g/kg telesnej hmotnosti v prípade tukov. V prípade sacharidov sme postupovali princípom sacharidových vlín. Tieto vlny sme nemali dopredu rozpísané a nedomnievame sa, že takéto riešenie je vhodné s prihliadnutím na naše ciele. Museli sme reagovať na zníženie množstva glykogénu v svaloch, ktoré by negatívne ovplyvnilo výkonnosť. V experimentoch v minulosti sme postupovali prvotným naplánovaním týchto vlín, čo malo za následok vyčerpanie a nerozvinutie silových predpokladov v takej miere, akú sme dosiahli tentokrát. Ako základ odporúčame vychádzať z hodnôt BMR na základe vzorca uvedeného v kapitole 2.5 a pripočítať približnú energetickú náročnosť pohybových aktivít. V snahe o redukciiu podkožného tuku sa snažíme o negatívnu energetickú bilanciu. V prípade, že inervenovanou osobu je skúsený jedinec, ktorý vie ako reaguje jeho telo na rôzne množstvo prijatej energie, odporúčame vychádzať z informácií, ktoré nám táto osoba poskytne.

Príjem hlavných potravín (vysoká početnosť výskytu v tabuľke) bol nasledovný:

1. 70 g ovsené vločky, 250 ml mlieko, 25g srvátkový proteín, 1,5 g CEE (prvých 26 dní tréningu) – hodinu pred silovým tréningom
2. 25 g srvátkový proteín, 25 g viaczložkový proteín, 50 g hroznový cukor, 10 g BCAA, 1,5 g CEE (prvých 26 dní tréningu) – po polhodine cyklistika
3. polovičný denný príjem ryže a mäsa, 1,5 g CEE (prvých 26 dní tréningu)
4. polovičný denný príjem ryže a mäsa
5. vajcia, ryžové chlebíčky (v prípade ich príjmu)
6. 750 ml mlieko, 25 g viaczložkový proteín

Ostatné zaznamenané potraviny boli prijímané medzi uvedenými jedlami, ktoré tvorili základ jedálneho lístka. Prijaté potraviny v jednotlivých dňoch sú zaznamenané v tabuľke č. 21 a č. 22. Na zistenie množstva zastúpenia makronutrientov (v g) boli použité dostupné kalorické tabuľky. Na výpočet celkovej prijatej energie sme použili hodnoty uvedené v kapitole č. 2.7.

Tabuľka č. 21 Prijem jednotlivých potravín a živín počas mesiaca september 2013

Potravina	Dátum																													
	2.9.	3.9.	4.9.	5.9.	6.9.	7.9.	8.9.	9.9.	10.9.	11.9.	12.9.	13.9.	14.9.	15.9.	16.9.	17.9.	18.9.	19.9.	20.9.	21.9.	22.9.	23.9.	24.9.	25.9.	26.9.	27.9.	28.9.	29.9.	30.9.	
Vlčocky ovsené (g)	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	
Mäso kuracie (g)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	450	300	500	300	500	400	300	300	300	300	300	
Mäso bravčové (g)																			600	200										
Ryža (g)	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	250	125	125	125	185	125	250	125	125	125	125	125	125	125	125	125	
Cukor hroznový (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	50	50	
Protein sraťkový (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	50	50	50	
Protein viazločkový (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	50	50	50	
Mlieko odtučnené (l)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Vajcia (ks)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				3	2	3											
Jogurt (g)																														
Chlebičky ryžové (g)	60			60		60	60			60		60		120			60			60	60		60	60	60	60				
Syr FETA (g)						70	70	60												40										
Syr NIVA (g)									70	70																				
Tuniak (g)															150									150						
Banán (g)																								100						
Nektarinka (g)																								150						
Tvárnika (g)																														
Koláč (g)																								80						
Olaj olivový (ml)	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	50	50	50	
Pivo (ml)						500			500																					
Alkohol 40% (ml)									80																					
Bielkoviny (g)	221	215	215	221	215	232	232	224	234	240	215	221	216	164	238	230	221	246	214	182	238	200	286	236	200	155	211	194		
Sacharidy (g)	295	249	249	295	249	306	296	250	260	296	249	295	272	196	251	249	295	308	244	343	251	295	370	296	296	313	245	386	249	
Tuky (g)	86	84	84	86	84	98	98	95	98	100	84	86	62	68	66	66	86	79	160	89	66	68	84	80	80	87	63	105	66	
Prijatá energia (kcal)	3063	2823	2823	3063	2823	3274	3232	2968	3292	3290	2823	3263	3518	2217	2773	2723	3063	3162	3512	3113	2773	2797	3665	3082	3054	2338	3574	2557		

Tabuľka č. 21 Prijem jednotlivých potravín a živín počas mesiaca október 2013

Potravina	Dátum																												
	1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.	12.10.	13.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	22.10.	23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	
Vitky ovsené (g)	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	
Mäso kuracie (g)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Mäso iné (g)													500														500	200	
Ryža (g)	125	125	125	125	125	125	125	125	125	185	250	125	125	125	125	125	125	125	125	250	125	125	125	125	125	125	125	125	
Cukor hrozňový (g)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	80	50	50	50	50	50	50	50	20	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Proteín sraťkový (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	50	50	
Proteín vlašský (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	50	50	
Mlieko odučnené (l)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Vajcia (ks)	2					2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3			2							
Chlebičky ryžové (g)	60		60				60																						
Banán (g)		200												200	200	200	200	250		250	250	250	200	200				200	
Hrozno (g)				200							200																		
Jabĺko (g)					400										200	200	200	200	200	200	200	400						200	
Mätkva (g)															200	200	200	200	200	200	200							200	
Olaj olivový (ml)	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	50	50	
Zmrzlina (g)					75																								
Kolač (g)												100															150	100	
Pivo (ml)												500											500			500	1500		
Alkohol 40% (ml)																										80			
Bielkoviny (g)	214	194	200	195	200	208	216	194	214	213	219	200	213	205	215	228	216	215	219	206	209	196	215	234	217	156	186	141	
Sacharidy (g)	295	295	295	286	351	249	351	249	341	324	404	307	246	296	353	278	354	222	472	307	363	341	305	269	350	272	319	255	
Tuky (g)	80	66	68	66	68	78	80	66	80	78	79	88	143	66	84	87	84	84	69	66	78	66	84	80	102	122	97	109	
Prijatá energia (kcal)	2974	2753	2797	2716	3032	2734	3215	2557	3165	3073	3441	3175	3357	2807	3398	3032	3267	2708	3636	2856	3214	2952	3199	2957	3562	3423	3110	2744	

4.5 Rozsah platnosti

Vymedzenie

Výsledky a závery vyplývajúce z experimentu sú platné pre zaťažovaného jedinca vzhľadom stav trénovanosti a telesného zloženia, v ktorom sa nachádzal v čase intervencie. Na základe jednej osoby nemôžeme zobecňovať výsledky pre širšiu populáciu.

Obmedzenie

Z hľadiska zaťaženia a z hľadiska silového tréningu považujeme nazbierané dáta za presné. Z hľadiska aeróbného zaťaženia je presne zaznamenaný objem cvičenia.

Príjem jednotlivých makroživín, tak ako i celkový energetický príjem počas intervencie je relatívne presný: skutočný energetický príjem bol vyšší z dôvodu možnosti zaznamenávania množstva potravín.

Presnosť merania telesného zloženia pomocou bioimpedančnej metódy závisí napríklad na stave hydratácie a množstve svalového glykogénu, ktoré v konečnom dôsledku ovplyvňuje výsledky merania. Z tohto dôvodu sme v snahe o minimalizáciu chyby merania dodržali rovnaké podmienky pred oboma meraniami.

5 VÝSLEDKY PRÁCE, DISKUSIA

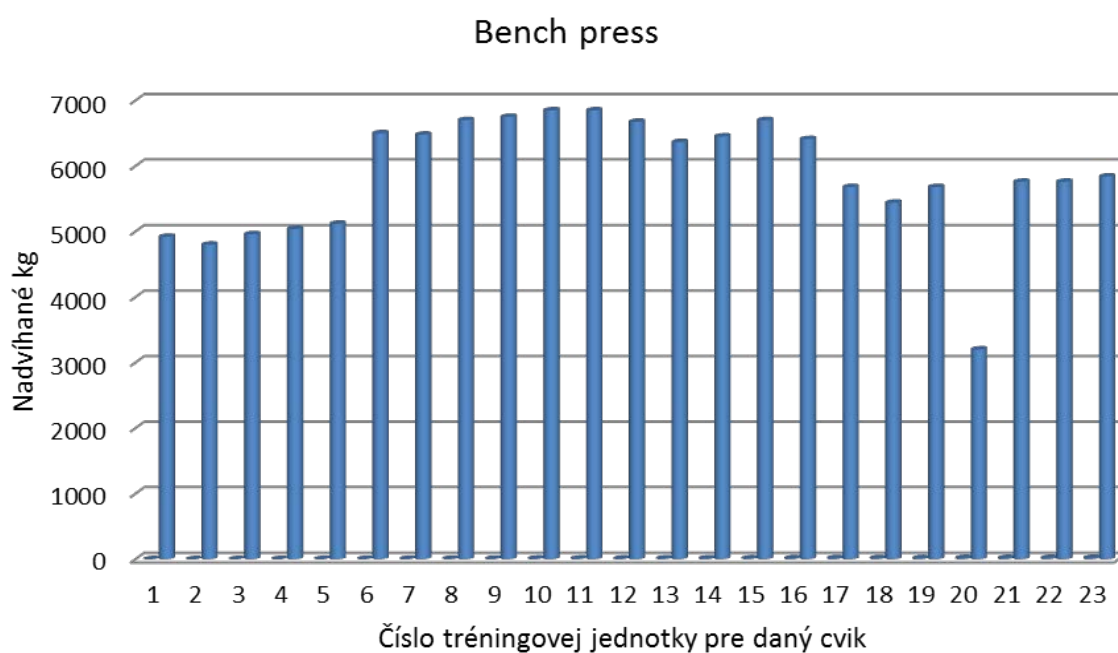
Tabuľka č. 23 vyjadruje podrobnosti intervencie z hľadiska jej dĺžky a počtu tréningových jednotiek venovaných jednotlivým aktivitám.

Tabuľka č.23 Trvanie intervencie a počet tréningových jednotiek s obsahom danej činnosti

<i>Trvanie intervencie v dňoch</i>	<i>Posilňovňa (jednotiek)</i>	<i>Cyklistika (jednotiek)</i>	<i>Bazén (jednotiek)</i>	<i>Voľné dni</i>
56	32	22	3	3

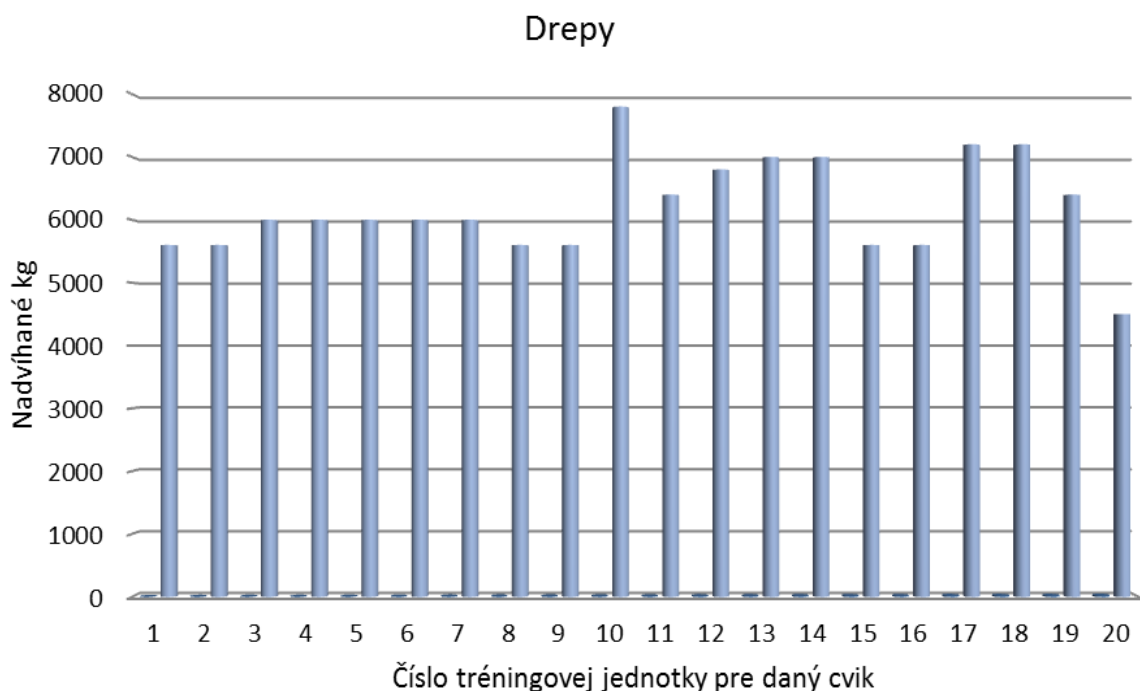
Nasledujúce grafy popisujú množstvo nadvíhaných kilogramov v súvislosti s číslom tréningovej jednotky zameranej na konkrétny cvik.

Graf č. 1 Nadvíhané kilogramy v závislosti na poradí tréningovej jednotky v bench presse v priebehu intervencie



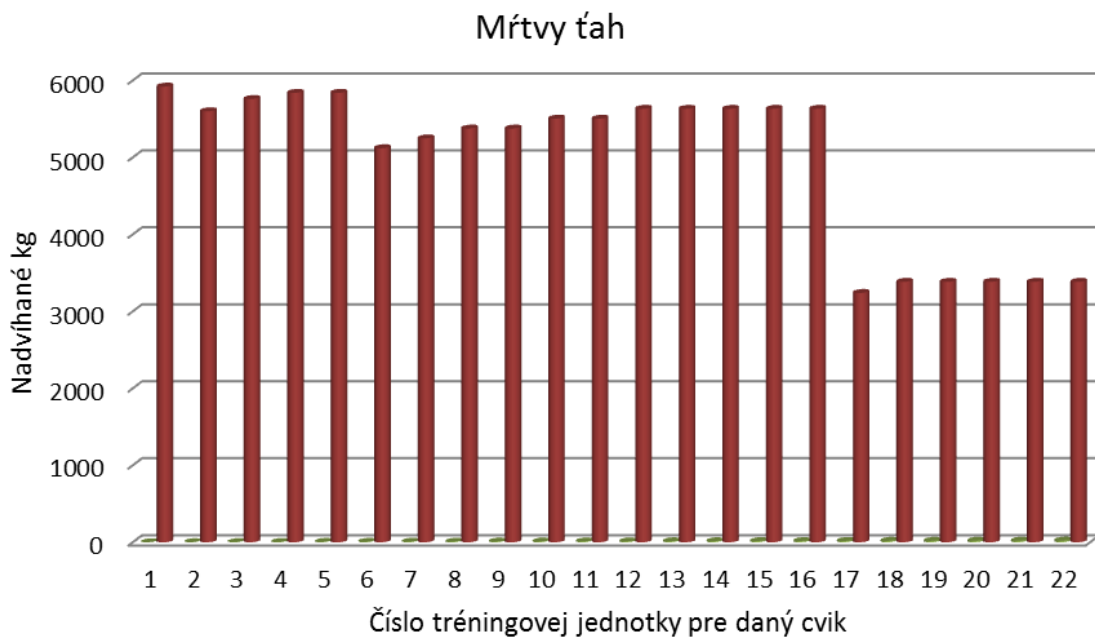
Počet nadvíhaných kilogramov v bench presse (graf č. 1) čiastočne popisuje priebeh jednotlivých fáz popísaných v kapitole 4.4. Pozorujeme počiatočné zvýšenie nadvíhaných kilogramom spôsobených zvýšeným počtom sérií na výrazných rozdieloch medzi 5. a 6. jednotkou. Pokles sledovaného parametru v tréningovej jednotke 12 si vysvetľujeme zvýšením intenzity. Druhý sledovaný pokles pozorujeme v tréningovej jednotke 16, ktorý bol podľa nás spôsobený čiastočnou únavou a zníženým množstvom glykogénu v svaloch. Táto jednotka patrí do 4. fázy, ktorú uvádzame ako „odpočinkovú“. Posledný pokles v jednotke s číslom 20 bol spôsobený vynechaním drepev z dôvodu bolesti v kolene. Za účelom využitia času sme zaradili polovičný objem štandardného cvičenia zameraného na bench press. Úspešnosť „odpočinkovej“ fázy spolu s navýšením energetického príjmu pozorujeme na výsledkoch v jednotke č. 21 v nasledujúci deň a podaný výkon bol vyšší ako výkon pred dvoch dní.

Graf č. 2 Nadvíhané kilogramy v závislosti na poradí tréningovej jednotky v drepech v priebehu intervencie



Graf č. 2 popisujúci jednotlivé výkony v drepech môže podávať skresľujúce informácie, ktoré sú spôsobené zdravotnými problémami. Napriek tomuto faktoru pozorujeme výrazné zvýšenie výkonnosti pri porovnaní prvých a posledných tréningových jednotiek.

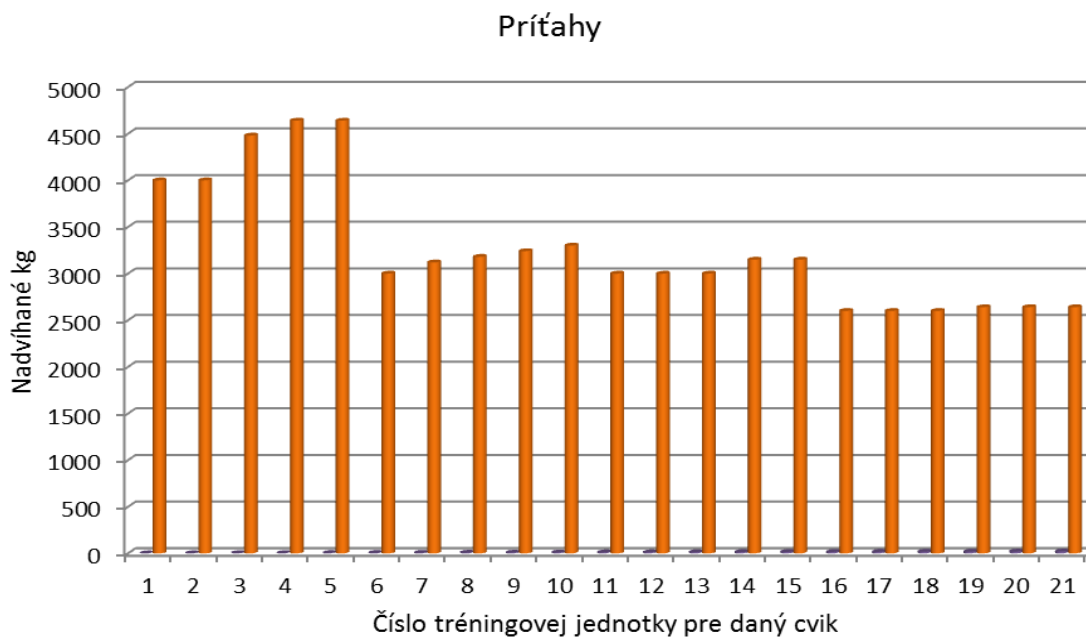
Graf č. 3 Nadvíhané kilogramy v závislosti na poradí tréningovej jednotky v mŕtvom ťahu v priebehu intervencie



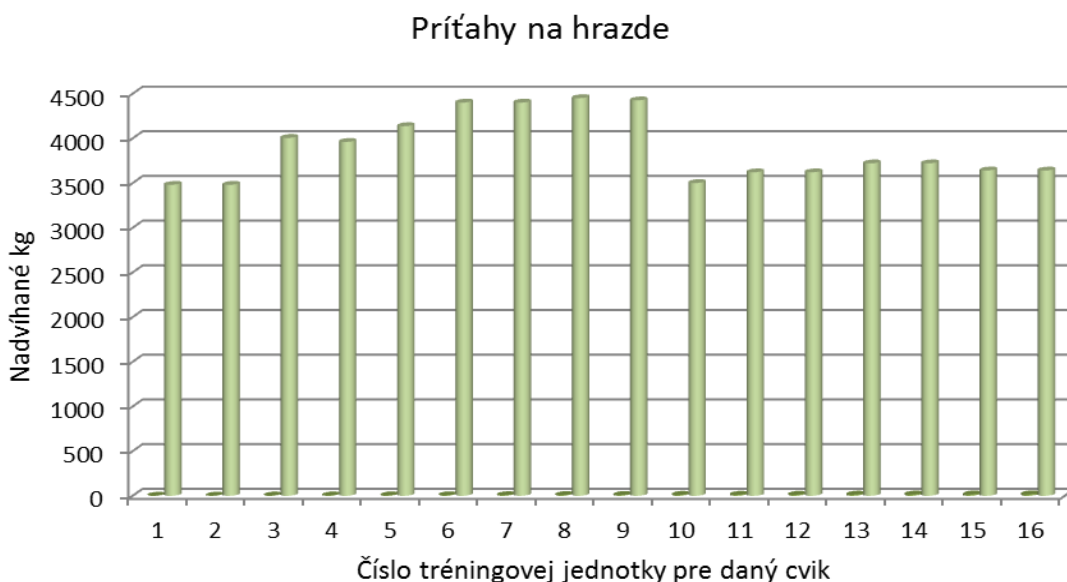
Graf č. 3 popisujúci mŕtve ťahy vystihuje zlepšenie testovanej osoby v tomto cviku. Jednotlivé prepady sú spôsobené vykonávaním rozdielneho počtu opakovaní a sérií.

Výkonnosť v príťahoch vyjadrená v grafe č. 4 poukazuje na zlepšenie vo všetkých úsekoch našej intervencie. Máme tým na mysli vzostupnú tendenciu nadvíhaných kilogramov. Prvotné zníženie je spôsobené znížením počtu sérií vzhľadom zaradenie príťahov na hrazde ako hlavného cviku zameraného na svaly chrbta. Tento nárast výkonnosti si vysvetľujeme nízkou úrovňou adaptácie na úrovni riadenia v zapojení rozhodujúcich svalových skupín v smere, v akom si to vyžaduje tento cvik. Tento cvik nebol vykonávaný v poslednej dobe o čom svedčí aj pohybová anamnéza rozobratá v úvode kapitoly 4.

Graf č. 4 Nadvíhané kilogramy v závislosti na poradí tréningovej jednotky v prítáhoch v priebehu intervencie



Graf č. 5 Nadvíhané kilogramy v závislosti na poradí tréningovej jednotky v prítáhoch na hrazde v priebehu intervencie



V grafe č. 5 máme možnosť pozorovať výrazné zvýšenie počtu nadvíhaných kilogramov v závislosti na čísle tréningovej jednotky venovanej tomuto cviku. Tento fakt si

vysvetľujeme z rovnakých dôvodov ako u prít'ahov. Zdá sa, že špecificita pohybu zohráva v týchto adaptáciach veľmi dôležitú úlohu. Z pohľadu jednotlivých výkonov znova konštatujeme zníženie počtu nadvíhaných kilogramov v jednotke číslo 10 a nasledujúcich. Hlavným dôvodom je zvýšenie intenzity, s ktorou boli vykonávané cvičenia. Táto jednotka značí prechod zo 4. do 5. fázy.

Na základe získaných informácií nevieme presne povedať, či vyšší objem cvičenia s nižšou intenzitou má vyšší vplyv na rozvoj svalovej hypertrofie v porovnaní s nižším objemom a vyššou intenzitou. Aj z tohto dôvodu sme využili odlišné hlavné metodotvorné komponenty posilňovania v každej z fáz. Druhým dôvodom bolo podnecovanie adaptácie u testovanej osoby vplyvom rôznych podnetov.

K poklesu výkonnosti v obdobiach redukcie podkožného tuku môže dôjsť pri úbytku svalovej hmoty alebo znížení glykogénových rezerv.

Úbytok svalovej hmoty

môže byť spôsobený na jednej strane nevhodným stravovaním (prijaté množstvo jednotlivých makronutrientov) a na strane druhej nevhodným nastavením parametrov tréningového programu (dlhotrvajúca aeróbna aktivita, nízka intenzita silového zaťaženia)

Zníženie glykogénových rezerv

z našej skúsenosti spôsobený spočiatku z veľkej miery vyčerpaním glykogénových zásob. Tento fakt nám následne neumožňuje aplikovanie vyššej tréningovej intenzity (v parametroch vhodných pre rozvoj svalovej hypertrofie), a tým dochádza k „deaktivácii“ motorických jednotiek zapojovaných práve pri vyšších intenzitách. Znamená to, že prvotná príčina zníženia energetických zásob vo forme glykogénu je nasledovaná zhoršením úrovne nervovej adaptácie.

Do akej miery sú uvedené nežiaduce efekty ovplyvniteľné je otázne a záleží na mnohých faktoroch, akými môžu byť stupeň trénovanosti a svalového rozvoja jedinca a telesné zloženie v zmysle množstva podkožného tuku.

Z pohľadu výživy je podľa nás vhodné využívať superkompenzáciu. Pri aplikovaní sacharidových vl'n odporúčame viac vrcholov v týždni (z hľadiska príjmu sacharidov), a to v súvislosti s objemom, frekvenciou a intenzitou zaťažovania. Množstvo prijatej potravy je zaznamenané v tabuľke č. 21 pre mesiac september a v tabuľke č. 22 pre

mesiac október. Zastúpenie množstva jednotlivých makronutrientov bolo vypočítané na základe dostupných kalorických tabuliek.

Ako hlavnú doplnkovú aktivitu sme si zvolili cyklistiku pre dôslednú preferenciu testovanej osoby:

Počet tréningových jednotiek:	26
množstvo najazdených km:	650
priemer na jednu tréningovú jednotku (km):	25

Druhou doplnkovou aktivitou bolo plávanie, ktoré bolo absolvované trikrát v priebehu intervencie. Dĺžka trvania ani počet naplávaných bazénov nebol monitorovaný. Z nášho pohľadu tri jednotky strávené v bazéne nespôsobili výrazné zmeny v našich cieľoch, a preto ich nepokladáme v našom prípade za dôležité.

V nasledujúcej časti sa budeme venovať zmenám telesného zloženia.

V tabuľke č. 24 uvádzame jednotlivé hodnoty merania telesného zloženia. Prvé meranie uvádzame vzhľadom na jeho dôležitosť v rámci anamnézy. Následne uvádzame hodnoty namerané pre priame potreby našej práce pred a po skončení intervencie a v poslednom stĺpci tabuľky vyjadrujeme rozdiel medzi týmito dvoma meraniami.

Tabuľka č. 24 Namerané hodnoty telesného zloženia (podrobné výstupy jednotlivých meraní sú uvedené v prílohe č. 1,2,3)

<i>Telesné zloženie</i>	<i>4.3. 2013</i>	<i>29.8. 2013</i>	<i>29.10. 2013</i>	<i>Rozdiel 29.8. – 29.10.2013</i>
hmotnosť (kg)	95,7	85,5	86,7	+ 1,2
tuk (%)	19,4	7,8	6,6	- 1,2
tučná hmota (kg)	18,6	6,7	5,7	- 1
netučná hmota (kg)	77,1	78,8	81	+ 2,2
svalová hmota (kg)	73,3	74,9	77	+ 2,1

TBW (kg)	54,6	56,3	58,2	+ 1,9
TBW (%)	57,1	65,8	67,1	+ 1,3
ECW (kg)	21	18,4	18,7	+ 0,3
ICW (kg)	33,6	37,9	39,5	+ 1,6
ECW/TBW	38,5	32,7	32,1	- 0,6

TBW – celková telesná voda

ECW – mimobunková voda

ICW – bunková voda

Na základe získaných hodnôt môžeme povedať, že naša intervencia spôsobila výrazný úbytok tučnej hmoty. Zároveň sme dosiahli žiaduceho nárastu svalovej hmoty, čím potvrdzujeme hypotézu č. 1.

V tabuľke č. 25 sú uvedené objemové hodnoty vybraných telesných segmentov. Napriek tomu, že nedošlo v zaradení cvičení, došlo k vyrovnaniu stranových dysbalancií. Výraznú úpravu telesnej hmotnosti z hľadiska zníženia podielu tučnej hmoty môžeme dať do súvislosti s vyrovnaním asymetrie končatín.

Tabuľka č. 25 Zmeny objemu svalovej hmoty

	<i>4.3. 2013</i>	<i>29.8. 2013</i>	<i>29.10. 2013</i>	<i>Rozdiel 29.7. – 29.9.</i>
telo (kg)	39,6	40,3	41,2	+ 0,9
pravá ruka (kg)	4,4	4,7	5,1	+ 0,4
ľavá ruka (kg)	4,6	4,8	5,1	+ 0,3
pravá noha (kg)	12,5	12,5	12,8	+ 0,3
ľavá noha (kg)	12,2	12,6	12,8	+ 0,2

Prehľad zmien v hodnotách podkožného tuku v určitých telesných partiách vyjadruje tabuľka č. 26.

Tabuľka č. 26 Zmeny podielu telesného tuku

	4.3. 2013	29.8. 2013	29.10. 2013	Rozdiel 29.7. – 29.9.
telo (kg)	11,4	3,3	2,3	- 1
pravá ruka (kg)	1	0,4	0,3	- 0,1
ľavá ruka (kg)	1	0,4	0,4	0
pravá noha (kg)	2,6	1,3	1,4	+ 0,1
ľavá noha (kg)	2,6	1,3	1,3	0

Namerané rozdiely v obvodoch (tabuľka č. 27) vybraných telesných segmentov hodnotíme ako významné. Na testovanej osobe sme taktiež dosiahli výrazné zmeny v obvode paží bez zaradenia izolovaných cvikov na tieto partie.

Tabuľka č. 27 Obvody jednotlivých svalových partií pred začatím a po intervencii

Svalová partia	Obvod (cm)		
	30.9. 2013	27.9. 2013	Rozdiel
trup	103	107	+ 4
biceps pravý	37,2	38	+ 0,8
biceps ľavý	37,2	38	+ 0,8
pás	79,2	79	- 0,2
stehno pravé	60	61,5	+ 1,5
stehno ľavé	60	61,5	+ 1,5
lýtko pravé	40	39	- 1

<i>Svalová partia</i>	<i>Obvod (cm)</i>		
	<i>30.9. 2013</i>	<i>27.9. 2013</i>	<i>Rozdiel</i>
lýtko ľavé	40	39	- 1

Zaujímavým je pokles obvodu oboch lýtok. Tento fakt mohol byť spôsobený niekoľkými faktormi:

- častá frekvencia aerobných jednotiek s obsahom cyklistiky
- úbytok podkožného tuku na danom mieste

Uvedené obvodové miery v tabuľke č. 27 nepoukazujú vytvorenie svalových dysbalancií u testovanej osoby po absolvovaní nášho programu. Vyváženosť svalovej hmoty bola potvrdená meraním na prístroji TANITA MC-980 (tabuľka č. 25). Porovnanie obvodových mier v konfrontácii s nameranými objemovými hodnotami poukazujú na zvýšenie svalovej hmoty na horných končatinách, čím potvrdzujeme hypotézu č. 2.

Tabuľka č. 28 Porovnanie rozdielov z obdobia anamnézy a súčasnej intervencie

	<i>Rozdiel 4.3. – 29.8. (cca 6 mesiacov)</i>	<i>Rozdiel 29.8. – 29.10. (cca 2 mesiace)</i>
hmotnosť (kg)	- 10,2	+ 1,2
tučná hmota (kg)	- 11,9	- 1
svalová hmota (kg)	+ 1,6	+ 2,2

Z tabuľky č. 28 môžeme predpokladať určité závislosti platné pre testovanú osobu. Prikladáme veľkú dôležitosť typu silového zaťaženia počas podobnej intervencie. V prvom porovnaní bol nárast svalovej hmoty približne 1,6 kg. V druhom prípade sme dosiahli výraznejšieho nárastu svalovej hmoty (o 2,5 kg v porovnaní so vstupným meraním) a vo výrazne kratšej dobe. V druhom prípade musíme zohľadniť vyššiu vstupnú nameranú hodnotu vzhľadom na potenciál v nasledovom navyšovaní množstva

svalovej hmoty. Rozdiely v tučnej hmote sú ovplyvnené vysokou hodnotou nameranou 4.3. 2013.

V zdrojoch, s ktorými sme mali možnosť sa oboznámiť, je silový tréning rozobratý z hľadiska rozvoja silových predpokladov, avšak stretávame sa s absenciou odporúčaní týkajúcich sa výživy. Vyvolanie žiadaných zmien v telesnom zložení sa však deje za účasti oboch týchto faktorov.

Ak sa autor zaoberá touto problematikou, jeho častým odporúčaním je pri redukcii podkožného tuku vykonávanie vyššieho počtu opakovaní v sérii a aeróbne cvičenia. Domnievame sa, že argumentom pre toto tvrdenie je vyššia energetická náročnosť odporúčaných aktivít s príslušným energetickým hradením.

V našej práci zameranej sčasti na redukcii podkožného tuku sme využili často odporúčané aeróbne cvičenie (cyklistika) napriek tomu, že negatívnym vplyvom dlhodobých aeróbnych cvičení na svalovú hypertrofiu je účasť bielkovín na pokrývaní energetických nárokov. Táto aktivita bola zvolená s prihliadnutím na ročné obdobie a preferencie jedinca.

Avšak v prípade silových cvičení sme použili vyššiu intenzitu z dôvodu, že vyšší počet opakovaní vykonávaný s nižšou intenzitou nestimuluje vlákna s tendenciou k hypertrofii.

Pre zmienené dôvody odporúčame, aby podobná intervencia obsahovala silové cvičenia v potrebnej intenzite a objeme zameriavajúcich sa na svalové vlákna typu IIa.

Často sa stretávame s tvrdením, v ktorom figuruje negatívna energetická bilancia ako základ pre redukcii tučnej hmoty. Na základe tohto tvrdenia a údajov uvedených v našej práci predpokladáme vysokú dôležitosť príjmu bielkovín potrebných pre svalový rast počas podobnej intervencie. Príjem sacharidov a tukov, ktorý by dostal intervenovanú osobu do pozitívnej energetickej bilancie je z tohto hľadiska až druhoradý. Samozrejme nemôžeme tvrdiť, že zvýšený energetický príjem by vyvolal rovnaké zmeny v zvýšení svalovej hmoty, keďže na to nemáme dostatočné podklady.

K téme telesného zloženia, tak ako sme sa mu venovali v tejto práci, majú najbližšie kulturisti vo svojich prípravách na súťaž. V ich prípade predpokladáme užitie širšieho spektra výživových doplnkov, v niektorých prípadoch použitie látok vedených ako doping. Taktiež ich ciele sú spojené s extrémnou redukciiu telesnej hmotnosti (podkožný tuk, telesná voda). Je zjavné, že takto orientovaný program bude mať odlišné

dopady na organizmus ako nami navrhovaný. Do úvahy je potrebné brať úroveň trénovanosti a priblíženia sa genetickému potenciálu týchto jedincov.

Nami navrhovaný program obsahoval relatívne veľké množstvo tréningových jednotiek. Veríme, že náš postup bol vhodný pri zostavovaní intervencie vzhľadom na špecifickosť cvičení a ciele intervencie.

Z hľadiska výživy pokladáme za najvhodnejší princíp sacharidových vĺn, keďže tento postup umožňuje využívanie a načasovanie superkompenzácie na náročnejšie dni z hľadiska naplánovaného zaťaženia. Nemôžeme opomínať význam sacharidov z hľadiska doplnenia glykogénových zásob v svaľe. Z tohto dôvodu nemôžeme odporučiť dietetické prístupy, ktoré uprednostňujú veľmi nízky príjem sacharidov (ketogénna diéta).

6 ZÁVER

Hlavným cieľom práce bolo problematické ovplyvnenie telesného zloženia v zmysle redukcie tučnej hmoty a zvýšenia podielu svalovej hmoty na celkovej telesnej hmotnosti.

Na základe porovnania nameraných hodnôt týkajúcich sa telesného zloženia a vybraných parametrov antropometrického merania sme dospeli k záveru, že sme schopní za určitých podmienok redukovať podkožný tuk a zvyšovať svalovú hmotu v jednom období. Jednotlivé merania poukázali taktiež na nárast svalovej hmoty na horných končatinách bez zaradenia cvikov zameriavajúcich sa na dané svalové skupiny. Aplikovaním tréningového programu spolu s úpravou dietetického režimu nedošlo k poklesu výkonnosti.

Na základe získaných skúseností pri aplikovaní podobnej intervencie by bolo vhodné sledovať zmeny na telesnom zložení u viacerých jedincov pri rôznom využití výživových doplnkov a aplikovaní rozdielnych posilňovacích metód. Nezaradenie dlhšie trvajúcej pohybovej aktivity a využitie vysokointenzívneho intervalového tréningu vo forme doplnkovej aktivity by sa mohlo výrazne prejaviť vo výsledkoch.

7 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

1. AAGAARD, P. et al. *A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture*. [online]. c2001, [cit. 2013-09-10]. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11454977>.
2. ALEGRE, L.M. et al. *Effects of dynamic resistance training on fascicle length and isometric strength*. [online]. c2006, [cit. 2013-09-10]. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16608764>.
3. ANTONIO, J., GONYEA W.J. *Skeletal muscle fiber hyperplasia*. [online]. c1993, [cit. 2013-9-15]. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8107539>.
4. BROWN, Lee E. *Strength training*. United Graphics, USA, 2007. ISBN 978-0-7360-6059-2.
5. BUTT, C. *Formulas and coefficients that predict your 1-rep maximum*. [online]. c2001, [cit. 2013-09-14]. Dostupné z <http://www.weightrainer.net/training/coefficients.html>
6. DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. Olympia Praha, 2002. ISBN 80-7033-760-5.
7. DYLEVSKÝ, I. *Obecná kineziologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, ISBN 978-80-247-1649-7.
8. ESMARCK, B. Et al. *Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans*. [online]. c2001, [cit. 2013-09-18]. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11507179>.
9. FARKAŠ, B. *Rozvoj silových predpokladov a vplyv rozvoja maximálnej sily na rýchlostnú silu a silovú vytrvalosť v bench presse*. Praha, 2010. 44 s. Bakalárska práca na UK FTVS. Vedúci bakalárskej práce Václav Bunc
10. FOŘT, P. *Výživa (hlavně) pro kulturistiku a fitness*. 1. vyd. Praha: Svět kulturistiky, 1998, ISBN 80-902589-1-3
11. HAWKE, T.J., D. J. Garry. *Myogenic satellite cells: physiology to molecular biology*. Journal of Applied Physiology. 91: 534-551, 2001.

12. HERNANDEZ, J.R., KRAVITZ, L. *The mystery of skeletal muscle hypertrophy*. [online]. [cit. 2013-09-13]. Dostupné z <http://www.unm.edu/~lkravitz/Article%20folder/hypertrophy.html>.
13. HOLEČEK, M. *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*. Praha: Grada, 2006, ISBN 80-247-1562-7.
14. HOWATSON, G. et al. *Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: a randomized, double-blind, placebo controlled study*. [online]. c2012, [cit. 2013-09-18]. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22569039>.
15. JÄGER, R. et al. *Analysis of the efficacy, safety, and regulatory status of novel forms of creatine*. [online]. c2009, [cit. 2013-09-14]. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3080578/>.
16. JUNIUS-THOMAS, C. *Facteurs biomécaniques de la performance*. Montpellier , 2012.
17. KAWAKAMI, Y., ABE, T., FUKUNAGA, T. et al. *Muscle-fibre pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles*. [online]. c1993, [cit. 2013-09-09]. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8365975>.
18. KERKSICK, C. et al. *International Society of Sports Nutrition position stand: nutrient timing*. [online]. c2008, [cit. 2013-09-05]. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18834505>.
19. KIRKHAM, E. *Muscle fiber configuration..* [online]. c2001, [cit. 2013-09-14]. Dostupné z <http://kirkham.tamu.edu/426-40%20Muscle%20Fiber%20Configuration.ppt>.
20. LELAND, M. K. et al. *Effect of creatine, creatinine, and creatine ethyl ester on TLR expression in macrophages*. [online]. c2011, [cit. 2013-09-14]. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21575742>.
21. MAREČKOVÁ, A. *Stanovení tělesného složení na základe metody bioelektrické impedance u seniorské populace*. Olomouc, 2010. 90 s. Diplomová práce na fakultě tělesné kultury, Univerzita Palackého. Vedúci diplomovej práce Miroslava Přidalová
22. NÝDECKÁ, V. *Dodržování zásad racionální výživy v ústavech sociální péče*. Brno, 2006. 103 s. Diplomová práce na MUNI Pedagogická fakulta. Vedúci diplomovej práce Jan Šimůnek.

23. PHILLIPS, M.S. et al. *Protein requirements and supplementation in strength sports*. [online]. c2004, [cit. 2013-09-05]. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11507179>.
24. RAGNO, F. J. *Increasing IGF-1 without HGH*. [online]. 2011, [cit. 2013-09-12]. Dostupné z <http://www.drragno.com/id23.html>.
25. ROY, B.D., TARNOPOLSKY, M.A. *Influence of differing macronutrient intakes on muscle glycogen resynthesis after resistance exercise*. [online]. c1998, [cit. 2013-09-05]. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9480948>.
26. SEMIGINOVSKÝ, B. *Fyziologická chemie a fyziologie pohybové činnosti: stručný slovník základních pojmů*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986.
27. SHEPHARD, R. J., P.N. SHEK. *Immune responses to inflammation and trauma: a physical training model*. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology* 76: 469-472, 1998.
28. SHIMOMURA, Y. et al. *Exercise promotes BCAA catabolism: effects of BCAA supplementation on skeletal muscle during exercise*. [online]. c2004, [cit. 2013-09-14]. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15173434>.
29. SIFF, M.C. *Supertraining*. Denver, 2004. ISBN 1-874856-65-6.
30. SJOSTROM, M. et al. *Evidence of fibre hyperplasia in human skeletal muscles from healthy young men? A left-right comparison of the fibre number in whole anterior tibialis muscles*. [online]. c2001, [cit. 2013-09-12]. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1874233>.
31. SPILLANE, M. et al. *The effects of creatine ethyl ester supplementation combined with heavy resistance training on body composition, muscle performance, and serum and muscle creatine levels*. [online]. c2009, [cit. 2013-09-14]. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2649889/>.
32. STACKEOVÁ, D. *Fitness programy - teorie a praxe: metodika cvičení ve fitness centrech*. Praha: Galén, c2008, ISBN 978-80-7262-541-3.
33. TLAPÁK, P. *Tvarování těla pro muže a ženy*. ARSCI, Praha 2007, ISBN 978-80-86078-72-4.
34. ZHOU, S. *Cross education and neuromuscular adaptations during early stage of strength training*. [online]. c2003, [cit. 2013-9-12]. Dostupné z http://www.scsepf.org/doc/pdf_mem_only/Cross%20education%20and%20neuromuscular%20adaptations%20during%20early%20stage%20of%20strength%20training.pdf.

35. ZIMULA, J. *Sacharidy: glykemický index*. [online]. c2005, [cit. 2013-09-12]. Dostupné z <http://kulturstika.ronnie.cz/c-1489-sacharidy--glykemicky-index.html>
36. *Dělení svalů lidského těla podle strukturálního uspořádání svalových snopců*. [cit. 2013-09-12]. Dostupné z <http://www.kme.zcu.cz/kmet/bio/svstruktur.php>.

PRÍLOHY

Príloha č. 1 Výstup merania telesného zloženia 4.3. 2013 (TANITA MC-980)

Príloha č. 2 Výstup merania telesného zloženia 29.8. 2013 (TANITA MC-980)

Príloha č. 3 Výstup merania telesného zloženia 29.10. 2013 (TANITA MC-980)

Príloha č. 4 Fotografia zachycujúca stav 30.8. 2013

Príloha č. 5 Fotografia zachycujúca stav 28.10. 2013

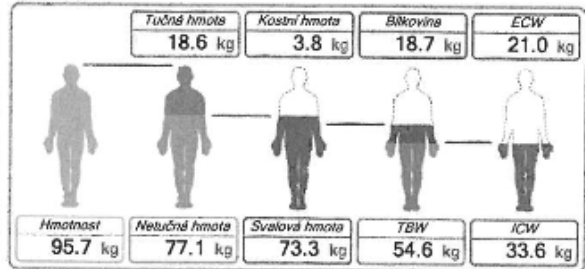
Priloha č. 1 – Výstup merania telesného zloženia 4.3. 2013 (TANITA MC-980)

Datum 04/03/2013 08:34

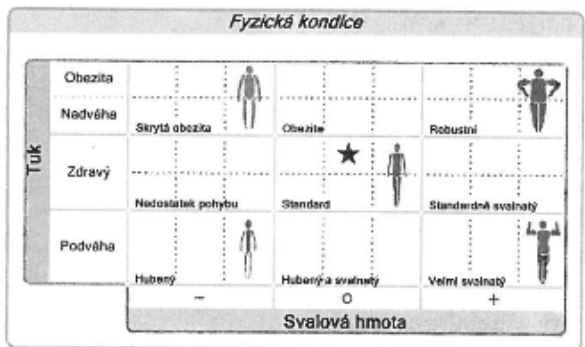
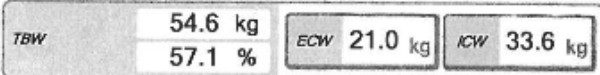
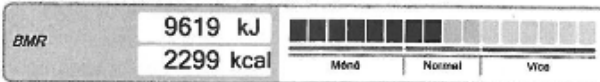
No.	0000000000000000			
Jméno	N/A		Výška	190.0 cm
Věk	25	Muž	typ	Normal
			PT	0.0 kg

Informace

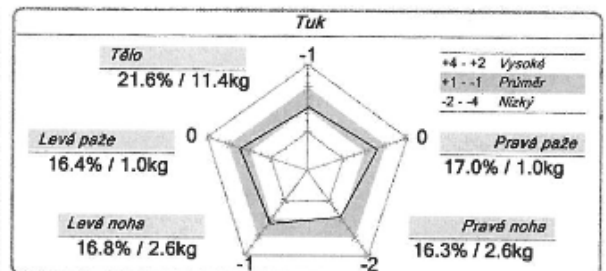
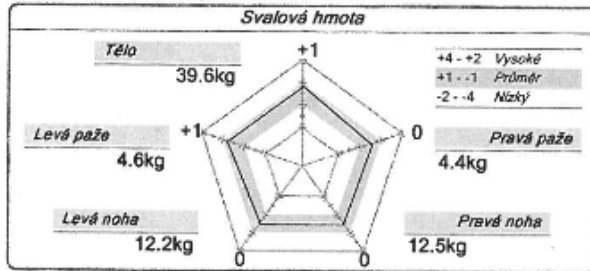
	Výsledek	Ideální	CII	
Hmotnost	95.7 kg	66.8 - 89.9 kg	kg	kg
Tuk	19.4 %	8.0 - 19.9 %	%	%
Tučná hmota	18.6 kg	6.7 - 19.2 kg	kg	kg
Netučná hmota	77.1 kg			
Svalová hmota	73.3 kg	61.2 - 77.5		
BMI	26.5	18.5 - 24.9		
Metabolic Age	27			



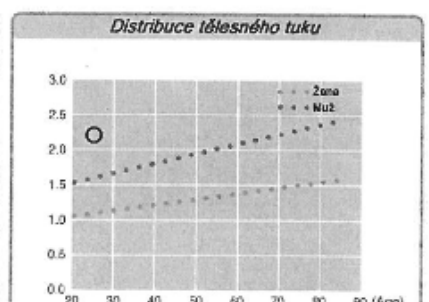
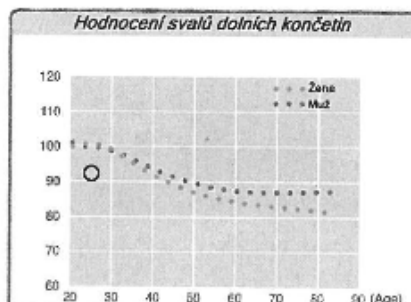
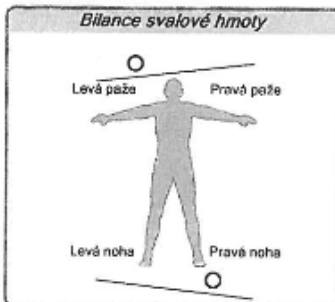
BMR VFR TBW



Segmentální analýza



Bilance

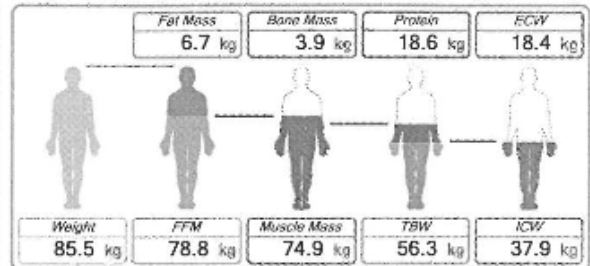


Príloha č. 2 - Výstup merania telesného zloženia 29.8. 2013 (TANITA MC-980)

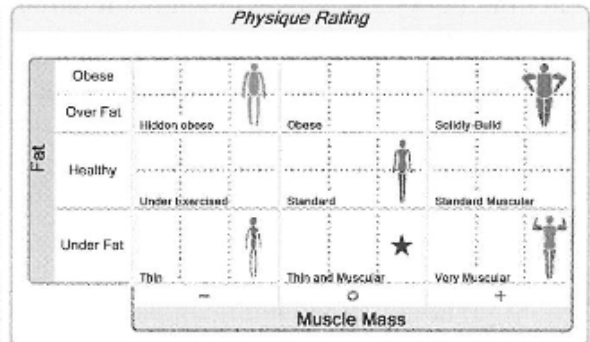
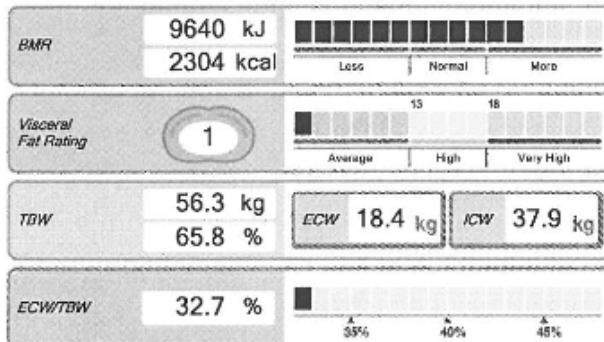
No. 0000000000000000				Date 29/08/2013 10:42	
Name N/A			Height 190.0 cm		
Age 26	Male	Type Athletic	PT 0.0 kg		

Details

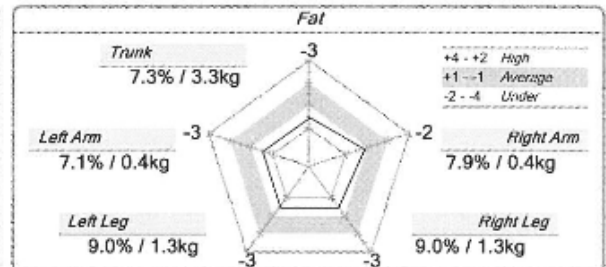
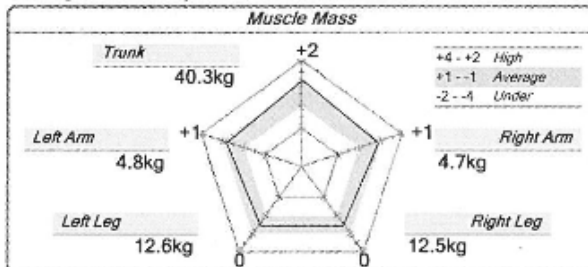
	Result	Desirable	Target
Weight	85.5 kg	66.8 - 89.9 kg	kg kg
Fat	7.8 %	8.0 - 19.9 %	% %
Fat Mass	6.7 kg	6.9 - 19.6 kg	kg kg
FFM	78.8 kg	78.8	
Muscle Mass	74.9 kg	74.9	
BMI	23.7	18.5 - 24.9	
Metabolic Age	12		



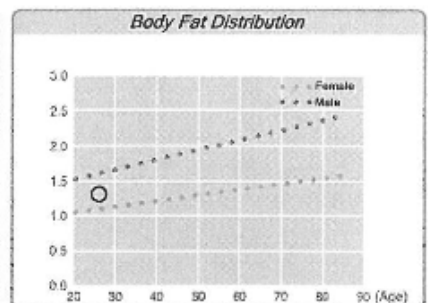
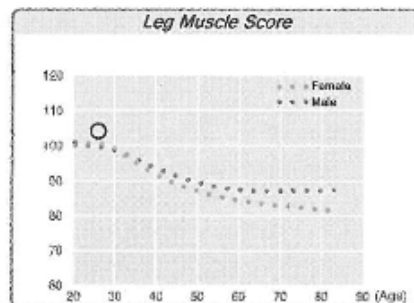
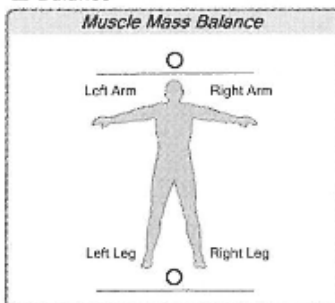
BMR VFR TBW



Segmental Analysis



Balance

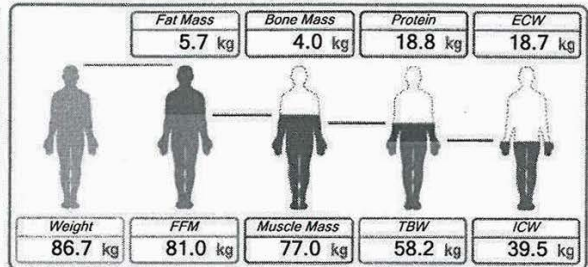


Príloha č. 3 - Výstup merania telesného zloženia 29.10. 2013 (TANITA MC-980)

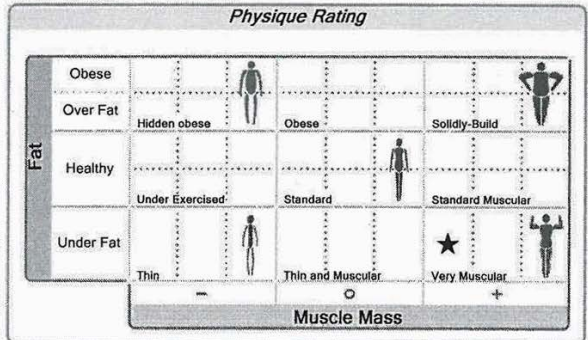
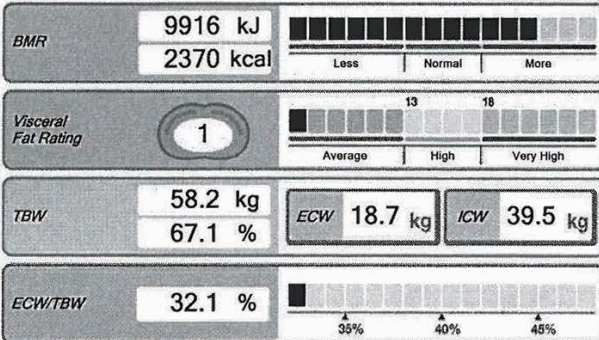
No. 0000000000000000					Date 29/10/2013 10:39
Name N/A			Height 189.2 cm		
Age 26	Male	Type Athletic	PT 0.0 kg		

■ Details

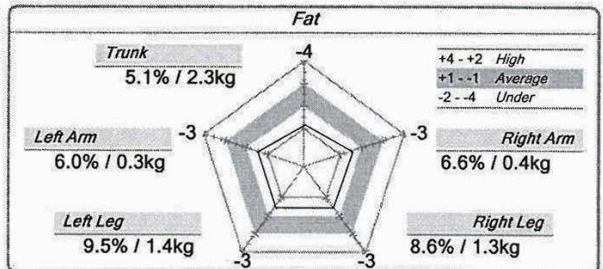
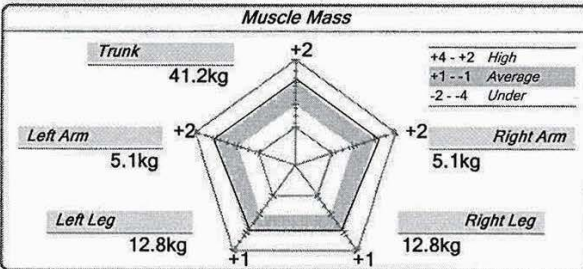
	Result	Desirable	Target
Weight	86.7 kg	66.2 - 89.1 kg	kg kg
Fat	6.6 %	8.0 - 19.9 %	% %
Fat Mass	5.7 kg	7.0 - 20.1 kg	kg kg
FFM	81.0 kg	81.0	
Muscle Mass	77.0 kg	77.0	
BMI	24.2	18.5 - 24.9	
Metabolic Age	12		



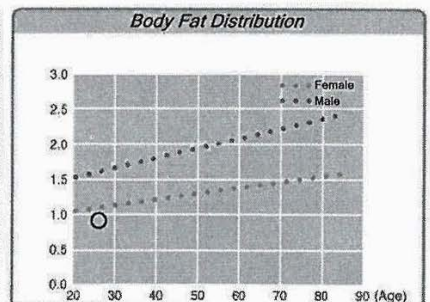
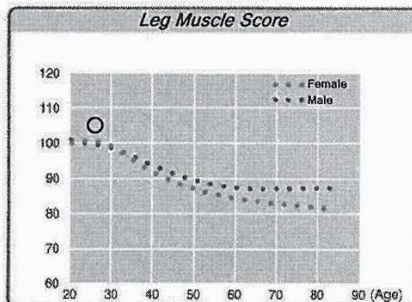
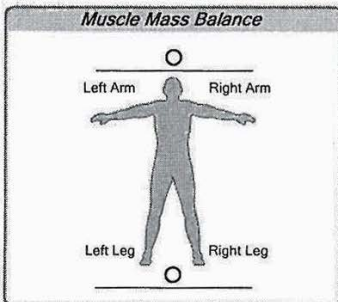
■ BMR VFR TBW



■ Segmental Analysis



■ Balance



Príloha č. 4 – Fotografia zachycujúca stav 30.8. 2013



Príloha č. 5 – Fotografia zachycujúca stav 28.10. 2013

