

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

**Specifika předsoutěžní přípravy
v kulturistice a její vliv na tělesné složení**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Prof. Ing. Václav Bunc, CSc.

Vypracoval:

Bc. Ladislav Vopravil

Praha, prosinec 2015

Prohlášení

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

V Praze dne:

Podpis:

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat Prof. Ing. Václavu Buncovi, CSc., za odborné vedení, celkovou podporu a pomoc při vytváření diplomové práce. Dále by sem rád poděkoval za pomoc celému kolektivu laboratoře sportovní motoriky za pomoc při realizování praktické části této práce.

Abstrakt

- Název:** Specifika předsoutěžní přípravy v kulturistice a její vliv na tělesné složení
- Cíle:** Cílem závěrečné práce je popis specifických výživových a tréninkových postupů v rámci předsoutěžní přípravy v kulturistice a praktické zhodnocení jejich vlivu na tělesné složení u vybraného testovaného souboru v rámci 8 týdenního intervenčního programu.
- Metody:** V rámci práce je k posouzení vlivu na parametry tělesného složení použito metod kaliperace, pomocí kaliperu typu Best a bioelektrické impedance, za využití přístrojů BIA 2000 a Tanita MC – 980.
- Výsledky:** Po absolvování 8 týdenního intervenčního programu, sestaveného na základě dosažení negativní energetické bilance, pomocí sacharidové restrikce v kombinaci s vysoce intenzivním silovým tréninkem a následném měření tělesného složení, jsme u probandů zjistili předpokládanou změnu parametrů tělesného složení, přičemž byla patrná jejich individuální reakce na intervenci. U obou probandů bylo dosaženo významné redukce tuku podkožního (proband č. 1 = -7,0 %, proband č. 2 = -3,2 %) i celkového (proband č. 1 = -2,7 ± 0,3 %, proband č. 2 = -3,2 ± 0,4 %). Dále byla pozorována odlišná změna v celkovém množství svalové hmoty (proband č. 1 = - 2,5 kg, proband č. 2 = + 1,1 kg), při současném zhoršení její kvality, definované změnami hodnot koeficientu ECM / BCM (proband č. 1 = + 0,02, proband č. 2 = + 0,04).
- Závěr:** Program zajistil předpokládané změny parametrů tělesného složení a je tudíž možné využití těchto výživových a tréninkových principů, na kterých byl program sestaven, jak u závodníků v kulturistice v rámci

předsoutěžní přípravy, tak i u kondičních sportovců za cílem snížení množství tělesného tuku. Je však nutné zohlednění individuálních charakteristik (antropometrie, trénovanost, somatotyp, denní režim, dosud absolvovaný tréninkový program) při sestavování intervence a jeho případná úprava v závislosti na úrovni adaptace organismu. Během intervence dochází také ke zhoršení kvality svalové hmoty, která je pravděpodobně způsobena vysokou intenzitou tréninku při současném dosažení negativní energetické bilance, která má za následek neúplnou regeneraci svalové tkáně. Při sledování změn parametrů tělesného složení není vhodná kombinace různých metod měření, které se liší v naměřených absolutních hodnotách, avšak z hlediska trendu jsou si podobné.

Klíčová slova: kulturistika, předsoutěžní příprava, výživa, tělesné složení, redukce tuku

Abstract

Title: Specifics of Pre-Competition Training in Bodybuilding and it's Influence on Body Composition

Objectives: The aim of this thesis is description of specifics nutrition and training methods in pre-competition training in bodybuilding and practical assessment of their influence on body composition in the test subjects.

Methods: Skinfold calliper technique using callipers type Best and bioimpedance analysis using devices BIA 2000 and Tanita MC-980.

Results: After completing of intervention program and measurement of body composition, compiled on the basis of negative energy balance, using carbohydrate restriction combined with high-intensity strength training and subsequent measurement of body composition, we found an expected changes of their parameters as was observed their individual response on intervention. Both subjects achieved a significant reduction of subcutaneous fat (proband no. 1 = - 7 %, proband no. 2 = - 3,2 %) and total fat (proband no. 1 = - 2,7 ± 0,3 %, proband no. 2 = - 3,2 ± 0,4 %). Furthermore we observed a distinct change in the total amount of muscle mass (proband no. 1 = - 2,5 kg, proband no. 2 = + 1,1 kg) while deterioration of muscle quality defined by changes of ECM / BCM coefficient values.

Conclusion: The program has ensured the expected changes in the parameters of body composition and it is therefore possible to use these nutrition and training principles on which the program was compiled for bodybuilders during pre-competition preparation and also for fitness athletes in order to reducing the amount of body fat. However it is necessary to consideration of individual characteristics (antropometry, training level, somatotype, daily activities, absolved training program) when compiling the

intervention it's possible adjustment depending on the level of organism adaptation. During the intervention there is also deterioration in quality of muscle mass, which is probably caused by high intensity training while a negative energy balance, which results in incomplete regeneration of muscle tissue. It is not suitable combination of different measurement methods, when monitoring changes in body composition parameters. These methods are different in measured absolute values but in terms of trends are similar.

Keywords: bodybuilding, pre-competition training, nutrition, body composition, fat reduction

Obsah

1	ÚVOD.....	10
2	TEORETICKÁ ČÁST	11
2.1	TĚLESNÉ SLOŽENÍ	11
2.1.1	Modely tělesného složení.....	11
2.1.2	Tělesný tuk.....	14
2.1.3	Tukoprostá hmota	14
2.1.4	Koeficient ECM/BCM	15
2.1.5	Faktory ovlivňující tělesné složení	15
2.2	METODY ODHADU TĚLESNÉHO SLOŽENÍ	16
2.2.1	Dělení metod pro stanovení TS	16
2.2.2	Antropometrie.....	17
2.2.3	Kaliperace	18
2.2.4	Bioelektrická impedance (BIA)	20
2.2.5	Porovnání metod pro stanovení TS	22
2.3	ANATOMIE A FYZIOLOGIE SVALSTVA	23
2.3.1	Svalstvo hladké	23
2.3.2	Svalstvo příčně pruhované srdeční.....	23
2.3.3	Svalstvo příčně pruhované	23
2.3.4	Typologie svalů a svalových vláken	25
2.3.5	Nervosvalové principy kosterního svalu.....	28
2.3.6	Bioenergetika.....	29
2.4	ZÁKLADNÍ PRINCIPY KULTURISTICKÉHO TRÉNINKU	31
2.4.1	Vymezení pojmu kulturistika.....	31
2.4.2	Zdravotní aspekty kulturistického tréninku.....	32
2.4.3	Etapy tréninkového procesu.....	35
2.4.4	Svalová hypertrofie.....	36
2.4.5	Zátěžové parametry silového tréninku.....	37
2.4.6	Počet opakování a velikost zátěže	37
2.4.7	TUT (Time under tension).....	38
2.4.8	Rychlost a tempo kontrakce	39
2.4.9	Počet sérií	40
2.4.10	Interval odpočinku.....	41
2.4.11	Frekvence tréninků.....	41
2.4.12	Výběr a pořadí cviků	42
2.4.13	Intenzifikační techniky.....	43
2.5	SPECIFIKA TRÉNINKOVÉ METODIKY V PŘEDSOUTĚŽNÍ FÁZI	45
2.5.1	Silový trénink	45
2.5.2	Aerobní trénink.....	47
2.5.3	HIIT (High-intensity interval training)	49
2.6	ZÁKLADNÍ PRINCIPY VÝŽIVY V KULTURISTICE	51
2.6.1	Význam výživy ve sportu	51
2.6.2	Regenerace	52
2.6.3	Energetická bilance, BMR	53
2.6.4	Základní složky potravy	56
2.6.5	Sacharidy	56
2.6.6	Bílkoviny	58

2.6.7	Tuky	60
2.6.8	Vitamíny a minerální látky.....	62
2.6.9	Kvalita vs. kvantita	62
2.6.10	Význam suplementace	63
2.7	SPECIFIKA VÝŽIVOVÝCH POSTUPŮ V PŘEDSOUTĚŽNÍ FÁZI	65
2.7.1	Hlavní výživové zásady při redukci tuku	66
2.7.2	Rozdělení a délka předsoutěžní diety.....	67
2.7.3	Dávkování živin v předsoutěžní fázi.....	68
2.7.4	Princip sacharidových vln	70
2.7.5	Suplementace v předsoutěžní fázi.....	71
2.7.6	Závěrečná část předsoutěžní diety	73
2.8	SHRNUTÍ ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	75
3	CÍLE, HYPOTÉZY A ÚKOLY PRÁCE	77
3.1	CÍL PRÁCE	77
3.2	HYPOTÉZY PRÁCE	77
3.3	ÚKOLY PRÁCE	77
4	METODIKA PRÁCE	78
4.1	CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU.....	78
4.2	METODY MĚŘENÍ	79
4.3	VĚCNÁ VÝZNAMNOST	79
4.4	NÁVRH TRÉNINKOVÉHO PLÁNU	80
4.4.1	Fáze 1 (1. - 4. týden)	81
4.4.2	Fáze 2 (5. - 8. týden)	83
4.5	NÁVRH VÝŽIVOVÉHO PLÁNU	84
5	VÝSLEDKY PRÁCE.....	89
5.1	VSTUPNÍ A VÝSTUPNÍ PARAMETRY TĚLESNÉHO SLOŽENÍ.....	90
5.2	ZMĚNY HODNOT TĚLESNÉHO TUKU V ZÁVISLOSTI NA POUŽITÉ METODĚ MĚŘENÍ	91
5.3	ZMĚNY MNOŽSTVÍ SVALOVÉ HMOTY.....	93
5.4	ZMĚNY HODNOT KOEFICIENTU ECM / BCM	94
5.5	ZMĚNY HODNOT PARAMETRŮ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ V BĚHEM SACHARIDOVÉ SUPERKOMPENZACE.....	95
6	DISKUZE	97
6.1	REDUKCE TĚLESNÉHO TUKU	97
6.2	HODNOTY KOEFICIENTU ECM / BCM	98
6.3	ZÁVISLOST PARAMETRŮ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ NA POUŽITÉ METODĚ MĚŘENÍ	99
7	ZÁVĚR.....	101
8	POUŽITÁ LITERATURA	102
9	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	110
9.1	SEZNAM TABULEK	110
9.2	SEZNAM OBRÁZKŮ	111
9.3	SEZNAM GRAFŮ	111
10	SEZNAM PŘÍLOH	112

1 ÚVOD

Potřebu pohybu má každý z nás vrozenou a tudíž je její součástí v našem životě nanejvýš důležitá, nejen z hlediska zdraví fyzického, ale i psychického a duševního. Právě nedostatek pohybu je příčinou řady civilizačních chorob jako například obezita, nebo vadné držení těla. Kulturistika v její kondiční i závodní formě se v posledních letech stává stále populárnější pohybovou aktivitou, provozovanou širokou veřejností různých věkových i výkonnostních kategorií. Jde o způsob jak těmto civilizačním chorobám předcházet, zmírnit jejich projevy, nebo je dokonce odstranit. Kulturistika se zabývá rozvojem svalové hmoty v podobě kosterního svalstva, celkovým rozvojem zdatnosti a síly při současném pozitivním působení na zdraví jedince. Její zdravotní stránka, však bývá často odsouvána do pozadí ve snaze o co největší svalové rozvoje a to především u její závodní formy a tudíž by mělo být její provozování pod odborným dohledem.

Téma diplomové práce jsem si vybral především na základě úzkého vztahu k oblasti kulturistiky, fitness a zdraví, kde působím jako aktivní závodník SKFČR (Svazu kulturistiky a fitness České republiky) a také jako licencovaný trenér a výživový poradce.

Problematika tématu předsoutěžní přípravy v kulturistice spočívá především v nedostatku kvalitních materiálů. Internet je dnes plný návodů, triků a postupů jak zhubnout, vyrýsovat svalstvo a dosáhnout dokonalé postavy. Tyto informace jsou však většinou nepodložené a vzájemně si odporují a můžou tak sportovce, jehož cílem je redukce tuku a separace svalstva, ať již s ambicí účasti v soutěži, nebo přípravy na léto, vzdalovat od jeho cílů, či mu dokonce ublížit. Dalším problémem je častá nedostatečná kvalifikaci trenérů, kteří dohlížejí na závodníky v přípravě na soutěž a jejichž neznalost, či nedbalost, vede k omezeným výsledkům, nebo dokonce k poškození zdraví sportovce.

V teoretické části si tudíž přiblížíme základy anatomie a fyziologie svalstva, dále pojem tělesného složení a metody jeho měření, základní principy tréninku a výživy v kulturistice a jejich specifika v předsoutěžní etapě přípravy. Tyto informace by měli sloužit k bližšímu náhledu do dané problematiky a poskytnout praktický návod při tvorbě intervenčního programu za cílem redukce tělesného tuku. V praktické části poté aplikujeme tyto principy na vybraný testovaný soubor s následným vyhodnocením jejich vlivu na tělesné složení.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 TĚLESNÉ SLOŽENÍ

Tělesné složení a jeho měření nám v dnešní době umožňuje sledovat mnoho parametrů, například úroveň zdraví, tělesné zdatnosti a výkonnosti, nutriční stav jedince a také jeho stupně vývoje v ontogenezi člověka (Pařízková, 1998). Jeho využití je v dnešní době především u profesionálních sportovců, kde pomáhá sledovat účinnost tréninkového cyklu a změny, ke kterým v jeho průběhu dochází (Bouchard, Stephard, Stephens, 1994). Hmotnost těla je považována jako základní parametr pro hodnocení dynamiky pohybu jedince, nicméně vzhledem ke složitosti tohoto parametru je nutné zkoumat podíl jednotlivých komponent v různých fázích ontogeneze a jejich změnu, v důsledku tělesného zatížení a sportovního tréninku, různých metabolických onemocnění, syndromů, či u tělesně postižených, nebo psychicky nemocných jedinců. (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

2.1.1 MODELY TĚLESNÉHO SLOŽENÍ

Ve spojitosti s tělesným složením je nutné tělo vnímat jako model, který se skládá z jednotlivých komponent, které lze z původního hlediska charakterizovat jako chemické, či anatomické (Maud et al., 1995). Z těchto systémů byl v klinické a antropologické praxi později odvozen dvou-, tří- a čtyřkomponentový model.

Čtyřkomponentový model lidského těla:

Hmotnost = tuk + extracelulární tekutina + buňky + minerály

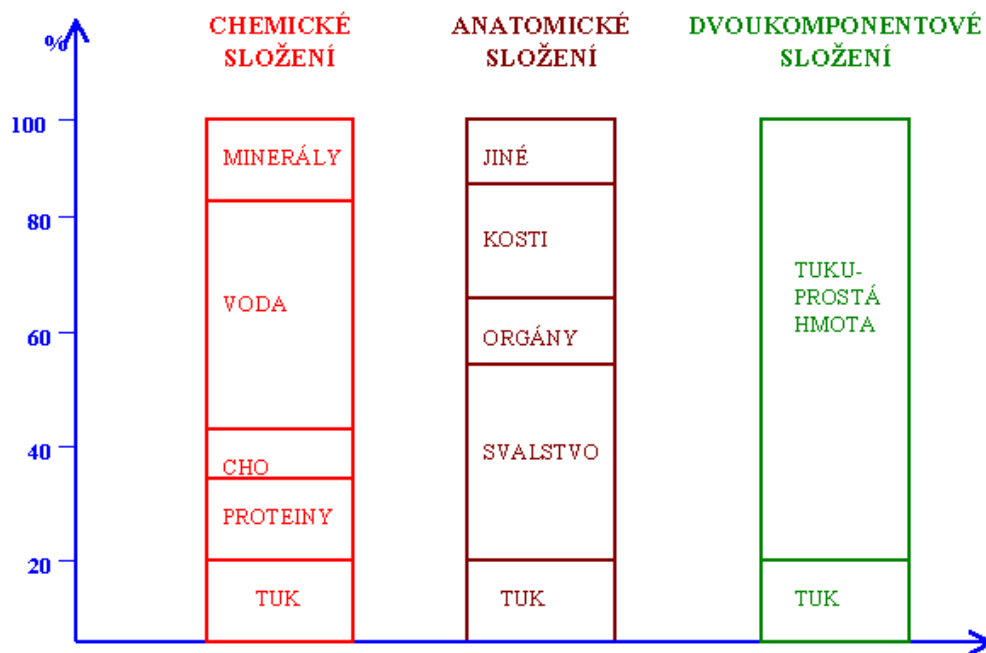
Tříkomponentový model lidského těla:

Hmotnost = tuk + voda + sušina (proteiny, minerály)

Dvoukomponentový model lidského těla:

Hmotnost = tuk (FM) + tukoprostá hmota (FFM)

„Vzhledem k nemožnosti odlišení esenciálních a neesenciálních lipidů je v současné době doporučováno používat koncepci tukoprosté hmoty, která je definována jako hmotnost všech tkání minus extrahovatelný tuk.“ (Riegerová et al., 2006)



Obrázek 1 Modely tělesného složení (Riegerová et al., 2006)

Lidské tělo lze chápat z hlediska pětistupňového modelu podle Wang et al. (1992) (Obrázek 2). Jednotlivé modely lze charakterizovat takto (Pařízková, 1998).

Anatomický model

Založený na zastoupení jednotlivých prvků v organismu, kdy je 98 % hmotnosti těla, kryto 6 prvky, tj. C, H, N, O, P, Ca a zbývající 2 % procenta, představují dalších 44 prvků. Rekonstrukce atomárního složení prvků se provádí pomocí neutronové aktivační analýzy. (Heymsfield et al., 1991)

Molekulární model

Lidské tělo tvoří více než 100 000 chemických sloučenin z molekul, které tvoří 11 hlavních prvků. Hlavní sledované parametry jsou následující:

$$\text{Hmotnost těla} = \text{lipidy} + \text{voda} + \text{protein} + \text{minerály} + \text{glykogen}$$

Pomocí izotopové diluční metody lze změřit celkovou tělesnou vodu a minerály skeletu s využitím dual-fotonové absorpce. (Forbes, 1987; Heymsfield et al., 1991)

Buněčný model

Tento model je založen na spojení jednotlivých molekulárních komponent v buňce. Mezi hlavní sledované komponenty zde patří extracelulární tekutina (ECT) zahrnující plazmu a intersticiální tekutinu. Tento model můžeme popsat pomocí následující rovnice. (Riegerová et al., 2006)

$$Hmotnost\ těla = buňky\ tukové\ tkáně + BM + ECT + ECPL$$

BM v rovnici zastupuje buněčnou masu, skládající se z pojivových, svalových, epiteliálních a nervových buněk. Extracelulární tekutina (ECT) je tvořena z 94 % z vody, zbylých 6 % představuje další anorganické a organické komponenty. ECPL poté představuje anorganické a organické extracelulární pevné látky.

Extracelulární plazmatickou tekutinu lze změřit využitím isotopové diluční metody (Pařízková, 1962). K měření extracelulárních pevných látek můžeme využít neutronovou aktivační analýzu (Heymsfield, 2005).

Tkáňově-systémový model

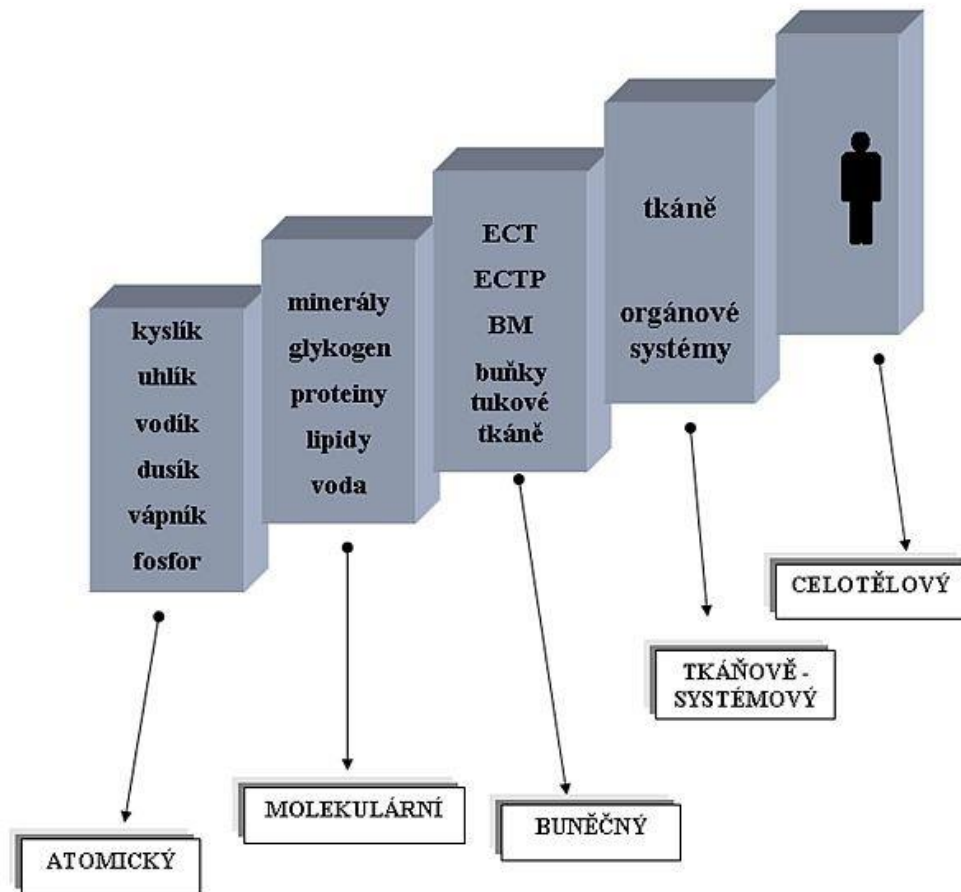
Tento model je založen na organizování molekul do tkáně svalové, kostní a tukové. Hmotnost těla je podle tohoto modelu definována následovně:

$$Hmotnost\ těla = muskuloskeletární + kožní + nervový + oběhový + respirační + zažívací + vyměšovací + reprodukční\ systém$$

Sledování těchto komponent probíhá za pomoci metod jako magnetická rezonance, počítačová tomografie, neutronová aktivační analýza a vylučování kreatininu za 24 hod. (Wang 1997)

Celotělový model

V tomto modelu je využívána řada antropometrických měření jako například tělesná výška, hmotnost, hmotnostně-výškové indexy, délkové, šířkové, obvodové rozměry, kožní řasy, objem těla, ze kterého lze vypočítat denzitu, která nám umožní nepřímě odhadnout depotní tuk a aktivní tělesnou hmotu. (Forbes, 1987; Wang, 1997)



Obrázek 2 Pětistupňový model složení lidského těla (Heymsfield et al., 1991; Jebb et al., 1993)

2.1.2 TĚLESNÝ TUK

Právě tělesný tuk bývá při odhadu tělesného složení jednou z hlavních složek, která nás zajímá. O to víc v kulturistice a fitness, kdy je celá předsoutěžní fáze založena na principu redukce podkožního tuku, za účelem maximální separace jednotlivých svalů. Tělesný tuk je ve spojení s tělesným složením označován jako fat mass (FM). Tuk je nejvariabilnější komponentou tělesného složení. Avšak jeho příliš nízké, nebo naopak vysoké hodnoty vedou ke zdravotním komplikacím, které jsou více rozebrány v kapitole o výživě.

2.1.3 TUKOPROSTÁ HMOTA

Free fat mass (FFM), neboli tukoprostá hmota je u dospělých jedinců tvořena přibližně z 60 % svalstva, 25 % kostní tkáně a vazivové tkáně a z 15 % vnitřních orgánů. Z hlediska sportu nás zajímá především procentuální zastoupení svalstva na celkové hmotnosti těla. (Grasgruber, Cacek, 2008)

V současnosti se doporučuje použití koncepce tukoprosté hmoty, která je definována jako celková hmotnost tkání minus tělesný tuk, odvozený od následující rovnice. (Riegerová et al., 2006)

$$\text{Hmotnost} = \text{tuk (FM)} + \text{tukoprostá hmota (FFM)}$$

Tukoprostou hmotu (FFM) je možné charakterizovat také následujícím molekulárním modelem:

$$\text{FFM} = \text{ECM} + \text{BCM}$$

ECM zde značí extracelulární hmotu, skládající se z extracelulární tekutiny (ECF) a extracelulárních pevných látek (ECS). Jako BCM je označována hmota vnitrobuněčná, která má předpoklad využít kyslík, čímž je přímým předpokladem pro svalovou práci na úkor vzrůstajícího tělesného tuku. (Bunc, 2009)

2.1.4 KOEFICIENT ECM/BCM

Pomocí koeficientu mimobuněčné (ECM) a vnitrobuněčné (BCM) hmoty, můžeme sledovat „kvalitu“ svalové hmoty. Obecně platí, že čím nižší je hodnota koeficientu, tím větší množství tukoprosté hmoty, lepší předpoklady pro svalovou práci a kvalitnější svalová hmota. Obecně lze považovat hodnotu 0,7 u mužů a 0,8 u žen za optimální stav výživy. Vrcholový sportovci především silových a rychlostních pohybových aktivit, kam můžeme zařadit i kulturistiku, dosahují hodnot $\leq 0,7$. Naopak hodnota přesahující 1,0 značí nízkou využitelnost tukoprosté hmoty pro svalovou práci. Tyto hodnoty jsou závislé také na věku, pohlaví, trénovanosti, somatotypu a výživě jedince. (Bunc et al., 2001 in Riegerová et al., 2006)

2.1.5 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ TĚLESNÉ SLOŽENÍ

Z poměrně značné části je naše tělesné složení determinováno geneticky. Nicméně ho můžeme z velké části ovlivnit naším životním stylem a to především pohybovou aktivitou a výživou. Důležitou roli hraje také celkový zdravotní stav organismu. (Riegerová et al., 2006)

Tabulka 1: Optimální složení těla zdravých dospělých (Zdroj: Riegerová et al., 2006)

Optimální složení těla u zdravých dospělých jedinců (v %)		
Základní složky	Muži	Ženy
Voda	62,4%	56,6%
Minerální látky	5,80%	5,30%
Proteiny	16,50%	15,20%
Tělesný tuk	15,30%	23,00%
Celkem	100%	100%

Tělesné složení se u jedinců liší v závislosti na řadě faktorů, jako věk, pohlaví, tělesný somatotyp, životní styl (pohybová aktivita, výživa apod.). Z hlediska sexuálních rozdílů dochází k odlišnosti v celkovém množství tuku a také v jeho distribuci. U fitness a kulturistiky nás z hlediska faktorů ovlivňující tělesné složení, blíže zajímá především pohybová aktivita a výživa. Tyto faktory hrají naprosto zásadní roli v před soutěžní přípravě závodníka a jsou důkladně rozebrány v dalších kapitolách.

2.2 METODY ODHADU TĚLESNÉHO SLOŽENÍ

2.2.1 DĚLENÍ METOD PRO STANOVENÍ TS

Mluvíme-li o měření tělesného složení, je nutno uvést, že přesné měření nelze za života jedince realizovat. Toto je možné až po smrti pomocí pitvy a tudíž se jedná o pouhé metody odhadu tělesného složení, které může být dle použité metody více, či méně přesné. V dnešní době nám ale moderní technika a vypracovaná metodika umožňuje poměrně přesné odhady.

Rozdělení metod pro stanovení tělesného složení podle Pařízkové (1998):

- **Metody přímé** – jak už bylo zmíněno výše, jedná se o metodu, kterou lze provést pouze posmrtně, pomocí pitvy.
- **Metody jednou nepřímé (referenční)** – tyto metody můžeme označit také jako laboratorní. Jsou velmi přesné a používají se k určení především dvou hlavních komponent a to tukové a tukoprosté hmoty. Toto měření je založeno na určení tělesné denzity, celkové tělesné vody a dalších složek, u

kterých se předpokládá určitý vztah mezi naměřenou veličinou a množstvím tuku. Tyto metody jsou však často náročné na organizační možnosti, odbornost obsluhy, technické vybavení a jejich cenu. V současnosti patří mezi referenční metody například denzinometrie, DEXA metoda, magnetická rezonance. (Kutáč, 2009)

- **Metody dvakrát nepřímé** – přesnost těchto metod je o něco nižší než u referenčních, nicméně jejich výhoda spočívá v jejich dostupnosti, rychlosti a ceně. Radíme mezi ně BMI (bioelektrická impedance), hydrostatické vážení, kaliperace a BMI. Tyto metody využívají také predikčních rovnic, používaných u metod laboratorních.

Další možné rozdělení je podle Riegerové (2006):

- **Kaliperace**
- **Biofyzikální a biochemické metody** - radiografie, ultrazvuk, denzitometrie, infračervená interakce, bioelektrická impedance, magnetická rezonance, hydrostatické vážení, voluminometrie, pletysmografie, hydrometrie, celková tělesná vodivost (TOBEC), metoda DEXA, izotopy vodíku, kreatininurie, celkový tělesný draslík, celkový tělesný vápník, neutronová aktivační analýza, celkový tělesný dusík.

Vzhledem k rozsáhlosti metod, využívaných k odhadu tělesného složení a jejich využití v kulturistice a fitness, jsou zde blíže popsány pouze ty, které byly použité v praktické části této práce.

2.2.2 ANTROPOMETRIE

Jednou z nejzákladnějších metod pro odhad tělesného složení, celkového, nebo segmentálního, je pomocí antropometrických ukazatelů a to za použití různých metod kosterního a obvodového měření. Tyto míry nám slouží jako podklad pro charakteristiku morfologie těla a jeho složení, dosazením antropometrických ukazatelů (výška, věk, tělesná hmotnost, tloušťka kožních řas a mnoho dalších) do predikčních rovnic.

V současnosti je využívána celá řada indexů, mezi které patří například BMI (body mass index), WHR (waist to hip ratio), Rohrerův index, Kaupův index, Brockův index, Erismanův index, F – index a mnoho dalších (tabulka č. 2). (Malá et al., 2014)

Mezi výhody těchto metod patří především jejich cena, dostupnost a neinvazivnost, nicméně mají i mnoho nevýhod. Tyto indexy, pro nás z hlediska fitness a kulturistiky nemají velký význam, jelikož nedokážou rozlišit jednotlivé komponenty tělesného složení (tukové a tukoprosté hmoty) (Armstrong & Welsman, 1997). V praxi to znamená, že u kulturisty s vysokým podílem tukoprosté hmoty a minimálním podílem hmoty tukové, nám může například při výstupním hodnocení za použití BMI indexu vyjít, že daný jedinec trpí nadváhou či obezitou.

Tabulka 2: Výpočty indexů tělesného složení (Malá et al., 2014)

Index	Vypočet
Queteletův- Bouchardův Index	$H \cdot 10 / V$
Kaupův Index	$H \cdot 1000 / V^2$
Rohrerův Index	$H \cdot 105 / V^3$
Pignet-Vervaeck Index	$(H+OH) \cdot 100 / V$
Erismanův Index	$\frac{1}{2} V - OH$
Body mass index	H / V^2 (v metrech)
WHR (waist to hip ratio)	OP / OB

Vysvětlivky: H - hmotnost těla (v kg), V - výška těla (v cm), OH - obvod hrudníku, OP - obvod pásu (v cm), OB - obvod boků (v cm)

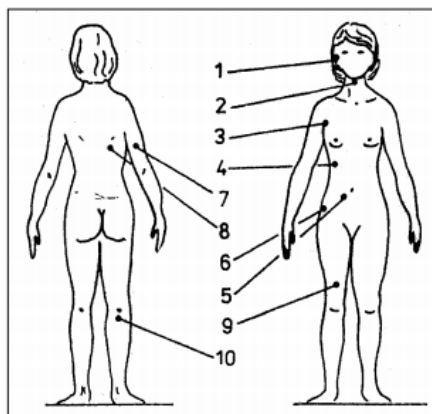
2.2.3 KALIPERACE

Metoda měření tloušťky kožních řas, neboli kaliperace, je jednou z nejvyužívanějších metod v praxi a to jak u vrcholových sportovců, tak i u rekreačně sportující či nespportující populace, díky které dokážeme odhadnout procento podkožního tělesného tuku. Existuje několik metod kaliperace, které využívají různých typů kaliperů, počtu měřených kožních řas a k nim využívaných regresních rovnic, které byly specifikované pro určité skupiny osob na základě věku, pohlaví, etnické skupiny, úrovně pohybové aktivity, či zdravotního stavu jedince (obézní, anorektik). (Riegerová, 2006)

Základní předpoklady pro odhad podkožního tuku pomocí tloušťky kožních řas (Pařízková, 1962):

1. *tloušťka podkožní tukové tkáně je v konstantním poměru k celkovému množství tuku.*
2. *místa, zvolená pro měření tloušťky kožních řas, reprezentují průměrnou tloušťku podkožní tukové vrstvy*

U nás je nejčastěji používaná metoda podle Pařízkové (1967), která je založena na součtu deseti kožních řas (obrázek 4) a k nim příslušných predikčních rovnic (tabulka č. 3), měřených kaliperem typu Best (obrázek 3).



Obrázek 4: Místa měření 10 kožních řas podle Pařízkové



Obrázek 3: Kaliper typu Best (<http://www.trystom.cz/kaliper-best-ii-k-501/>)

Tabulka 3: Výpočet procenta podkožního tuku

Kategorie	Věk (roky)	Rovnice
Chlapci	9-12	$y=2.660 \log x - 3.134$
Dívky	9-12	$y=2.399 \log x - 2.457$
Chlapci a dívky	9-12	$y=2.594 \log x - 2.947$
Chlapci a dívky	13-16	$y=2.982 \log x - 4.046$
Muži	17-45	$y=22.32 \log x - 29.0$
Ženy	17-45	$y=39.57 \log x - 61.25$

Mimo kaliperace byly na principu měření tloušťky kožních řas vyvinuty také alternativní metody, které měli za cíl odstranění technické chyby u kaliperu, především u jedinců s extrémními variantami tělesného složení.

2.2.4 BIOELEKTRICKÁ IMPEDANCE (BIA)

Metoda BIA je v současnosti jedna z nepoužívanějších metod k určování tělesného složení, jak u sportujících, tak i u nesportující populace. Jedná se o metodu neinvazivní, bezpečnou, poměrně levnou a v dnešní době lehce dostupnou. Princip této metody spočívá v rozdílech v šíření konstantního střídavého proudu nízké intenzity, který vyvolává odlišnou impedanci v různých biologických strukturách, závislou na frekvenci, délce vodiče, jeho konfiguraci a průřezu. Tukoprostá hmota je dobrým vodičem, vzhledem k vysokému obsahu vody a elektrolytů, naopak tkáň tuková se chová jako izolátor. Obecně lze říci, že BIA metody měří objemy tekutin v lidském těle, ze kterých jsou pomocí predikčních rovnic, které jsou sestaveny podle určitých parametrů (věk, výška, pohlaví, trénovanost a další), počítány další proměnné. (Bunc, 2007)

Základní proměnou, která BIA vyhodnocuje je celkové množství vody (TBW). Rozdílem mezi celkovou hmotností a hmotností tělesného tuku je vypočtena tukoprostá hmota pomocí této rovnice. (Riegerová et al., 2006)

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

Hodnota 0,732 (73,2 %) představuje průměrnou hydrataci tukoprosté hmoty u dospělých jedinců. U dětí nacházíme vyšší hydrataci tukoprosté hmoty. Podíl objemu extracelulární (ECW) na celkové tělesné vodě s věkem klesá, intracelulární voda (ICW) naopak nabývá na objemu. (Riegerová et al., 2006)

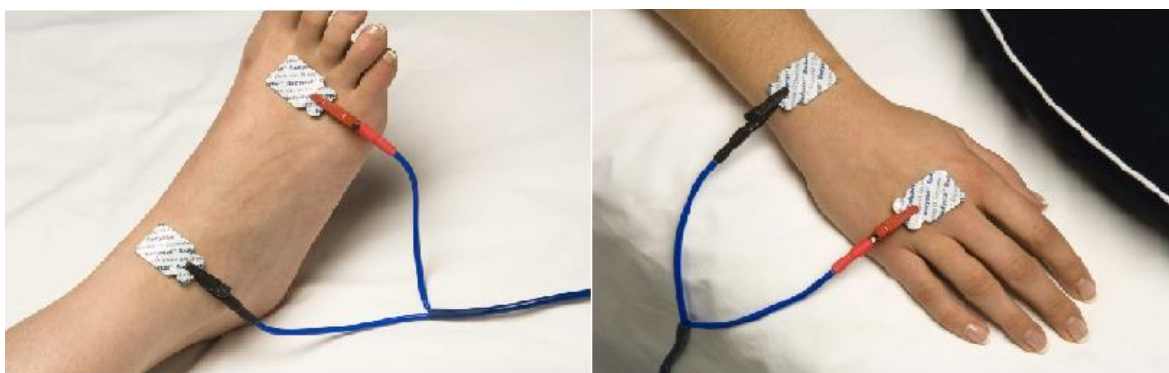
V současné době je využíváno multifrekvenční BIA, kdy výstupní data obsahují velké množství parametrů (tukoprostá hmota, mimobuněčná a vnitrobuněčná hmota, koeficient ECM/BCM, celkové množství vody a její extra a intracelulární složky, segmentální rozložení určující svalovou dysbalanci a další parametry).

Nevýhoda této metody spočívá především ve variabilitě výsledků v závislosti na použití regresivních rovnic a podmínek, za kterých je měření prováděno. Proto se před měřením doporučuje dodržovat tyto zásady:

- Nejíst a nepít po dobu 4-5 hodin před měřením.
- Necvičit po dobu 12 hodin před měřením.
- Nepožívat alkohol po dobu 24 hodin před měřením.

- Vyprázdnit močový měchýř před měřením a opětovná hydratace organismu pomocí neslazené tekutiny.
- Přesné umístění elektrod (BIA 2000) a očištění styčných ploch (Tanita).
- Opakované měření provádět vždy za předchozích podmínek a ve stejnou časovou dobu.

Metoda BIA má dnes velmi široké využití v oblasti sportu a zdraví obecně. Existuje celá řada přístrojů fungujících na tomto principu. Jako nejpřesnějších lze využívat tzv. tetrapolárních přístrojů, které zahrnují buď 2 elektrody umístěné na dolní končetině a 2 na horní končetině (Obrázek 5) vleže, nebo je měření prováděno ve stoje (přístroj Tanita), za pomoci šíření elektrického proudu do těla prostřednictvím styčných ploch na chodidlech a dlaních.



Obrázek 5: Umístění elektrod na tetrapolárním přístroji (<http://www.bodystat.cz/Bodystat/Typy-Bodystatu/Bodystat-Quadscan.aspx>)

V praktické části této práce je využito tetrapolárního přístroje BIA 2000 a Tanita MC-980.

V komerční sféře je také často využíváno bipolárních (ručních), nebo bipedálních (nožních) přístrojů na měření BIA, které jsou však oproti tetrapolárním přístrojům méně přesné, vzhledem k omezení šíření elektrického proudu pouze horní, nebo dolní částí těla. (Riegerová et al., 2006)

2.2.5 POROVNÁNÍ METOD PRO STANOVENÍ TS

Tabulka 4: Porovnání metod měření tělesného složení (Armstrong & Welsman, 1997)

Metoda	Výhody	Nevýhody
Měření tloušťky kožních řas	Levný a snadno se aplikuje	Nezohlednění tuku v orgánech, regresní rovnice pro přepočítání na procento tělesného tuku není vhodná pro mladistvé
Body mass Index (BMI)	Levná, neinvazivní technika užitečná při určení dospělého růstu	Neschopný kvantifikovat tělesnou tukovou hmotu
Poměr pás-kyčel	koreluje s metabolickými nemocemi	Neumí přesně předpovědět vnitřní zásoby tuku
Bioelektrická impedance	Neinvazivní, Platnost prokázána u dospělých	Nedostatečná validita při testování mladistvých
Denzitometrie (podvodní vážení)	Považována za „zlatý standard“ měření dospělých	Dostatečný ponor může být obtížný pro některé mladistvé, hormonální změny mohou bránit přesnému odhadu denzity těla
Počítačová tomografie	Měří zásoby viscerálního tuku	Přímé ozařování
Magnetická rezonance	Neinvazivní, měří viscerální tuk	Pro rutinní užívání neúměrně nákladné

2.3 ANATOMIE A FYZIOLOGIE SVALSTVA

V lidském těle se nachází několik typů svalových tkání, které lze rozdělit podle několika kritérií. Existují 3 základní typy svalstva, které se liší vzhledem, funkcí a umístěním (Čihák, 2001):

- Svalstvo hladké
- Svalstvo příčně pruhované
- Svalstvo příčně pruhované srdeční

2.3.1 SVALSTVO HLADKÉ

Svalstvo hladké se nachází v celé řadě tělesných systémů a to především ve stěnách většiny orgánů. Dále se pak nachází v cévách, kůži, duhovce, či a řasnatém tělísku v oku. Hladké svalstvo je ovládáno autonomním nervovým systémem (sympatikus, parasympatikus) a také hormonálně (oxytocin, adrenalin, noradrenalin, serotonin) a tudíž ho není možné ovládat vůlí. Základní jednotkou hladké svaloviny je vřetenkovitá svalová buňka (myocyt) s buněčným jádrem uprostřed a v její cytoplazmě je uspořádání myofibril jiné, než u svalu příčně pruhovaného svalstva (Junquiera et al., 1997).

2.3.2 SVALSTVO PŘÍČNĚ PRUHOVANÉ SRDEČNÍ

Srdeční stěna (myokard) je tvořena příčně pruhovanou srdeční svalovinou, jejíž základ tvoří cylindrické buňky (kardiomyocyt) a na jejichž povrchu se nachází tzv. sarkolema (plazmatická membrána), jejichž jádra, která jsou uložena ve středu buňky, obsahují 1-2 jadérka (Junquiera et al, 1997). Kardiomyocyty srdečního svalu lze rozdělit na 2 typy. První typ dokáže autonomně vytvářet vzruchy a ty následně rozvádět po celém srdci a tvoří tak převodní systém srdeční. Buňky druhého typu jsou souhrnně označovány jako pracovní myokard a jejich hlavní funkce je vlastní kontrakce srdečního svalu (Trojan, 2003).

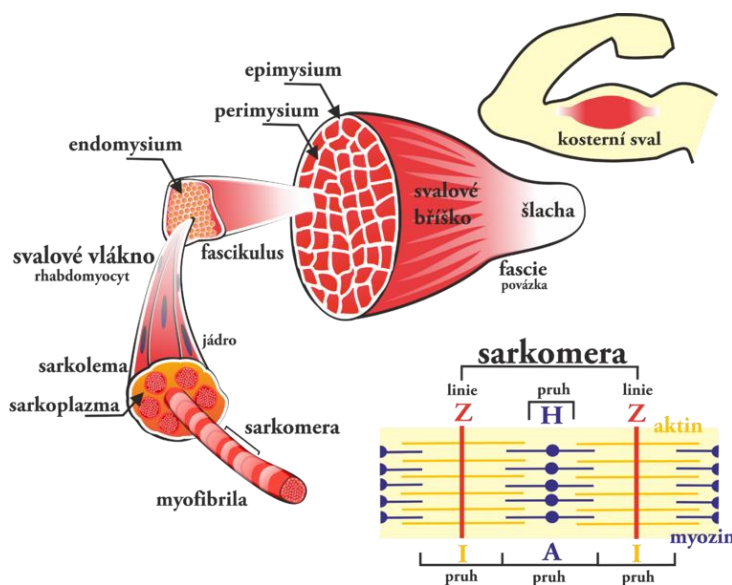
2.3.3 SVALSTVO PŘÍČNĚ PRUHOVANÉ

Svalstvo příčně pruhované, neboli kosterní, je pro nás z hlediska kulturistiky nejdůležitější, jelikož tvoří právě tu konkrétní část motorického systému, kterou se snažíme pomocí specifického pohybového programu stimulovat.

Svaly kosterní se skládají ze svalových vláken, která obsahují mnohoaderné útvary (myotubuly), které vznikly splynutím útvarů jednojaderných (myoblasty). Povrch vláken je

pokryt plazmatickou membránou (sarkolema). Svalové vlákno je obaleno endomysiem (lamina basalis + síť retikulárních vláken). Jednotlivá vlákna dohromady tvoří svazky vláken, které jsou obaleny perimysiem (vazivová vrstva vyztužená sítí kolagenních vláken) a jednotlivé svazky vláken tvoří samotný sval, který je obalen epimysiem (vrstva hustého kolagenního vaziva). Cytoplazma, sarkoplazma svalového vlákna obsahuje longitudinálně uspořádané myofibrily, které tvoří kontraktilní základ svalového vlákna. Okolo těchto myofibril se nachází početné systémy příčně a podélně orientovaných trubic sarkoplazmatického retikula, obsahující kalciové ionty, které jsou zásadní pro zahájení a průběh kontrakce. Myofibrily jsou proteinové komplexy, jež jsou tvořeny jednotkami nazývanými sarkomery, obsahující myofilamenty, a jejichž základ tvoří dva specifické vláknité proteiny aktin (základ světlých isotropních myofilament) a myozin (základ tmavších anisotropních myofilament). Tyto myofilamenty se do určité míry překrývají a vytváří tak ono příčné pruhování, viditelné pomocí světelného mikroskopu. Kromě těchto dvou proteinů obsahují také tropomyosin a troponiny (složky tenkých filament) a akcesorní proteiny (alfa-aktinin, filamin, amorfin, Z-protein, myomesin, desmin), které zajišťují správné uspořádání složek kontraktilního aparátu. (Jarkovská, 1997)

„Myozinová filamenta mají malé spirálovité projekce nazývané spojovací můstky. Tyto příčné můstky jsou zakončeny myozinovými hlavičkami, které jsou během kontrakce v kontaktu s tenkými filamenty aktinu prostřednictvím příčných spojů. Podle modelu „klouzajících filament“ nastává zkrácení sarkomer, a tím i celého svalového vlákna – filamenty aktinu se zasouvají do myozinových filament“. (Petr, Šťastný, 2012)



Obrázek 6: Stavba kosterního svalu (http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:Kosterní_sval.png)

2.3.4 TYPOLOGIE SVALŮ A SVALOVÝCH VLÁKEN

Z hlediska morfologického, histochemického a funkčního, dělíme svalová vlákna na 3 typy podle Dylevského (2009) (tabulka č. 5).

- **pomalá červená vlákna (typ I, SO, slow oxidative)**
- **rychlá bílá vlákna (typ II A, FOG, fast oxidative and glycolytic)**
- **rychlá červená vlákna (typ II B, FG, fast glycolytic)**
- **přechodná vlákna (typ III, intermediární, nediferencované vlákna)**

Tabulka 5: Charakteristika svalových vláken (Dylevský, 2009)

Typ vlákna	Anatomická charakteristika	Funkční charakteristika
Typ I, SO	Velmi tenké a bohatě kapilarizované	Statické, pomalé pohyby, polohové funkce
Typ II A, FOG	Středně silné a kapilarizované	Rychlé a silové pohyby
Typ II B, FG	Velmi silné a málo kapilarizované	Maximální síla
Typ III	Nediferencovaná vlákna	Není známá

Další možné dělení podle vnějšího tvaru svalu (Přidalová, Riegerová, 2008):

- **Vřetenovitý** (dvojhlavý sval pažní, trojhavý sval pažní)
- **Plochý** (svaly břišní)
- **Kruhovitý** (orbicularis oculi, orbicularis oris)
- **Svěrače** (svěrač močové trubice)

„Podle strukturálního uspořádání svalových vláken rozlišujeme svaly **zpeřené a nezpeřené**, které se dále dělí na *paralelní a paralelně přerušované (krejčovský sval, přímý břišní sval)* a *úplně a částečně zpeřené (dlouhý ohybač palce, deltový sval)*.“ (Přidalová, Riegerová, 2008)

Dylevský (2009) dále dělí svaly na základě jejich funkce do dvou skupin, kdy první skupina je rozdělena podle směru působení na kloub v různých směrech:

- **Agonista** – sval, který vykonává pohyb v daném směru a je tudíž hlavním vykonavatelem pohybu.
- **Antagonista** – sval, který vykonává pohyb v opačném směru než agonista.
- **Synergista** – sval pomocný, který se účastní stejného pohybu jako agonista, ale není jeho hlavním vykonavatelem, nýbrž jen jeho pomocníkem.

Druhá skupina je podle Dylevského (2009) rozdělena podle rozsahu jejich působení:

- **Svaly fixační** – dochází ke zpevnění konkrétního segmentu těla, odkud vychází pohyb. Nevýkonávají pohyb přímo, ale stabilizuje a fixuje daný segment, aby byl výsledný pohyb co nejefektivnější.
- **Svaly jednokloubové** – pohyb je prováděn pouze v jednom kloubu, přes který prochází.
- **Svaly vícekloubové** – svaly procházejí nad více klouby a tudíž i pohyb je vyvoláván ve více kloubech

Z tohoto dělení byly v kulturistice odvozeny i skupinové názvy cviků, které se dělí na cviky jednokloubové (často označované jako izolované) a cviky vícekloubové (také označované jako cviky komplexní).

Posledním dělením z hlediska jejich funkce, které nás v rámci této práce zajímá je dělení podle Koláře (2002):

- **Svalová vlákna tónická** – tyto vlákna jsou obvykle I. typu a zajišťují stabilitu a držení těla, označovány také jako posturální. Mají tendenci ke zkracování (zvýšení klidového napětí) a jsou příčinou vadných pohybových stereotypů. Tyto svaly mají tendenci přebírat práci za svaly fázické a je tudíž nutné tyto svaly především protahovat, ale i posilovat.
- **Svalová vlákna fázická** – tyto vlákna bývají obvykle II. typu. Jsou to svaly sloužící především k provedení pohybu, ale nachází se mezi nimi i svaly posturální. Mají tendenci k ochabování (snížení klidového napětí) a je tedy nutné tyto svaly především posilovat.

Tabulka 6: Svaly s tendencí ke zkrácení (tonické) a s tendencí k ochabnutí (fázické)
(Kolář, 2002)

Tonické svaly	Fázické svaly
m. erector spinae (spodní část)	m. longus capitis et colli
m. trapezius (horní část)	m. gastrocnemius
m. coracobrachialis	m. gluteus medius et minimus
m. latissimus dorsi (dolní vlákna)	m. vastus medialis
m. teres major	m. tibialis anterior
m. pectoralis major (dolní vlákna) et minor	m. gluteus maximus
m. subscapularis	m. rectus abdominis
m. triceps brachii (caput longum)	m. obliquus abdominis externus et internus
m. brachioradialis	m. latissimus dorsi (horní vlákna)
m. biceps brachii (caput breve)	m. rhomboideus major et minor
m. pronator quadratus	m. trapezius (střední a dolní část)
m. pronator teres	m. biceps brachii (caput longum)
m. flexor carpi radialis et ulnaris	m. deltoideus
m. palmaris longus	m. serratus anterior
m. biceps femoris	m. supraspinatus
m. semitendinosus	m. infraspinatus
m. semimembranosus	m. teres minor
m. soleus	m. triceps brachii (caput laterale et mediale)
m. iliopsoas	m. anconeus
m. vastus lateralis	m. extensor carpi ulnaris
m. rectus femoris	m. extensor carpi radialis longus et brevis
m. vastus intermedius	m. pectoralis major (horní vlákna)
m. tensor fasciae latae	
m. adductor magnus, longus et brevis	
m. quadratus lumborum	
m. levator scapulae	
m. sternocleidomastoideus	

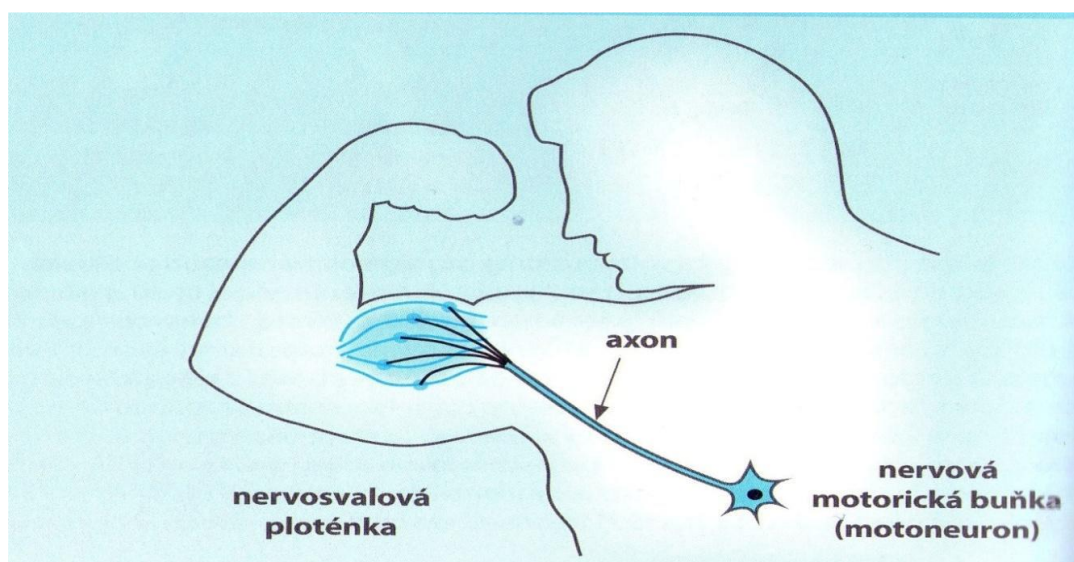
Toto dělení je pro nás důležité především z hlediska zdravotního a celkového rozvoje svalstva. V kulturistice se často můžeme setkat s nepřiměřeným rozvojem jednotlivých svalů nad ostatními. Většinou je tento rozvoj ve prospěch svalů tonických, které poté přebírají funkci svalů slabších a tím vedou k rozvoji vadných pohybových stereotypů a následným bolestem a to především v oblasti páteře. Je nutné brát v potaz vertebroviscerální vztahy, tj. že jakákoliv dysfunkce, nebo vychýlení obratlů mimo přirozenou esovitou křivku páteře může ovlivnit i funkci orgánů. Tudíž bychom neměli zapomínat na zdravotní aspekty posilování, které v praxi často vstupují do pozadí.

2.3.5 NERVOVALOVÉ PRINCIPY KOSTERNÍHO SVALU

Hlavní roli v nervosvalovém systému a schopnosti generovat svalovou sílu, hraje centrální nervová soustava (CNS). Z tohoto důvodu jsou pro nás důležité pojmy intra a intermuskulární koordinace, přičemž pravidelné provádění silového tréninku vede ke zlepšení obou těchto parametrů (Petr, Šťastný, 2012)

- **Intramuskulární koordinace** – počet svalových vláken, které je jedince schopen aktivovat při pohybu.
- **Intermuskulární koordinace** – řízená souhra svalových skupin při vykonávání určitého pohybu.

Základní jednotkou nervosvalové soustavy je motorická jednotka, pomocí které dochází ke komunikaci mezi mozkiem a svaem. Motorická jednotka se skládá z motoneuronu, příslušného množství svalových vláken, axonu a motorických plotének (obrázek 9). Počet svalových vláken, která náleží dané motorické jednotce, je variabilní a snižuje se spolu se vzrůstající složitosti funkce, kterou sval provádí. U jemné a tím pádem složitější motoriky, kterou vykonávají například okohybné svaly, je počet inervovaných vláken jedním motoneuronem malý. Naopak u velkých svalů, které vykonávají hrubší (jednodušší) motoriku je počet inervovaných vláken až několik stovek. (Petr, Šťastný, 2012)



Obrázek 7: Skladba motorické jednotky (Petr, Šťastný, 2012)

Motorické jednotky lze rozdělit na 2 základní typy podle úrovně dráždivosti (Petr, Šťastný, 2012):

- **Pomalé, tónické** – mají nízký práh dráždivosti a inervují vlákna I. typu, která jsou adaptována na dlouhodobou zátěž.
- **Rychlé, fáziké** – mají vysoký práh dráždivosti a inervují vlákna II. typu, která se zapojují u rychlých a explozivních pohybů.

Uvnitř motorické jednotky dochází k aktivaci podle zákona „všechno nebo nic“. To znamená, že nedochází buď k žádné aktivitě, nebo naopak k maximálně účinnému stahu a to i při nízké nadprahové intenzitě. (Petr, Šťastný, 2012)

2.3.6 BIOENERGETIKA

Získávání energie pro uskutečnění svalové kontrakce dochází štěpením (hydrolýzou) makroergické sloučeniny ATP (adenosine triphosphate) uvnitř buněk na ADP + P_i (adenosine diphosphate + monophosphate). Na základě tohoto procesu dochází k uvolnění množství energie, která je využívána ve všech typech buněčných aktivit. Množství ATP ve svalech je malé a tudíž je nutná jeho neustálá resyntéza pomocí určitých systému, které spolu vzájemně souvisí. (Vodrážka, 2007)

Podle Meška (2007) můžeme způsoby získávání energie rozdělit na 2 základní systémy:

- **Anaerobní systém** – tento systém je organismem využit při aktuálním přesahu možnosti aerobních procesů a to především funkce transportního systému. Uvolnění energie pomocí anaerobního systému probíhá bez účasti kyslíku. Tento systém se dále dělí na anaerobní alaktátový, kdy je energie uvolněna z ATP a CP (kreatinfosfát), bez účasti anaerobní glykolýzy a následné tvorby laktátu. Druhým způsobem je anaerobní laktátový, kdy je energie uvolněna pomocí anaerobní glykolýzy a vzniká laktát.

$ATP \rightarrow ADP + CP + ADP \rightarrow ATP + C$ (biochemická reakce způsobu anaerobního alaktátového)

$ATP \rightarrow ADP + Glukóza \rightarrow ATP + 2 LA$ (biochemická reakce způsobu anaerobního laktátového)

- **Aerobní systém** – tento systém se uplatňuje u déletrvajících vytrvalostních aktivit přesahujících 2-3 minuty a je také do značné míry ovlivněn dědičností. Úroveň aerobních předpokladů můžeme určit podle parametru VO_{2max} , které nám udává množství spotřebovaného kyslíku v mililitrech na kilogram tělesné hmotnosti za minutu.

Určitému způsobu získávání energie při různě dlouhém zatížení, odpovídá také stupeň unavitelnosti organismu a zapojení motorických jednotek (tabulka č. 7).

Tabulka 7: Zdroje energie v kosterních svalech při různě dlouhém zatížení organismu, unavitelnost a zapojení motorických jednotek (Havlíčková, 2004)

Druh zatížení (intenzita)	Trvání výkonu	Využití substrátu (převážně)	Tvorba kyseliny mléčné	Unavitelnost (příčina)	Zapojení různých typů motorických jednotek
Rychlostní (velká až supramaximální)	Do 15 s	ATP, CP	Střední	Rychlá (nervosvalový přenos?)	Typ II B převážně
Rychlostně – vytrvalostní (maximální)	15-50 s	ATP, CP, glykogen (glykolýza)	Velmi vysoká (maximální)	Rychlá – akumulace kyš. mléčné, acidóza	Typ II B a II A
Vytrvalostní – krátkodobé (submaximální)	Do 120 s	Glykogen (glykolýza, oxidace)	Velmi vysoká	Rychlá – akumulace kys. mléčné, acidóza	Typ II B a II A
-Střední (submaximální)	Do 11 min	Glykogen (oxidace)	Střední až malá	Méně rychlá, vyčerpání rezerv glykogenu	Typ II A
-Dlouhodobá (submaximální)	Více než 60 min	Glykogen později lipidy (oxidace), také extracelulární zdroje	Žádná (velmi malá)	Pomalá, vyčerpání rezerv glykogenu ze svalů, iontové změny?	Typ I

V kulturistice dochází k využití anaerobního způsobu získávání energie s hlavním zastoupením především systému ATP-CP a anaerobní glykolýzy v závislosti na fázi přípravy a individuálního uzpůsobení tréninkového plánu. Aerobní způsob získávání energie se uplatňuje převážně v předsoutěžním období, za cílem redukce podkožního tuku a tím maximální separace jednotlivých svalů.

2.4 ZÁKLADNÍ PRINCIPY KULTURISTICKÉHO TRÉNINKU

2.4.1 VYMEZENÍ POJMU KULTURISTIKA

Pojem kulturistika vznikl z francouzského slova culturistique, které v překladu znamená kulturu těla. „*Kulturistika je pohybová aktivita (resp. sportovní odvětví), jejímž hlavním cílem je prostřednictvím posilování, tj. cvičení se zátěžemi, pozitivně ovlivnit kvalitu svalového systému člověka, která je pak logicky doprovázena zkvalitněním držení těla, zvýšením síly, zlepšením tvaru těla, snížením množství depotního tuku, lepší činností většiny orgánových systémů včetně nervového řízení a tím i organismu jako celku*“.
(Kolouch, Kolouchová, 1990).

Lze ji rozdělit na kulturistiku kondiční, která je provozována rekreačními a kondičními cvičenci za cílem tvarování těla, zlepšení funkčních parametrů a posílení zdraví a na kulturistiku závodní, která je zaměřena na maximální výkony jedinců prostřednictvím soutěží, jejíž zdravotní stránku však mnoho kulturistů potlačuje, ve snaze o maximální svalový rozvoj a separaci, což může vést k poškození pohybového aparátu.
(Vopravil, 2013)

Kulturistika se stává stále více populárním druhem pohybové aktivity a to především díky jejím výhodám dle Koloucha a Kolouchové (1990):

- Začít cvičit můžeme na jakékoliv výchozí úrovni bez ohledu na míru talentu, nebo rozvoji pohybových předpokladů a dovedností.
- Schopnost dosáhnout jakékoliv cílové úrovně.
- Na rozdíl od většiny pohybových aktivit jako například lyžování, cyklistika apod., lze kulturistiku provozovat celoročně bez závislosti na ročním období.
- Pohybové předpoklady (síla, rychlost, vytrvalost) získané prostřednictvím kondiční kulturistika, lze využít v ostatních sportech a činnostech v běžném životě.
- Na rozdíl od mnoha sportů, jejichž provádění je závislé na kolektivu, lze posilovat nezávisle na partnerech.

Kulturistický trénink je nutné brát jako komplexní uspořádaný systém na sebe navazujících etap, které jsou specifické v závislosti na individuálních potřebách jedince za cílem maximalizace svalového objemu, separace jednotlivých svalů a celkové symetrie. Nejdříve si tedy objasníme základní specifika kulturistického tréninku, jeho vliv na zdraví, dělení tréninkového procesu z hlediska ročního tréninkového cyklu, svalovou hypertrofii jednotlivé zátěžové parametry silového tréninku. Kulturistický trénink se z hlediska jeho komplexního přístupu skládá nejen ze silového tréninku, ale také jeho nepostradatelné aerobní části, která je podrobněji popsána v další kapitole, jako součást předsoutěžní přípravy.

2.4.2 ZDRAVOTNÍ ASPEKTY KULTURISTICKÉHO TRÉNINKU

„Sval je jen článkem řetězu spolupracujících útvarů, řetězu, který je tak, jak pevný je jeho nejslabší článek. Víme, že činnost vede k hypertrofii k zbytnění svalů. Tato hypertrofie by však nic neprospěla, naopak by vedla k poškození organismu, kdyby nebyla doprovázena řadou změn v celém funkčním systému, jehož je sval jen jedním článkem. Proto při činnosti zesílí nejen svaly a šlachy, ale i kosti, klouby a jejich vazy. Dojde k lepšímu prokrvení a to zase nejen svalů, nýbrž i těch oddílů mozku a míchy, ze kterých vycházejí nervové impulsy určené pro svaly, zlepší se činnost srdeční, orgánů dýchacích atd. Opačně se zase postižení některého z článků tohoto funkčního systému nutně odráží ve všech ostatních složkách. Velký význam činnosti nebo nečinnosti pohybového aparátu na organismus vyplývá už s té skutečností, že pohybový systém tvoří téměř 60 % celkové hmotnosti těla“. (Linc, 1998)

Vliv kulturistického tréninku na zdraví podle Smejkal (2012) (Vopravil, 2013):

- **Ztráta síly a svalové hmoty vlivem procesu stárnutí (sarkopenie)** – vlivem stárnutí a snižující se pohybové aktivity člověka dochází k atrofii svalových vláken a to především vláken fázických (rychlých), který jsou zodpovědné za svalovou hmotu a sílu. Vlivem posilovacího tréninku však můžeme tento nepříznivý vliv pozitivně ovlivnit a to v jakémkoliv věku.
- **Svalová koordinace** – když mluvíme o koordinaci, máme na mysli koordinaci intermuskulární (souhra mezi zapojenými svaly) a intramuskulární (souhra mezi jednotlivými svalovými vlákny daného svalu). Oba typy jsou rozvíjeny při posilovacím tréninku a to především při

provádění cviků tlakových, kdy je do daného pohybu zapojeno více svalů (hlavní a pomocné).

- **Kardioprotektivní efekt** – kulturistický trénink, konkrétně jeho aerobní část, má pozitivní, ochranný efekt také pro kardiovaskulární systém. Jde především o zlepšení kapilarizace kosterních svalů (prokrvení), mající za následek lepší okysličení a výživu svalů. Dále má vliv na zvýšení fyzické výkonnosti projevující se sníženou klidovou tepovou frekvencí a normalizací klidového krevního tlaku a v neposlední řadě má za následek mírné zesílení srdečních stěn a zvětšení levé komory srdeční (excentrická hypertrofie) čímž srdce pracuje ekonomičtěji (snížená zátěž pro srdce).
- **Pasivní pohybový aparát (kosti, klouby)** – kulturistický trénink může působit také jako prevence proti osteoporóze (snížení hustoty kostí), ovšem je-li prováděn v rozumné míře a kosti tak nejsou extrémně přetěžovány. Pravidelný trénink má za následek zvýšení činnosti tzv. osteoblastů, zodpovědných za tvorbu kostní tkáně a tím zvýšení hustoty kostí. Naopak, při nedostatku pohybu se zvyšuje aktivita tzv. osteoklastů, majících za následek odbourávání kostní tkáně. Je-li cvik prováděn technicky správně, plynule v plném rozsahu pohybu, dochází také k lepší výživě kloubních chrupavek a tím i k jejímu zesílení.
- **Šlachy** – svaly přecházejí ve šlachy, kterými se upínají na kosti. Váha vyvíjená na svaly je přenášena na kosti přes šlachu na ní se upínající. Tudíž dochází-li k adaptaci svalů, prostřednictvím jeho zesílení, či zmohutněním (hypertrofie) a kosti v podobě zhuštění kostní tkáně, je logické že i šlachy se budou adaptovat zesílením v podobě hypertrofie šlachových struktur.
- **Redukce tělesného tuku** – redukce tuku bývá spojována především s aerobní aktivitou. Co si však mnozí neuvědomují je, že více svalů potřebuje více energie na jejich udržení. Svaly tvoří více než 40 % celkové tělesné hmotnosti, což je činí největším orgánem látkové výměny v lidském těle. Tudíž člověk s vyšším podílem čisté svalové hmoty, bude mít zvýšený bazální metabolismu (tj. látková výměna v klidu), než člověk s nižším podílem.

- **Metabolismus tuků a cukrů** – četné výzkumy potvrdily také pozitivní vliv pravidelného tréninku na hladinu tuků a cukrů v krvi. Mluvíme-li o tucích, máme na mysli konkrétně snížení „špatného“ LDL cholesterolu, zodpovědného za ucpávání cév a naopak zvýšení „dobrého“ HDL cholesterolu, který cévy chrání. Snížení cukrů v krvi je způsobeno vyšší citlivostí svalové buňky na inzulín, což má za následek lepší využití glukózy ve svalu a tím stabilnější hladinu krevního cukru v krvi a tudíž menší riziko vzniku Diabetes mellitus (cukrovky) 2. typu.
- **Vyrovnaní vadného držení těla** – špatné držení těla je výsledkem svalové dysbalance (nerovnováhy), která je důsledkem sníženého klidového napětí svalů fázických (mají tendenci ochabovat) a zvýšeného napětí svalů tónických (mají tendenci se zkracovat). Tyto dysbalance vedou k fyziologicky nesprávnému zakřivení páteře, provázeného bolestmi nejčastěji v oblasti zad. Mezi toto vadné držení těla patří dolní zkřížený syndrom, horní zkřížený syndrom a dále skolióza. Avšak správným metodickým tréninkem lze tyto nefyziologické zakřivení minimalizovat, nebo dokonce úplně odstranit a tím pádem ulevit od bolesti, která tyto chybné stereotypy doprovází.
- **Psychika člověka** – výhoda, na kterou nelze zapomenout. Sport jako takový příznivě působí na psychiku člověka. Pravidelné cvičení vede ke zlepšení sebevědomí a sebedůvěry a to nemluvím o dobré náladě po cvičení, kterou jistě všichni sportovci znají a která je způsobena tzv. endorfíny, jejichž tvorba je prostřednictvím cvičení stimulována a díky kterým dochází ke zdravé závislosti na pohybové aktivitě. Člověk je od přírody společenský, a tudíž být součástí nějaké komunity je důležité pro každého z nás. A právě takové komunity cvičících mohou vznikat v posilovnách. Nesmíme zapomínat, že člověk je chápán jako bio-psycho-soci-spirituální jednotka.

Je však důležité brát v potaz přísloví „všeho moc škodí“ a nepotlačovat tak zdravotní stránku cvičení, která často vstupuje do pozadí, především u mladých začínajících závodníků, kteří se ženou za výsledky často na úkor zdraví.

2.4.3 ETAPY TRÉNINKOVÉHO PROCESU

Správné a pečlivé naplánování jednotlivých etap a jejich dílčích částí je v kulturistice zásadním předpokladem stálého zlepšování v rámci dlouhodobé závodní kariéry. Především začínající závodníci, ale i pokročilý, či kondiční sportovci, se dopouštějí časté chyby a v průběhu celého roku dodržují stále stejný tréninkový plán, který ale z hlediska adaptace na zátěž, ztrácí časem svojí účinnost. Druhým opakem jsou sportovci, kteří nevydrží u určitého tréninkového plánu delší dobu a přechází tak z jednoho plánu na druhý, čímž se ochuzují o pozitivní adaptaci svalů na zátěž. Z tohoto hlediska je tedy nutné zařazování specifických systematicky uspořádaných tréninkových a výživových postupů v rámci jednotlivých etap tréninku.

Podle Roubíka (2012) lze etapy kulturistického tréninku rozdělit následovně:

- **Odpočinková a zotavovací fáze:** začátek června – konec srpna (3 měsíce)
 - Trénink po soutěži (4 týdny)
 - Odpočinková fáze (8-10 týdnů)
- **Objemová příprava:** začátek září – konec ledna (5 měsíců)
 - Rekondiční příprava (4 týdny)
 - Silová příprava (6 týdnů)
 - Silově objemová příprava (6 týdnů)
 - Objemová příprava (6 týdnů)
- **Předsoutěžní příprava:** začátek února – květen (3-4 měsíce)
 - První fáze předsoutěžní diety (4-6 týdnů)
 - Druhá fáze předsoutěžní diety (6-8 týdnů)
 - Sacharidová superkompenzace a odvodnění (2x 1 týden)

Délka jednotlivých etap a jejich fází se individuálně liší a musí být uzpůsobena potřebám a aktuální formě jednotlivce. Toto rozdělení je časově určeno na účasti závodníka v jarní soutěžní sezóně, která se koná v období kolem května. Při účasti závodníka v podzimních soutěžích, se celý cyklus posouvá o 6 měsíců. V rámci této práce nás zajímá především etapa předsoutěžní, kterou si následně důkladněji rozebereme.

2.4.4 SVALOVÁ HYPERTROFIE

Nárůst svalové hmoty je nepochybně hlavním cílem především v objemové fázi kulturistické přípravy a proto si zde vyjasníme základní fyziologické principy, na kterých je založen. Z fyziologického hlediska je průřez svalu podmíněn velikostí průměru svalových vláken a jejich počtem. O zvýšení počtu svalových vláken (hyperplazie) pomocí silového tréninku však neexistují prokazatelné důkazy a i když některé studie provedené na zvířatech tento mechanismus potvrzují. Zvětšení velikosti průměru svalových vláken (hypertrofie) je naopak prokázáný mechanismu, který je výsledkem adaptace organismu na optimálně sestavený tréninkový a výživový plán. (Petr, Šťastný, 2012)

Dělení hypertrofie (Siff, 2004; Petr, Šťastný, 2012):

- **Sarkoplasmatická hypertrofie** – tento typ funguje na principu zvětšení objemu sarkoplazmy, nekontraktilních proteinů a dalších elementů mezi jednotlivými svalovými vlákny, což nemá za následek zvýšení relativní síly svalu (poměr síly k celkové hmotnosti jedince). Nicméně v závodní kulturistice bývá často funkčnost svalu až na druhém místě a tudíž je taktéž žádoucí.
- **Myofibrilární hypertrofie** – u tohoto typu dochází ke zvětšení celého svalového vlákna a hustoty myofibril spolu se zvýšením množství kontraktilních proteinů. Dochází tak ke zvýšení relativní síly a tudíž je žádoucí ve všech sportovních odvětvích.

K hypertrofii je nutné stimulování svalových vláken během silového tréninku pomocí principu progresivního přetížení svalů (postupné zvyšování zátěže, které vede k adaptaci svalu pomocí jeho zmohutnění), které vede k rozpadu svalových bílkovin (katabolická fáze) během tréninku a jejich následnou resyntézu během odpočinku (anabolická fáze). Syntéza svalových bílkovin je proces energeticky náročný, a tudíž je během intenzivního tréninku potlačena v důsledku nedostatku energie, která je využita pro mechanickou práci svalu. Množství degradovaných bílkovin je v tomto případě vyšší, než množství bílkovin syntetizovaných. V období po tréninku je opět dostupná energie pro syntézu svalových bílkovin a nastává tzv. supekompence, kdy dochází ke zvýšenému přestupu aminokyselin z krve do svalu a tím syntéze bílkovin nad klidové hodnoty. (Zatsiorsky, 2006)

Mimo tuto tzv. energetickou teorii byly zkoumány další mechanismy, v souvislosti se stimulací syntézy svalových bílkovin, jako například svalová hypoxie (nedostatečné oxygenu svalu během tréninku), zvýšená cirkulace krve (vyšší prokrvení svalstva během tréninku), nebo vyčerpání krátkodobých energetických rezerv během tréninku (ATP). Nicméně energetická teorie se v současnosti ukazuje jako nejpravděpodobnější. (Petr, Šťastný, 2012)

2.4.5 ZÁTĚŽOVÉ PARAMETRY SILOVÉHO TRÉNINKU

Silový trénink, se podle Dovalila a Choutky (1991) skládá z tzv. metodotvorných činitelů, které Petr a Šťastný (2012) nazývají zátěžové parametry. V kulturistice řadíme mezi tyto parametry především počet opakování a velikost odporu, TUT (tyme uder pension), rychlost a tempo kontrakce, počet sérií, interval odpočinku, frekvence tréninků, výběr cviků a intenzifikačních metod. Kombinací těchto parametrů, získáváme velkou variabilitu tréninkového procesu. V každé etapě tréninkového cyklu je důležité správné nastavení zátěžových parametrů v závislosti na specifických cílech, kterých chceme dosáhnout. Systematickou manipulací se zátěžovými parametry lze zajistit impuls pro tělo v podobě eustresu (pozitivní stres), který má z hlediska pohybové aktivity pozitivní efekt na výkon, růst a obnovu tkání. Nesprávná manipulace však může vést k opačné reakci na tělo v podobě distresu (negativní stres), který vede k nemocem, rozpadu a poškození tkání (Siff, 1993). Podle Stackeové (2008) klesá efektivita tréninkového plánu po 6-8 týdnech u začátečníků a 4-6 týdnech u pokročilých cvičenců. Po této době je tudíž vhodná úprava zátěžových parametrů, čímž zabráníme snížení efektivity cvičení.

2.4.6 POČET OPAKOVÁNÍ A VELIKOST ZÁTĚŽE

Tyto dva parametry jsou spolu úzce spjaty. Čím vyšší je velikost zátěže, tím nižší je počet opakování, kterého můžeme dosáhnout a naopak. Hodnota maximálního počtu opakování s danou zátěží je využívána zkratka RM (repetition maximum). Obecně to tedy znamená, že 5 RM odpovídá zátěži, se kterou se jedinec schopný provést právě 5 opakování, nikoliv méně ani více. Vztah počtu opakování vyjádřený v RM a velikostí zátěže vyjádřený v % (1 RM = 100 %), se mezi autory do jisté míry liší. To je dáno odlišným procentuálním zastoupením jednotlivých svalových vláken ve svalu, které mají různé vlastnosti a typem tréninku, který jednotlivci podstoupili. Jednou z nejvyužívanějších predikčních rovnic sestavil Brzycki (1993) a odpovídá RM při různých velikostech zátěže popsanych v tabulce č. 8.

Tabulka 8: Odhadovaný RM při různých velikostech odporu (Brzycki, 1993)

RM	1-RM	2-RM	3-RM	4-RM	5-RM	6-RM	7-RM	8-RM	9-RM	10-RM	11-RM	12-RM
%	100,0	97,2	94,4	91,7	88,9	86,1	83,3	80,5	77,8	75,0	72,2	69,4

Maximální velikost zátěže pro jedno opakování lze podle Bryckiho vypočítat pomocí následující rovnice:

$$IRM = \frac{\text{velikost zátěže (kg)}}{1,0278 - (0,0278 * \text{maximální počet opakování})}$$

Obecně jsou v kulturistice popisovány 3 pásma počtu opakování v souvislosti s jejich fyziologickým účinkem na svalovou hmotu.

- **pásmo nízkého počtu opakování (1-5 RM)** - primárně buduje svalovou sílu. Dochází k vysokému účinku na vlákna typu II B, střednímu na vlákna typu II A a nízkému na vlákna typu I.
- **pásmo středního počtu opakování (6-15 RM)** - nejvýhodnější pro svalovou hypertrofii (vysoký účinek na vlákna typu II a, střední typu II B a nízký typu I).
- **pásmo vysokého počtu opakování (15 a více RM)** - ovlivňuje především svalovou vytrvalost. Vysoký účinek na vlákna typu I, střední na vlákna typu II A a nízký na vlákna typu II B.

S počtem opakování, velikostí zátěže a jejich fyziologickým účinkem souvisí ještě jeden důležitý parametr a tím je celková doba svalové tenze, označována jako TUT.

2.4.7 TUT (TIME UNDER TENSION)

Tento parametr úzce souvisí s předchozími. Jak již bylo řečeno, jedná se o dobu svalové tenze při cvičení. Vztah mezi maximálním počtem opakování, velikostí zátěže a doby trvání účinku spolu s jejich fyziologickým účinkem, který popsal Poliquin (1997) můžeme vidět na v tabulce č. 9.

Tabulka 9: Vztah maximálního počtu opakování (RM), velikosti odporu a doby trvání série včetně tréninkového účinku (upraveno podle Poliquina, 1997)

Počet opakování RM	% maximálního odporu	Doba svalové tenze (TUT)	Účinek
1-5	100 – 85,6	do 20 s	Nárůst maximální síly, vysoký nervosvalový efekt
6-8	83,1 – 78,6	20 – 40 s	Optimální kompromis pro nárůst maximální síly a hypertrofie
9-12	76,5 – 70,3	40 – 70 s	Ideální rozmezí pro hypertrofii, které dále může vést ke zvýšení maximální síly
13-20	68,8 – 60,6	nad 70 s	Vytrvalostní síly, snížený účinek na hypertrofii svalstva

TUT je také ovlivněn tempem, rychlostí a technikou provádění cviku. Nesprávná technika (tzv. cheating) vede ke snížení svalové tenze procvičovaného svalu a jejím přesunem na svaly pomocné, čímž dochází k celkově kratší době TUT. Je tedy nutné dodržovat techniku cvičení pro optimální TUT a cílené zapojení co největšího počtu motorických jednotek daného svalu. Výjimku zde tvoří cílené využití cheatingu v rámci intenzifikačních technik.

2.4.8 RYCHLOST A TEMPO KONTRAKCE

Manipulací s rychlostí a tempem kontrakce ovlivňujeme po jakou dobu je sval v napětí (TUT). Je nutné zohlednit, že během série trvající například 15 s, nemusí tato doba odpovídat stejné době, kdy je sval v napětí, vzhledem k mezifázím cviku, kdy zatěžovaný sval přímo nepracuje, nebo pracuje pouze s velmi nízkou intenzitou. Příkladem například rychlé spouštění zátěže v excentrické fázi pohybu, kdy dochází pouze k „puštění“ zátěže, které vede ke snížení, nebo úplnému vynechání tenze ve svaly. V těchto případech přichází na řadu manipulace s rychlostí a tempem kontrakce. (Petr, Šťastný, 2012)

Rozlišujeme 3 základní typy kontrakce svalu:

- **Koncentrická** – dochází ke zkrácení svalu, úpony svalu se k sobě přibližují.
- **Excentrická** – dochází k protažení svalu pomocí vnější síly, nebo jiného svalu (antagonisty), úpony svalu se od sebe vzdalují.
- **Izometrická** – nedochází k pohybu, délka svalu se nemění, ale mění se napětí ve svalu.

Vzhledem k možnosti ovlivnění času jednotlivých kontrakcí svalu během pohybu lze tempo kontrakce zapsat podle Poliquina (2001) následovně:

4 0 1 1

První číslo zde představuje rychlost excentrické fáze pohybu, druhé číslo představuje rychlost izometrické fáze, která zde trvá 0 s, což znamená, že okamžitě přecházíme do koncentrické fáze, která trvá 1 s. Poslední číslo představuje izometrickou fázi před začátkem dalšího opakování (vrcholná kontrakce svalu) a trvá zde 1 s. Jako každý již zmíněný zátěžový parametr je nutné i s tempem a rychlostí kontrakce dynamicky pracovat, aby se předešlo tréninkové stagnaci a tím snížení účinnosti cvičení.

2.4.9 POČET SÉRIÍ

Určitý počet opakování v rámci jednoho cviku bezprostředně za sebou se označuje za sérii. Mnoho autorů uplatňuje převrácený vztah mezi počtem opakování a počtem sérií, tzn., že čím méně provedeme opakování v jedné sérii, tím více sérií daného cviku musí být provedeno, aby došlo k adekvátnímu času zatížení a tím dostatečnému tréninkovému stimulu. Jak bylo již řečeno v kapitole o počtu opakování a velikosti zátěže, pro ovlivnění nervosvalové adaptace (maximální síly), je vhodný počet opakování 1-5 RM, a tudíž na základě převráceného vztahu je nutné provést vyšší počet sérií (5 a více). Zákon snižující se efektivnosti však říká, že stimulační efekt každé další série se snižuje (v určitém bodě již provedená série neodpovídající efekt), což je důvod proč někteří siloví závodníci pouze 1-2 sérií v závodní sezóně schopni udržet, nebo i zvýšit svoji silovou úroveň. (Petr, Šťastný, 2012)

Za cílem maximalizace hypertrofie je u pokročilých kulturistů klasicky doporučováno provádění 20-25 sérií, na velké svalové partie (záda, hrudník, nohy), většinou rozdělené mezi 4-6 cviků a 12-15 sérií na menší svalové partie (biceps, triceps)

(Kennedy, 2008). Počet sérií opět záleží na trénovanosti jedince a příliš vysoký počet, může vést k přetrénování. V tomto případě je vhodné snížit počet sérií, nikoliv ale velikost zátěže, což bývá podle Poliquina (1997) častou chybou.

2.4.10 INTERVAL ODPOČINKU

Interval odpočinku, neboli pauza mezi sériemi a jednotlivými cviky, je často přehlížený parametr, který však významně ovlivňuje relativní intenzitu tréninku a jeho fyziologický účinek (síla, hypertrofie, vytrvalost). Obecně platí, že čím nižší počet opakování RM je v sérii provedeno, tím je delší interval odpočinku. Pro trénink maximální síly, při počtu opakování do 5 RM, kdy je jako energetického zdroje pro svalovou činnost využíváno systému ATP-CP, je doporučován interval odpočinku (300-180 s), aby došlo k plnému zotavení, dovolující nám vynaložit při svalové práci maximální úsilí. Pracuje-li kulturista v rozmezí 6-8 RM, které je mezníkem mezi tréninkem síly a hypertrofie, jsou doporučovány pauzy 180-120 s. Pro maximalizaci hypertrofie v rozmezí opakování 9-12 RM, se interval odpočinku pohybuje mezi 120-75 s a při počtu opakování nad 13 RM, kdy je trénovaná především svalová vytrvalost s pauzami mezi sériemi pohybují pod 75 s. (Fleck, Kraemer, 2004).

Mimo počet opakování je nutné vzít v úvahu také typ cviku, který provádíme a velikost svalové skupiny, kterou cvičíme. Čím více svalové hmoty je do cvičení zapojeno, tím více odpočinku potřebujeme. Delší interval je tudíž nutný u tréninku velkých svalových skupin jako záda, nohy, hrudník, než při tréninku bicepsu, nebo tricepsu a také u komplexních cviků (např. dřepy), než u cviků izolovaných (předkopávání, zakopávání).

2.4.11 FREKVENCE TRÉNINKŮ

Frekvence tréninků máme na mysli četnost, s jakou může být svalová skupina zatížena (často je užíván pojem „návrátový čas“). Je založena na době zotavení svalové skupiny z předchozího tréninku, které je do jisté míry individuální a podmíněno mnoha faktory (trénovanost, velikost zatížené svalové partie, intenzita, objem, výživa). Obecně se tato doba pohybuje mezi 2-7 dny při procvičení dané partie 1-3 týdně v závislosti na rozdělení tréninkového programu (mezi nejpoužívanější dělení patří posilování celého těla, horní / dolní polovina, split 2+1, split 3+1). (Stoppani, 2008)

Obecně také platí, že při provádění silových a rychlostních výkonů, je zapotřebí delší regenerace svalů, vzhledem k pomalejší regeneraci svalových vláken II. typu. Ve většině případů dochází k regeneraci svalové skupiny do 3 dnů, a tudíž se jeví jako

neoptimálnější procvičení jednotlivých svalových skupin 2x týdně. Je nutné vzít v úvahu také často přehlížený fakt, že kromě zatížení svalové soustavy, dochází i k zatížení soustavy nervové, u které je však doba regenerace 5-6x delší. (Petr, Šťastný, 2012).

2.4.12 VÝBĚR A POŘADÍ CVIKŮ

Výběr posilovacích cviků je dán především svaly a jejich dílčími částmi, které chceme během cvičení zapojit. Vzhledem k rozmanitosti pohybů lidského těla je možná velká variabilita jejich výběru a pořadí v tréninku. Podle komplexnosti pohybu jsme si již rozdělili dva základní typy cviků (komplexní, izolované).

Z hlediska daného cíle je možné také rozdělení cviků následující (Petr, Šťastný, 2012) :

- **Primární (hlavní)** – zatěžují hlavní hybače v rámci daného pohybu. Jedná se většinou zároveň o cviky komplexní.
- **Pomocné (podpůrné)** – zatěžují menší svalové skupiny, které se pomáhají primárním hybačům.

Často se také objevuje otázka cvičení s činkami (volnými váhami) a na strojích, kterých je v dnešní době ve fitness centrech mnoho různých druhů. Obě tyto varianty mají své výhody a nevýhody. Výhoda cvičení s volnými váhami spočívá především množství rekrutovaných motorických jednotek a tudíž i vyšší hormonální odezvě. Důvodem je, že při cvičení na strojích, kde je dráha pohybu vedena a dochází tak k větší izolaci daného svalu, jsou z pohybu vyřazovány menší stabilizační svalové skupiny. Tento efekt je možno sledovat u kulturistů, kteří jsou schopni u izolovaných cviků zvedat velké váhy, ale v rámci komplexního pohybového projevu nejsou jejich výkony tak velké. Z tohoto hlediska, komplexní cviky s volnými váhami vyhrávají na plné čáře. Nicméně i zařazení cviků na strojích a cviků izolovaných má své opodstatnění a to nejen v kulturistice, ale i v rámci zdraví. V rámci komplexního rozvoje svalových skupin, který musí závodník předvést při soutěži, jsou vždy svalové partie, nebo části svalu, které zaostávají. Často to bývají svaly menší, které oproti velkým svalům často zaostávají, nebo svaly fázičné, které mají tendenci ochabovat a jejich funkce je přebírána svaly tónickými. Pomocí izolovaných cvičení a cvičení na strojích. Dokážeme cíleně zaměřit tyto svaly, nebo jejich části a tím vyrovnání slabín v rámci soutěžního projevu, svalových dysbalancí, či dysproporcí. Basmajian (1978) dokázal pomocí měření EMG, že adekvátní izolace svalu je možná jen při nízké intenzitě

cvičení. Jako nejlepší se jeví kombinace komplexních cvičení v úvodu tréninkové jednotky a její doplnění izolovanými cvičeními v závěru, nebo také mezi cviky komplexními, kdy dáme prostor pro regeneraci stabilizačních svalů. Výjimku tvoří cvičení začátečnicků, kde je relativně nízká intenzita cvičení a je tudíž možno vyšší zařazení izolovaných cviků v rámci přípravy na cviky komplexní a také princip předvyčerpání, který je popsán v následující kapitole o intenzifikačních technikách. (Petr, Šťastný, 2012)

2.4.13 INTENZIFIKAČNÍ TECHNIKY

Někdy také označované jako techniky pomocné. Jejich princip spočívá, ve zvýšení relativní intenzity tréninku pomocí manipulace se zátěžovými parametry. Vzhledem k jejich náročnosti, nejsou tyto techniky vhodné pro začátečníky, u kterých by mohlo dojít k přetrénování. Během let bylo vyvinuto mnoho technik za cílem předcházení a překonání tréninkové stagnace, způsobené rychlou adaptací svalů na opakování zatížení.

Vzhledem k jejich velkému množství si zde popíšeme pouze ty nejpoužívanější (Stackeová, 2008; Stoppani, 2008):

- **Pyramida** – zřejmě nejvyužívanější technika, kdy se s přibývajícím počtem sérií, mění velikost zatížení a tím i počet opakování. Základem silového tréninku je klasická pyramida, kdy každou sérii zvýšíme zátěž, čímž dojde ke snížení celkového počtu opakování. Druhým typem je pyramida obrácená, kdy snižujeme zátěž se současným zvýšením počtu opakování.
- **Supersérie** – jde o techniku, kdy jsou ihned po sobě absolvovány dva cviky bez odpočinkové pauzy. Tyto cviky mohou být buď na stejnou svalovou partii, kdy jeden je zpravidla komplexní (např. benchpress) a druhý izolovaný (např. rozpažování s jednoručkami), nebo na různé svalové partie, zpravidla na antagonistické (prsá / záda, biceps / triceps, hamstringy / kvadricepsy).
- **Trisérie** – verze předchozího, přičemž místo dvou cviků, jsou zařazeny tři po sobě jdoucí cviky buď na synergistické, nebo antagonistické svalové skupiny.
- **Gigantické série** – spojení čtyř a více cviků na konkrétní svalovou partii následujících bezprostředně za sebou. Vzhledem k velké náročnosti je používán pouze v předsoutěžní přípravě na velké svalové partie.

- **Princip předvyčerpání** – jedná se o zařazení izolovaného cviku na danou svalovou partii jako prvního, před cviky komplexní, čímž dochází k preaktivaci svalu a jeho dovyčerpání v rámci cviků komplexních (např. předkopávání / dřepy).
- **Sestupné série (drop série)** – po odcvičení série do vyčerpání, okamžitě snížíme zátěž o 20-30 % a bez odpočinkové pauzy provedeme další sérii.
- **Princip vrcholné kontrakce (stop – pauza)** – jedná o krátkou výdrž v izometrické kontrakci na konci koncentrické fáze cviku. Tato technika je často využívána v předsoutěžní přípravě, kdy někteří autoři vyzdvihují její podíl na výsledném příčném pružení svalu. Používá se u cviků izolovaných.
- **Přerušované série** – jedná se o provedení 2-3 opakování, se kterou jedinec zvládne přibližně 5-6 opakování, poté následuje 30-40 s pauza, po které pokračuje dalšími 2-3 opakováními následované další 45-60 s pauzou a zakončeno dalšími 1-2 opakováními.
- **Negativní opakování** – vychází z faktu, že sval dokáže „brzdit“ vyšší zátěž než zvednout. Prvním typem je její využití v na konci sérii, kdy trénující ještě několikrát brzdí danou zátěž po dobu cca 5-6 s pro jedno opakování (je nutná pomoc partnera pro opětovné zvednutí činky). Druhým typem je provedení celé série negativně, kdy je použita zátěž cca o 30-50 % vyšší, než 1 RM a jedno opakování trvá přibližně 3-5 s.
- **Vynucená opakování** – po dosažení maximálního počtu opakování s danou zátěží, pomůže tréninkový partner provést ještě další 2-4 opakování.
- **Cheating** – lze zařadit také mezi intenzifikační metody. Jedná o pomocný pohyb tělem (souhyby), které nám umožní zdvihnout vyšší zátěž. Je možné ho využít v rámci celé série, nebo na konci striktní série (bez souhybů), kdy pomocí cheatingu je možné provést ještě pár opakování.

Tyto techniky jsou využívány ve všech etapách přípravy, přičemž jejich četnost použití většinou graduje a vrcholí posledními týdny před soutěží. Vzhledem k jejich velké náročnosti, riziku přetrénování a zvýšenému riziku zranění během předsoutěžní diety, se

nedoporučuje jejich vzájemná kombinace. Tu můžeme využít jako zpestření tréninku, ale pouze u vysoce pokročilých cvičenců a nikoliv dlouhodobě.

2.5 SPECIFIKA TRÉNINKOVÉ METODIKY V PŘEDSOUTĚŽNÍ FÁZI

Předsoutěžní příprava závodníka, nebo kondičního sportovce za cílem celkové vyrýsovanosti, tvrdosti, hustoty a separace svalstva, vybudovaného v předchozích etapách přípravy, závisí na úpravě 3 hlavních parametrů tj. zvýšení intenzity silového tréninku, úprava stravy, zařazení aerobního tréninku, nebo HIIT tréninku (výhodná je jejich kombinace). Samotnou předsoutěžní přípravu lze rozdělit na 2 fáze, a závěrečný týden sacharidové superkompenzace, která se může opakovat v závislosti na účasti v několika po sobě jdoucích soutěžích. Podle Roubíka (2012) je důležitá především posloupnost tréninkového procesu, aby byla zajištěna kontinuální reakce těla na tréninkový a výživový plán a tudíž bylo dosaženo maximálních výsledků. První fáze předsoutěžní přípravy je tudíž intenzivní. Po objemové etapě přípravy je tento impuls pro tělo dostatečný, čímž započne adaptace na nové podmínky. Po několika týdnech se však tělo adaptuje a v tu chvíli, je čas pro druhou fázi přípravy, kdy se zařadí ještě intenzivnější trénink a výživové postupy, které dodají tělu další impuls pro zlepšování.

2.5.1 SILOVÝ TRÉNINK

Silový trénink v předsoutěžní fázi může být značně odlišný u jednotlivých závodníků. Obecně však platí, že při silovém tréninku je využíváno metody opakovaných a submaximálních úsilí. Zatímco v objemové a přípravné fázi tréninku jsou použity především těžké základní cviky, kdy je dosahováno vysoké hormonální odezvě a velkému množství zapojených svalů, v předsoutěžní přípravě tento princip ustupuje do pozadí, nikoliv však úplně, v důsledku zpomalené regenerace aktivních i pasivních složek pohybového systému zapříčiněné restrikcí kalorického příjmu. Hlavními parametry, které se v této etapě mění, je především zvýšení relativní intenzity pomocí manipulace se zátěžovými parametry (počet opakování, velikost odporu, interval odpočinku, tempo, pořadí cviků, použití intenzifikačních metod, frekvence tréninků apod.). Je však nutné brát v úvahu že všechny tyto parametry se mohou individuálně lišit především v závislosti na trénovanosti jedince. Jako zásadní se také jeví dodržení maximálně správné techniky cviků v plném rozsahu pohybu, kdy jsou svaly procvičovány separovaně, čímž dochází k „tvarování“ jednotlivých svalů spolu s poskytnutím stimulu pro udržení svalové hmoty, která je v této etapě náchylná k jejímu „pálení“. (Roubík, 2012)

Relativní intenzita tréninku – je velmi vysoká za využití především zkrácení intervalu odpočinku a využití intenzifikačních technik. Zvýšení této intenzity má za následek zrychlení bazálního metabolismu nad normál, až 48 hodin, čímž dochází ke spotřebě většinou množství energie i mimo trénink.

Frekvence tréninku – je velmi vysoká a každá svalová partie je stimulována 2x týdně, nejčastěji pomocí „těžkolehkého“ splitu 2+1, nebo splitu 3+1.

Počet opakování – v minulosti bylo velmi často využíváno vysokého počtu opakování (15 a více) za účelem zvýšení mechanické práce svalu a tím i energetického výdeje během tréninku. V současnosti je však více využíváno opakování v rozsahu 6 – 15 RM, odpovídající 20-70 s TUT, v závislosti na rychlosti pohybu. Díky tomu dostává sval i v období diety stimul pro svalový růst a tím pádem vede k vyššímu udržení svalové hmoty. V praxi se můžeme s využitím jak vyššího, tak i nižšího počtu opakování v závislosti na individuálních preferencích a účinnosti na závodníka. Jako vhodná se jeví i kombinace obou metod, například v rámci „těžkolehkého“ splitu, nebo i v rámci jedné tréninkové jednotky.

Tempo, rychlost opakování – tempo a rychlost opakování by mělo být především kontrolované. Ve sportu neexistuje „nejlepší“ tempo pro provedení pohybu. Nicméně je v před soutěžní fázi doporučována rychlá koncentrická fáze pohybu a pomalá, kontrolovaná excentrická fáze pohybu, která vede k prodloužení TUT a lepší izolaci a procvičovaného svalu.

Interval odpočinku – zkrácení intervalu odpočinku mezi sériemi je jedním z hlavních principů zvýšení tréninkové intenzity. Délka intervalu je také závislá na velikosti dané svalové partie, kdy se menší svalové partie regenerují rychleji než větší a tudíž jim stačí kratší interval. V před soutěžní etapě se doporučuje interval odpočinku v rozmezí 45-90 s.

Počet sérií – je vysoký a pohybuje se přibližně mezi 12-15 sériemi na větší svalové skupiny (záda, hrudník, nohy) a 8-12 sérií na menší svalové partie (paže, břicho, lýtka).

Výběr cviků – komplexní cviky (vícekloubové), zapojující velké množství svalů je výhodné zařadit z hlediska vyšší energetické spotřeby a hormonální odezvy. Nicméně v před soutěžní přípravě je vhodné tyto cviky omezit, vzhledem k vyšším nárokům na

regeneraci, čímž se zvyšuje i riziko zranění. Jako vhodné se tedy jeví zařazení 1-2 komplexních cviků na danou partii, doplněné o další 2-4 cviky izolované.

Využití intenzifikačních technik – dalším z důležitých parametrů je využití intenzifikačních technik. Mezi nejvyžívanější patří drop série, princip vrcholné kontrakce, supersérie, trisérie, technika předvyčerpání a dalších.

Nesprávná manipulace se zátěžovými parametry můžeme negativně ovlivnit tréninkový proces. Při příliš vysoké intenzitě pohybu, může nastat přetrénování, nebo syndrom vyhoření. Naopak příliš nízká intenzita nepovede k žadáným výsledkům. Tudíž je nutné jednotlivé parametry individuálně nastavit pro daného jedince.

Rozdíl mezi první a druhou fází předsoutěžní etapy silového tréninku spočívá v postupném zvýšení relativní intenzity tréninku. Druhá fáze, která nastává přibližně po 4-6 týdnech, kdy se tělo postupně adaptuje na zátěž a je tudíž nutný dodat tělu další impuls, aby nedošlo k zastavení progresu.

2.5.2 AEROBNÍ TRÉNINK

Aerobní trénink, označovaný také jako vytrvalostní, nebo kardio, je nedílnou součástí kulturistiky a měl by být zařazen nejen v předsoutěžní přípravě, ale v průběhu celého roku vzhledem k jeho pozitivnímu vlivu na zdraví. Jedná se o cvičení déletrvající pohybové aktivity mezi 60-80 % TF_{max} , kdy je využíváno aerobního způsobu získávání energie (viz. kapitola Bioenergetika).

Změny vznikající v trénovaných svalových skupinách podle Máčka (1997):

- Dochází ke zvýšení objemu mitochondrií a enzymatické kapacity aerobních enzymů pro oxidativní fosforylaci asi o 100%.
- Stoupá využití oxidativní fosforylace až na 80-90 % VO_{2max} . (tj. zvýšení spotřeby kyslíku, kterou enzymatické uvolňování energie je schopno využít).
- Zvýšení obsahu myoglobinu ve svalových vláknech až o 80 %.
- Zvýšení mobilizace zásob glykogenu ve svalu.
- Podle některých autorů dochází i ke zvýšení počtu červených (pomalých) svalových vláken. Dochází také k jejich hypertrofii, která však není tolik výrazná.

- Dochází ke zvýšení předpokladů k mobilizaci oxidace tuku pomocí zmnožení lipáz (enzymů, které tuk uvolňují). U trénovaných jedinců dochází k využití tuků jako energie pro sportovní výkon dříve, než u jedinců netrénovaných.

Adaptační procesy na aerobní zátěž zpracoval také Pollock (2000):

- Snížení klidové srdeční frekvence
- Excentrická hypertrofie srdce (zvýšení šířky srdečních stěn + dilatace dutin)
- Zvýšení VO_{2max}
- Zvýšení klidového tepového objemu
- Zvýšení maximálního tepového objemu
- Snížení systolického a diastolického TK
- Zvýšení inzulínové senzitivity
- Zvýšení denzity kostní tkáně
- Snížení procenta tuku
- Zvýšení bazálního metabolismu (není tak značné jako u silového tréninku)

A v jakou denní dobu je vhodné zaražení aerobní aktivity z hlediska maximalizace spalování tuků? Na tuto otázku stále není jednoznačná odpověď. Mezi nejčastějšími variantami je zaražení v oddělené dny, mimo posilovací trénink, dále pak po ránu na lačný žaludek, nebo před či po silovém tréninku. Varianta kardia po ránu na lačný žaludek je velmi využívaná. Existují studie, které potvrzují efektivnější využívání tukových zásob jako zdroje energie po ránu. Dříve se usuzovalo, že je tohoto efektu docíleno díky snížení glukózy v krvi a glykogenu ve svalech. Tato teorie je však dnes již zavrhována, což je podporováno studiemi, které říkají, že hladina glukózy a svalového glykogenu zůstává během noci konstantní. Nyní se usuzuje, že svaly využívají během noci jako energii výhradně tuky, aby se glukóza šetřila pro mozek, což má za následek zvýšený transport tuků do svalů a jejich oxidaci a díky tomu je možné tohoto cyklu využít po ránu, ještě před snídání. Existují však i studie, které princip tréninku ráno na lačno nepodporují. Další možnou variantou je zaražení po silovém tréninku, která využívá snížení množství svalového glykogenu a glukózy, které bylo využito právě při cvičení s těžkými váhami a

tudíž organismu rychleji využívá tuky jako zdroj energie. U této varianty tak není potřeba trávit dlouhé hodiny během či na kole, nýbrž stačí pouze pár desítek minut zařazených ihned po silovém tréninku. Musíme však brát na vědomí, že příliš velký objem tréninku během jednoho dne, vede ke zvýšení katabolického hormonu kortizolu, který má negativní vliv na svalovou hmotu. Tomuto problému se lze vyhnout zařazením kardia v oddělené dny, mimo silový trénink. Nevýhodou této varianty je fakt, že využití tuků jako zdroje energie začíná přibližně po 20-30 minutách a tudíž není příliš oblíbená u jedinců s nelibostí k dlouhotrvajícím aktivitám monotónního typu. Poslední variantou je zařazení kardia před silovým tréninkem. Ta se jeví jako nevhodná z hlediska ovlivnění svalové síly během následujícího tréninku a tím i zvýšení rizika zranění. Proto bychom před tréninkem měli zařazovat kardio pouze jako součást zahřívací fáze, trvající 5-15 minut. (Smejkal, 2012; Kennedy, 2008; Roubík, 2012)

Z hlediska kulturistiky jsou pro nás také důležité, ale často přehlížené pozitivní kardiovaskulární účinky aerobní aktivity, vzhledem k vyššímu riziku kardiovaskulárních onemocnění u kulturistů, způsobené tzv. koncentrickou hypertrofií srdce, kdy dochází ke zvýšení šířky srdečních stěn, ale nikoliv k rozšíření dutin, jak tomu je u aerobní zátěže. Ty zůstávají stejné, nebo se dokonce zužují, což má za následek zvýšenou tlakovou práci srdce.

2.5.3 HIIT (HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING)

Trénink HIIT je zkratkou pro vysoce intenzivní intervalový trénink, který se stává mezi sportujícími čím dál populárnější a využívanější a často je pokládán za nejlepší způsob odbourávání tělesného tuku. Je řazeno do cvičení anaerobního charakteru, kdy dochází ke střídání úseků vysoké intenzity (až 90 % TF_{max}), s úseky nízké intenzity (50-70 % Tf_{max}), nebo úplným odpočinkem. Princip HIIT lze aplikovat na jakoukoliv pohybovou aktivitu a tudíž může mít mnoho podob. Nejčastěji je však používán jako verze klasických aerobních aktivit (kolo, běh, eliptický trenažér, cyklotrenažér, skákání přes švihadlo, veslování, plavání apod.). Samotný silový trénink v předsoutěžní přípravě, se stává, při využití krátkých odpočinkových intervalů a intenzifikačních metod, určitým druhem HIIT. Základním principem, na kterém trénink HIIT funguje je tzv. EPOC efekt (excess post-exercise oxygen consumption), neboli zvýšená potřeba kyslíku po tréninku, která vzniká na základě kyslíkového deficitu a je doprovázená zvýšením bazálního metabolismu až na 48 hodin.

Mezi výhody tohoto tréninku na základě provedených studií patří (Bartran, 2015; Perry et al., 2008; Stokes et al., 2002):

- Zvýšení bazálního metabolismu až na 48 hodin po tréninku (toto zvýšení není přítomno u klasického aerobního tréninku stálé intenzity).
- Zvyšuje oxidaci tuku ve svalových buňkách, tím zvyšuje jejich spalování a také tlumí jeho ukládání.
- Vyšší hormonální odpověď ve srovnání s klasickým aerobním tréninkem stálé intenzity (vyšší uvolnění růstového hormonu) v úseku 90-120 minut po skončení cvičení.
- Kratší trénink oproti aerobnímu, přispívá k omezení „pálení“ svalové hmoty a tím k jejímu šetření. Může dojít i k současné hypertrofii rychlých svalových vláken, zapojujících se při cvičení vysoké intenzity.

Další studie z roku 2006 uvádí až 30 % nárůst oxidace tuků a hladin svalových enzymů, umocňujících oxidaci tuků (Talanian et al., 2006).

Existuje několik forem HIIT tréninku, přičemž standardní forma se skládá ze 3 fází (zahřívací, hlavní a zklidňující) a je sestavena dle následujícího schématu:

- Délka tréninku se pohybuje okolo 15-30 minut.
- Optimální poměr mezi úseky maximální a nízké intenzity je 1:2, u pokročilých jedinců může být poměr 1:1.
- Zahřívací fáze je skládá z pohybové aktivity mírné intenzity trvající obvykle 5-10 minut a jejím cílem je příprava organismu na zátěž.
- V hlavní fázi se již střídají úseky vysoké a nízké intenzity. Délka hlavní fáze (obvykle 10-20 minut) a jednotlivých úseků, je závislá na trénovanosti a formě pohybové aktivity (např. u běhu můžeme využít úseků 20 vteřin sprintu a 40 vteřin pomalé chůze, nebo úplného odpočinku).
- Zklidňující fáze trvá obvykle okolo 5 minut a jejím cílem je postupné snížení tepové frekvence.

Mezi další formy HIIT tréninku patří:

Kruhový trénink – jde o zřejmě nejznámější formu HIIT, která má celosvětově velké zastoupení. Trénink je obvykle sestaven z několika po sobě následujících cviků. Každý cvik se provádí v určitém časovém úseku (nejčastěji 1 minutu) a mezi jednotlivými cviky je většinou krátká, nebo vůbec žádná pauza. Cvičení trvá obvykle 45-60 minut.

Tabata – tento trénink je taktéž velice populární a dá se označit jako předchůdce HIIT. Jedná se o formu tréninku, kdy je poměr zatížení a odpočinku v poměru 2:1 ve prospěch zatížení, což je opakem klasické formy HIIT. Tento trénink trvá pouze 4 minuty a střídají se v něm 20 vteřinové úseky maximální intenzity (na úrovni 170 % VO_{2max}) a 10 vteřin odpočinku. Bylo prokázáno zvýšení aerobních i anaerobních předpokladů při provádění tohoto tréninku. V současnosti je kromě klasické, krátké, 4 minutové verze využíváno také delší verze, která se skládá z několika 4 minutových úseků (většinou 4-5), mezi kterými následuje krátká pauza (přibližně 2-3 minuty). (Tabata, 1996)

V dnešní době je princip HIIT velmi často využíván v kulturistice vzhledem k jeho předpokladům ke spalování tuku, při současném zachování co největšího množství svalové hmoty. Dalším častým důvodem je nelibost mnoha cvičenců v aerobních aktivitách a tudíž je pro ně HIIT trénink vhodnou alternativou. Jeho zařazení je vhodné buď v oddělené dny, po silovém tréninku, nebo ráno na lačno. Nesmíme však zapomenout na pozitivní vliv aerobní aktivity na kardiovaskulární systém a tudíž by ho ani ti největší odpůrci neměli vyřazovat ze svých tréninkových plánů. Jako vhodná se jeví kombinace HIIT a aerobního tréninku, díky které můžeme využít z tréninku maximum.

2.6 ZÁKLADNÍ PRINCIPY VÝŽIVY V KULTURISTICE

2.6.1 VÝZNAM VÝŽIVY VE SPORTU

Výživa je jednou z nejdůležitějších částí ve sportu jako takovém. Je nutné rozlišovat výživu u sportovců rekreačních a vrcholových. Fořt (2002) zastává názoru, že u jedinců provozující sport rekreačně, není zapotřebí specifické úpravy výživy ani moderních, legálních, podpůrných prostředků. Z hlediska zdraví je však nutná jak u sportující, tak u nesportující populace, vyvážená, pestrá strava, kterou je možno doplnit o potravinové doplňky a pokrýt tak individuální potřeby jedince. Mluvíme-li o výživě, jako prostředku pro tvarování těla, je její význam přímo zásadní. Mnoho kulturistů, trenérů a

odborníků přes výživu, příkládá správně sestavenému výživovému plánu větší důležitost, než tréninku samotnému, o to více, nachází-li se jedinec v před soutěžní přípravě. Stejně jako silový trénink, i výživové postupy musí být specificky upraveny pro daného jedince v jednotlivých etapách přípravy, na základě jeho potřeb a tudíž můžeme mluvit o individuálně optimálním nutričním plánu.

2.6.2 REGENERACE

Regenerace je zásadním mechanismem, probíhajícím mezi tréninky, kdy se tělo adaptuje na intenzivní cvičení a dochází tak k pozitivním změnám v organismu. Je nutné po tréninku dopřát svalům dostatek odpočinku, aby mohlo dojít k obnově energie spotřebované při cvičení a opravy „poškození“ svalových vláken (mikrotraumata, degenerace svalových bílkovin). Zásadní vliv pro svalovou regeneraci má správná kombinace živin nejen ihned po cvičení, kdy je největší aktivita enzymů a hormonů dopravující živiny do svalů, ale především správné výživy jako dlouhodobého procesu. Vzhledem k určitým trávicím omezením a limitům, je nutné strategické plánování konzumace jednotlivých živin ve správném množství a časových úsecích v průběhu dne, pro optimální regeneraci organismu. Při nesprávném sestavení stravy, může i přes dobře sestavený tréninkový plán, dojít k minimálnímu, žádnému, nebo i negativnímu účinku na lidský organismus (zhoršení výkonnosti, zdraví). Mezi nejdůležitější časové úseky z hlediska regenerace patří čas po tréninku, kdy podle Petra a Šťastného (2012) nastává tzv. metabolická příležitost (označována také jako anabolické okno), kdy je sval poměrně rychle schopný přejít do anabolického stavu za předpokladu brzkého dodání tělu důležitých živin, čímž je zahájen proces regenerace. Neméně a možná více důležitým časovým úsekem je období spánku, kdy jsou anabolické procesy na nejvyšší úrovni a dochází nejen k regeneraci svalové tkáně, ale také nervové soustavy, která je při tréninku taktéž intenzivně zatěžována a vyžaduje k regeneraci až několikanásobně delší dobu. Za optimální dobu spánku se považuje 7-9 hodin. (Skolnik, Chernus, 2001)

Mach (2013) uvádí 4 nejvýznamnější formy podpory regenerace:

- Dobře načasovaný příjem vhodných živin
- Zajištění jejich transportu do svalů
- Lehké cvičení na podporu krevní cirkulace
- Řízené odbourávání látek metabolismu

Proces regenerace lze podpořit kromě správné výživy a délky spánku, také psychologickými přístupy, použitím speciálních doplňků stravy, lehkou aerobní zátěží ve dnech volna, protažením svalů po tréninku, nebo aplikací speciálních regeneračních procedur (masáž, sauna, teplé a vířivé koupele, parní lázeň, infračervené a ultrafialové záření). (Stackeová, 2008)

2.6.3 ENERGETICKÁ BILANCE, BMR

V kulturistice je energetická bilance, neboli energetická rovnováha, zásadním prvkem, určujícím zda bude jedinec zvyšovat svojí hmotnost v rámci objemové přípravy, udržovat stávající hmotnost, či redukovat tělesný tuk v během předsoutěžní přípravy. Jedná se o poměr energetického příjmu (EP) a energetického výdeje (EV). Při budování svalové hmoty je nutné dosažení pozitivní energetické bilance, kdy $EP > EV$, čímž dochází k zajištění anabolického prostředí, vhodného pro svalovou hypertrofii. Naopak při redukcii tuku v období předsoutěžní diety je nutné držet tělo v negativní energetické bilanci, kdy $EP < EV$, čímž v těle dochází ke katabolickým procesům, využíváním tukových zásob jako zdroje energie. Energetický příjem by však neměl být příliš vysoký, nebo příliš nízký. U příliš vysokého EP vůči EV, dochází k vyššímu ukládání tukových zásob v těle. Naopak u příliš nízkého EP vzhledem k EV, je ohrožena svalová hmota, kdy vlivem nedostatku energie dochází k rozpadu svalových bílkovin a jejich přeměně na glykogen a následným využitím jako zdroje energie. Hodnota celkového energetického výdeje se skládá z pracovního metabolismu (bazální metabolismus + energetický výdej v rámci běžných denních aktivit) a energetického výdeje během vlastního tréninku.

Bazální metabolismus (BMR) označuje hodnotu energetického výdeje za den, potřebného k udržení základních životních funkcí v klidovém stavu, kdy nepracuje zažívací soustava (Konopka, 2004). Jeho hodnota se snižuje s přibývajícím věkem a zvyšuje s přibývajícím množstvím svalové hmoty. Existuje mnoho rovnic, které byly sestaveny pro odhad bazálního metabolismu, jejichž přesnost se liší. Skolnik a Chernus (2011) představují tři různé vzorce:

Harris-Benedictova rovnice

$$\text{Muži: } BMR = 66 + (13,7 \times \text{hmotnost v kg}) + (5 \times \text{výška v cm}) - (6,8 \times \text{věk})$$

$$\text{Ženy: } BMR = 655 + (9,6 \times \text{hmotnost v kg}) + (1,8 \times \text{výška v cm}) - (4,7 \times \text{věk})$$

Cunninghamova rovnice

$$BMR = 370 + (21,6 \times \text{kg tukoprosté tkáně})$$

Zjednodušená metoda

$$\text{Muži: } BMR = \text{hmotnost v kg} \times 24$$

$$\text{Ženy: } BMR = \text{hmotnost v kg} \times 22$$

Harris-Benedictova rovnice byla první významnou rovnicí v této oblasti. Její využití je možné u běžné i sportující populace. Tato rovnici však nezohledňuje množství tukoprosté hmoty a tudíž podhodnocuje jedince s vysokým množstvím svalové tkáně. Jako nejvhodnější pro kulturistiku se tedy jeví Cunninghamova rovnice, vzhledem k započtení množství tukoprosté tkáně. Nezohledňuje však výšku, věk a pohlaví jedince. Výpočet pomocí zjednodušené rovnice je označován jako nejméně přesný a tudíž může poskytnout pouze velmi hrubý odhad. (Skolnik, Chernus, 2001)

Mezi další důležité pojmy patří metabolismus klidový a pracovní. Klidový metabolismus vyjadřuje energetické nároky organismu v kteroukoliv denní dobu v klidovém stavu a je přibližně o 10 – 20 % vyšší než metabolismus bazální. Metabolismus pracovní (PM), jak již bylo zmíněno výše, vyjadřuje denní energetickou potřebu bez cvičení a jeho hodnota se skládá z hodnoty bazálního metabolismu, plus energie, vydané během dne v rámci běžných činností (práce, úklid, sezení ve škole, termický efekt potravy apod.). (Havlíčková, 2004; Konopka 2004; Skolnik, Chernus, 2001)

Odhad hodnoty pracovního metabolismu (PM):

$$PM = BMR \times \text{faktor denních aktivit}$$

Skolnik a Chernus (2001), uvádí hodnotu faktoru denních aktivit 1,2 pro mírnou náročnost, 1,3 – 1,4 pro střední a hodnotu 1,5 pro vyšší náročnost denních aktivit.

Poslední hodnota, kterou potřebujeme pro výpočet celkového energetického výdeje je energie, vydaná v rámci daného sportu, či fyzické aktivity, která je závislá na hmotnosti jedince, hodnoty metabolického ekvivalentu (MET) a době provádění aktivity.

$$\text{Energetický výdej při pohybové aktivitě (kcal)} = \text{hmotnost (kg)} \times \text{MET hodnota dané aktivity} \times \text{délka aktivity (hod.)}$$

Hodnota metabolického ekvivalentu 1 MET, vyjadřuje klidovou spotřebu kyslíku, která je přibližně 3,5 ml O₂ na 1 kg tělesné hmotnosti za minutu. Násobky hodnot MET poté představují jednotlivé druhy zátěže, kdy například hodnota 5 MET představuje pětkrát vyšší spotřebu energie oproti klidovému stavu. Při výpočtu výdeje během tréninku lze využít hrubého odhadu metabolického ekvivalentu pro různou intenzitu zatížení, uvedeného v tabulce č. 10. Pro přesnější výpočet je možné použití hodnot kompletního přehledu MET pro běžné sporty a fyzické aktivity podle Ainsworth et al. (1993), jehož překlad lze najít v publikaci Skolnika a Chernuse (2001).

Tabulka 10: Odhad hodnot metabolického ekvivalentu (Bunc, 2014)

Intenzita zatížení	MET
Lehká	<0,3
Střední	3,0 - 4,5
Těžká	4,6 – 7,0
Velmi těžká	7,1 – 9,9
Vyčerpávající	>9,9

V praxi to znamená, že pro 30-ti letého kulturistu, vážícího 90 kg, který měří 180 cm, vychází hodnota bazálního metabolismu podle Harris-Benedictovy rovnice 2001 kcal. Úroveň náročnosti jeho běžných denních aktivit je střední a tudíž je jeho hodnota pracovního metabolismu (PM) 2601 kcal (BMR x 1,3). Při absolvování hodinového tréninku s volnými činkami, jehož MET podle Ainsworth et al. (1993) dosahuje hodnoty 6 a vážícího 90 kg, bude energetický výdej během tréninku cca 540 kcal (90 x 6 x 1). Přičteme-li tuto hodnotu k hodnotě pracovního metabolismu, bude jeho celkový energetický výdej cca 3041 kcal. Kdyby bylo jeho cílem budování svalové hmoty, bylo by zapotřebí tento příjem zvýšit o cca 200 – 500 kcal a naopak ke snížení o tuto hodnotu by muselo dojít, pro účinnou redukci tělesného tuku. Je nutné brát v úvahu, že tyto hodnoty jsou pouze přibližné, a proto je nutné sledovat reakce těla a provést případné úpravy v energetickém příjmu, či výdeji.

V praktické části této práce je využito k výpočtu BMR, metody bioimpedanční analýzy, která počítá s individuálními parametry tělesného složení, vzhledem k měření na

základě odlišné impedance v různých biologických strukturách těla. Této výhody můžeme využít právě u jedinců s vyšším množstvím tukoprosté tkáně, kterého kulturisti dosahují. Jako alternativu lze u kulturistů využít již zmíněné Cunninghamovi rovnice, která taktéž počítá s množstvím tukoprosté tkáně.

2.6.4 ZÁKLADNÍ SLOŽKY POTRAVY

Složky potravy lze rozdělit podle Konopky (2004) do dvou základních skupin:

- **Makrolátky** – jedná se o hlavní výživné látky, které dodávají tělu energii a plní další specifické funkce. Patří sem sacharidy, bílkoviny a tuky.
- **Mikrolátky** – tyto látky nejsou zdrojem energie, jsou však nezbytné pro odbourávání makrolátek. Tyto látky tělo potřebuje pouze v minimálním množství. Patří sem vitamíny, minerály a stopové prvky.

Podle Fořta (2007), je z hlediska racionální výživy doporučovaný optimální poměr mezi jednotlivými makrolátkami v ČR 15 % bílkoviny, 30 % tuky, 55 % sacharidy. U kulturistů a silových sportovců se podle Fořta (2001) ideální poměr pohybuje okolo 25 % bílkovin, 20 % tuků a 55 % sacharidů. Jednotlivý poměr živin je však závislý na etapě sportovního tréninku a použití specifických výživových přístupů. Energetická hodnota jednotlivých makrolátek odpovídá cca 4 kcal (17 kj) pro sacharidy a bílkoviny a 9 kcal (38 kj) pro tuky.

2.6.5 SACHARIDY

Sacharidy hrají klíčovou roli ve výkonnosti sportovce, ale také v oblasti zdraví. Jsou nutné k udržení fyziologické hladiny glykémie pro mozek a slouží také jako primární zdroj energie pro svalovou práci, za využití mechanismu obnovení svalového glykogenu.

Dělení (Konopka, 2004; Skolnik, Chernus, 2001 a dalších):

- **Monosacharidy** – jedná se o glycidy obsahující atomy uhlíku, kyslíku a vodíku, které tvoří jednotlivé molekuly nazývané také jako jednoduché sacharidy, nebo cukry. Rozdílným pospojováním atomů vzniká buď glukóza, fruktóza či sacharóza.
- **Disacharidy** – disacharidy vznikají spojením 2 molekul cukru. Patří sem sacharóza (glukóza + fruktóza), maltóza (glukóza + glukóza) a laktóza (glukóza + galaktóza).

- **Oligosacharidy** – jsou složeny z 3 - 9 molekul monosacharidů. Nacházejí se například v artyčocích, cibuli, žitu, pórcích a dalších. Odolávají žaludečním kyselinám a působení trávicích enzymů a prochází tudíž tělem nestráveny.
- **Polysacharidy** – se skládají z více jak 10 monosacharidů a tvoří tak dlouhé řetězce (polymery). Mezi jejich zdroje patří například těstoviny, rýže, oves, zelenina, kukuřice, obiloviny, luštěniny, celozrnné pečivo a další.

Oligosacharidy a polysacharidy jsou označovány jako sacharidy komplexní. Jednoduché sacharidy, by v našem jídelníčku neměli přesáhnout hodnotu 10 % z celkového denního příjmu sacharidů, jelikož způsobují rychlý vzestup hladiny inzulínu, která vede k ukládání přebytečné energie ve formě tuků. V kulturistice však mají i jednoduché cukry své opodstatnění a to především po tréninku, kdy mají za úkol rychlé doplnění zásob glykogenu ve svalech, které byly vlivem tréninku vyčerpány. Zbýlých 90 % denního příjmu sacharidů by měli tvořit komplexní sacharidy, které uvolňují energii postupně, což má za následek udržení stabilní hladiny inzulínu. (Vopravil, 2013; Skolnik, Chernus, 2001)

Dalším důležitým pojmem je **glykemický index (GI)**. Skolnik a Chernus (2001) tento pojem vysvětlují jako hodnocení potravin obsahující sacharidy ve smyslu rychlosti zvýšení hladiny krevního cukru (glukózy), ve srovnání s čistou glukózou, kdy hodnota GI = 100. Někdy je jako hodnotící parametr místo glukózy uváděn bílý chléb. Určení hodnot GI pro jednotlivé potraviny proběhlo na základě měření krevní glukózy dvě hodiny po konzumaci 50 g potraviny. Hodnoty GI mohou být mírně individuálně odlišné v závislosti na reakci těla na určitou potravinu. Dalším faktorem je způsob přípravy jídla, kdy například těstoviny, vařené kratší dobu, mají nižší GI. Nízkého indexu dosahují potraviny s hodnotou < 55, střední se pohybují mezi 56 – 69 a vysoké dosahují hodnot > 70. GI (rychlost) se nemění s množstvím přijaté potraviny, mění se však množství krevního cukru, které stoupne. Z tohoto hlediska byl zaveden pojem **glykemická nálož (GL)**, který nám vypovídá o vzestupu krevní glukózy po konzumaci jedné porce. Hodnotu GL lze vypočítat následujícím způsobem.

$$GL = GI / 100 \times \text{množství sacharidů v dané potravine}$$

Hodnoty 10 a méně, značí nízký GL, střední hodnoty se pohybují mezi 11-19 a potraviny s vysokým GL, dosahují hodnot 20 a více. Tyto hodnoty jsou v praxi jedním

z nejdůležitějších vodítek, které dopomůže jedinci k vytvoření vhodné strategie při cestě za výsledky a zdravím životním stylem. Obecně je vhodnější dávat přednost potravinám s nižším GI a GL. Jedinou výjimku tvoří období krátce po tréninku, kdy jsou pro doplnění glykogenu ve svalích vhodnější potraviny s vyššími hodnotami. Nikoliv však v rámci předsoutěžní přípravy, kdy je zapotřebí zařazení nižších hodnot GI a GL i v období po tréninku.

2.6.6 BÍLKOVINY

Bílkoviny (proteiny) jsou nepostradatelnou součástí mnoha tělesných funkcí, jako součást metabolického, hormonálního, imunitního a transportního systému. Jsou potřebné k vytváření protilátek, dále jsou součástí hormonů, pomáhají regulovat rovnováhu tekutin, tvoří hemoglobin a myoglobin v erytrocytech, pomáhají k tvorbě enzymů, řídí acidobazickou rovnováhu a další. Bílkoviny jsou po konzumaci v potravě tráveny a štěpeny na základní stavební prvky, aminokyseliny. Ty se poté v těle znovu spojují a dochází k vytvoření tělesných bílkovin pro plnění funkcí různého druhu, v závislosti na potřebě organismu. Nás zajímá především funkce bílkovin jako stavební látky pro svalovou tkáň. Existuje 20 základních aminokyselin, které podle významu ve výživě člověka dělíme podle Skolnika a Chernuse (2001):

- **Esenciální** – naše tělo si je neumí vyrobit samo a proto je musíme přijímat ve stravě. Patří sem valin, leucin, isoleucin, lysin, methionin, phenylalanin, threonin, tryptofan, histidin.
- **Neesenciální** – náš organismus je schopen si je vytvořit. Patří sem alanin, asparagin, kyselina aspartamová, cystein, kyselina glatamová, glutamin, glycin, prolin, serin, tyrosin, arginin.

Arginin a histidin jsou někdy označovány také jako částečně esenciální, kdy jejich tvorba není dostatečná a jsou esenciální pouze u dětí a mláďat. Tři z esenciálních aminokyselin, valin, leucin a isoleucin jsou označovány jako BCAA (branched-chain amino acid), tj. aminokyseliny s rozvětveným řetězcem, které oproti ostatním aminokyselinám nejsou metabolizované v játrech a tudíž postupují přímo ke svalové tkáni, čímž se zvyšuje jejich využitelnost pro opravu, výstavbu, či jako energie pro svalovou tkáň. Samotné bílkoviny poté dělíme z výživového hlediska podle Macha (2013) na:

- **Plnohodnotné (komplexní)** – jde o bílkoviny se zastoupením všech esenciálních aminokyselin, potřebných pro syntézu svalových bílkovin. Patří sem bílkoviny živočišného původu (mléčné výrobky, vejce).
- **Téměř plnohodnotné** – značí, že některé esenciálních aminokyselin jsou mírně nedostatkové (živočišné svalové bílkoviny).
- **Neplnohodnotné** – některé esenciálních aminokyselin jsou nedostatkové a bývají většinou rostlinného původu (ovoce, zelenina, obiloviny, luštěniny).

V metabolismu bílkovin platí dva důležité zákony, které nám objasňují důležitost zastoupení všech esenciálních aminokyselin a případná rizika jejich nepoměru (Rubner, 1982):

- **Rubnerův zákon limitní aminokyseliny** – říká, že využití přijaté bílkoviny je závislé na množství nejméně zastoupené esenciální aminokyseliny a tudíž dojde k syntéze pouze k množství tolika tělesných bílkovin, kolik je množství zmíněné limitní aminokyseliny.
- **Wolfův zákon nadbytku esenciálních aminokyselin** – ten varuje před vysokým příjmem libovolné esenciální aminokyseliny ve značném nadbytku vzhledem k ostatním aminokyselinám, čímž dochází k porušení jejich metabolismu a zesílení projevů aminokyseliny limitní. Nejčastěji bývá limitní aminokyselinou lysin, jehož nedostatek je v obilovinách, a methionin, kterého je nedostatek v luštěninách.

Kombinací rostlinných neplnohodnotných bílkovin lze dorovnat limitující aminokyseliny při nedostatku bílkovin plnohodnotných. Na rozdíl od sacharidů a tuků, nelze bílkoviny přijaté ve stravě v těle skladovat, a tudíž musí být v rámci omezené doby využity buď k tvorbě tělesných bílkovin, je-li zapotřebí, nebo jsou transformovány na glukózu a využity jako energie, nebo uloženy jako tuk. Nadbytečný dusík vzniklý při transformaci bílkoviny je poté vyloučen močí. Mnoho autorů uvádí, že tělo nedokáže využít více než 2 – 2,5 g bílkovin na kilogram tělesné váhy. V kulturistice se tyto hodnoty často pohybují až v přehnaných hodnotách 3-4 g / kg tělesné váhy. Toto množství však tělo nedokáže využít a může tak dojít ke zdravotním komplikacím (nevolnost, pocit na zvracení, plynatost). Jedinou výjimku zde tvoří profesionální kulturisté a jedinci, používající anabolické hormony, které dovolují svalovým buňkám využít větší množství

bílkovin. Podle výzkumu, který provedl Rasmussen et al. (2000), se také došlo k závěru, že tělo není schopné kvalitně využít více jak 40 g bílkovin v jedné dávce, kdy při podání tohoto množství, došlo k produkci vyššího množství močoviny, které indikuje nekompletní využití živin. (Skolnik, Chernus, 2001)

Ke klasifikaci kvality bílkovin bylo vytvořeno několika metod, z nichž jsou podle Kleiner (2010) nejčastěji využívány tyto 3:

- **PDCAAS** – jedná se o skóre stravitelnosti proteinu vztažené k obsahu aminokyselin, kdy nejvyšší hodnota je 100 (někdy uváděno jako hodnota 1), kterou dosahují například vaječný bílek, tuňák, či syrovátka.
- **Biologická hodnota (BV)** – vyjadřuje procentuální hodnotu zastoupení bílkovin v potravíně, kterou je tělo schopné účinně využít pro budování svalových bílkovin. Nejvyšší hodnoty 100 % dosahuje opět vaječný bílek.
- **Skóre efektivnosti proteinu (PER)** – vyjadřuje účinnost proteinu na zvýšení tělesné hmotnosti, testovaný na laboratorních myších.

Například množství bílkovin, potřebné pro svalový růst, se u mnoha autorů liší a je tudíž nutné zjištění individuální tolerance. Obecně lze říci, že pokud sledujeme negativní účinky zvýšeného množství bílkovin (plynatost, zápach z úst, křeče, průjem), je nutné jejich snížení. Roubík (2012) uvádí toto množství 1,5 – 2,5 g / kg z živočišných zdrojů v závislosti na množství tukoprosté hmoty. Kleiner (2010) uvádí hodnoty pro muže 2 g / kg trénující 3 – 4x týdně, hodnotu 2,9 g / kg pro muže trénující 5 a vícekrát týdně a hodnotu 2 g / kg pro ženy.

2.6.7 TUKY

Tuky jsou pro mnohé sportovce a hlavně kulturisty obávanými strašáky. V praxi se často setkávám s velmi malým, či skoro žádným zastoupením tuků ve stravě a to především u sportovně aktivních jedinců, kteří se obávají navýšení jejich tukových zásob. Tuky ve stravě však pomáhají v boji proti tělesnému tuku a mají v těle mnoho klíčových funkcí. Jejich zastoupení je tudíž nezbytné v množství 20 – 35 % z celkového příjmu energie.

Základní funkce tuků v lidském organismu podle Máčka (1997):

- Slouží jako základní kámen hormonů.
- Je důležitý pro výstavbu buněčných membrán, pojiva a kůže.

- Jedná se o zásobní zdroj energie.
- Slouží jako tepelná izolace a ochrana vnitřních orgánů.
- Je potřebný pro vitamíny rozpustné v tucích (D, E, K, A).
- Obsahuje cholesterol, který je nutný pro tvorbu buněčných struktur

Tuky rozdělujeme na mononenasycené, polynenasycené, nasycené a trans-tuky (Mach, 2013).

- **Mononenasycené** – jejich podíl na celkovém energetickém příjmu, by se měl pohybovat okolo 10 – 15 %. Jejich zdrojem je olivový, řepkový, arašídový olej, ořechy, či avokádo.
- **Polynenasycené** – jejich podíl ve stravě by měl být až 10 %. Jedná se o omega 3 (sleď, makrela, losos, sardinky, tuňák, lněný a řepkový olej, vlašské ořechy) a omega 6 (ořechy, semena, slunečnicový, sezamový, světlicový, kukuřičový olej). Poměr omega 6 a omega 3 by měl být ve stravě 3:1.
- **Nasycené** – podíl ve stravě by měl dosahovat max. 10 %. Jejich zdrojem je maso, drůbež, mléčné produkty, kokosový, či palmový olej.
- **Trans-tuky** – jejich množství by mělo ve stravě dosahovat co nejmenšího množství. Jejich zdrojem jsou zpracované potraviny (sušenky, keksy a další), smažené potraviny, cukrářské zboží, levné pokrmové tuky a margaríny.

Zařazení správných tuků v optimálním množství do výživového plánu, pomáhá jak při budování svalové hmoty, redukci tuků, tak především pro udržení celkového zdraví. Množství tuků ve stravě by se mělo pohybovat mezi 0,8 – 1,2 g / kg tělesné hmotnosti. Podle Roubíka (2012) je toto množství nejvíce závislé na somatotypu jedince, kdy u endomorfu je nutná vyšší kontrola příjmu tuků, vzhledem k jejich vyššímu riziku ukládání tukových zásob a naopak u jedinců ektomorfního typu, je možné toto množství zvýšit, za cílem navýšení celkového denního příjmu, vzhledem k více jak dvojnásobnému množství energie uvolněné z tuků ve srovnání se sacharidy a bílkovinami.

2.6.8 VITAMÍNY A MINERÁLNÍ LÁTKY

Tyto látky si naše tělo nedokáže samo vytvořit a je tedy nutný jejich příjem ve stravě. Jsou součástí tisíců jednotlivých enzymů, a tudíž ovlivňují aktivitu enzymatických drah, na jejichž závislosti se uskutečňují veškeré metabolické reakce účastníci se regenerace, budování svalové hmoty, či spalování tuků. Tělo sportovce vyžaduje vyšší množství živin, vzhledem k absolvování intenzivního tréninku a tudíž i vyšší množství vitamínů a minerálů potřebných pro tyto metabolické přeměny a to až dvojnásobně. Při intenzivním pocení během tréninku například dochází ke zvýšeným ztrátám sloučenin sodíku, draslíku a chlóru (tzv. elektrolyty). Zvýšené riziko nedostatku vitamínů a minerálů u kulturistů, může být především během předsoutěžní fáze, kdy vlivem redukční diety a tím pádem restrikce energetického příjmu, nedochází k pokrytí jejich denní potřeby ze stravy a je tudíž nutné jejich využití jako doplňku stravy. (Roubík, 2012; Mach, 2013)

Dělení mikrolátek podle Skolnika a Chernuse (2001):

- **Vitamíny rozpustné ve vodě** – k tomu aby se tyto vitamíny vstřebali, je zapotřebí vody a jejich nadměrný příjem může být vyloučen močí, což však neznamená, že jejich vysoký příjem je neškodný, jak se někteří domnívají. Patří sem vitamíny skupiny B a vitamín C.
- **Vitamíny rozpustné v tucích** – k tomu aby se vstřebali je zapotřebí tuk, přijatý ve stravě. Tyto vitamíny se mohou uložit v tukové tkáni a při jejich vysokém množství dosáhnout až toxické úrovně. Patří sem vitamín A, D, E a K.

Minerální látky můžeme rozdělit na makrominerálie (vápník, hořčík, sodík, fosfor), kterých je v těle velké množství a stopové prvky (mezi hlavní patří železo, zinek, jód, fluor, selen, mangan, měď, chróm, molybden), jejichž koncentrace v těle je minimální, ale přesto životně důležitá. (Mach, 2013)

2.6.9 KVALITA VS. KVANTITA

Při úpravě výživového plánu ať již za cílem redukce tuku, či nabírání svalové hmoty, bývá z hlediska energetické bilance, kladen důraz především na kvantitu potravin, kdy do pozadí často ustupuje její kvalita. Z tohoto ohledu můžeme rozdělit výživu na:

- 1) **Energeticky bohatá** - je součástí především silových a objemových tréninkových plánů, kdy je pro tělo i jeho vývoj zajištěn dostatek energie (pozitivní energetická bilance).
- 2) **Energeticky chudá** - která bývá součástí redukčních programů (negativní energetická bilance) a naopak není zajištěn dostatečný energetický příjem.
- 3) **Nutričně bohatá** – tato strava obsahuje potřebné látky v dostatečném množství, které jsou důležité pro správný vývoj a funkci organismu.
- 4) **Nutričně chudá** – tato strava naopak neobsahuje potřebné látky, nebo je neobsahuje v dostatečném množství pro pokrytí potřeb organismu a dochází tak jeho nesprávné funkci.

Tyto typy výživy se však často v praxi prolínají. U kulturistů v objemové fázi kulturistické přípravy, za cílem hypertrofie svalové tkáně, či sportovců i nesportovců obecně, se jako výživový poradce často setkávám se stravou, která je z hlediska kvantity energeticky bohatá, avšak z hlediska kvality se zároveň jedná o stravu nutričně chudou, kdy i přes dostatečné množství potravy, dochází k absenci některých složek potravy (např. zdravé tuky, vitamíny, minerály), čímž nedochází k optimální funkci organismu a tudíž je i svalová hypertrofie značně omezena. Při redukčních dietách bývá negativní efekt nutričně chudé potravy ještě více zesílen vlivem příjmu potravy energeticky chudé. V těchto případech hraje naprosto klíčovou roli princip suplementace, který je popsán v následující kapitole.

2.6.10 VÝZNAM SUPLEMENTACE

Suplementace pomocí doplňků sportovní výživy (suplementů) se stala naprosto nedílnou součástí kulturistické přípravy, díky které je možno dosáhnout lepších, rychlejších a kvalitnějších výsledků v oblasti sportovních výkonů, či tvarování těla, ale pouze za předpokladu, je-li správně nastavený výživový plán. Konopka (2004) označuje tyto doplňky jako potencionálně ergogenní, což značí jejich pouze možnou podporu nárůstu výkonnosti, kdy existuje jen málo doplňků, u kterých jsou jejich účinky vědecky dokázaný. Každým dne je však prováděno více studií, které přináší pozitivní výsledky jejich účinnosti a využití pro sportovce a jedince, usilující o tvarování postavy, což dokazuje stále narůstající počet jejich uživatelů.

Podle Macha (2004) lze rozdělit doplňky sportovní výživy na:

- **Sacharido – proteinové přípravky podporující nárůst svalových objemů při cvičení**
- **Sportovní cereální směsi**
- **Proteinové přípravky (koktejly, tyčinky) podporující nárůst čisté svalové hmoty**
- **Aminokyseliny vhodné pro podporu růstu svalů a k jejich regeneraci**
- **Spalovače tuků a stimulanty metabolismu**
- **Prekurzory testosteronu**
- **Kloubní sportovní výživa**
- **Diuretické přípravky umožňující krátkodobou regulaci tělesné hmotnosti v návaznosti na sportovní soutěže**
- **Sportovní nápoje**
- **Přípravky na prohloubení regenerace**

Další možné dělení uvádí Vilikus (2012) dle charakteru výkonu:

- **Vytrvalostní sporty** - karnitin, kofein, bikarborát, ketokyseliny, větvené aminokyseliny a mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem.
- **Rychlostní sporty** – karnosin, koenzym Q10.
- **Silové sporty** – proteinové a aminokyselinové doplňky, kreatin, ketokyseliny, glutamin, arginin, větvené aminokyseliny (BCAA), konjugovaná kyselina linolová, chrom, hydroxy-methylbutyrát (HMB), vitamín B12, kyselinu listová.

Jako poslední si uvedeme dělení podle efektu, či cíle (Mandelová, Hrdličková, 2007):

- **Síla a svalový růst** - proteiny, hydrolyzáty bílkovin, peptidy, aminokyseliny, HMB, kreatin.
- **Získání energie** - sacharidové přípravky, kreatin.

- **Hubnutí, podpora vytrvalosti a uvolňování energie** - kofein, CLA, karnitin, koenzym Q10, chróm, vláknina, HCA.
- **Zvyšování imunity s cílem zdravotní prevence** - echinacea, ginko biloba, lněný olej, chondroitin, glukosamin, CLA, omega 3.
- **Vitamíny, minerální látky a stopové prvky** - vitamin C, hořčík, vápník, multivitaminy a minerály, chróm, beta - karoten a další.
- **Sportovní nápoje** – iontové a energetické nápoje.

Použití těchto doplňků je závislé především na specifických cílech, kterých chceme dosáhnout v rámci dané etapy tréninkového procesu. Dále pak na trénovanosti, věku, stupni a druhu pohybové aktivity. V neposlední řadě je nutný výběr kvalitního produktu, vzhledem k velkému množství, které je na trhu nabízeno. Mezi nejnámější a zároveň nejpoužívanější suplementy, jejichž účinnost byla potvrzena řadou vědeckých studií, patří například proteinové doplňky, kreatin, glutamin, či BCAA. V rámci této práce jsou pro nás důležité především doplňky sportovní výživy, využívané v rámci předsoutěžní přípravy, která je z hlediska výživy blíže rozebrána v následující kapitole.

2.7 SPECIFIKA VÝŽIVOVÝCH POSTUPŮ V PŘEDSOUTĚŽNÍ FÁZI

Jak u závodníků v předsoutěžní přípravě, tak u rekreačních, či kondičních sportovců, jejichž cíl je redukce tuku, hraje výživa naprosto klíčovou roli. Mnoho sportovců i odborníků uvádí, že výživa má při redukci tuku větší význam, než samotný trénink. Dodržování výživových postupů však znamená pro mnoho jedinců více námahy, než ten nejtvrdší trénink. O to více u kulturistů, kdy bývá užíváno někdy až extrémních postupů. V následující kapitole si uvedeme základní specifika výživových postupů v předsoutěžní přípravě u kulturistů, které je však možno využít i u kondičních sportovců. Hlavním cílem při redukci tuku podle Macha (2013) je zachování co nejvyššího množství svalové hmoty se současným odstraněním zatěžujícího a neestetického podkožního a útrobního tuku. Dalším cílem by mělo být tento efekt udržet i po skončení diety a zabránění tzv. jojo efektu.

2.7.1 HLAVNÍ VÝŽIVOVÉ ZÁSADY PŘI REDUKCI TUKU

Nejdříve si však uvedeme hlavní výživové zásady při redukci tuku dle Tlapáka (2010):

- Rozdělení stravy do 6 dávek
- Vyřazení sladkostí a jiných potravin obsahující jednoduché cukry.
- Nahrazení jednoduchých cukrů složitými (celozrnné výrobky, rýže, těstoviny, brambory apod.).
- Zvýšení příjmu zeleniny (konzumace kdykoliv i večer).
- Vyřazení večerního příjmu ovoce (i ovocných šťáv).
- Snížení živočišného a zvýšení rostlinného (a částečně rybího) tuku v potravě.
- Příjem energie spíš dopoledne a bílkovin odpoledne (i večer).
- V některých případech je možné oddělení příjmu bílkovin a sacharidů (dělená strava).
- Příjem cca 2 – 3 litrů tekutin (samozřejmě bez cukru) denně (nutno vzít v úvahu tělesnou hmotnost a vliv okolního prostředí).
- Zvýšení příjmu vlákniny.
- Občasné zařazení očištných dnů (pití pouze ovocných zeleninových šťáv).

Roubík (2012) zdůrazňuje především pravidelnost přijímaných jídel, díky které je tělo přesvědčeno, že není potřeba si udržovat zásoby energie ve formě tuku. Dále je doporučováno v souvislosti s adaptací metabolismu na dietu a tím jeho zpomalení, zařazení tzv. cheating day (hladového dne), kdy dochází k vyřazení veškerých dietních postupů a zařazení potravin, na které má tělo chuť, čímž dojde vyplavení hormonů, které znovu metabolismus nastartují. Tato metoda by však měla být využívána pouze jednou během několika týdnů, obvykle 1 – 2x do měsíce.

Další důraz by měl být kladen především na pitný režim, kdy Tlapák (2010) doporučuje 2 – 3 l denně. Je však nutno vzít v úvahu hmotnost jedince a vliv okolního prostředí. Jako vhodnější se nám jeví doporučení 40 ml / kg / den, které pro 80 kg kulturistu znamená 3,2 l tekutin denně. Tato hodnota však nezahrnuje pitný režim během

tréninku, který by měl odpovídat cca 200 ml, každých 20 minut pohybové aktivity. Další důležitý parametr je vliv okolního prostředí, kdy při vyšších teplotách dochází také k vyšším ztrátám tekutin, vlivem pocení, ke kterému dochází ve zvýšené míře také vlivem zvýšení aerobní aktivity a intenzity tréninku během předsoutěžní etapy.

2.7.2 ROZDĚLENÍ A DÉLKA PŘEDSOUTĚŽNÍ DIETY

Stejně jako trénink, je i předsoutěžní dietu vhodné podle Roubíka (2012) rozdělit na 2 části:

- **První část předsoutěžní diety** – je charakterizována především zkvalitněním zdrojů živin, vyřazení nezdravých potravin (slazené nápoje, tučná jídla, bílé pečivo a další), při dosažení mírné negativní energetické bilance, které dosáhneme především snížením množství sacharidů. Po přechodu z objemové fáze, bude i tato méně radikální dieta dosahovat vysoké účinnosti.
- **Druhá část předsoutěžní diety** – nastává po 4 – 8 týdnech diety, kdy je tudíž nutné stejně jako u tréninku zařazení ještě intenzivnějších postupů. Toho je nejčastěji v kulturistice dosaženo využitím principu vlnění sacharidů (sacharidové vlny), který je popsán v samostatné kapitole.
- **Závěrečná část přípravy** - je vrcholem celé přípravy, která probíhá poslední týden před soutěží a může se opakovat, v závislosti na počtu soutěží, kterých se závodník účastní, a jejíž cíl je maximalizace separace svalstva pomocí technik odvodnění a superkompenzace.

Důležité je také nastavení celkové délky diety, která je závislá především na aktuálním množství tuku, či hmotnostního úbytku, kterého chceme dosáhnout například v rámci dané hmotnostní kategorie. Předsoutěžní dieta obvykle trvá mezi 2 – 4 měsíci. Začne-li se s dietou v příliš krátkém čase před soutěží, jsou kulturisté často nuceni k nárazovým dietám, které vedou k vyšším úbytkům svalové hmoty. Optimální množství úbytku hmotnosti za týden, by se měl pohybovat mezi 0,5 – 1 kg, přičemž vyšších hodnot může být dosaženo především v začátcích diety. Vyšší než 1 kg hmotnostního úbytku znamená nežádoucí spalování svalové hmoty jako zdroje energie. Je nutné brát také v úvahu hmotnostní úbytek 2 – 4 kg, kterého je dosaženo během závěrečné fáze pomocí odvodnění. Má-li tedy 100 kg kulturista 12 % podkožního tuku tj. 12 kg, měřeného pomocí

kaliperace, je nutné při hmotnostním úbytku do 1 kg za týden, stanovit celkovou délku diety přibližně na 12 – 15 týdnů. Je nutné zdůraznit, že se jedná o redukci tuku podkožního, který může dosáhnout až teoretické nuly, nikoliv tuku celkového, kde jsou hodnoty vyšší a jehož fyziologické minimum je 3 – 5 % u mužů a 10 – 12 % u žen, podle standardu EU. (Roubík, 2012; Kleiner, 2010; Stackeová, 2008)

2.7.3 DÁVKOVÁNÍ ŽIVIN V PŘEDSOUTĚŽNÍ FÁZI

Existuje celá řada diet, používaných k redukci tělesného tuku (např. zónová dieta, atkinsova dieta, dělená strava, dieta podle krevních skupin, instantní dieta, vegetariánství, „tukožroutská polévka“, 8 hodinová dieta, hollywoodská 48 hodinová zázračná dieta a další). V kulturistice je v naprosté většině využíváno diet manipulujících s množstvím sacharidů, kdy k výpočtu energetického příjmu a makroláték je využíváno několika metod. K sestavení jídelníčků pomocí následujících metod je zapotřebí znát energetickou hodnotu makroláték, která jak již bylo zmíněno, je 4 kcal (17 kJ) pro sacharidy a bílkoviny a 9 kcal (38 kJ) pro tuky.

První metodou, která nepočítá s celkovým denním výdejem je sestavení plánu podle přesného množství dávkování jednotlivých makroláték, které se u autorů může lehce lišit. Roubík (2012) doporučuje množství 3 – 4 g / kg sacharidů v první fázi a 2 – 3 g / kg v druhé fázi, dále množství 2,2 – 2,5 g / kg bílkovin a 30 – 50 g tuků na den v první fázi a množství do 30 g na den v druhé fázi diety. Kleiner (2010) uvádí množství 3 – 4 g / kg sacharidů u mužů a 2,5 – 3,5 g / kg sacharidů u žen, dále množství 2,2 g / kg bílkovin a 0,8 – 1,5 g / kg tuků pro muže a 0,7 – 1,4 g / kg u žen.

Příklad nastavení makroláték pro 80 kg kulturistu s doporučenými hodnotami podle Kleiner (2010):

Příjem bílkovin: $80 \times 2,2 = 176 \text{ g}$ x 4 = **704 kcal**

Příjem sacharidů: $80 \times 4 = 320 \text{ g}$ x 4 = **1280 kcal**

Příjem tuků: $80 \times 1 = 80 \text{ g}$ x 9 = **720 kcal**

Celkový energetický u této metody by tudíž činil 2 704 kcal s nastavením makroláték 176 g bílkovin, 320 g sacharidů a 80 g tuků na den. Výhodou je jednoduchý výpočet jednotlivých živin a celkového denního příjmu potravy. Naopak nevýhodou je právě to, že nepočítá s celkovým denním výdejem, který je závislý na bazálním metabolismu a pohybové aktivitě, přičemž oba tyto parametry se u jednotlivců liší.

Druhou metodou je nastavení celkové denní energetické potřeby pro účinné spalování tuků, kterou určíme výpočtem celkového denního energetického výdeje (podle návodu v kapitole o energetické bilanci a metabolismu) a jeho snížením o cca 200 – 500 kcal. Z této hodnoty je následně vypočítán trojpoměr živin, jejichž procentuální zastoupení by mělo být cca 30 – 35 % bílkovin, 40 % sacharidů a 25 – 30 % tuků. U tohoto způsobu je nutné mít na vědomí, že energetický příjem v den odpočinku se liší a tudíž je nutné snížit hodnotu energetického příjmu o pohybovou aktivitu, která není v ten den prováděna. (Kleiner, 2010; Coufalová, 2013)

Příklad nastavení energetické potřeby pro účinné spalování tuků pro 80 kg kulturistu s celkovým denním výdejem cca 2 800 kcal:

Celková denní energetická potřeba: $2800 - 400 = 2\ 400\ \text{kcal}$

Příjem bílkovin: $2400 \times 0,3 = 720\ \text{kcal} / 4 = 180\ \text{g}$

Příjem sacharidů: $2400 \times 0,4 = 960\ \text{kcal} / 4 = 240\ \text{g}$

Příjem tuků: $2400 \times 0,3 = 720\ \text{kcal} / 9 = 80\ \text{g}$

Celkový energetický příjem by v tomto případě činil 2 400 kcal se zastoupením makrolátek 180 g bílkovin, 240 g sacharidů a 80 g tuků. Výhodou této metody, že počítá s individuálním celkovým energetickým výdejem a tudíž je větší pravděpodobnost správného nastavení makrolátek a energetického příjmu pro daného jedince. Nevýhodou této metody je trochu větší složitost výpočtu, kdy je nutná znalost bazálního metabolismu a energetického výdeje při denních aktivitách.

Třetí metodou je kombinace předchozích dvou způsobů, kdy nejprve vypočítáme celkovou denní energetickou potřebu pro účinné spalování tuků stejně jako u druhé metody, čímž dosáhneme negativní energetické bilance. Poté spočítáme denní energetickou potřebu z bílkovin a sacharidů, které je stejné jako u první metody. Toto množství poté odečteme od celkové denní energetické potřeby a dostaneme tak množství kalorií, které přijmeme ve formě sacharidů. To poté vydělíme jejich energetickou hodnotou 9, čímž dostaneme přesné množství sacharidů na den. (Kleiner, 2010; Coufalová, 2014)

Příklad nastavení energetické potřeby pro účinné spalování tuků pro 80 kg kulturistu s celkovým denním výdejem cca 2 800 kcal a doporučenými hodnotami podle Kleiner (2010):

Celková denní energetická potřeba: $2800 - 400 = 2\ 400$ kcal

Příjem bílkovin: $2,2 \times 80 = 176$ g $\times 4 = 704$ kcal

Příjem tuků: $1 \times 80 = 80$ g $\times 9 = 720$ kcal

Příjem sacharidů: $2400 - (704 + 720) = 976$ kcal / 4 = 244 g

Celkový energetický příjem by v tomto případě činil 2 400 kcal se zastoupením makrolátek 176 g bílkovin, 80 g tuků a 240 g sacharidů. Jedná se vlastně o variantu první metody s tím rozdílem, že je zde počítáno s celkovým energetickým výdejem a tudíž je tato metoda více přesná. Nevýhody jsou zde stejné jako u druhé metody.

2.7.4 PRINCIP SACHARIDOVÝCH VLN

Princip cyklování sacharidů, je využíván téměř každým kulturistou na světě. Jejich účinnost se prokázala nejen v kulturistice, ale i u rekreačních sportovců při tvarování postavy, či redukci nadváhy. Podle Macha (2013) spočívá princip střídání nízkých a vysokých vln sacharidů v odvrácení stravovacího stereotypu, na které se tělo adaptuje a čímž dochází k ochraně organismu před ukládání tuků do zásob a jejich lepšímu využití jako zdroje energie. Existuje několik možných provedení sacharidových vln. Například Roubík (2012) uvádí použití sedmidenních vln, kdy celkové množství sacharidů za týden odpovídá 2 – 3 g na kilogram tělesné váhy. V praxi pak tato vlna vypadala například takto:

50 – 100 – 150 – 250 – 250 – 450

Později se u kulturistů osvědčila vyšší účinnost u vln tzv. dvouvrcholových během jednoho týdne, systémem 3 + 1, které vypadala takto (Roubík, 2012):

0 – 50 – 150 – 300 – 50 – 100 – 250 – 350

Dalším typem, vytvořeného především z praktického hlediska, byla vlna také dvouvrcholová, kdy ale začátek a vrchol vlny vycházel vždy na stejné dny v týdnu a vypadala například takto (Roubík, 2012):

100 – 200 – 350 – 50 – 150 – 250 – 450

Mach (2013) dále uvádí vlny čtyřdenní, které se opakují 7krát za sebou a jejichž celková doba užívání je 28 dní. V rámci čtyřdenního cyklu jsou mezi první a čtvrtý nízkosacharidové dny (např. 1 g / kg), vloženy dva dny s dvojnásobným příjmem sacharidů (2 g / kg). Roubík (2012) dále doporučuje, zařazení dne s nejvyšším množstvím sacharidů na netréninkový den a současné snížení bílkovin o 0,5 g / kg v tomto dni. Je-li váhový úbytek vyšší než 0,5 – 1 kg za týden, je vhodné přidání 50 g sacharidů v rámci každého dne a opačného postupu, nedochází-li k žádným, nebo velmi pomalým úbytkům hmotnosti.

2.7.5 SUPLEMENTACE V PŘEDSOUTĚŽNÍ FÁZI

Roubík (2012) uvádí, že význam suplementace v předsoutěžní fázi, má ještě větší úlohu, než ve fázi objemové, vzhledem k restrikci energetického příjmu, vyšším nárokům na regeneraci a nutnosti dodání co nejkvalitnějších živin svalovým buňkám pro jejich ochranu a účinné spalování tuku.

Za nejdůležitější v předsoutěžní fázi jsou považovány následující doplňky (Mandelová, Hrčičířková, 2007; Mach, 2004; Roubík, 2012; Kleiner, 2010):

Vitamíny a minerály – důležitost těchto látek již byla zmíněna. Jsou důležité pro veškeré metabolické reakce v těle, a proto jsou uvedeny v suplementaci na prvním místě. Jejich dávkování je přibližně dvojnásobné oproti běžným doporučovaným hodnotám. Na trhu je možno najít multivitaminové a minerální přípravky, se zastoupením jednotlivých mikrolátek v množství určené přímo pro sportovce.

Proteinové přípravky – jsou označovány jako nejdůležitější doplněk jak v rámci objemové, tak předsoutěžní přípravy, sloužící k doplnění bílkovin ve stravě a k využití metabolické příležitosti (anabolického okna) po tréninku, čímž urychluje regeneraci a startuje anabolické procesy. V předsoutěžní přípravě jsou doporučovány kvalitnější proteinové izoláty a hydrolyzáty, které jsou tělem lépe využity a obsahují nižší množství mléčného cukru a tuku. Nejste-li však kulturista na vysoké výkonnostní úrovni, je možné si vystačit s klasickým proteinovým koncentrátem s obsahem bílkovin 75 % a více. Nejvyužívanější a nejkvalitnější z hlediska využitelnosti je syrovátkový protein, který je vhodný především po tréninku a během dne. Jeho dávkování je důležité především po tréninku v množství 20 – 40 g, spolu s nízkým množstvím rychlých, či kombinace rychlých a pomalých sacharidů (cca 10 – 30 g). Je také možné úplné vyřazení sacharidů ihned po tréninku, kdy však dochází k přeměně části bílkovin na glukózu. Další dávky je možné užít v průběhu dne v závislosti na celkovém množství bílkovin ve stravě. Dalším často

využívaným proteinovým doplňkem je kaseinová bílkovina, jejíž trávení probíhá až 8 hodin a její užití je vhodné především před spaním k zajištění dlouhodobého přísunu bílkovin a tím omezení katabolických reakcí během noci. Najít ji můžeme buď jako samostatný doplněk, nebo jako součást tzv. nočních proteinů v kombinaci s dalšími zdroji bílkovin. Její dávkování se pohybuje mezi 30 – 50 g konzumované před spaním.

BCAA – aminokyseliny s rozvětveným řetězcem (valin, leucin, isoleucin) jsou jediné aminokyseliny, které procházejí játry beze změny a jsou tudíž rychle vychytávány z krve ke svalovým tkáním. Mají silný antikatabolický účinek, čímž slouží především jako náhradní zdroj energie pro svaly a zabraňují tak vlastnímu pálení svalových bílkovin, ke kterému je tělo během restriktce energetického příjmu vysoce náchylné. Doporučené dávkování je 5 – 10 g před i po tréninku. V případě absolvování tréninku delšího jak 90 minut je vhodné užití další dávky během tréninku.

Komplexní aminokyselin – jedná se o komplex všech aminokyselin, které jsou lépe využity organismem vzhledem k jejich naštěpení, čímž nezatěžují trávicí systém a jsou schopny se rychle dostat do svalů a doplnit tak chybějící živiny. Jejich dávkování je vhodné především ráno a v období okolo tréninku dle doporučeného množství podle výrobce.

Glutamin – jedná se o neesenciální aminokyselinu, která podporuje obnovu svalové tkáně, zabraňuje vyčerpání jaterního glykogenu, redukuje buněčnou acidózu a je stavebním kamenem pro enterocyty a imunocyty, čímž výrazně podporuje imunitní systém. Její dávkování je vhodné především spolu s BCAA v množství 5 – 10 po tréninku a před spaním. Při intenzivním výkonu, či výrazné restriktci energetického příjmu je jeho podání možné i před tréninkem.

Kreatin – kreatin je zřejmě nejlépe prozkoumaným doplňkem sportovní výživy, jehož účinnost byla mnohokrát prokázána a je tudíž považován za nejsilnější legální doplněk s anabolickým efektem. Tato látka slouží v těle jako zdroj energie k resyntéze ATP, především pro krátkodobé silové výkony. Kreatin má mnoho forem, přičemž základní a podle všeho zatím neúčinnější formou tvoří kreatin monohydrát. V předsoutěžní fázi je však doporučováno jeho vyřazení, vzhledem k možnému zvýšenému zadržování vody v mezibuněčných prostorech, které je před soutěží nežádoucí. Jako vhodnou variantu lze použít creatin ethyl ester, který nezpůsobuje retenci vody, díky schopnosti jednoduššího transportu dostat se do svalové buňky. Dávkování ethyl esteru je

doporučováno v množství 2 – 4 g rozdělených ve dvou dávkách před a po tréninku v tréninkové dny a kdykoliv během dne v netréninkové dny.

Spalovače tuků – podle Roubíka (2012) je můžeme rozdělit do tří skupin. První jsou stimulační látky, mezi které patří například kofein, synefrin, taurin, guarana a další. Tyto látky slouží k využití tuků jako zdroje energie a nabuzení organismu před tréninkem, či během dne. Druhou jsou látky s termogenním efektem, které zvyšují stupeň metabolických reakcí s rostoucí teplotou během tréninku, čímž dochází k účinnějšímu spalování tuků. Patří sem synefrin, extrakt ze zeleného čaje, hydroxycitrónová kyselina (HCA), či extrakt z pepřů a vrbové kůry. Poslední skupinou jsou lipotropní látky, které zvyšují transport mastných kyselin do mitochondrií a tím zvyšují jejich oxidaci (spalování). Patří sem například karnitin, guggulsterony, cholin, či rosavin.

Tribulus terrestris – jedná se o extrakt z byliny kotvičnicku zemního, jehož efekt spočívá ve stimulaci produkce testosteronu v lidském těle a tím vyššímu využití bílkovin ve svalových buňkách a rychlejší regeneraci. Někteří sportovci a autoři však pochybují o jeho účinnosti, případně dodávají, že tribulus není schopný zvýšit přirozenou produkci testosteronu nad fyziologickou hranici. Nicméně v případě přirozeně snížené produkce testosteronu, například s přibývajícím věkem, nebo v rámci předsoutěžní přípravy, kdy je snižená produkce vlivem omezení nasycených mastných kyselin potřebných pro jeho tvorbu, přispívá tento doplněk k jeho normalizaci. Doporučené dávkování je mezi 250 – 1500 mg a je závislé na procentuálním množství steroidních saponinů. Závodníci však potvrzují jeho účinky až při dávkách od 3 g a více.

2.7.6 ZÁVĚREČNÁ ČÁST PŘEDSOUTĚŽNÍ DIETY

Cílem závěrečné části diety, která probíhá v rámci posledního týdne před soutěží, je především krátkodobé zvýšení množství svalového glykogenu za pomoci sacharidové superkompenzace, které vede k vyššímu objemu a plnosti svalů a současnému odstranění vody z podkoží a tím zlepšení separace svalů. Je nutné uvést, že vzhledem k manipulaci s vodou, se jedná o nejnezdравější etapu kulturistické přípravy a její využití je tudíž nutné důkladně promyslet. (Roubík, 2012)

Podle Mach (2013) lze fázi redukce podkožní vody a naplnění svalstva glykogenem rozdělit do 5 bodů:

- **Spálení tuků** – tato část by již měla být úspěšně absolvována během předchozích částí předsoutěžní přípravy a množství podkožního tuku by tudíž mělo být minimální.
- **Redukce zásob glykogenu** – tohoto principu dosáhneme snížením příjmu sacharidů na 0,5 g / kg, kdy je vhodné zařazení dvoufázových tréninků s lehkými váhami při odcvičení 2 – 3 cviků na každou svalovou partii po 3 sériích a vyšším počtu opakování (15 – 20), čímž dojde k využití svalového glykogenu jako primárního zdroje energie. Snížení příjmu sacharidů však nelze kompenzovat zvýšeným příjmem tuků, či bílkovin, jelikož si je tělo schopné glykogen z bílkovin vytvořit tzv. glukoneogenezí. Aby se minimalizovalo množství spálené svalové hmoty, je možné využití BCAA. Dále je v této fázi často využíváno principu tzv. „přepití“ organismu, kdy dojde ke zvýšenému příjmu vody, čímž dojde také k navýšení vylučování vody z organismu, které pokračuje i po následném omezení příjmu tekutin během posledních 2-3 dnů před soutěží, které je popsáno v posledním bodě.
- **Nevyprazdňovat glykogen až do nuly** – fáze vyprázdnění trvá většinou 2 – 4 dny v závislosti na množství glykogenu, které určuje hmotnost sportovce. Při nulovém přísunu sacharidů a vysoké vyčerpání glykogenu, dochází i přes užití BCAA ke spálení značného množství svalové hmoty, které již nemusí být během cukrování vykompenzováno a tudíž by nemělo dojít k úplnému vyprázdnění glykogenových rezerv.
- **Cukrování** – po vyprázdnění zásob glykogenu nastává fáze „cukrování“, která je charakteristická vysokým příjmem sacharidů, především komplexních a to v množství 8 – 10 g / kg denně. Trénování probíhá pouze minimální intenzitou, nebo vůbec. Roubík (2012) doporučuje využívání izometrické kontrakce při pózování až několikrát denně, kdy dochází k prokrvení svalů a tím rychlejšímu přísunu glukózy do svalů. Minimálně poslední dva dny bychom měli vyřadit všechny potraviny obsahující sůl, či umělá sladidla, které jsou také na bázi sodíku.

- **Omezení vody** – vyčerpáním zásob glykogenu dojde také k redukci vody zadržené ve svalech, kterou na sebe glykogen váže. Po zařazení sacharidů zpět do stravy během cukrování, dochází k opětovnému natažení vody, nicméně už jen pouze do svalu, vzhledem k vyřazení soli ze stravy a tudíž nedochází k uložení vody do podkoží. Množství vody je poslední dva dny omezeno na 20 – 50 % normálu, spolu se zařazením draslíku, který podporuje odvodnění.

K těmto bodům Roubík (2012) dále uvádí 2 druhy odvodnění, kdy u prvního, tzv. částečného odvodnění nedochází k restrikci pitného režimu. Je však nutné vyřazení všech složek potravy, které by mohli zapříčinit zadržování vody v podkoží (jednoduché cukry, sůl a přípravky na jejich bázi, bílkoviny, tuky). U druhého typu odvodnění tzv. totálního, dochází k úplnému vyřazení tekutin 2 – 3 dny před soutěží, s výjimkou malé, silné kávy ráno před soutěží, která odvodnění ještě umocní. Vzhledem k úplnému vyřazení tekutin je však možné zařazení jednoduchých cukrů, které i přes zvýšení hladiny inzulínu nezpůsobí retenci vody v podkoží.

2.8 SHRNUÍ ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Při praktickém návrhu tréninkového a výživového plánu v rámci předsoutěžní etapy, vycházíme z informací získaných studiem odborné literatury. Ta uvádí, že u tréninkového programu by mělo dojít především ke zvýšení relativní intenzity silového tréninku pomocí zkrácení odpočinkových pauz, zvýšeného objemu a frekvence tréninku a použití intenzifikačních technik, v první části předsoutěžní etapy. Dále bylo dříve doporučováno zařazení vysokých dávek aerobních tréninků v kombinaci s posilovacím tréninkem za použití nižších vah a vysokým počtu opakování (15 a více), se kterým se částečně neshodují a jsem tudíž nakloněn doporučením posledních let, která kombinují zařazení posilovacího tréninku s těžšími váhami v rozmezí počtu opakování 8 – 15 RM, pro stimulace vláken prvního i druhého typu, v kombinaci s tréninkem HIIT, který dle studií vede k vyššímu spalování tukových zásob při současném udržení většího množství svalové hmoty. Nicméně vzhledem k výhodám aerobního tréninku se jako nejvhodnější jeví kombinace HIIT a aerobní aktivity, kdy je možné využít výhod obou. U návrhu výživového plánu, je doporučováno dosažení negativní energetické bilance za pomoci sacharidové restrikce, která však dle mého názoru, bývá u kulturistů často příliš vysoká, založená na doporučení profesionálních závodníků, u kterých je ale nutné brát v potaz

časté užívání zakázaných podpůrných látek, které minimalizují svalovou atrofii během diety. Nicméně z osobních zkušeností, zkušeností naturálních závodníků a doporučení zkušených trenérů, nesmí být sacharidová restrikce příliš vysoká, aby nedocházelo ke glukoneogenezi tj. využívání svalových bílkovin jako zdroje energie a tudíž svalové atrofii. Dále je nutné zkvalitnění potravin a dodržování přesných hodnot dávkování jednotlivých živin. Po několika týdnech, kdy se tělo adaptuje na stávající zátěž i výživový plán a dochází tak k oslabení impulsu pro spalování tuků, je nutná další úprava zátěžových parametrů tréninku a tím další zvýšení relativní intenzity, především pomocí zařazení většího množství intenzifikačních technik, aerobního a HIIT tréninku a současného dalšího snížení energetického příjmu, dodržení nejvyšší kvality potravin a úprava denního množství jednotlivých makrolátek, kterého je docíleno především další restrikcí sacharidů, či zařazením sacharidových vln. Důležitými faktory, které rozhodují o míře účinnosti a případné potřebě úpravy intervenčního programu, je věk, trénovanost, somatotyp, denní režim, úroveň a množství prováděných aktivit. Celá příprava poté vrcholí posledním týdnem před závody, kdy za pomocí principu odvodnění a sacharidové superkompenzace, je docíleno maximální separace, hustoty a objemu svalstva. Princip sacharidové superkompenzace však bývá některými studii podporován a některými zavrhován a tudíž je zapotřebí dalšího zkoumání. Je však nutné u principu odvodnění zdůraznit jeho možný negativní vliv na zdraví. Nelze však popřít jasně viditelný pozitivní efekt na separaci svalstva a tudíž je aplikace této metody závodníkem, pouze na vlastní nebezpečí.

Z osobních zkušeností jakožto závodníka v kulturistice federace IFBB, fitness trenéra a výživového poradce, se setkávám s mnoha variacemi sestavení tréninkového i výživového plánu, které bývají často extrémní, až zdraví ohrožující, ve snaze co nejrychlejší výsledků. Jako problémové vidím především nedostatek kvalitních materiálů, kdy si informace volně publikující na internetu i v jiných formách často protiřečí. Jako nevyhovující vidím také často nedostatečnou kvalifikaci trenérů, se kterou se často setkávám, kdy dochází k přenosu mnohdy nesprávných informací, především z hlediska špatné techniky cvičení a extrémních postupů na klienty. Dalším problémem mohou být doporučení, sestavené na základě osobních zkušeností profesionálních kulturistů, u kterých je často využíváno zakázaných podpůrných látek. Nicméně tyto postupy mohou být pro naturálního závodníka neúčinné, či zdraví ohrožující. Dle mého názoru je nutné podporovat především sladění zdravotní a závodní stránky v kulturistice a sportu obecně.

3 CÍLE, HYPOTÉZY A ÚKOLY PRÁCE

3.1 CÍL PRÁCE

Cílem závěrečné práce je popis specifických tréninkových a výživových postupů v předsoutěžní přípravě v kulturistice a zhodnocení jejich vlivu na tělesné složení u vybraného testovaného souboru v rámci 8 týdenního intervenčního programu.

3.2 HYPOTÉZY PRÁCE

1. Významné redukce tuku lze dosáhnout v rámci 8 týdenního intervenčního programu, sestaveného na základě dosažení negativní energetické bilance, pomocí sacharidové restrikce v kombinaci s vysoce intenzivním silovým tréninkem.
2. Intervenční program je schopen vyvolat významnou změnu kvality svalové hmoty, hodnocenou pomocí koeficientu ECM / BCM.
3. Parametry tělesného složení jsou závislé na použité metodě měření.

3.3 ÚKOLY PRÁCE

1. Studium domácí i zahraniční odborné literatury, která se zabývá problematikou tělesného složení a tréninkových a výživových postupů v oblasti sportu, fitness a kulturistice.
2. Souhrn poznatků z odborné literatury.
3. Sestavení tréninkového a výživového plánu pro testovaný soubor na základě
4. Realizace měření
5. Zpracování dat a jejich interpretace
6. Závěry pro praxi

4 METODIKA PRÁCE

4.1 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU

Sledovaný soubor tvořili 2 probandi, kteří podstoupili vstupní měření parametrů tělesného složení, které jsou uvedeny v tabulce č. 17 doplněné o následující informace, poukazující na individualitu aktivit a zkušeností v osobním a pracovním životě.

Proband č. 1: věk 24 let, výška 175 cm, váha 77 kg, vyrovnaný mezomorf (1,8 -5,7 – 1,5) stanovený podle Cartera (2002), hodnota bazálního metabolismu (BMR) 2020 kcal, nekuřák, který již dva roky navštěvuje Fakultu tělesné výchovy a sportu v Praze. Do 15 roku života se věnoval fotbalu a poté začal se silovým tréninkem. Více jak 5 let se věnuje silovému tréninku a zároveň se pomocí tohoto intervenčního programu připravuje na svojí první mistrovskou soutěž v kulturistice, v kategorii physique.

Proband č. 2: věk 29 let, výška 180 cm, váha 78,6 kg, endomorfní mezomorf (3,8 – 7 – 1,9) stanovený podle Cartera (2002), hodnota bazálního metabolismu (BMR) 1970 kcal, nekuřák, střídavý uživatel alkoholu a voják z povolání již 10 let. Silovému tréninku se věnuje více jak 3 roky, před kterými se věnoval spíše vytrvalostním aktivitám, především běhu.

Oba probandi podstoupili před intervencí 7 měsíční tréninkový plán, rozdělený na silový trénink (září – říjen), silově – objemový trénink (listopad – prosinec) a objemový trénink zaměřený na hypertrofii svalstva (leden – březen), který byl vytvořen podle totožných zátěžových parametrů, pouze s individuálním zaměřením na oslabené svalové partie. Vlastní intervence za cílem redukce tuku trvala 2 měsíce, v období duben - květen, po které první proband absolvoval jarní soutěže konané pod záštitou SKFČR (Svaz kulturistiky a fitness České republiky). Druhý proband podstoupil intervenci v rámci přípravy na závodní sezónu 2016, ve které by chtěl poprvé startovat jako závodník a tudíž mu intervence sloužila především za účelem vyhodnocení úrovně adaptačních procesů svého těla na redukční dietu.

4.2 METODY MĚŘENÍ

Všechny měření v rámci této práce byla prováděna v laboratoři sportovní motoriky na Fakultě tělesné výchovy a sportu v Praze. Měření bylo prováděno několika metodami pro odhad tělesného složení a to konkrétně pomocí metody kaliperace (kaliperem typu Best a výpočtu množství tuku podle Pařízkové), bioimpedance (BIA 2000, Tanita MC-980) a antropometrických ukazatelů (váha). Z výstupních údajů těchto tří metod bylo vybráno a sledováno několik parametrů a to celkové množství tělesné vody (TBW) a jejich složek (intra a extracelulární voda), koeficient ECM / BCM, procento celkového (BIA, Tanita) a podkožního tuku (kaliperace) a množství svalové hmoty.

Při měření pomocí bioelektrické impedance bylo pro získání objektivních hodnot dodržováno následujících doporučení:

- Nejíst a nepít po dobu 4-5 hodin před měřením
- Necvičit po dobu 12 hodin před měřením
- Nepožívat alkohol po dobu 24 hodin před měřením
- Vyprázdnit močový měchýř před měřením a opětovná hydratace organismu pomocí neslazené tekutiny
- Přesné umístění elektrod (BIA 2000) a očištění styčných ploch (Tanita)
- Opakované měření provádět vždy za předchozích podmínek a ve stejnou časovou dobu

Během 8 týdenního intervenčního programu bylo provedeno 5 měření u každého probanda, které zahrnovalo vstupní měření a poté další 4 měření, mezi kterými byl 2 týdenní časový odstup. U probanda č. 1 byly poté provedeny další 2 měření, během sacharidové superkompensace, v rámci závěrečného týdne před účastí na kulturistické soutěži v kategorii Physique, kdy první z těchto měření je absolvováno po vyprázdnění glykogenových rezerv a druhé po skončení superkompensace, den po závodech.

4.3 VĚCNÁ VÝZNAMNOST

Věcná významnost nám v tomto případě udává, zda-li je pro nás výsledná hodnota „x“, označující rozdílovou hodnotu u sledovaných parametrů tělesného složení před a po absolvování 8 týdenního intervenčního programu, významná, vzhledem ke stanovené hladině věcné významnosti, znázorněné v tabulce č. 10. Pokud je tedy hodnota $x <$ hladina

věcné významnosti, znamená to, že tento výsledek je pro nás z hlediska věcné významnosti nevýznamný. Naopak je-li hodnota $x \geq$ hladina věcné významnosti, považujeme tento výsledek za významný. Hladina významnosti byla určena na základě celkové délky intervence, vstupních hodnot probandů a s přihlédnutím k možným chybám měření jednotlivých metod, které se však v průběhu měření snažíme minimalizovat.

Tabulka 11: Stanovení hladiny věcné významnosti u sledovaných parametrů tělesného složení

Parametr tělesného složení	Hladina věcné významnosti
Podkožní tuk (kaliperace)	3 %
Celkový tuk (bioimpedanční analýza)	2 %
Koeficient ECM / BCM	0,02

4.4 NÁVRH TRÉNINKOVÉHO PLÁNU

Cílem tréninkového plánu bylo navýšení energetického výdeje během i po tréninku (EPOC efekt) a stimulace kosterního svalstva, za účelem dosažení maximální separace, hustoty, objemu a symetrie jednotlivých svalů. U obou probandů byl použit totožný tréninkový program, s přihlédnutím k oslabeným svalovým partiím jedinců, který byl rozdělen na dvě fáze v rámci první a druhé části předsoutěžní etapy. Plán byl sestaven na základě specifík tréninkové metodiky v předsoutěžní fázi, popsané v teoretické části této práce a to konkrétně na základě tréninkového splitu 3+1, při využití vyšších tréninkových vah v rozsahu 8 – 15 opakování, které nyní bývá v předsoutěžní přípravě doporučováno mnoha autory, za účelem nižších poklesů množství svalové tkáně, oproti dříve doporučovanému používání nižších vah při vyšším počtu opakování (15 a více). Dále bylo využito zvýšení relativní intenzity tréninku, zařazení většího objemu a frekvence tréninků, zkrácení odpočinkových pauz, zařazení intenzifikačních technik a zařazení aerobního a HIIT tréninku dle doporučení podle Roubíka (2012). Během druhé fáze poté dochází k zařazení ještě většího množství intenzifikačních technik, aerobního a HIIT tréninku. Je nutné dodat, že tento program je určen pro pokročilé jedince, kdy u začátečníků a hrozí vysoké riziko přetrénování a zvýšené riziko zranění. Důležité pro sestavení plánu bylo také znát tréninkové programy, které byly absolvovány před začátkem předsoutěžní přípravy, aby byla zajištěna účinná adaptace organismu na nový impuls.

4.4.1 FÁZE 1 (1. - 4. TÝDEN)

Tabulka 12: Návrh tréninkového plánu v 1. fázi předsoutěžní etapy

Den 1. pondělí (prsa, triceps, břicho, kardio)					
	Cvik	Opakování	Série	Tempo	Pauza
1	Tlaky s JČ na rovné lavici (drop série)	12, 10+6,8+6,8+6	4	2120	90 sec
2	Tahy spodních protisměrných kladek	10	3	3110	60 sec
3	Kliky na bradlech v mírném předklonu v supersérii s Kliky s vyvýšenými DK	10,8,8,8 Do vyčerpání	3 3	2110 2110	0 sec 90 sec
4	Bench-press na úzko	10-12	3	3110	60 sec
5	Tricepsově stahování kladky (drop série)	10-12+8	3	3110	60 sec
6	Břicho (trisérie)	Do vyčerpání	3	pomalé	30 sec
7	Kardio	10-20min		Pomalé - střední	
Den 2. úterý (záda, biceps, HIIT)					
	Cvik	Opakování	Série	Tempo	Pauza
1	Stahování horní kladky neutrálně (drop série)	12,10+6,8+6,8+6	4	3110	90 sec
2	Shyby v supersérii s Přitahování k tyči v leže	12,10,8,8 10-15	3 3	3110 3110	0 sec 90 sec
3	Pullover s lanem na horní kladce (drop série)	10 + 8	3	3110	60 sec
4	Bicepsově zdvihy na spodní kladce (drop série)	8+6	3	3110	60 sec
5	Bicepsově zdvihy na scottově lavici jednoruč v JČ	8-10	3	3110	45 sec
6	HIIT	10-20min			
Den 3. Středa (Nohy, ramena, břicho)					
	Cvik	Opakování	Série	Tempo	Pauza
1	Dřepy na multipressu	15,12,10,8	4	3120	90 sec
2	Legpress v supersérii s Dřepy s kettlebell na široko	10-12 8-10	4 4	3010 2010	0 sec 90 sec
3	Zakopávání v supersérii s Předkopávání	8-10 8-10	3	2110 2110	0 sec 90 sec
4	Výpony	15	4	2110	45 sec
5	Upažování s JČ ve stoji	10+6	4	2110	60 sec
6	Tlaky s jednoručkami vsedě	12,10,8	3	2010	60 sec
7	Předpažování v JČ ve stoje v supersérii s Upažování vsedě v předklonu s JČ	10-12 10-12	3 3	2110 3110	0 sec 60 sec
7	Břicho (trisérie)	Do vyčerpání	3	pomalé	30 sec
Den 4. Pátek (prsa, záda, kardio)					
	Cvik	Opakování	Série	Tempo	Pauza
1	Tlaky s JČ na nakloněné lavici hlavou dolu v supersérii se Stahování horní kladky	12,10,10,10 12,10,10,10,	4 4	2110 3010	0 sec 90 sec
2	Rozpažování s JČ na šikmé lavici v supersérii s Přítahy neutrální úchopem na stroji	8-12 8-12	3 3	2110 3120	0 sec 90 sec
3	Tlaky na stroji v supersérii s Upažování v předklonu na protisměrných kladkách	10-12 10-12	3 3	2010 3110	0 sec 90 sec

4	Pullover s JČ na rovné lavici	12-15	3	3110	60 sec
5	Kardio	15-20min		Pomalé - střední	
Den 5. Sobota (ramena, biceps, triceps)					
	Cvik	Opakování	Série	Tempo	Pauza
1	Tlaky na ramena na stroji	8-12	4	3110	90 sec
2	Upažování se spodní kladkou	10-12	3	2110	60 sec
3	Předpažování se spodní kladkou	10-12	3	2110	60 sec
4	Kroužení s kotoučem kolem hlavy	5-8 (na obě strany)	3	Pomalé - střední	60 sec
4	Stahování horní kladky za hlavou v supersérii s Biceps na spodní kladce s lanem	10-12 8-10	3 3	3110 2110	0 sec 60 sec
5	Tricepsově stahování kladky jednoruč opačným úchopem v supersérii s Koncentrované zdvihy	10-12 10	2 2	3110 2110	0 sec 60 sec
6	Tricepsově stahování horní kladky s lanem v supersérii s Biceps na protisměrných kladkách	8-12 10-12	2 2	3310 2110	0 sec 60 sec
7	Břicho	Do vyčerpání	3	Pomalé	30 sec
8	Kardio	10-20min		Pomalé - střední	

Vysvětlivky

Tempo 3120 (3 = doby negativní fáze pohybu, 1 = výdrž v kontrakci, 2 = doba pozitivní fáze pohybu, 0 = žádná výdrž)

1) Drop série (shazované série) – použijeme váhu pro daný počet opakování, poté váhu snížíme o 20-30% a ihned uděláme další předepsaný počet opakování.

2) Supersérie – odcvičíme první sérii prvního cviku a ihned pokračujeme první sérií druhého cviku, poté je předepsaná pauza a pak jdeme na druhou sérii.

3) Trisérie – to samé jako supersérie, akorát místo 2 cviků za sebou, odcvičíme cviky 3.

4.4.2 FÁZE 2 (5. - 8. TÝDEN)

Tabulka 13: Návrh tréninkového plánu v 2. fázi předsoutěžní etapy

Den 1. pondělí (prsa, triceps, břicho, kardio)					
	Cvik	Opakování	Série	Tempo	Pauza
1	Tlaky s JČ na incline 30° v supersérii s Rozpažování incline 30°	15,12,10,10 10-12	4	2120 3110	0 sec 90 sec
3	Stahování protisměrných horních kladek v supersérii s Tlaky na stroji	10,8,8,8 Do vyčerpání	4	2110	0 sec
4	Tricepsově kliky na bradlech (drop série s vlastní vahou do vyčerpání)	15,12,10,10	3	3110	60 sec
5	Tricepsově stahování kladky s lanem	10-12	3	3110	60 sec
6	Břicho (trisérie)	Do vyčerpání	3	pomalé	30 sec
7	Kardio	20-30min		Pomalé - střední	
Den 2. úterý (záda, biceps, HIIT)					
	Cvik	Opakování	Série	Tempo	Pauza
1	Stahování protisměrných horních kladek (drop série)	12,10+6,8+6,8+6	4	3110	90 sec
2	Shyby 60 (snažíme se udělat celkový počet 60 shybů, pauzy mezi sériemi jsou 30 sec)	Do vyčerpání	Kolik je potřeba	kontrolované	30 sec
3	Pullover s lanem na horní kladce v supersérii s Přitahování vleže k tyči	12 8-12	3 3	3110 2110	0 sec 60 sec
4	Bicepsově zdvihy s EZ činkou (drop série)	8+6	3	3110	60 sec
5	Bicepsově zdvihy na lavici vsedě v mírném náklonu	8-10	3	3110	45 sec
6	HIIT	15-2min			
Den 3. Středa (Nohy, ramena, břicho)					
	Cvik	Opakování	Série	Tempo	Pauza
1	Legpress s nohama u sebe	15,12+8,10+8,8+8	4	3120	90 sec
2	Výpady s JČ Dřepy na multipressu na úzko	10-12 8-10	4 4	3010 2010	0 sec 90 sec
3	Zakopávání v supersérii s Předkopávání	8-10 8-10	3	2110 2110	0 sec 90 sec
4	Výpony	15	4	2110	45 sec
5	Tlaky s jednoručkami vsedě	12,10,8	3	2010	60 sec
7	Předpažování v JČ ve stoje v trisérii s Upažování s JČ ve stoji Upažování vsedě v předklonu s JČ	10-12 10-12 10-12	3 3 3	2110 2110 2110	0 sec 0 sec 60 sec
7	Břicho (trisérie)	Do vyčerpání	3	pomalé	30 sec
Den 4. Pátek (záda, prsa, HIIT)					
	Cvik	Opakování	Série	Tempo	Pauza
1	Stahování horní kladky úzkým neutrálním úchopem v supersérii s Rozpažování na rovné lavici	12,10,8,8 12,10,8,8	4 4	2110 3010	0 sec 90 sec
2	Řezání s dolní kladkou v supersérii s Tlaky s JČ decline 30°	8-12 8-12	3 3	2110 3120	0 sec 90 sec

3	Tlaky na stroji v supersérii s Upažování v předklonu s JČ	10-12 10-12	3 3	2010 3110	0 sec 90 sec
4	Pullover s JČ na rovné lavici	12-15	3	3110	60 sec
5	HIIT	15-25min		Pomalé - střední	
Den 5. Sobota (ramena, biceps, triceps, kardio)					
	Cvik	Opakování	Série	Tempo	Pauza
1	Upažování s JČ vsedě	6+6+6	4	3110	90 sec
2	Tlaky na stroji	10-12	3	2110	60 sec
3	Předpažování s kotoučem v supersérii s Kroužení s kotoučem kolem hlavy	10-12 5-8 (na obě strany)	3 3	2110 střední	0 sec 60 sec
4	Kick back v supersérii s Kladivové zdvihy	10-12 8-10	3 3	3110 2110	0 sec 60 sec
5	Tricepsově stahování kladky jednoruč v supersérii s Zdvihy se spodní kladkou jednoruč na Scottově lavici	10-12 10	2 2	3110 2110	0 sec 60 sec
6	Tricepsově stahování horní kladky s rovnou tyčí v supersérii s Biceps na protisměrných kladkách	8-12 10-12	2 2	3310 2110	0 sec 60 sec
7	Břicho	Do vyčerpání	3	Pomalé	30 sec
8	Kardio	20-30min		Pomalé - střední	

4.5 NÁVRH VÝŽIVOVÉHO PLÁNU

Hlavním cílem výživového plánu bylo nastavení optimálního energetického příjmu, z hlediska kvantity i kvality, za účelem dosažení negativní energetické bilance, kdy bude docházet k účinnému spalování tělesného tuku, při současném minimalizování atrofie svalových vláken (glukoneogeneze). Výživový plán byl individuálně sestaven na základě celkové denní energetické potřeby pro účinné spalování tuků, kdy byl nejdříve vypočítán celkový denní energetický výdej probandů, který byl následně snížen o cca 500 kcal, čímž jsme dosáhli negativní energetické bilance, potřebné pro spalování tuků. Pro tyto výpočty jsou pro nás důležité především hodnoty bazálního metabolismu, které byly změřeny pomocí bioelektrické impedance na přístroji Tanita MC-980 (proband č. 1 = 2020 kcal, proband č. 2 = 1970), faktor denních aktivit (1,3 = střední intenzita denních aktivit) a také hodnoty MET pohybových aktivit (silový trénink = cca 6 MET, aerobní trénink formou běhu kolem 10 km / h = 10 MET, HIIT trénink = cca 8) a také přibližný celkový čas jejich provádění (silový trénink = 90 min celkově / cca 45 min čistého času zvedání zátěže, aerobní aktivita formou běhu = 15 min, HIIT trénink = 15 min). Hodnoty a postup výpočtů u obou probandů jsou uvedeny v tabulkách č. 13 a 14.

Výpočet celkové denní energetické potřeby pro účinné spalování tuku pro probanda č. 1:

Tabulka 14: Výpočet celkové denní energetické potřeby pro účinné spalování u probanda č. 1

<p>Bazální metabolismus: 2020 kcal <i>(Změřeno za pomoci přístroje Tanita MC-980)</i></p>
<p>Pracovní metabolismus při střední intenzitě denních činností (tj. bez přidaných pohybových aktivit): $2020 \times 1,3 = 2626$ kcal <i>(Bazální metabolismu vynásobený faktorem denních aktivit 1,3, který odpovídá střední intenzitě)</i></p>
<p>Přibližný energetický výdej pro silový trénink trvající přibližně 90 min (cca 45 min, čistého času zvedání zátěže): $77 \times 8 \times 0,6 = 369$ kcal <i>(Váha v kg vynásobená metabolickým ekvivalentem silového tréninku (8) a přibližným čistým časem zvedání zátěže (45 min = 0,6 hod))</i></p>
<p>Energetický výdej pro aerobní aktivitu trvající cca 15 min (běh): $77 \times 10 \times 0,25 = 192$ kcal <i>(Váha v kg vynásobená metabolickým ekvivalentem běhu (10) a celkovým časem běhu (15 min = 0,25 hod))</i></p>
<p>Přibližný energetický výdej pro HIIT trénink trvající cca 15 min: $77 \times 8 \times 0,25 = 156$ kcal <i>(Váha v kg vynásobená metabolickým ekvivalentem HIIT tréninku (8) a celkovou dobou trvání (15 min = 0,25 hod))</i></p>
<p>Celkový denní výdej = cca 3200 kcal <i>(Pracovní metabolismus (2626 kcal) + silový trénink (369 kcal) + aerobní aktivita (192 kcal) nebo HIIT (156 kcal))</i></p>
<p>Celková denní energetická potřeba pro účinné spalování tuků = 2700 kcal <i>(Celkový denní výdej (3200 kcal) – 500 kcal, nutných pro dosažení negativní energetické bilance)</i></p>

Výpočet celkové denní energetické potřeby pro účinné spalování tuku pro probanda č. 2:

Tabulka 15: Výpočet celkové denní energetické potřeby pro účinné spalování u probanda č. 2

<p>Bazální metabolismus: 1970 kcal¹</p> <p><i>(Změřeno za pomoci přístroje Tanita MC-980)</i></p>
<p>Pracovní metabolismus při střední intenzitě denních činností (tj. bez přidaných pohybových aktivit): $1970 \times 1,3 = 2561$ kcal</p> <p><i>(Bazální metabolismu vynásobený faktorem denních aktivit 1,3, který odpovídá střední intenzitě)</i></p>
<p>Přibližný energetický výdej pro silový trénink trvající přibližně 90 min (cca 45 min, čistého času zvedání zátěže): $78,6 \times 8 \times 0,6 = 377$ kcal</p> <p><i>(Váha v kg vynásobená metabolickým ekvivalentem silového tréninku (8) a přibližným čistým časem zvedání zátěže (45 min = 0,6 hod))</i></p>
<p>Energetický výdej pro aerobní aktivitu trvající cca 15 min (běh): $78,6 \times 10 \times 0,25 = 196$ kcal</p> <p><i>(Váha v kg vynásobená metabolickým ekvivalentem běhu (10) a celkovým časem běhu (15 min = 0,25 hod))</i></p>
<p>Přibližný energetický výdej pro HIIT trénink trvající cca 15 min: $78,6 \times 8 \times 0,25 = 157$ kcal</p> <p><i>(Váha v kg vynásobená metabolickým ekvivalentem HIIT tréninku (8) a celkovou dobou trvání (15 min = 0,25 hod))</i></p>
<p>Celkový denní výdej při provádění silového tréninku + kardio / HIIT = cca 3200 kcal</p> <p><i>(Pracovní metabolismus (2561 kcal) + silový trénink (377 kcal) + aerobní aktivita (196 kcal) nebo HIIT (157 kcal))</i></p>
<p>Celková denní potřeba pro účinné spalování tuků = 2600 kcal</p> <p><i>(Celkový denní výdej (3100 kcal) – 500 kcal, nutných pro dosažení negativní energetické bilance)</i></p>

Z hodnot celkové denní energetické potřeby pro účinné spalování tuků je dále zapotřebí zjistit dávkování jednotlivých makroživin, kdy jsme využili hodnot 2,2 g bílkovin a 1 g tuků na kilogram tělesné hmotnosti na den, podle Roubíka (2012) a Kleiner (2010). Pomocí těchto hodnot bylo zjištěno množství a energetická potřeba z bílkovin a tuků, přičemž zbytek energetické potřeby připadá na sacharidy. Rozdíl mezi celkovou

denní energetickou potřebou pro účinné spalování tuků je mezi probandy minimální, a tudíž jsou i hodnoty dávkování jednotlivých makroláttek, nacházející se v tabulce č. 15, velmi podobné:

Tabulka 16: Výpočet dávkování jednotlivých makroláttek v předsoutěžní etapě

Makrolátky	Proband č. 1 (váha = 77 kg)	Proband č. 2 (váha = 78,6 kg)
Příjem bílkovin (2,2 kg / kg)	$2,2 \times 77 = \mathbf{170 \text{ g}}$ / 680 kcal	$2,2 \times 78,6 = \mathbf{173 \text{ g}}$ / 692 kcal
Příjem tuků (1 g / kg)	$1 \times 77 = \mathbf{77 \text{ g}}$ / 693 kcal	$1 \times 78,6 = \mathbf{79 \text{ g}}$ / 711 kcal
Příjem sacharidů	$2700 - (680 + 693) = 1327 \text{ kcal}$ / 331 g	$2600 - (692 + 711) = 1197 \text{ kcal}$ / 300 g

V druhé fázi předsoutěžní etapy, kdy se během první fáze tělo adaptuje na snížený příjem, dochází k dvojímu impulzu pro další spalování tuků. Prvním je zintenzivnění tréninkového plánu a druhým je další snížení energetického příjmu o cca 200 – 500 kcal v závislosti na současných úbytcích tuků a to ve formě sacharidů. V praxi to znamená snížení o dalších 50 – 125 g sacharidů na den. Při tvorbě a dodržování výživového plánu, není samozřejmě možné dodržování naprosto přesných hodnot na gramy, či kilokalorie. Tyto hodnoty nám však slouží jako základ pro sestavení individuálně optimálního výživového plánu, který by měl být opravdu účinný. Níže je uveden návrh výživového plánu na jeden den, vytvořený podle portálu www.kaloricketabulky.cz.

Výživový plán byl také rozšířen o následující doplňky výživy, které byly dávkovány v následujícím množství: protein (30 g po tréninku, případně kdykoliv během dne pro doplnění množství bílkovin ve stravě), maltodextrin (cca 15 g po tréninku), BCAA (5 g před a po tréninku), Glutamin (10 g po tréninku a před spaním), creatin ethyl ester (2 g před a po tréninku), kasein (1 odměrka před spaním), vitamín C (1 g rozdělený do několika dávek v průběhu dne), multivitamin s minerály (dávkování dle doporučení výrobce).

Tabulka 17: Návrh výživového plánu na jeden den v předsoutěžní etapě

Název	Množství	kcal	Bílkoviny [g]:	Sacharidy [g]:	Z toho cukry [g]:	Tuky [g]:	Vláknina [g]:
Snídaně (543 kcal)							
ovesné vločky	80x 1g	289	10,512	54,472	1,224	5,496	5,788
nízkotučné mléko 0,5 % tuku	1x 250ml	85	8,45	12,2	12	0,15	
banán	1x kus (120 g)	104	1,44	26,196	22,873	0,288	2,454
mandle loupané celé	1x porce (10 g)	64	2,55	0,65	0,4	5,58	0,74
Dopolední svačina (589 kcal)							
arašídové máslo	1x na chléb (25 g)	152	6,303	4,82		12,758	1,475
chléb celozrnný žitný K-Classic	3x kus (70 g)	376	10,5	67,2	4,2	2,1	18,9
šunka krůtí	4x plátek (15 g)	61	10,842	1,83	0,17	1,05	0,017
Oběd (623 kcal)							
kuřecí prsa restovaná	100x 1g	143	20	2	0,4	2,5	1,3
rýže Basmati v syrovém stavu	1x 100g	356	9	77			1
olej olivový extra panenský	1x porce (15 ml)	124				13,65	
Potréninkové jídlo (152 kcal)							
proteinový nápoj	1x 30g	92	22,65	5,4	5,01	2,19	
maltodextrin	15x 1g	60		14,4			
Večeře (736 kcal)							
míchaná vajíčka 5bílků, 1 žloutek	1x 100g	360	29,7	0,5		6,6	
houska celozrnná	2x kus (50 g)	210	7	40			3
zelenina čerstvá rajčata, okurka, ledový salát	1x 200g	42	1,6	6,4	0,4		5,42
olej olivový extra panenský	1x porce (15 ml)	124				13,65	
Druhá večeře (108 kcal)							
micelární kasein	30x 1g	108	24,6	1,95		0,45	
Energetický příjem							
1 651 kcal							
Bílkoviny							
165 g							
Sacharidy							
315 g							
Tuky							
68 g							
Vláknina							
40 g							

5 VÝSLEDKY PRÁCE

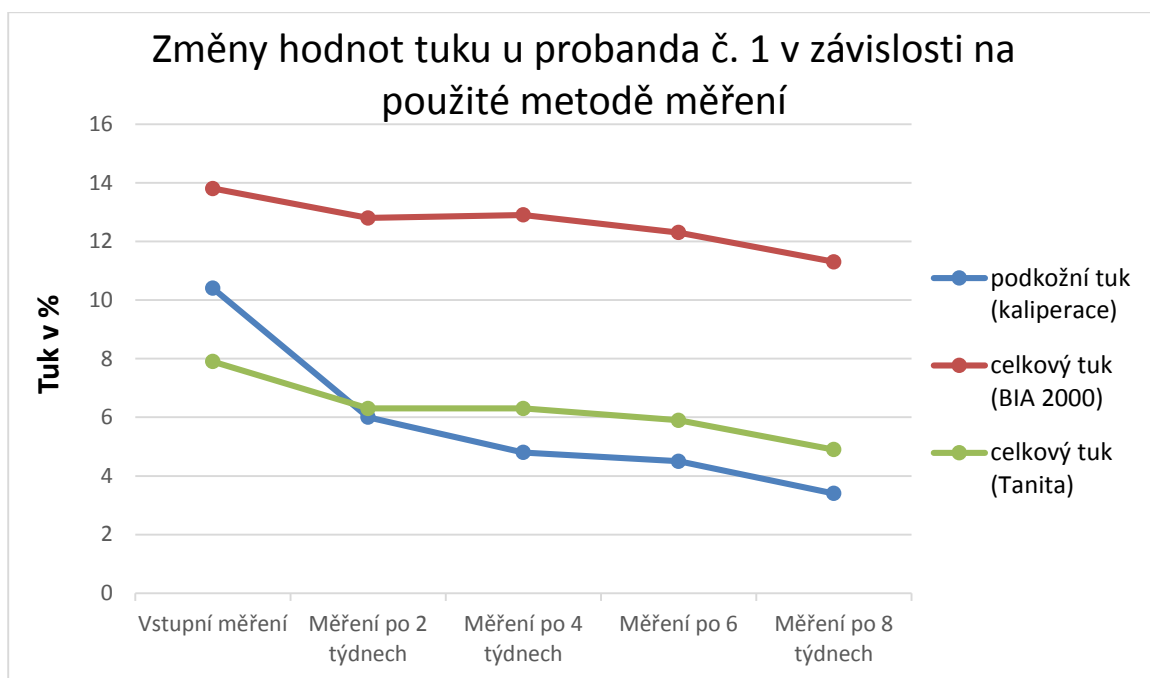
Absolvováním 8 týdenního intervenčního programu, sestaveného na základě specifických tréninkových (vysoce intenzivní silový trénink) a výživových (dosažení negativní energetické bilance, pomocí sacharidové restrikce) postupů, bylo dosaženo změn parametrů tělesného složení, které jsou následovně graficky znázorněny a interpretovány. Mezi sledované parametry patřilo především celkové množství tělesné vody (TBW) a jejich složek (intra a extracelulární voda), koeficient ECM / BCM, procento celkového (BIA, Tanita) a podkožního tuku (kaliperace) a změny množství svalové hmoty. Tyto hodnoty před, v průběhu a po 8 týdenní intervenci jsou uvedené v tabulce č. 17. Bylo také provedeno porovnání jednotlivých metod měření tělesného složení (kaliperace, bioimpedanční analýza měřená za pomoci přístroje Tanita MC – 980 a přístroje BIA 2000) z hlediska trendu a absolutních hodnot. Je nutné dodat, že hodnoty celkového tuku, měřené pomocí bioimpedanční analýzy na přístroji BIA 2000, byly přepočítány podle predikční rovnice vytvořené na FTVS Univerzity Karlovy v Praze.

5.1 VSTUPNÍ A VÝSTUPNÍ PARAMETRY TĚLESNÉHO SLOŽENÍ

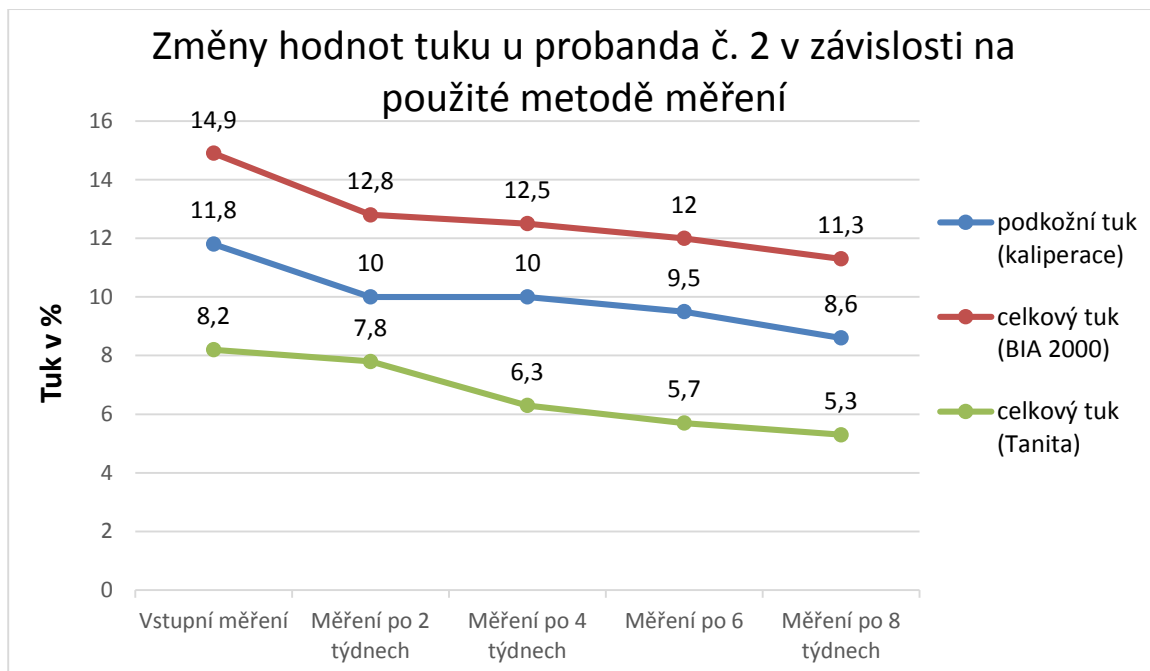
Tabulka 18: Hodnoty parametrů tělesného složení před, v průběhu a po intervenci

Proband č. 1	Vstupní měření	Měření po 2 týdnech	Měření po 4 týdnech	Měření po 6 týdnech	Měření po 8 týdnech	Rozdílové hodnoty před a po intervenci
Hmotnost (kg)	77,0	75,2	74,8	73,1	71,8	-5,2
% TBW (l) * 100 / hmotnost	64,3	68,5	64,8	64	71,4	+2,5
ICW (l)	30,4	30,9	29,5	28,6	30,7	+0,3
ECW (l)	19,1	20,6	19,0	18,3	20,6	+1,5
ECM / BCM	0,52	0,54	0,58	0,61	0,54	+0,02
Tuk % (kaliperace)	10,4	6,0	4,8	4,5	3,4	-7,0
Tuk % (BIA 2000)	13,8	12,8	12,9	12,3	11,3	-2,5
Tuk % (Tanita)	7,9	6,3	6,3	5,9	4,9	-3,0
Svalová hmota (kg)	67,4	67,0	66,5	65,4	64,9	-2,5
Proband č. 2	Vstupní měření	Měření po 2 týdnech	Měření po 4 týdnech	Měření po 6 týdnech	Měření po 8 týdnech	Rozdílové hodnoty před a po intervenci
Hmotnost (kg)	78,8	78,5	78,3	77,5	76	-2,8
% TBW (l) * 100 / hmotnost	66,2	68,3	67,2	65,3	65,7	-0,5
ICW (l)	30,4	30,1	30,3	29,7	29,3	-0,7
ECW (l)	21,8	21,4	22,3	20,9	20,2	-1,6
ECM / BCM	0,70	0,70	0,74	0,74	0,74	+0,04
Tuk % (kaliperace)	11,8	10,0	10,0	9,5	8,6	-3,2
Tuk % (BIA 2000)	14,9	12,8	12,5	12	11,3	-3,6
Tuk % (Tanita)	8,2	7,8	6,3	5,7	5,3	-2,9
Svalová hmota (kg)	68,7	68,8	70,6	70,0	69,8	+1,1

5.2 ZMĚNY HODNOT TĚLESNÉHO TUKU V ZÁVISLOSTI NA POUŽITÉ METODĚ MĚŘENÍ



Graf 1: Změny hodnot tělesného tuku u probanda č. 1 v průběhu intervence v závislosti na použité metodě



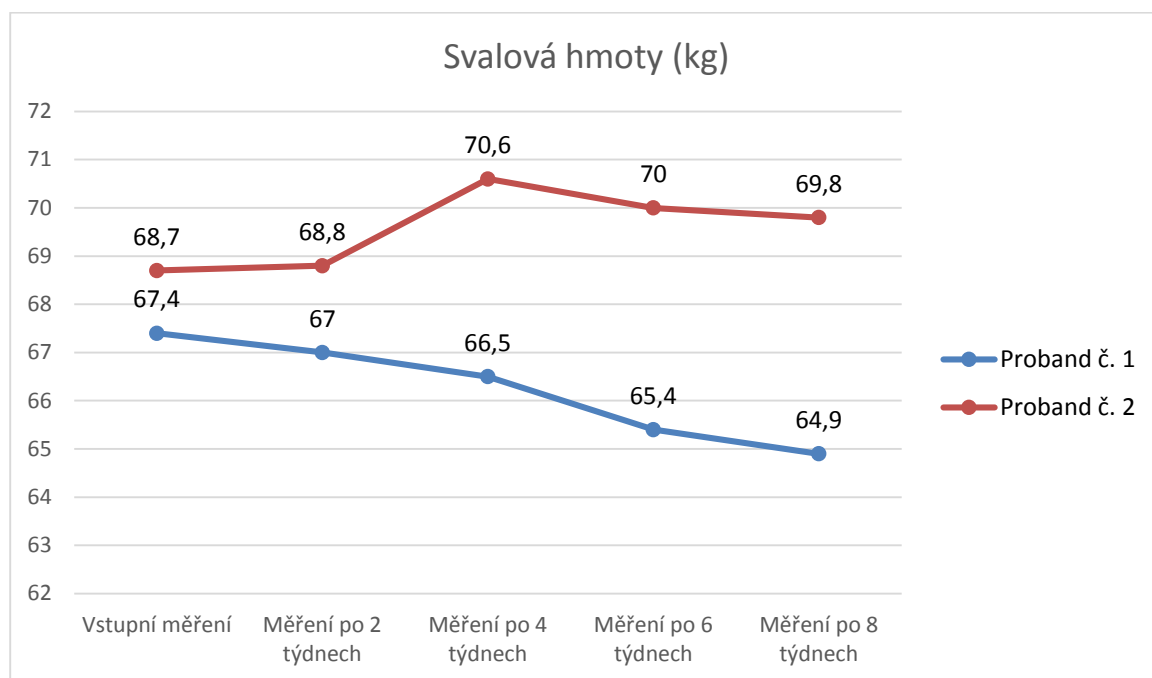
Graf 2: Změny hodnot tělesného tuku u probanda č. 2 v průběhu intervence v závislosti na použité metodě

Mezi hypotézy této práce jsme zařadili také předpoklad závislosti parametrů tělesného složení na použité metodě měření při sledování změn hodnot tělesného tuku. Jak již bylo zmíněno, použité metody pro stanovení tělesného tuku byly kaliperace, za použití kaliperu typu Best a přepočtu hodnot s využitím rovnice podle Pařízkové a měření na základě bioimpedanční analýzy na přístrojích Tanita MC – 980 a BIA 2000. Na grafu 1 můžeme vidět změny hodnot tělesného tuku u probanda č. 1, kdy můžeme pozorovat totožný trend v poklesu tuku především u metod bioimpedanční analýzy po celou dobu intervenčního programu, zatímco u metody kaliperace dochází k odlišnému trendu během prvních 4 týdnů intervence, kdy došlo k rychlému poklesu hodnot, který je pravděpodobně důsledkem individuální reakce organismu na změnu nutričního, či tréninkového plánu, přičemž zbylé 4 týdny programu je trend poklesu tělesného tuku totožný s metodou bioimpedanční analýzy. U probanda č. 2, jehož výsledky vidíme na grafu 2, můžeme pozorovat totožný trend poklesu především u metod kaliperace a metody bioimpedanční analýzy měřené na přístroji BIA 2000. Trend poklesu měřený na přístroji Tanita MC – 980 je u probanda č. 2 odlišný během prvních 4 týdnů intervence, přičemž zbylé 4 týdny dochází opět k podobné tendenci poklesu jako o metod ostatních. Z těchto výsledků můžeme usuzovat, že z hlediska trendu, nejsou parametry tělesného složení závislé na použité metodě měření.

Nicméně z údajů, uvedených v tabulce č. 17, můžeme pozorovat významný rozdíl v naměřených absolutních hodnotách tělesného tuku, za použití různých metod měření. Z tohoto můžeme usuzovat, že parametry tělesného složení jsou závislé na použité metodě měření z hlediska naměřených absolutních hodnot.

Minimalizování množství tuku, především podkožního, je hlavním cílem, který vede k maximální separaci svalstva. U probanda č. 1, klesla hodnota podkožního tuku o významných 7,0 %, přičemž hodnota poklesu celkového tělesného tuku dosahovala méně významných hodnot ($2,7 \pm 0,3$ % v závislosti na použitém přístroji). U probanda č. 2 došlo taktéž k poklesu podkožního tuku, nikoliv ale o tak významnou hodnotu (3,2 %). Tato hodnota byla téměř totožná s hodnotou úbytku celkového tuku ($3,2 \pm 0,4$ % v závislosti na použitém přístroji). Z těchto výsledků můžeme usuzovat účinnější spalování tuků u probanda č. 1, vzhledem k nastavenému intervenčnímu programu. U probanda č. 2, u kterého je zastoupena vyšší hodnota endomorfni komponenty, nám poukazuje na zvýšenou tendenci k ukládání tuku a tím i jeho obtížnějšího spalování.

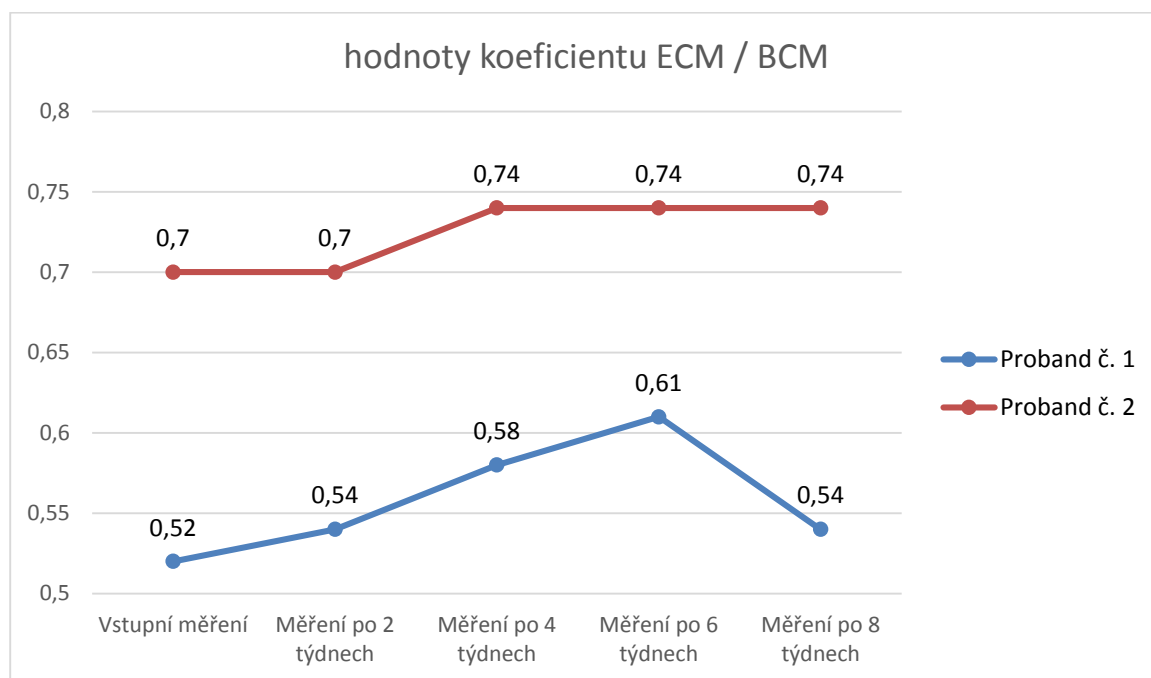
5.3 ZMĚNY MNOŽSTVÍ SVALOVÉ HMOTY



Graf 3: Změna množství svalové hmoty v průběhu intervence

Na grafu 3 můžeme sledovat důležitý parametr a to změnu v množství svalové hmoty v průběhu intervence. Opět je zde tudíž viděna rozdílná reakce organismu na totožný intervenční program. U probanda č. 1 spolu s vyšším množstvím redukce podkožního tuku (7 %), došlo také k výraznějšímu poklesu svalové hmoty a to o celých 2,5 kg. Naproti tomu u probanda č. 2, u kterého nebyla redukce tuku tak významná (3,2 %), množství svalové hmoty naopak stoupl o 1,1 kg. Tato reakce organismu u probanda č. 2 je pravděpodobně zapříčiněná počáteční adaptací těla na zvýšenou intenzitu zatížení, která následovala po objemové etapě přípravy a se kterou se setkává poprvé na rozdíl od probanda č.1. Nárůst svalové hmoty však můžeme sledovat pouze v první fázi předsoutěžní přípravy (1. – 4. týden), kdy spolu s novým stimulem pro svalový růst, není negativní energetická bilance příliš velká a tudíž jsou svaly schopny hypertrofie, která je však v druhé fázi (5. – 8. týden) potlačena další restrikcí energetického příjmu a zvýšení relativní intenzity tréninku, čímž došlo naopak k atrofii svalové tkáně, která je v druhé fázi znatelnější i u probanda č. 1. Dalším parametrem přispívajícím k rozdílné adaptaci organismu u probanda č. 2 v podobě nárůstu množství svalové hmoty je opět vyšší zastoupení endomorfní a mezomorfní komponenty, kdy došlo celkovému hmotnostnímu úbytku pouhé 2,8 kg, oproti 5,2 kg u probanda č. 1.

5.4 ZMĚNY HODNOT KOEFICIENTU ECM / BCM



Graf 4: Změny hodnot koeficientu ECM / BCM v průběhu intervence

Velmi zajímavé hodnoty můžeme pozorovat ve změně koeficientu ECM / BCM zaznamenané v grafu 4 v průběhu intervence, kde by se dalo předpokládat zkvalitnění svalové hmoty vlivem nižšího množství tuku a vyšší intenzity tréninku. Jak ale můžeme pozorovat z výsledků, tak u obou probandů došlo k jejímu posunutí směrem nahoru o hodnotu 0,02 u probanda č. 1 a hodnotu 0,04 u probanda č.2, což značí naopak její zhoršení. Velmi rozdílné hodnoty mezi probandy lze přisoudit zaprvé genetickými dispozicím tukoprosté hmoty pro svalovou činnost a také zkušenostem se silovým tréninkem, kterých má proband č. 1 více.

5.5 ZMĚNY HODNOT PARAMETRŮ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ V BĚHEM SACHARIDOVÉ SUPERKOMPENZACE

Tabulka 19: Hodnoty parametrů tělesného složení u probanda č. 1 během superkompenzace

	Měření na začátku SS (1. den)	Měření po 1. části SS (vyprázdnění glyk. rezerv, 3. den)	Měření po ukončení SS (po soutěži, 7. den)	Rozdílové hodnoty před a po SS
Hmotnost (kg)	71,8	68,5	71,8	0
% TBW (l) * 100 / hmotnost	71,4	73,6	66,8	-0,6
ICW (l)	30,7	30,8	29,5	-1,2
ECW (l)	20,6	19,6	20,6	0
ECM / BCM	0,54	0,48	0,65	+0,09
Tuk % (kaliperace)	3,4	3,1	2,5	-0,9
Tuk % (BIA 2000)	11,3	9,9	11,4	+0,1
Tuk % (Tanita)	4,9	5,1	3,0	-1,4
Svalová hmota (kg)	64,9	61,8	66,2	+1,3

Jako poslední, si zde uvedeme zajímavé hodnoty, naměřené u probanda č. 1 na začátku sacharidové superkompenzace, dále po vyprázdnění glykogenových rezerv uprostřed superkompenzace a na jejím závěru, den po absolvování soutěže, kdy dochází naopak k tzv. „přeplnění“ svalů glykogenem. Tyto hodnoty jsou uvedené v následující tabulce. V této tabulce jsou pro nás zajímavé především 3 parametry (podkožní tuk, hodnoty ECM / BCM a množství svalové hmoty). Jak můžeme vidět při měření po vyprázdnění glykogenových rezerv ve svalech (3. den), je zde logické, že hodnoty celkového množství svalové hmoty jsou nižší a to o celých 3,1 kg, kdy zároveň dochází k mírnému snížení množství podkožního tuku. Zajímavé je snížení hodnoty koeficientu ECM / BCM ve fázi vyprázdnění glykogenových rezerv o hodnotu – 0,06, které však bylo pouze krátkodobé a v konečném rozdílu, bylo pozorováno celkové zhoršení kvality svalové hmoty o hodnotu + 0,09. Efekt krátkodobého snížení koeficientu ECM / BCM z kvalitnější je možné přisoudit zvýšenému příjmu tekutin během prvních 3 dnů superkompenzace, kdy

závodníci přijímají vysoké množství vody, za účelem jejího zvýšeného vylučování během následujících 2-3 dnů, kdy zároveň dochází k restrikci pitného režimu v závislosti na typu použité superkompenzace. Z měření uskutečněného po ukončení superkompenzace (7. den), kdy dochází ke krátkodobému přeplnění svalů vyšším množstvím glykogenu, došlo u probanda k dalšímu snížení množství podkožního tuku o hodnotu 0,9 % a zvýšením množství svalové hmoty o 1,3 kg. Je však nutné brát v úvahu možnou nepřesnost údajů získaných bioimpedanční analýzou (celkový tělesný tuk, množství svalové hmoty, koeficient ECM / BCM) během sacharidové superkompenzace, které jsou závislé na momentální úrovni hydratace organismu. Například u celkového množství tělesného tuku byly po superkompenzaci naměřeny značně rozdílné údaje při použití přístroje Tanita MC – 980 (-1,3 %) oproti použití přístroje BIA 2000 (+0,1 %), které obě pracují na principu bioimpedanční analýzy. Tudíž je pro nás vhodnější za účelem pozorování změn tělesného tuku využít metody kaliperace, která nám v tomto případě poskytuje údaje přesnější.

6 DISKUZE

Trénink zajistil předpokládané změny tělesného složení. Jako zajímavé se však jeví rozdílná adaptace organismu mezi testovanými subjekty a to především ve změně množství svalové hmoty, hodnot koeficientu ECM / BCM a celkovém množství redukce podkožního tuku, které jsou pravděpodobně způsobené především rozdílnými individuálními parametry probandů, kdy za nejdůležitější v tomto testovaném souboru považujeme především somatotyp (vyrovnaný mezomorf u probanda č. 1, endomorfní mezomorf u probanda č. 2) a zkušenosti se silovým tréninkem (více jak 5 let u probanda č. 1, více jak 3 roky u probanda č. 2).

6.1 REDUKCE TĚLESNÉHO TUKU

Zatímco u probanda č. 1 došlo k redukci tělesného tuku o 7 % (podkožní tuk) a $2,7 \pm 0,3$ % (celkový tuk), v závislosti na použité metodě, v porovnání s probandem č. 2, u kterého došlo k redukci o hodnotu 3,2 % (podkožní tuk) a hodnotu $3,2 \pm 0,4$ % (celkový tuk), opět v závislosti na použité metodě. Nicméně byl také pozorován předpokládaný vyšší stupeň atrofie svalové tkáně (- 2,5 kg), přičemž u probanda č. 2 došlo naopak k hypertrofii svalové tkáně (+1,1 kg), která byla pozorována především v první fázi předsoutěžní přípravy (1. – 4. týden) v důsledku počáteční adaptace organismu na intervenční program. Z hlediska věcné významosti, jejíž hladina byla stanovena u podkožního tuku na pokles ≥ 3 % a u celkového tuku na pokles ≥ 2 %, jsou však pro nás výsledky obou probandů významné a tudíž potvrzují naši hypotézu, že významné redukce tuku lze dosáhnout v rámci 8 týdenního intervenčního programu, sestaveného na základě dosažení negativní energetické bilance, pomocí sacharidové restrikce v kombinaci s vysoce intenzivním silovým tréninkem.

Z pohledu kulturistických soutěží, dosahují závodníci národní úrovně hodnot podkožního tuku mezi 1 – 4 % a tudíž jsou pro nás z hlediska celkové vyrýsovanosti, která bývá vedle celkového množství svalové hmoty, na soutěžích jedním z rozhodujících faktorů, významnější hodnoty především u probanda č. 1, který dosáhl výsledné absolutní hodnoty 3,4 % (2,5 % během sach. superkompenzace), oproti výsledné hodnotě 8,2 % u probanda č. 2, kdy je však absolutní hodnota u kaliperace závislá také na predikční rovnici, která může být ovlivněna také chybou lidského faktoru. U probanda č. 2 by vzhledem k vyššímu zastoupení hodnoty

endomorfni komponenty bylo vhodné zařazení delšího intervenčního programu, který by mohl vést k vyšší redukci tělesného tuku při současném zachování většího množství svalové hmoty. Dalším možnou alternativou pro dosažení účinnější redukce tuku během kratšího časového intervalu, by bylo snížení energetického příjmu, či navýšení energetického výdeje. To by však pravděpodobně znamenalo i nežádoucí vyšší pokles svalové hmoty, který je patrný u probanda č. 1, či riziko přetrénování. Například podle Stackeové (2008) a Roubíka (2012) a dalších, by váhový pokles během redukční diety neměl přesahovat hodnotu 0,5 – 1 kg za týden, kdy vyšší pokles značí stav glukoneogeneze, a tudíž vyšší stupeň atrofie svalové tkáně. V minulých letech bylo všeobecně velmi rozšířené dietní doporučení založené na nízkém příjmu tuků, tato dieta však byla mnoha studiemi (Brehm et al. 2003; Volek et al., 2004), porovnávající jednotlivé typy, označená jako méně účinná než dieta nízkosacharidová jak v oblasti vlivu na tělesné složení, tak i v oblasti dalších zdravotních benefitů. Nicméně na dietu, založenou na velmi vysoké restrikci sacharidů při současném nadměrném příjmu bílkovin, která je pozorována především u kulturistů, upozorňuje Kleiner (2010), která poukazuje na rychlé váhové úbytky, způsobené dehydratací organismu při vylučování nadměrného množství dusíku, kdy se váha po ukončení diety vrací stejně rychle jako klesala.

Z oblasti předsoutěžního tréninku, doporučuje například Tlapák (2010), zařazení výhradně vyššího počtu opakování v rozmezí 12 – 15, a velkého množství aerobní aktivity, kdy dochází k vyšší míře zapojení pomalých svalových vláken, za cílem komplexního rozvoje a zvýšení energetického výdeje. V této práci jsme však využili širšího rozmezí 8 – 15 opakování, podle doporučení Kennedyho (2008) a dalších, kdy dochází ke stimulaci jak pomalých, tak rychlých svalových vláken, za účelem snížení atrofie, která je během diety pozorována právě u rychlých svalových vláken v kombinaci s aerobním a HIIT tréninkem.

6.2 HODNOTY KOEFICIENTU ECM / BCM

U obou probandů došlo také ke zvýšení hodnot koeficientu ECM / BCM, který značí zhoršení kvality svalové hmoty a to o hodnotu 0,02 u probanda č. 1 a hodnotu 0,04 u probanda č. 2. Například Skorocká (2004) uvádí nižší hodnoty u osob s vyšším podílem intenzivní přípravy. My však z výsledků pozorujeme naopak zvýšení hodnot při větší intenzitě tréninku, kdy rozhodujícím faktorem v tomto případě je pravděpodobně výživa. Tento

efekt tudíž můžeme přisuzovat zvýšené degradaci svalových bílkovin, způsobené restrikcí energetického příjmu a zvýšením relativní intenzity tréninku, kdy během intervence dochází pouze k částečné a tudíž neúplné regeneraci organismu mezi tréninky. Můžeme však předpokládat, že po absolvování intervenčního programu, kdy poskytneme organismu dostatek času k regeneraci, dochází k opětovnému snížení koeficientu na původní, či dokonce nižší hodnotu. Z hlediska věcné významnosti, kterou jsme stanovili na změnu o hodnotu $\geq 0,02$, je 8 týdenní intervenční program schopen vyvolat významnou změnu kvality svalové hmoty, hodnocenou koeficientem ECM / BCM a tudíž potvrzuje naši hypotézu.

U probanda č. 1 byly sledovány také změny parametrů tělesného složení v rámci sacharidové superkompensace, která byla absolvována poslední týden před soutěží SKFČR. Naměřené výsledky vykazovali pozitivní efekt z hlediska dalšího snížení podkožního tuku (- 0,9 %) na výslednou hodnotu 2,5 % a zvýšení množství svalové hmoty o 1,3 kg, kdy však došlo k současnému zvýšení koeficientu ECM / BCM a tudíž zhoršení kvality svalové hmoty o významnou hodnotu + 0,09. Je však nutné brát v úvahu možnou nepřesnost naměřených údajů pomocí metody bioimpedanční analýzy během superkompensace, kdy dochází ke značné manipulaci s pitným režimem. Dále je potřebné zdůraznit extrémní postupy posledního týdne před soutěží, kdy je sacharidová superkompensace zařazena a především také odvodnění organismu, které je zdravotně rizikové a tudíž musí být prováděné s nejvyšší opatrností.

6.3 ZÁVISLOST PARAMETRŮ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ NA POUŽITÉ METODĚ MĚŘENÍ

U hypotézi 3 jsme došli k závěrům, že z hlediska trendu poklesu tělesného tuku v závislosti na použité metodě měření, nejsou parametry tělesného složení závislé na použité metodě měření. Nicméně z hlediska naměřených absolutních hodnot tělesného tuku, zaznamenaných v tabulce 17, jsme došli naopak k závěru, že parametry tělesného složení jsou závislé na použité metodě měření. Tento závěr podporuje také například studie (Bužga et al., 2012), publikovaná v časopisu Hygiena, kdy byla zjištěna velmi dobrá korelace mezi jednotlivými metodami pro stanovení tělesného tuku, zahrnující také metody bioimpedanční analýzy a kaliperace, s taktěž výrazným rozdílem v naměřených absolutních hodnotách. V praxi to znamená, že chceme-li sledovat během intervence hodnoty parametrů TS a jejich změnu, není vhodná kombinace jednotlivých metod měření

a je tudíž nutný výběr pouze jedné metody, podle které měříme v rámci celé intervence. Absolutní hodnoty však nejsou závislé pouze na výběru metody, ale i na použití specifických predikčních rovnic, sestavených dle určitých parametrů. Z hlediska fitness a kulturistiky je výhodnější využití metody kaliperace, kdy právě množství podkožní tuk, nikoliv celkového, je pro rozhodčí na soutěži jeden z klíčových faktorů.

Ve srovnání s dostupnou literaturou bohužel neexistuje mnoho informačních zdrojů, poukazujících na kvantitativní změny tělesného složení během předstoutěžní přípravy u kulturistů, nýbrž ve většině případů jsou sledovány dílčí parametry výživy, či tréninku, často prováděné na populaci obézních, či lidí, trpících určitým zdravotním omezením. V rámci praktické části této práce byl zkoumán především komplexní efekt vybraných výživových a tréninkových doporučení českých (Roubík, 2012; Tlapák, 2010; Petr, Šťastný, 2012; Mach 2013 a dalších) i zahraničních autorů (Kennedy, 2008; Fleck, 2004; Stoppani, 2008; Kleiner, 2010 a dalších) na parametry tělesného složení. V tomto ohledu je nutné další zkoumání dílčích částí výživových a tréninkových parametrů intervenčního programu a jejich vliv na tělesné složení. Jedním z důvodů této problematiky nedostatku kvantitativních dat v kulturistů, může být také vysoce pravděpodobné ovlivnění výsledků, způsobené možným užíváním zakázaných látek, které bohužel nejen v závodní kulturistice, narůstá. Při sestavování intervenčních plánů tudíž čerpáme především z doporučení autorů, zabývajících se problematikou předsoutěžní přípravy, doplněné o osobní zkušenosti závodníků.

Vzhledem k nízkému počtu testovaných osob, však nelze výsledky této práce zobecňovat na širokou veřejnost, jak lze pozorovat ze získaných dat, kde i když je využito stejných základních principů při sestavování intervenčního programu, je nutné brát v úvahu trénovanost, somatotyp, věk, pohlaví, denní režim a aktuální zdravotní a psychický stav jedince. Vezmeme-li v úvahu všechny tyto individuální parametry při sestavení intervenčního programu na základě zmíněných specifických postupů, je vysoce pravděpodobná jeho účinnost.

7 ZÁVĚR

Práce byla zaměřena na teoretický rozbor specifických postupů v předsoutěžní fázi kulturistické přípravy a jejich aplikace v rámci intervenčního programu s cílem redukce tělesného tuku s následným zhodnocením jeho vlivu na tělesné složení. Výsledek práce byl do jisté míry překvapující a to především z hlediska individuálních rozdílů ve výsledcích měření.

Jako pozitivní hodnotím především možnost uplatnění této práce pro jedince a sportovce s cílem redukce tuku jak v oblasti kondiční a rekreační, tak pro závodníky připravující se na kulturistické soutěže. Tento fakt je možné potvrdit účastí probanda č. 1, kdy se po absolvování intervenčního programu, účastnil svojí první mistrovské soutěže na Mistrovství Čech v kulturistice, v kategorii physique, kde skončil na 6. místě, čímž postoupil do finále a kvalifikoval se tak na Mistrovství České republiky v kulturistice a physique, kde obsadil celkové 10. místo. Následně v podzimní závodní sezóně, při aplikaci stejných principů předsoutěžní přípravy, pouze s individuální úpravou plánu dle předchozích zkušeností, dosáhl na 4. a následně 2. místo v rámci soutěží českého poháru.

Při zohledňování výsledků a jejich aplikace do praxe, jak jsme na základě zjištěných výsledků potvrdili je zásadní nutnost zohlednění několika zásadních faktorů, při sestavování intervenčních programů. Mezi hlavní patří především individuální rozdíly v trénovanosti, reakci těla na zátěž a výživu, denním režimu a somatotypu jedince. Jako pokračování této práce bych si tudíž představoval právě rozšíření o důkladné prostudování vlivu individuálních tělesných parametrů, při tvorbě intervenčního programu za účelem redukce tělesného tuku v přípravě na soutěž v kulturistice a to především z hlediska somatotypu jedince.

8 POUŽITÁ LITERATURA

1. ALKAHTANI, Shaea A., Dept. of Health and FITNESS, University of DAMMAM, Nuala M. BYRNE, Andrew P. HILLS a Neil A. KING. Interval Training Intensity Affects Energy Intake Compensation in Obese Men. Int. [online]. [cit. 2015-08-15]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24668572>
2. BARTRAM, Sean. *High intensity interval training for women: burn more fat in less time with HIIT workouts you can do anywhere* [online]. First American edition. 224 pages [cit. 2015-08-15]. ISBN 14-654-3535-2.
3. BOUCHARD, C., STEPHARD, D. J., STEPHENS, T. Physical activity fitness and health: international proceedings and consensus statement. Champaign IL: *Human Kinetics*, 1994.
4. BREHM, Bonnie J., Randy J. SEELEY, Stephen R. DANIELS a David A. D'ALESSIO. A Randomized Trial Comparing a Very Low Carbohydrate Diet and a Calorie-Restricted Low Fat Diet on Body Weight and Cardiovascular Risk Factors in Healthy Women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* [online]. 2003, 88(4): 1617-1623 [cit. 2015-12-08]. DOI: 10.1210/jc.2002-021480. ISSN 0021-972x. Dostupné z: <http://press.endocrine.org/doi/abs/10.1210/jc.2002-021480>
5. BRZYCKI, Matt. Strength Testing—Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance* [online]. 1993,64(1): 88-90 [cit. 2015-08-16]. DOI: 10.1080/07303084.1993.10606684.
6. BUNC, V. *Inovace predikčních rovnic pro stanovení složení těla bioimpedanční metodou a měřením tloušťky kožních řas*. Praha: UK FTVS, 1997.
7. BUNC, V. Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou., *Časopis lékařů českých*, 2007, 146, č. 5, s.492-496.
8. BUNC, V. *Bioenergetika pohybových činností: Bazální metabolismus* [Přednáška]. Praha: FTVS UK, 2014.
9. BUŽGA, Marek, Vladislava ZAVADILOVÁ, Jana VLČKOVÁ, Zuzana OLEKSIÁKOVÁ, Vít ŠMAJSTRLA, Hana TOMÁŠKOVÁ a Jindra KAVKOVÁ.

POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ RŮZNÝCH METOD STANOVENÍ TĚLESNÉHO TUKU. *Hygiena* [online].2012(57): 105 - 109 [cit. 2015-12-09]. Dostupné z: <http://apps.szu.cz/svi/hygiena/archiv/h2012-3-06-full.pdf>

10. CARTER, L. *The Heath-Carter Anthropometric somatotype : instruction manual*. Surrey, Canada : San Diego State University, 2002. Dostupné z <http://www.somatotype.org/methodology.php>
11. COUFALOVÁ, K. *Výživa a dietologie: Redukce hmotnosti* [Přednáška]. Praha: FTVS UK, 2014.
12. ČIHÁK, Radomír a Ondřej NAŇKA. *Anatomie*. 2., upr. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2001, 497 s. ISBN 80-716-9970-5.
13. ELÍŠKOVÁ, Miloslava a Ondřej NAŇKA. *Přehled anatomie*. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2006, 309 s. ISBN 80-246-1216-X.
14. FLECK, Steven J a William J KRAEMER. *Designing resistance training programs*. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, c2004, xiii, 377 p. ISBN 0736042571.
15. FOŘT, Petr. *Sport a správná výživa: metodika cvičení ve fitness centrech*. Vyd. 1. Praha: Ikar, 2002, 351 s. ISBN 80-249-0124-2.
16. FOŘT, Petr. *Tak co mám jíst?: metodika cvičení ve fitness centrech*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2007, 417 s. Zdraví. ISBN 978-80-247-1459-2.
17. FOŘT, Petr. *Co (ještě) nevíte ve výživě (i ve sportu): doplněno ukázkovými recepty*. 1. vyd. Pardubice: Ivan Rudzinskyj, 2001, 190 s. Svět kulturistiky. ISBN 80-86462-02-1.
18. FOŘT, Petr. *Sport a správná výživa*. Vyd. 1. Praha: Ikar, 2002, 351 s. ISBN 80-249-0124-2.
19. FOŘT, Petr. *Tak co mám jíst?*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2007, 417 s. Zdraví & životní styl. ISBN 978-80-247-1459-2.
20. HEYMSFIELD, Steven, Dale R WAGNER a Robert O KELLEY. *Human body composition*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, c2005, xii, 523 p. ISBN 07-360-4655-0.

21. HEYMSFIELD, Steven, Dale R WAGNER a Robert O KELLEY. *Young people, physical activity and the everyday*. 1st ed. New York: Routledge, 2010, x, 214 p. International studies in physical education and youth sport. ISBN 9780203850718-.
22. HEYWARD, Vivian H, Dale R WAGNER a Robert O KELLEY. *Applied body composition assessment*. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics, 2004, xi, 268 s. ISBN 07-360-4630-5.
23. HEYWARD, Vivian H, José CARNEIRO a Robert O KELLEY. *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. 6th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, c2010, xiii, 465 p. ISBN 07-360-8659-5.
24. CHOUTKA, Miroslav a Josef DOVALIL. *Sportovní trénink*. 2., rozšíř.vyd. Praha: Olympia, 1991, 331 s. Věda pro praxi (Olympia). ISBN 80-7033-099-6.
25. JARKOVSKÁ, Daniela a Jindřich MARTÍNEK. *Histologie I*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1997, 54 s. ISBN 80-718-4388-1.
26. JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchôa, José CARNEIRO a Robert O KELLEY. *Základy histologie*. Vyd. v ČR 1. Jinočany: H, 1997, vi, 502 s. ISBN 80-857-8737-7.
27. KENNEDY, Robert. *Encyclopedia of bodybuilding: the complete A-Z book on muscle building*. 21st century ed. Mississauga, ON: R. Kennedy Pub, 2008, vii, 407 p. ISBN 978-155-2100-516.
28. KLEINER, Susan M a Maggie GREENWOOD-ROBINSON. *Fitness výživa: Power Eating program*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 304 s. ISBN 978-80-247-3253-4.
29. KOLÁŘ, Pavel. *Pediatric pro praxi*, vol. 3, no. 3, 2002, s. 106-109. ISSN 1212-4184.
30. KOLOUCH, Vladimír, Lenka KOLOUCHOVÁ a Fotogr. Igor ZEHL. *Kondiční kulturistika: uvolňovací, protahovací, posilovací*. 1. vyd. Praha: Olympia, 1990, 351 s. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-807-0330-418.
31. KONOPKA, Peter. *Sportovní výživa*. České Budějovice: Kopp, 2004, 125 s. Průvodce sportem. ISBN 80-7232-228-1.

32. MÁČEK, Miloš a Jiřina MÁČKOVÁ. *Fyziologie tělesných cvičení*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 1997, 112 s. ISBN 80-210-1604-3.
33. MACH, Ivan a Jiří BORKOVEC. *Výživa pro fitness a kulturistiku*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 128 s. ISBN 978-80-247-4618-0.
34. MACH, Ivan. *Doplňky stravy*. Vyd. 1. Praha: Svoboda Servis, 2004, 157 s. ISBN 80-86320-34-0.
35. MALÁ, Lucia, Dale R WAGNER a Robert O KELLEY. *Fitness assessment: body composition*. 1st English ed. Prague: Karolinum, 2014, 176 s. International studies in physical education and youth sport. ISBN 978-80-246-2560-7.
36. MANDELOVÁ, Lucie a Iva HRNČIŘÍKOVÁ. *Základy výživy ve sportu*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2007, 72 s. ISBN 978-80-210-4281-0.
37. MARSH, Graeme, Lenka KOLOUCHOVÁ a Fotogr. Igor ZEHL. *The complete guide to training with free weights: uvolňovací, protahovací, posilovací*. 1. vyd. London: A., 2008, 351 s. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-071-3685-466.
38. MEL CUNNINGHAM SIFF, Yuri Vitalievitch Verkhoshansky. *Supertraining: special strength training for sporting excellence : a textbook on the biomechanics and physiology of strength conditioning for all sport*. 2nd ed. Johannesburg: School of Mechanical Engineering, University of the Witwatersrand, 1993. ISBN 18-748-5665-6.
39. MEL CUNNINGHAM SIFF, Yuri Vitalievitch Verkhoshansky. *Supertraining: special strength training for sporting excellence : a textbook on the biomechanics and physiology of strength conditioning for all sport*. 2nd ed. Johannesburg: School of Mechanical Engineering, University of the Witwatersrand, 1993. ISBN 1874856656.
40. MEŠKO, Dušan, Ľudovít KOMADEL a Branislav DELEJ. *Telovýchovnolekárske vademecum*. 3., preprac. a rozš. vyd. Bratislava: Slovenská spoločnosť telovýchovného lekárstva, 2005, 221 s. ISBN 8096944649.
41. NOVÁK, Petr. Problematika aminokyselin ve vrcholovém sportu a výběru aminokyselinových doplňků sportovní výživy. *Sportovní a fitness výživa, doplňky stravy* [online]. 2013 [cit. 2015-08-20]. Dostupné z: <http://www.cz-sportovni->

vyziva.cz/news/problematika-aminokyselin-ve-vrcholovem-sportu-a-vyberu-aminokyselinovych-doplňku-sportovni-vyživy/

42. PAŘÍZKOVÁ, J. Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi. *Med. Sport. Boh. Slov*, 1998.
43. PAŘÍZKOVÁ, Jana, Dale R WAGNER a Robert O KELLEY. *Body fat and physical fitness: body composition and lipid metabolism in different regimes of physical activity*. 1st English ed. The Hague: Martinus Nijhoff, 1977, 279 p. International studies in physical education and youth sport. ISBN 90-247-1925-9.
44. PAVLUCH, Lukáš a Kateřina FROLÍKOVÁ. *Osobní trenér: cvičíme ve fitness centru*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004, 229 s. Fitness, síla, kondice. ISBN 80-247-0678-4.
45. PERRY, Christopher G.R., George J.F. HEIGENHAUSER, Arend BONEN, Lawrence L. SPRIET a L. L. SPRIET. High-intensity aerobic interval training increases fat and carbohydrate metabolic capacities in human skeletal muscle. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* [online]. 2008, 33(6): 1112-1123 [cit. 2015-08-15]. DOI: 10.1139/H08-097. ISSN 1715-5312. Dostupné z: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/H08-097>
46. PETR, Miroslav a Petr ŠŤASTNÝ. *Funkční silový trénink*. Vyd. 1. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2012, 212 s. ISBN 978-80-86317-93-9.
47. POLIQUIN, by Charles. *The Poliquin principles: successful methods for strength and mass development*. Napa, Ca: Dayton Publications, 1997. ISBN 9780966275209.
48. POLIQUIN, Charles. *Modern trends in strength training. reps and sets*. 2nd ed. San Diego, CA: QFAC Bodybuilding, 2001. ISBN 0970197918.
49. POLLOCK M.L., FRANKLIN B.A., BALADY G.J. et al. - *Resistance Exercise in Individuals With and Without Cardiovascular Disease: An Advisory From the Committee on Exercise, Rehabilitation and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association*. *Circulation* 2000; 107:828.

50. ROUBÍK, Lukáš, Ludovít KOMADEL a Branislav DELEJ. *Příprava na soutěž v kulturistice od A do Z. 3.*, preprac. a rozš. vyd. Praha: Grafixon, c2012, 113 s. ISBN 978-80-904780-2-2.
51. RUBNER, Max, Robert J JOY a William Harold CHAMBERS. *A nutrition foundations' reprint of The laws of energy consumption in nutrition*. New York: Academic Press, 1982, xxxiii, 371 p. ISBN 01-260-2150-3.
52. SKOLNIK, Heidi a Andrea CHERNUS. *Výživa pro maximální sportovní výkon: správně načasovaný jídelníček*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 240 s. ISBN 978-80-247-3847-5.
53. SKOROČKÁ, I., BUNC, V., KINKOROVÁ, I. Určení distribuce tělesných tekutin přístrojem In Body 3.0. *Česká Kinantropologie*, 2004, č. 2, s. 19 – 25.
54. SMEJKAL, Jan. *Kulturistický trénink a jeho vliv na zdraví (I.)*. [online]. [cit. 2013-06-22]. Dostupné z: <http://kulturistika.ronnie.cz/c-13112-kulturisticky-trenink-a-jeho-vliv-na-zdravi-i.html>
55. SMEJKAL, Jan. *Kulturistický trénink a jeho vliv na zdraví (II.)*. [online]. Praha: Grada, 1998 [cit. 2013-06-22]. Dostupné z: <http://kulturistika.ronnie.cz/c-13240-kulturisticky-trenink-a-jeho-vliv-na-zdravi-ii.html>
56. SMEJKAL, Jan. *Aerobní trénink - kdy při něm spalujete nejúčinněji tuky?* [online]. [cit. 2015-08-16]. Dostupné z: <http://kulturistika.ronnie.cz/c-12849-aerobni-trenink-kdy-pri-nem-spalujete-nejucinneji-tuky.html>.
57. STACKEOVÁ, Daniela. *Fitness programy - teorie a praxe: metodika cvičení ve fitness centrech*. 2., dopl. a přeprac. vyd., (1. v nakl. Galén). Praha: Galén, c2008, 209 s. ISBN 978-807-2625-413.
58. STOKES, K.A., M.E. NEVILL, G.M. HALL, H.K.A. LAKOMY a L. L. SPRIET. The time course of the human growth hormone response to a 6 s and a 30 s cycle ergometer sprint. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2010, 20(6): 487-494 [cit. 2015-08-15]. DOI: 10.1080/02640410252925152. ISSN 0264-0414. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640410252925152>.

59. STOPPANI, James. *Velká kniha posilování: tréninkové metody a plány : 255 posilovacích cviků*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 440 s. Sport extra. ISBN 978-80-247-2204-7.
60. TABATA, IZUMI, KOUJI NISHIMURA, MOTOKI KOUZAKI, YUUSUKE HIRAI, FUTOSHI OGITA, MOTOHIKO MIYACHI a KAORU YAMAMOTO. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and $\dot{V}O_{2\max}$. *Medicine* [online]. 1996,28(10): 1327-1330 [cit. 2015-08-15]. DOI: 10.1097/00005768-199610000-00018. ISSN 0195-9131. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage>.
61. TALANIAN, J. L., S. D. R. GALLOWAY, G. J. F. HEIGENHAUSER, A. BONEN a L. L. SPRIET. Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. *Journal of Applied Physiology* [online]. 2006, 102(4): 1439-1447 [cit. 2015-08-15]. DOI: 10.1152/jappphysiol.01098.2006.
62. TALANIAN, J. L., S. D. R. GALLOWAY, G. J. F. HEIGENHAUSER, A. BONEN a L. L. SPRIET. Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. *Journal of Applied Physiology* [online]. 2006, 102(4): 1439-1447 [cit. 2015-08-15]. DOI: 10.1152/jappphysiol.01098.2006. ISSN 8750-7587. Dostupné z: <http://jap.physiology.org/content/102/4/1439>
63. TLAPÁK, Petr. *Tvarování těla pro muže a ženy*. 8. vyd. Praha: ARSCI, 2010, 264 s. ISBN 978-80-7420-001-4.
64. TROJAN, Stanislav. *Lékařská fyziologie*. Vyd. 4., přeprac. a dopl. Praha: Grada, 2003, 771 s. ISBN 80-247-0512-5.
65. VILIKUS, Z. *Výživa sportovců a sportovní výkon*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2012, 177 s. ISBN 978-802-4620-640.
66. VODRÁŽKA, Zdeněk. *Biochemie*. Praha : Academia, 2007. ISBN 978-80-200-0600-4.
67. VOLEK, JS, MJ SHARMAN, AL GÓMEZ, DA JUDELSON, MR RUBIN, G WATSON, B SOKMEN, R SILVESTRE, DN FRENCH, et al. *Nutrition &*

Metabolism [online]. 1(1): 13- [cit. 2015-12-08]. DOI: 10.1186/1743-7075-1-13.
ISSN 17437075. Dostupné z:
<http://www.nutritionandmetabolism.com/content/1/1/13>

68. VOPRAVIL, Ladislav. *Zdravotně posilovací cvičení v kondiční kulturistice (videoprogram)* [online]. 2013 [cit. 2015-08-13]. Dostupné z:
<http://hdl.handle.net/11025/7091>. Bakalářská. Západočeská univerzita. Vedoucí práce Mgr. Věra Knappová Ph.D.
69. ZATSIORSKY, Vladimir M a William J KRAEMER. *Science and practice of strength training*. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics, c2006, xii, 251 s. ISBN 0736056289.

9 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

9.1 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Optimální složení těla zdravých dospělých (Zdroj: Riegerová et al., 2006).....	16
Tabulka 2: Výpočty indexů tělesného složení (Malá et al., 2014)	18
Tabulka 3: Výpočet procenta podkožního tuku.....	19
Tabulka 4: Porovnání metod měření tělesného složení (Armstrong & Welsman, 1997)....	22
Tabulka 5: Charakteristika svalových vláken (Dylevský, 2009).....	25
Tabulka 6: Svaly s tendencí ke zkrácení (tonické) a s tendencí k ochabnutí (fázické) (Kolář, 2002)	27
Tabulka 7: Zdroje energie v kosterních svalech při různě dlouhém zatížení organismu, unavitelnost a zapojení motorických jednotek (Havlíčková, 2004)	30
Tabulka 8: Odhadovaný RM při různých velikostech odporu (Brzycki, 1993)	38
Tabulka 9: Vztah maximálního počtu opakování (RM), velikosti odporu a doby trvání série včetně tréninkového účinku (upraveno podle Poliquina, 1997)	39
Tabulka 10: Odhad hodnot metabolického ekvivalentu (Bunc, 2014).....	55
Tabulka 11: Stanovení hladiny věcné významnosti u sledovaných parametrů tělesného složení.....	80
Tabulka 12: Návrh tréninkového plánu v 1. fázi předsoutěžní etapy	81
Tabulka 13: Návrh tréninkového plánu v 2. fázi předsoutěžní etapy	83
Tabulka 14: Výpočet celkové denní energetické potřeby pro účinné spalování u probanda č. 1	85
Tabulka 15: Výpočet celkové denní energetické potřeby pro účinné spalování u probanda č. 2	86
Tabulka 16: Výpočet dávkování jednotlivých makrolátek v předsoutěžní etapě.....	87
Tabulka 17: Návrh výživového plánu na jeden den v předsoutěžní etapě	88
Tabulka 18: Hodnoty parametrů tělesného složení před, v průběhu a po intervenci	90

Tabulka 19: Hodnoty parametrů tělesného složení u probanda č. 1 během superkompenzace.....	95
--	----

9.2 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Modely tělesného složení (Riegerová et al., 2006).....	12
Obrázek 2 Pětistupňový model složení lidského těla (Heymsfield et al., 1991; Jebb et al., 1993).....	14
Obrázek 3: Kaliper typu Best (http://www.trystom.cz/kaliper-best-ii-k-501/)	19
Obrázek 4: Místa měření 10 kožních řas podle Pařízkové	19
Obrázek 5: Umístění elektrod na tetrapolárním přístroji (http://www.bodystat.cz/Bodystat/Typy-Bodystatu/Bodystat-Quadscan.aspx)	21
Obrázek 6: Stavba kosterního svalu (http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:Kosterní_sval.png)	24
Obrázek 7: Skladba motorické jednotky (Petr, Šťastný, 2012).....	28

9.3 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Změny hodnot tělesného tuku u probanda č. 1 v průběhu intervence v závislosti na použité metodě.....	91
Graf 2: Změny hodnot tělesného tuku u probanda č. 2 v průběhu intervence v závislosti na použité metodě.....	91
Graf 3: Změna množství svalové hmoty v průběhu intervence.....	93
Graf 4: Změny hodnot koeficientu ECM / BCM v průběhu intervence.....	94

10 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS a Vyjádření etické komise UK FTVS

Příloha č. 2 Informovaný souhlas