

UNIVERZITA PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA V KOŠICIACH
ÚSTAV TELESNEJ VÝCHOVY A ŠPORTU



**VPLYV SILOVÉHO A AERÓBNEHO TRÉNINGU NA
REDUKCIU PODKOŽNÉHO TUKU, MNOŽSTVO
SVALOVEJ HMOTY A ÚROVEŇ SILOVÝCH
SCHOPNOSTÍ**

Alena BUKOVÁ, Rastislav FEČ

Košice 2014

VPLYV SILOVÉHO A AERÓBNEHO TRÉNINGU NA REDUKCIU PODKOŽNÉHO TUKU, MNOŽSTVO SVALOVEJ HMOTY A ÚROVEŇ SILOVÝCH SCHOPNOSTÍ

Vedecká monografia



- Autori:** Mgr. Alena Buková, PhD., ÚTVŠ UPJŠ v Košiciach
doc. Mgr. Rastislav Feč, PhD., ÚTVŠ UPJŠ v Košiciach
- Vedecký redaktor:** prof. PhDr. Karol Feč, CSc., ÚTVŠ UPJŠ v Košiciach
- Recenzenti:** doc. PaedDr. Erika Chovanová, PhD., Fakulta športu PU v Prešove
doc. PaedDr. Jaroslav Broďáni, PhD., Katedra TV, PF UKF v Nitre
- Vydavateľ:** Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach
- Umiestnenie:** <http://www.upjs.sk/pracoviska/univerzitna-kniznica/e-publikacia/#utvs>
- Dostupné od:** 26.11.2014
- Vydanie:** prvé
- Počet strán:** 145
- Počet AH:** 8,46

Za odbornú a jazykovú stránku tejto vedeckej monografie zodpovedajú autori. Rukopis neprešiel redakčnou ani jazykovou úpravou.

Vedecká monografia pre Ústav telesnej výchovy a športu UPJŠ v Košiciach.

© 2014 UPJŠ v Košiciach, Ústav telesnej výchovy a športu

ISBN: 978-80-8152-172-0

OBSAH

ÚVOD	9
1 SILOVÉ SCHOPNOSTI	10
1.1 Klasifikácia silových schopností	13
1.2 Adaptácia organizmu na silový tréning	19
1.3 Význam rozvoja silových schopností	36
1.4 Vplyv silového tréningu na organizmus počas redukcie podkožného tuku	39
1.4.1 Výskum 1 – Prípadová štúdia redukcie telesného tuku pomocou silového tréningu priemerne silovo trénovaného športovca	39
1.4.2 Výskum 2 – Prípadová štúdia redukcie telesného tuku kulturistu pomocou silového tréningu	43
2 VYTRVALOSTNÉ SCHOPNOSTI	48
2.1 Rozdelenie vytrvalostných schopností	48
2.2 Význam aeróbného tréningu	49
2.3 Vplyv aeróbného tréningu na organizmus počas redukcie podkožného tuku	52
2.3.1 Výskum 3 - Prípadová štúdia redukcie telesného tuku priemerne silovo trénovaného športovca pomocou kombinácie silového a aeróbného tréningu	52
2.3.2 Výskum 4 - Prípadová štúdia redukcie telesného tuku priemerne silovo trénovaného športovca pomocou kombinácie silového a aeróbného tréningu	57
2.3.3 Výskum 5 - Štúdia redukcie telesného tuku a nárastu vybraných silových ukazovateľov cvičeníek prostredníctvom 8 – mesačného vytrvalostno – silového programu	60
2.3.3.1 Somatické ukazovatele	61
2.3.3.2 Obvodové parametre	66
2.3.3.3 Silové ukazovatele	69
2.3.3.3.1 Statická sila	69
2.3.3.3.2 Dynamická sila	71
2.3.3.3.2.1 Faktor dynamickej sily bez prídavnej záťaže	71
2.3.3.3.2.2 Faktor dynamickej sily s prídavnou záťažou	74
3 TVORBA POHYBOVÝCH PROGRAMOV SO ZAMERANÍM NA REDUKCIU TELESNÉHO TUKU	79
3.1 Zásady tvorby pohybových programov	80
3.1.1 Frekvencia tréningu	80

3. 1. 1. 1 Výskum 6 - Štúdia redukcie telesného tuku a nárastu vybraných silových ukazovateľov cvičení prostredníctvom vytrvalostno – silového programu vykonávanej s frekvenciou 2 krát týždenne.....	80
3. 1. 1. 1. 1 Somatické ukazovatele	81
3. 1. 1. 1. 2 Obvodové parametre	84
3. 1. 1. 1. 3 Silové schopnosti.....	87
3. 1. 1. 1. 3. 1 Statická sila	87
3. 1. 1. 1. 3. 2 Dynamická sila.....	89
3. 1. 1. 1. 3. 2. 1 Faktor dynamickej sily bez prídavnej záťaže.....	89
3. 1. 1. 1. 3. 2. 2 Faktor dynamickej sily s prídavnou záťažou	92
3. 1. 2 Intenzita tréningu.....	97
3. 1. 3 Trvanie tréningu	98
3. 1. 4 Spôsob aktivity.....	100
3. 1. 5 Záverečné poznámky a odporúčania	101
3. 2 Stravovací režim počas redukcie telesného tuku.....	101
3. 2. 1 Výskum 7 – Vplyv režimu stravovania na percento telesného tuku vysokoškoláčok	102
3. 2. 2 Odporúčania týkajúce sa skladby stravy a kalorického príjmu.....	110
3. 3 Odporúčania pre prípady výraznej redukcie telesného tuku	111
3. 4 Lokálna redukcia podkožného tuku	114
3. 3. 1 Výskum 8 – Lokálna redukcia podkožného tuku v oblasti brucha	115
3. 3. 2 Výskum 9 – Lokálna redukcia podkožného tuku v oblasti tricepsu.....	119
ZÁVER.....	124
ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV	126

ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK

Obr. 1	Znázornenie Hillovej krivky	16
Obr. 2	Časový a silový priebeh kontrakcie po jednorazovom podráždení rýchleho a pomalého svalového vlákna	21
Obr. 3	Telesný tuk probanda (v kg) v štúdiu 1	40
Obr. 4	Svalová hmota probanda (v kg) v štúdiu 1	41
Obr. 5	Porovnanie hodnoty svalovej hmoty a podkožného tuku v štúdiu 1	42
Obr. 6.	Porovnanie svalovej hmoty a hmotnosti záťaže v štúdiu 1	42
Obr. 7	Percento telesného tuku probanda v štúdiu 2	44
Obr. 8	Telesná hmotnosť probanda v štúdiu 2	45
Obr. 9	Telesný tuk probanda (v kg) v štúdiu 2	45
Obr. 10	Aktívna svalová hmota probanda v štúdiu 2	46
Obr. 11	Telesná hmotnosť probanda v štúdiu 3	55
Obr. 12	Hodnota podkožného tuku probanda v štúdiu 3 (v kg)	55
Obr. 13	Aktívna svalová hmota probanda (v kg) v štúdiu 3	56
Obr. 14	Telesná hmotnosť probanda v štúdiu 4	58
Obr. 15	Aktívna svalová hmota probanda v štúdiu 4	59
Obr. 16	Telesný tuk probanda v štúdiu 4	60
Obr. 17	Percento tuku experimentálnych súborov, štatistická významnosť rozdielov medzi nimi a štatistická významnosť zmien v priebehu štúdie 5	64
Obr. 18	Hladina rastového hormónu pri stúpajúcej intenzite zaťaženia na bicyklovom ergometri	99
Obr. 19	Hladina krvného testosterónu v závislosti od dĺžky tréningového zaťaženia.....	100

Tab 1	Charakteristika rýchlych a pomalých svalových vlákien	23
Tab. 2	Porovnanie vstupných a výstupných hodnôt meraní v štúdiu 3	54
Tab. 3	Porovnanie vstupných a výstupných meraní probanda v štúdiu 4	57
Tab.4	Charakteristika vstupných, priebežných a výstupných antropometrických charakteristík súborov študentiek (E 1) a žien (E 2) štúdie 5 a štatistická významnosť rozdielu medzi nimi	62
Tab. 5	Štatistická významnosť zmien somatometrických hodnôt štúdie 5 v súbore študentiek (E 1) a žien (E2)	64
Tab.6	Porovnanie vstupných a výstupných somatometrických hodnôt v súboroch študentiek (E1, K1) a žien (E2, K2) a štatistická významnosť rozdielov medzi súbormi	65
Tab. 7	Charakteristika obvodových parametrov experimentálnych súborov študentiek (E1) a žien (E2) a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi (hodnoty udávané v cm)	67
Tab.8	Charakteristika obvodových parametrov experimentálnych a kontrolných súborov študentiek (E1, K1) a žien (E2, K2) a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi (hodnoty udávané v cm)	68
Tab.9	Charakteristika statickej sily experimentálnych súborov študentiek (E 1) a žien (E 2) a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi	70
Tab.10	Štatistická významnosť zmien statickej sily štúdie 5 v súbore študentiek (E 1) a žien (E 2)	70
Tab.11	Statická sila súborov študentiek (E1, K1) a žien (E2, K2) experimentálnych a kontrolných skupín a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi	71
Tab.12	Charakteristika dynamickej sily (1) súborov študentiek (E 1) a žien (E 2) experimentálnych skupín a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi	72
Tab.13	Štatistická významnosť zmien dynamickej sily (1) štúdie 5 v súbore študentiek (E1) a žien (E2)	73
Tab.14	Testy dynamickej sily (1) experimentálnych a kontrolných súborov študentiek (E1, K1) a žien (E2, K2) a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi	74
Tab.15	Charakteristika dynamickej sily (2) súborov študentiek (E 1) a žien (E 2) experimentálnych skupín a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi	75
Tab.16	Štatistická významnosť zmien dynamickej sily (2) štúdie 5 v súbore študentiek (E 1) a žien (E 2)	76
Tab.17	Charakteristika dynamickej sily (2) experimentálnych a kontrolných súborov študentiek (E1, K1) a žien (E2, K2) a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi	77
Tab.18	Charakteristika vstupných, priebežných a výstupných somatometrických hodnôt študentiek (E 3) a žien (E 4) štúdie 6 a štatistická významnosť	82

	rozdielu medzi súbormi	
Tab.19	Štatistická významnosť zmien somatometrických hodnôt štúdie 6 v súbore študentiek (E3) a žien (E4)	83
Tab.20	Porovnanie vstupných a výstupných somatometrických hodnôt u študentiek súborov (E 3, K 3) a žien (E 4, K 4) a štatistická významnosť rozdielov medzi súbormi	83
Tab.21	Charakteristika obvodových parametrov experimentálnych súborov študentiek a žien a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi	84
Tab.22	Charakteristika obvodových parametrov experimentálnych a kontrolných súborov študentiek (E3, K3) a žien (E4, K4) a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi	86
Tab.23	Charakteristika statickej sily experimentálnych súborov študentiek (E 3) a žien (E 4) a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi	88
Tab.24	Štatistická významnosť zmien statickej sily štúdie 6 v súbore študentiek (E 3) a žien (E 4)	88
Tab.25	Charakteristika statickej sily súborov študentiek (E3, K3) a žien (E4, K4) experimentálnych a kontrolných skupín a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi	89
Tab.26	Charakteristika dynamickej sily (1) experimentálnych súborov študentiek (E 3) a žien (E 4) a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi	91
Tab.27	Štatistická významnosť zmien dynamickej sily štúdie 6 v súbore študentiek (E3) a žien (E4)	91
Tab.28	Charakteristika dynamickej sily súborov študentiek (E3, K3) a žien (E4, K4) experimentálnych a kontrolných skupín a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi	92
Tab.29	Charakteristika dynamickej sily (2) experimentálnych súborov študentiek (E 3) a žien (E 4) a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi	93
Tab.30	30 Štatistická významnosť zmien dynamickej sily štúdie 6 v súbore študentiek (E 3) a žien (E 4)	94
Tab.31	Testy dynamickej sily (2) súborov študentiek (E3, K3) a žien (E4, K4) experimentálnych a kontrolných skupín a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi	95
Tab.32	Percentuálne rozloženie odpovedí na jednotlivé otázky dotazníka v štúdiu 7	103
Tab.33	Výsledky H testu štúdie 7	105
Tab.34	Množstvo telesného tuku v % v skupinách zadelených podľa odpovedí na otázku 1 – frekvencia denného stravovania	106
Tab.35	Rozdiely v % tuku medzi skupinami zadelenými podľa odpovedí na otázku 1 – frekvencia (U test)	106

Tab.36	Rozdiely % tuku medzi skupinami zadelenými podľa odpovedí na otázku 3 – večera	107
Tab.37	Rozdiely v % tuku medzi skupinami zadelenými podľa odpovedí na otázku 3 – večera (U test)	108
Tab.38	Rozdiely v % tuku medzi skupinami zadelenými podľa odpovedí na otázku 4 – večera - hod.	108
Tab.39	Rozdiely v % tuku medzi skupinami zadelenými podľa odpovedí na otázku 4 – večera hod (U test)	109
Tab.40	Priemerné hodnoty kontrolnej a experimentálnej skupiny na začiatku experimentu v štúdi 8	116
Tab.41	Rozdiel vstupných a výstupných absolútnych hodnôt na začiatku a po skončení experimentu v štúdi 8	116
Tab.42	Rozdiel vstupného a výstupného percentuálneho podielu hrúbky jednotlivých kožných rias zo sumy hrúbky všetkých kožných rias	118
Tab.43	Početnosť výskytu zníženia percentuálneho podielu kožnej riasy na bruchu a pravdepodobnosť omylu, že lokálna redukcia bola spôsobená silovým tréningom	118
Tab.44	Priemerné hodnoty kontrolnej a experimentálnej skupiny štúdie 9	119
Tab.45	Rozdiel vstupných a výstupných absolútnych hodnôt na začiatku a po skončení experimentu	120
Tab.46	Rozdiel vstupného a výstupného percentuálneho podielu hrúbky jednotlivých kožných rias zo sumy hrúbky všetkých kožných rias	121
Tab.47	Početnosť výskytu zníženia percentuálneho podielu kožnej riasy na tricepse..	122

ÚVOD

Pohybová aktivita je celosvetovo chápaná odbornou verejnou ako jeden z najdôležitejších faktorov pri riešení otázok prevencie verejného zdravia. Trendy moderného spôsobu života inklinujú k sedavému spôsobu života, či v pracovnej sfére, ale predovšetkým v oblasti voľného času. Pasívny spôsob života sa tak prejavuje na zdraví každého jedinca. Telovýchovní odborníci mnoho rokov apelujú na širokú verejnú a poukazujú na množstvo rizík spojených so zanedbávaním pohybovej aktivity v akejkoľvek vekovej kategórii. Jedným zo závažných prejavov deficitu pohybovej aktivity je nadmerný nárast telesnej hmotnosti. Stále narastajúca prevalencia nadváhy a obezity a hlavne jej výskyt v čoraz mladších vekových kategóriách spôsobuje, že obezita sa stáva čím ďalej tým viac jedným z najzávažnejších rizikových faktorov a stáva sa tak jedným z najväčších problémov na celom svete. Jej globalizáciu spôsobuje najmä konzumácia vysokoenergetickej stravy a nedostatok pohybovej aktivity v dennom režime. Vzostup nadváhy a obezity je dôsledkom neadekvátneho príjmu energie vzhľadom k jej výdaju - nedostatočnému pohybovému režimu. Ako základný prostriedok nápravy tohto stavu sa ukazuje zvýšenie objemu pravidelne realizovaných pohybových aktivít, nastolenie aktívneho zdravého životného štýlu. Základným vzťahom, ktorý musíme riešiť pri ovplyvňovaní nadváhy je tzv. energetická bilancia. Ak dlhodobo prevažuje príjem energie nad výdajom, jeho dôsledkom je nárast telesnej hmotnosti spôsobený zvýšením množstva telesného tuku. V danom kontexte je dôležitý výber športovo – rekreačnej aktivity. Vo vzťahu k redukcii telesného tuku je dôležitou podmienkou zostavenie cvičebného programu, ktorý by mal pozostávať nielen z aeróbných ale i anaeróbných aktivít.

Táto vedecká monografia podáva súbor vedeckých výskumov pojednávajúcich o možnostiach redukcie telesného tuku a jej vplyvu na svalovú hmotu a silové schopnosti za použitia rôznych režimov silového a aeróbného tréningu a ich kombinácie u trénujúcej aj netrénujúcej populácie.

1 SILOVÉ SCHOPNOSTI

Skutočnosť, že bez svalovej kontrakcie by nemohol prebehnúť žiadny pohybový akt (Čelikovský, 1990; Kos – Žižka, 1986; Pavlík, 1996), viedol v minulosti niektorých autorov k hypotéze, že silové schopnosti sú voči ostatným primárne. Z tohto dôvodu bola na oblasť silových schopností zameraná najväčšia teoretická pozornosť, a aj v súčasnosti sa často označuje ako biologický základ ostatných pohybových schopností (Choutka, 1976; Vomáčka, 1986). Existujú ale teórie založené na predstave, že všetky pohybové schopnosti sú rovnako významné a nie sú vzájomne nadriadené alebo podriadené (Čelikovský, 1990; Pavlík, 1996). Napriek tomu, že v niektorých športových odvetviach či disciplínach dominujú iné pohybové schopnosti, svalová sila zostáva podľa Vomáčku (1986) diferencovane či špeciálne rozvíjaná, vždy ich hlavným základom.

Pod pojmom silové schopnosti rozumieme taký systém v organizme, ktorým človek prekonáva odpor pomocou svalovej kontrakcie podľa zadanej pohybovej úlohy (Belej, 2001; Blahušová, 1995; Čelikovský a kol., 1985; Choutka, 1983; Evans, 1999; Kasa, 1995; Kučera a kol., 1997), alebo mu odoláva prostredníctvom napätia svalu (Měkota, Blahuš, 1983; Skopová, Blahušová, 1991). Sila môže zvýšiť alebo znížiť hybnosť predmetu v pohybe, iniciovať hybnosť stacionárneho predmetu, alebo znížiť hybnosť predmetu na nulu (Knuttgén, 1995). Je dôležitým ukazovateľom svalovej činnosti a stupňa trénovanosti svalu. V štruktúre športového výkonu sa sila uplatňuje spôsobom, ktorý do značnej miery závisí od podmienok konkrétnej športovej disciplíny. Za najdôležitejšiu z týchto podmienok možno považovať rýchlosť kontrakcie, od ktorej závisí nielen pôsobiaca sila, ale aj produkovaný výkon (Hartmann a kol, 1993).

Silové schopnosti sú podľa viacerých autorov (Choutka, 1983; Kučera a kol., 1997; Seliger, Choutka, 1982; Sýkora a kol., 1985) závislé od rôznych faktorov. Niektoré sú dané geneticky a tréningom sa nedajú veľmi ovplyvniť, iné je možné tréningom výrazne zmeniť.

Feč (2010) klasifikuje faktory ovplyvňujúce prejav sily takto:

1. Anatomicko-fyziologické

- Fyziologický prierez svalu (plocha kolmého rezu každým vláknom príslušného svalu). Fyziologický prierez svalu závisí od množstva a veľkosti myofibríl vo svalových vláknach, od veľkosti sarkoplazmatického objemu svalových vlákien a od množstva samotných svalových vlákien, čo je dané z veľkej časti geneticky. Hodnoty maximálnej sily ovplyvňuje množstvo a veľkosť myofibríl vo svalovom vlákne a lokálnu svalovú vytrvalosť veľkosť sarkoplazmatického objemu. Fyziologický prierez svalu pri svaloch

paralelných závisí od hrúbky svalu, pri svaloch pierkovitých ovplyvňuje fyziologický prierez aj dĺžka svalu

- Pomer rýchlych a pomalých motorických jednotiek.
- Dĺžka svalového bruška (musí byť optimálna, aby bolo možné vytvoriť najviac elektrostatických väzieb v bode prekonávania najväčšieho momentu sily tiaže).
- Vzdialenosť úponu svalu na kosť od kĺbu (väčšia vzdialenosť, väčší prejav sily).
- Uhol úponu svalu na kosť a uhol sperejnenia svalu.
- Pomer jednotlivých častí tela. Napríklad veľký hrudník a krátke horné končatiny zvyhodňujú pretekárov v tlaku v ľahu na lavičke, pretože umožňujú vykonať menšiu dráhu pohybu. Menšia dráha pohybu znamená menej vykonanej práce, a teda aj menej spotrebovanej energie, čo umožní zdvihnúť väčšiu hmotnosť.

$$W = F \cdot s = E$$

W – vykonaná práca

F – prekonávaná sila

S – dráha pohybu

E – spotrebovaná energia

2. Biomechanické podmienky pohybu

- Uhol vzhľadom na prekonávané silové momenty. Prekonávanie silových momentov môžeme chápať vzhľadom k uhlu, pod ktorými svaly pôsobia v bode svojho úponu, alebo vzhľadom k vonkajším prekonávaným odporovým momentom.

a) Vzhľadom k uhlu, pod ktorým svaly pôsobia

Pri väčšine pohybov dochádza k rozkladu síl. Zložka sily, ktorá je rovnobežná so smerom pohybu, koná prácu a má otáčavý účinok. Pri bicepsovom zhybe s veľkou činkou v stoj nepochádza, schematicky - zjednodušene chápané, k rozkladu síl len v bode, kedy je predlaktie kolmo vzhľadom na ramennú kosť. Pri niektorých pohyboch môžu byť uhly, pod ktorými svaly pracujú, nepriaznivé, čo nepriaznivo ovplyvní prejav silových schopností. Niektorí siloví trojbojári pri tlaku v ľahu na lavičke tlačia lakťe k telu, čím do činnosti zapájajú vo väčšej miere triceps a deltové svaly, iní viac od seba, čím do činnosti viac zapájajú svalstvo hrudníka. Tlačenie lakťa k telu nemusí znamenať, že svalstvo hrudníka je slabé, ale môže byť upnuté takým spôsobom, ktorý nedovolí pri zatlačení lakťov od tela využiť silu svalov hrudníka tak,

ako pri zatlačení lakt'ov viac k telu, pretože pri lakt'och tlačných od tela môže dochádzať k nepriaznivému rozkladu síl.

b) Vzhl'adom k vonkajším prekonávaným odporom

Keďže pohyb článkov tela sa skladá z rotačných pohybov, so zmenou uhla vzhl'adom na os otáčania sa môže meniť aj veľkosť momentu, ktorý je potrebné svalovou silou prekonať. Čím je kolmá zložka sily, ktorú je potrebné prekonať, ďalej od bodu otáčania, tým je prejav sily menší, pretože je potrebné prekonať väčší odporový moment. Pri bicepsovom zhybe s veľkou činkou bude najväčší prekonávaný moment vtedy, keď bude predlaktie rovnobežne so zemou, pretože vtedy bude vzdialenosť činky od bodu otáčania (kĺb) najväčšia.

3. Biochemické

- energetické zásoby ATP a CP
- aktivita enzýmov, hlavne ATP – fosfatázy (enzým štiepiaci ATP) a CP – kinázy (enzým podieľajúci sa prenose fosfátovej skupiny na ADP pri resyntéze ATP z kreatínfosfátu).

4. Neuroregulačné

- úroveň vnútro svalovej a medzisvalovej koordinácie
- výkonnosť nervosvalovej platničky (plocha nervosvalovej platničky vzhl'adom k objemu svalového vlákna, množstvo neurotransmiterov a aktivita enzýmov ovplyvňujúcich jeho resyntézu ...)
- senzitivita Golgiho teliesok nachádzajúcich sa v šľachách. Čím väčšia senzitivita, tým väčšie tlmenie vzruchov prichádzajúcich do svalov a tým menší prejav sily.

5. Psychické

- motivácia a schopnosť koncentrácie.

6. Vedomostné

- správne zvládnutie techniky s minimalizáciou prekonávaných odporových momentov s prihliadnutím na stavbu tela a silu jednotlivých svalov.

Cvičenie s odpormi (programy) môže priniesť významné prírastky sily. Môže dôjsť k 25 % až 100 % zlepšeniu silových schopností už v rozmedzí 3 až 6 mesiacov (Feigenbaum, Pollock, 1999).

1.1 Klasifikácia silových schopností

Pri všeobecnom posudzovaní svalovej sily ako príčiny svalovej práce vyhovuje najlepšie fyziologické hľadisko, pre ktoré je vhodným kritériom spôsob svalovej kontrakcie (Vomáčka, 1986). Kritériom pre pohybovú charakteristiku výkonu je prevažujúci priebeh pohybu pri podávaní konkrétneho výkonu. Pri klasifikácii silových prejavov, pre ktorú použijeme ako kritérium spôsob svalovej kontrakcie, delíme a charakterizujeme prejavy nasledovne:

1. Statické silové schopnosti

- a) Jednorazová forma
- b) Vytrvalostná forma

2. Dynamické silové schopnosti

Sem patria: štartová sila, akceleračná sila, výbušná sila, reaktívna sila, rýchla sila, silovo-vytrvalostná schopnosť, vytrvalostno-silová schopnosť, pomalá sila, koncentrická sila, excentrická sila (amortizačná sila).

Statická silová schopnosť

Na jej prejave dominuje izometrický svalový režim (Belej, 2001; Čelikovský, 1990; Choutka, 1983; Choutka – Dovalil, 1991; Knuttgen, 1995; Měkota – Blahuš, 1983). Pri týchto prejavoch svalovej sily nedochádza k zmene dĺžky svalov podnecovaných k činnosti a teda ani k pohybu, mení sa len napätie vo svale. Statickú silu delíme na (Belej, 2001; Čelikovský, 1990; Choutka, 1983):

- jednorazovú formu zotrvania v maximálnom statickom silovom prejave v rozpätí do 6 sek. Staticko-silová jednorazová schopnosť, je schopnosť spôsobiť deformáciu časti tela, alebo týchto objektov podľa zadanej pohybovej úlohy.
- vytrvalostnú formu, ktorá súvisí s vytrvalostnými schopnosťami a ktorých podiel je diferencovaný vzhľadom na intenzitu dlhodobo vynakladanej sily. Statická vytrvalostná schopnosť je schopnosť udržať telo, alebo jeho časti, či rôzne objekty v určitej polohe.

Dynamická silová schopnosť

Dynamicko-silové schopnosti predstavujú druhú skupinu silového komplexu. Táto schopnosť spočíva v dvoch spôsoboch činnosti svalu - excentrickom a koncentrickom.

Dynamická sila je vymedzená ako sila, ktorú môže svalová skupina vyvinúť proti odporu v priebehu určitého pohybu (Měkota, Blahuš, 1983). Podľa Kučeru a kol. (1997) je základným pohybovým prejavom predpokladajúcim koordináciu agonistov i antagonistov. Prejavuje sa pohybom hybného systému alebo jeho časti; podstatou je izotonická, koncentrická, auxotonická alebo excentrická kontrakcia (Evans, 1999; Choutka, Dovalil, 1991; Sorichter a kol., 1997).

Dynamickú silu môžeme deliť takto:

Štartová sila

Štartová silová schopnosť je vlastnosť človeka, vyvinúť rýchlo silový prejav v počiatočnom okamžiku motorickej činnosti. Povedané inými slovami, štartová sila je schopnosť generovať čo najprudší nárast svalovej tenzie na začiatku pohybu. Je jednou zo zložiek výbušnej sily. Je pre daný výkonnostný stav cvičenca konštantná a nezávislá na veľkosti prekonávaného odporu, ani na emocionálnom stave športovca (Čelikovský a kol., 1985 s. 106 - 107).

Akceleračná sila

Akceleračná sila je schopnosť pokračovať v produkcii nárastu tenzie po počiatočnom prudkom vzostupe (schopnosť rýchle vyvinúť svalové úsilie).

Výbušná sila

Explozívna dynamická sila, alebo výbušna sila, je schopnosť vydať maximum energie v jednom explozívnom akte alebo za minimálny čas (Choutka, 1983; Choutka – Dovalil, 1991 Měkota – Blahuš, 1983). Je daná počtom zapojených rýchlych svalových vlákien a rýchlosťou sťahu (Tvrzník – Seget'ová, 1998). Výbušná sila je kľúčovou zložkou väčšiny športových výkonov (Wilmore, Costill, 1994).

Explozívna silová schopnosť (výbušná sila) je sumou štartovej a akceleračnej sily. Je to teda schopnosť prejaviteľ čo najväčšiu silu, v čo najkratšom čase. Výbušnú silu Zaciorskij (1970, s. 24) chápe ako schopnosť prejavovať veľké hodnoty sily v čo najkratšom čase. Pod pojmom výbušná sila, alebo explozívna silová schopnosť rozumieme latentnú vlastnosť človeka prejaviteľ maximálne zrýchlenie v čo najkratšom čase (Zatsiorsky – Kraemer, 2006, s. 28; Čelikovský

kol., 1985, s.104). Choutka – Dovalil (1991, s. 51) ju spájajú s prekonávaním odporov nedosahujúcich hraničných hodnôt, ale s maximálnym zrýchlením.

Výbušná silová schopnosť je podľa Čelikovského (1985, s. 107) ovplyvnená najmenej tromi zložkami:

1. štartovou silovou schopnosťou
2. schopnosťou rýchle vyvinúť úsilie
3. maximálnymi hodnotami statickej silovej schopnosti.

Rýchla sila

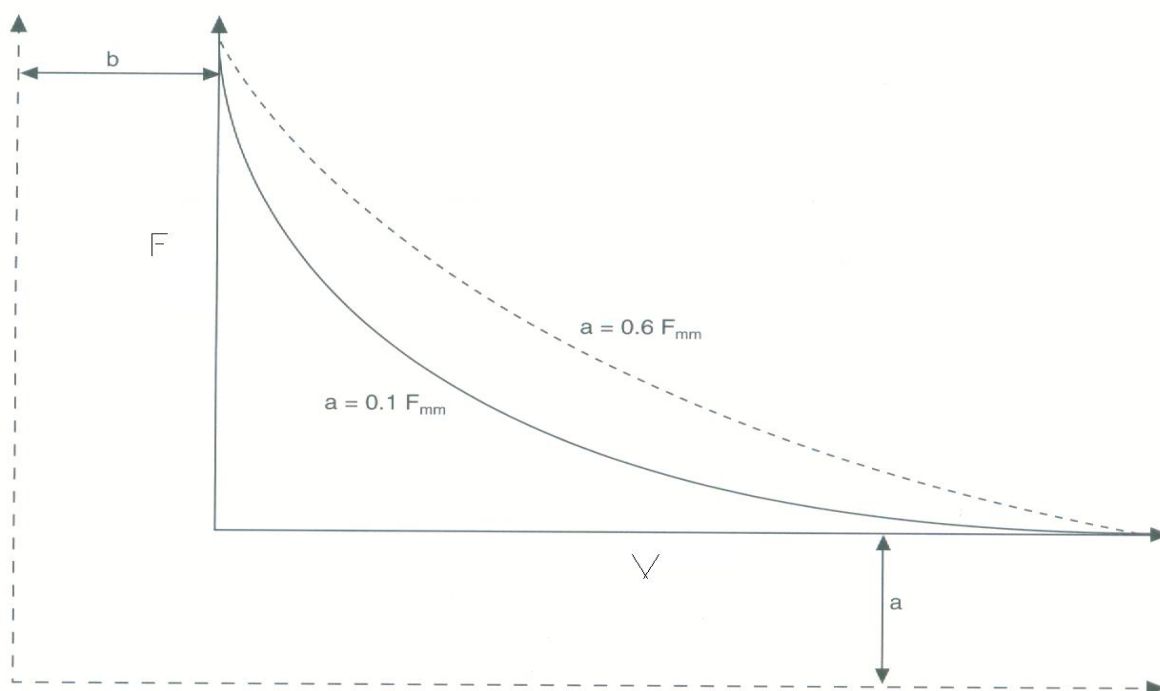
Rýchla sila je schopnosť prekonať odpor vysokou rýchlosťou, alebo vysokou frekvenciou pohybu. Ide o schopnosť prekonať daný odpor čo najrýchlejším pohybom opakovane, tzn. cyklicky, v daných podmienkach cvičebného výkonu (Čelikovský, 1990; Choutka – Dovalil, 1991; Tvrzník, Seget'ová, 1998; Vomáčka, 1986; Kolektív, 2002). Prejavuje sa pri prekonávaní odporov nedosahujúcich hraničné hodnoty, s nemaximálnym zrýchlením (Choutka – Dovalil, 1991, s. 51). Rýchla sila je neoddeliteľne spojená s výbušnou silou, pretože v každej športovej činnosti, kde sa prevádzajú cyklicky opakované pohyby, vyžaduje zahájenie každého pohybového cyklu silový impulz, za ktorý je zodpovedná výbušná sila.

Čím vyššia je rýchlosť, tým menšia je prejavená sila a naopak (Zaciorskij 1970, s. 18).

Túto závislosť zobrazuje tzv. Hillova krivka, ktorú prezentuje obr. 1 a ktorá je vyjadrená vzťahom:

$$(F + a)(V + b) = (F_{mm} + a)b = C$$

F	–	sila
V	–	rýchlosť
F _{mm}	–	maximálna izometrická sila daného svalu
a	–	konštanta s rozmerom sily
b	–	konštanta s rozmerom rýchlosti
C	–	konštanta s rozmerom výkonu



Obr. 1 Znárodnenie Hillovej krivky (upravené podľa: Zatsiorsky – Kraemer, 2006)

Legenda: F – sila, V – rýchlosť, F_{mm} – maximálna hodnota sily pri určitej rýchlosti, a – konštanta s rozmerom sily, b – konštanta s rozmerom rýchlosti.

Pomer $a: F_{mm}$ varíruje od 0,1 do 0,6 (obr. 1), kde športovci výbušných typov športov majú pomer vyšší ako 0,3 a vytrvalci nižší ako 0,3 (Zatsiorsky – Kraemer, 2006, s. 30).

Silovo-vytrvalostná schopnosť

Pri dynamickej silovo-vytrvalostnej schopnosti ide o opakovanie silových pohybových prejavov čo najdlhšie, alebo s najväčším počtom opakovaní, s intenzitou 30 – 50 % maximálnej sily (Belej, 2001; Zrubák, Štulrajter, 1999). Špeciálnym ukazovateľom je schopnosť opakovať pohyby bez toho, aby došlo k poklesu pracovnej účinnosti v daných podmienkach cvičebného výkonu. Svalová vytrvalosť sa zvyšuje vďaka prírastkom svalovej sily a zmenám v lokálnom metabolickom a cirkulačnom systéme (Wilmore, Costill, 1994).

Dynamická silovo-vytrvalostná schopnosť je schopnosť udržať intenzitu motorickej činnosti pri silovej činnosti. Aby bolo možné hovoriť o prevahe silovej schopnosti, činnosť by nemala trvať dlhšie ako 60 - 70 sekúnd. Z hľadiska trvania ju môžeme rozdeliť na:

1. silovo-vytrvalostnú schopnosť alaktátovú

- trvanie svalovej činnosti do 5 sekúnd (zhruba 1 opakovanie)

2. silovo-vytrvalostnú schopnosť laktátovú

- trvanie svalovej činnosti od 5 do 60 – 70 sekúnd.

Vytrvalostno-silová schopnosť

Schopnosť udržať produkciu sily dlhšie ako 60 sekúnd. Ak chceme hovoriť o výraznejšom zapojení silových schopností, činnosť by nemala trvať dlhšie ako 120 sekúnd.

Pomalá sila

Choutka – Dovalil (1991, s. 51) priradujú k spomínaným schopnostiam ešte pomalú silu, ktorá sa prejavuje pri prekonávaní vysokých, až hraničných odporoch veľkou a stálou rýchlosťou, takmer bez zrýchlenia. Hodnoty sily v pomalých pohyboch sa podstatne nelíšia od hodnôt izometrickej sily. Mohli by sme ju stotožniť s pojmom maximálna sila.

Amortizačná sila

Zaciorskij (1970) okrem dynamických silových schopností a statických silových schopností, kam radí aj pomalé pohyby, rozlišuje ešte amortizačnú silu, čo znamená prejav sily v ustupujúcich pohyboch, v excentrickej kontrakcii.

Reaktívna silová schopnosť

Okrem vyššie spomenutých pohybových schopností niektorí autori rozlišujú aj reaktívnu silovú schopnosť. Čelikovský a kol. (1985, s. 113) ju definuje v súlade s Verchošanským ako špecifickú vlastnosť prejavu mohutné pohybové úsilie bezprostredne po tej fáze pohybového aktu, v ktorej prevažuje ustupujúca silová schopnosť. Táto schopnosť sa prejavuje v takzvanom *plyometrickom režime* (odrazy po rozbehu, odrazy bezprostredne nasledujúce za sebou, alebo odraz po zoskoku z vyvýšeného miesta).

Hybridné silové schopnosti

Okrem základných silových schopností poznáme aj hybridné formy silových schopností. Kasa (2000) ich delí na: rýchlostno-silové, silovo-rýchlostné, vytrvalostno-silové, silovo-vytrvalostné schopnosti. Špeciálnu formu hybridných silových schopností nám vytvára sila v koordinácii.

Pri prekonávaní odporu tiaže vlastného tela alebo bremena môžeme hovoriť o absolútnej, maximálnej a relatívnej sile.

Absolútna sila

Stiff – Verkhoshasky (2004 s. 20) chápu absolútnu silu ako maximálny aktuálny silový potenciál človeka, ktorý môže byť dosiahnutý len na základe nevôľových procesov, ako je napríklad elektrostimulácia. To znamená, že absolútna sila tvorí momentálny silový potenciál, ktorým daný jedinec v určitom čase disponuje.

Maximálna sila

Maximálna sila je schopnosť vyvinúť čo najväčšie svalové úsilie na základe vôľových procesov. Maximálna sila je ukazovateľom schopnosti prekonať pohybom odpor predstavovaný najvyššou hodnotou použitej záťaže v prevádzanom cvičení a v daných podmienkach. Pri izometrickej kontrakcii je ukazovateľom maximálnej sily najvyššia hodnota sily, dosiahnutá na dynamometri. Maximálna sila má rozhodujúci význam pri výkonoch spojených s prekonávaním veľkých bremien, odporu súpera a sily vlastného tela (Vomáčka, 1986).

Tvorí vysoké percento z absolútnej sily. Čím je tréňovanosť športovca vyššia, tým je vyššie aj percento maximálnej sily vzhľadom k absolútnej sile.

Relatívna sila

Relatívna sila je podiel maximálnej sily a hmotnosti (Zrubák, Štulrajter, 1999). So zväčšením hmotnosti športovca sa jeho absolútna sila zväčšuje a relatívna sa znižuje (Kasa, 1995).

Relatívna sila = maximálna sila / telesná hmotnosť.

Pre porovnanie sily ľudí rôznej hmotnosti sa obvykle používajú ukazovatele relatívnej sily, ktorými rozumieme hodnoty sily na jeden kilogram telesnej hmotnosti.

Štruktúrnosť hmoty tela cvičenca, ako špecifickú formu živej hmoty, vyjadrujeme pojmom špecifická hmotnosť, alebo hustota tela. Existujú interindividuálne rozdiely v špecifickej hmotnosti. Preto niektorí ľudia môžu vyzerat' masívnejšie a mať nižšiu telesnú hmotnosť ako iní. Označujeme ju gréckym písmenom ρ (ró) a určujeme ju podielom hmotnosti (m) a objemom (V):

$$\rho = m / V = [\text{kg}] / [\text{m}^3] = [\text{kg} / \text{m}^3]$$

U ľudí priemerne rovnakej tréňovanosti, ale rôznej hmotnosti, absolútna sila rastie s rastom telesnej hmotnosti, zatiaľ čo relatívna sila klesá. Čím vyššia je telesná hmotnosť športovca, tým viac je možné určitý druh silovej schopnosti podľa zadanej pohybovej úlohy prejaviť (Čelikovský a kol., 1985, 114). Klesanie relatívnej sily je možné vysvetliť tým, že telesná hmotnosť športovca je úmerná objemu tela, tzn. kubickému objemu a sila svalu jeho fyziologickému prierezu, tzn. štvorcovému obsahu. Lineárne rozmery tela zodpovedajú

kvadratickému objemu z hodnôt telesnej hmotnosti a sila svalu zodpovedá fyziologickému prierezu, to znamená kvadrantu lineárnych rozmerov (Zaciorskij, 1970, s. 28). Matematicky to môžeme vyjadriť takto:

$$F = a \cdot (\sqrt[3]{m})^2 = a \cdot m^{2/3}$$

F – maximálna sila, ktorú môže športovec vyvinúť

m – váha športovca

a – hodnota charakterizujúca pripravenosť športovca.

Správnosť tohto vzťahu je overená analýzou svetových rekordov vo vzpieraní (Zaciorskij 1970, s. 28). Ak logaritmizujeme danú rovnicu a zmeníme ukazovateľ stupňa telesnej hmotnosti (2/3) jeho desatinným výrazom, (0,666) dostaneme: $\log F = \log a + 0,666 \cdot \log m$. Túto rovnicu je možné uspokojivo uplatniť predovšetkým u vzpieračov. Pre iných športovcov môžu platiť iné vzťahy.

V týchto súvislostiach je však nutné pripomenúť, že korelačná závislosť medzi telesnou hmotnosťou športovca a zdvihnutým bremenom sa znižuje rýchlosťou jeho zdvihu. Pri vzpieraní činky je korelačný koeficient pre nadhod $r = 0,706$, a pre trh $r = 0,685$ (Čelikovský a kol., 1985, s. 115). To znamená, že s rýchlosťou pohybu klesá závislosť podielu absolútnej sily na výkone. Dá sa povedať, že závislosť medzi telesnou hmotnosťou (svalovou hmotou) a motorickým silovým prejavom je tým väčšia, čím viac prevláda pri pohybovom akte statická silová schopnosť a rýchlosť bremena, alebo objektu môžeme považovať za druhoradý faktor charakteristiky výkonu. Svalová sila taktiež klesá s telesnou výškou (Stiff – Verkhoshansky, 2004, s. 197).

1. 2 Adaptácia organizmu na silový tréning

Zvyšovanie svalovej sily sa deje dvoma hlavnými adaptačnými procesmi: hypertrofiou svalových vlákien a neurologickou adaptáciou (McDonagh, Davies, 1984; Schneck, 1994; Sorichter a kol 1997; Wilmore, 1974). Počas prvej fázy adaptácie (prvých 8 týždňov) dochádza k zvýšeniu sily svalovej kontrakcie vďaka reakcii nervového systému, ktoré zahŕňajú (Wilmore, Costill, 1994):

- zlepšenú koordináciu
- zlepšené učenie sa
- zvýšenú aktiváciu dominantného svalu

Dlhodobé zmeny sú výsledkom hypertrofie svalu (20 týždňov) (Wilmore, Costill, 1994; Masuda a kol., 1999; Zrubák, Štulrajter, 1999). Jedná sa o tzv. myofibrilárne zhrubnutie aktínu a myozínu. Popri myofibrilárnom zhrubnutí sa na adaptácii svalu podieľa aj tzv. toxotropný efekt. Pod vplyvom tréningových podnetov sa adaptuje aj sarkoplazma, ktorá sa z „polotekutej“ formy mení na polopevnú a tým podporuje zväčšenie a spevnenie svalu.

Stiff – Verkhoshansky (2004, s. 84) rozoznávajú dva druhy svalovej hypertrofie. Prvým je myofibrilárna hypertrofia, druhý predstavuje sarkoplazmatická hypertrofia. Sarkoplazmatický objem vytvárajú nerozpustné komponenty, ktoré tvoria organely ako mitochondrie, lyzozómy, ribozómy, peroxyzómy, niekoľko vakuol a cytoskeleton sarkoplazmatického retikula. Sarkoplazmatický objem vytvárajú taktiež sarkoplazmatické proteíny, ktoré tvoria hlavne enzýmy podieľajúce sa na anaeróbnom krytí energie. Myofibrilárny objem tvoria myofibrily, ktoré vytvárajú kontraktibilné proteíny aktín a myozín.

Myofibrilárna hypertrofia svalových vlákien znamená zhrubnutie (Zatsiorcky – Kraemer, 2006, s. 50) a zvýšenie počtu myofibríl vo svalovej bunke. Na myofibrilárnom zhrubnutí sa v najväčšej miere podieľa myozín. Myofibrilárne zhrubnutie sa nazýva aj funkčná hypertrofia, pretože sa významnou mierou podieľa na zvýšení kontrakčnej sily svalu. Je typická pre silových trojbojárov a vzpieračov. Prevažne myofibrilárna hypertrofia nastáva hlavne pri počte opakovaní 1 – 5 a intenzite cvičenia 80 – 100% z maxima.

Myofibrilárna hypertrofia môže nastať dvoma spôsobmi. Prvý je, že v myofibrilách sa zmultiplikujú kontraktibilné bielkoviny. Druhý spôsob predstavuje zmnoženie samotných myofibríl, ktoré vplyvom vysokých tenzií na úrovni z diskov pozdĺžne prasknú. Do miesta prasknutia sa dostane sarkoplazmatická tekutina, čo spôsobí rozdelenie myofibrily na dve časti, ktoré môžu ďalej samostatne hypertrofovať.

Sarkoplazmatická hypertrofia znamená zvýšenie množstva sarkoplazmy (Zatsiorcky – Kraemer, 2006, s. 50) čo sa prejaví zvýšením energetických rezerv organizmu, ktoré sa nachádzajú v sarkoplazmatickom retikule svalového vlákna (ATP, CP a svalový glykogén). Nárast množstva svalového glykogénu sa prejaví na zväčšení sarkoplazmatického objemu svalovej bunky, a tým aj svalového objemu a náraste hmotnosti, pretože svalový glykogén vplyvom osmotického tlaku na seba viaže pomerne veľké množstvo vody.

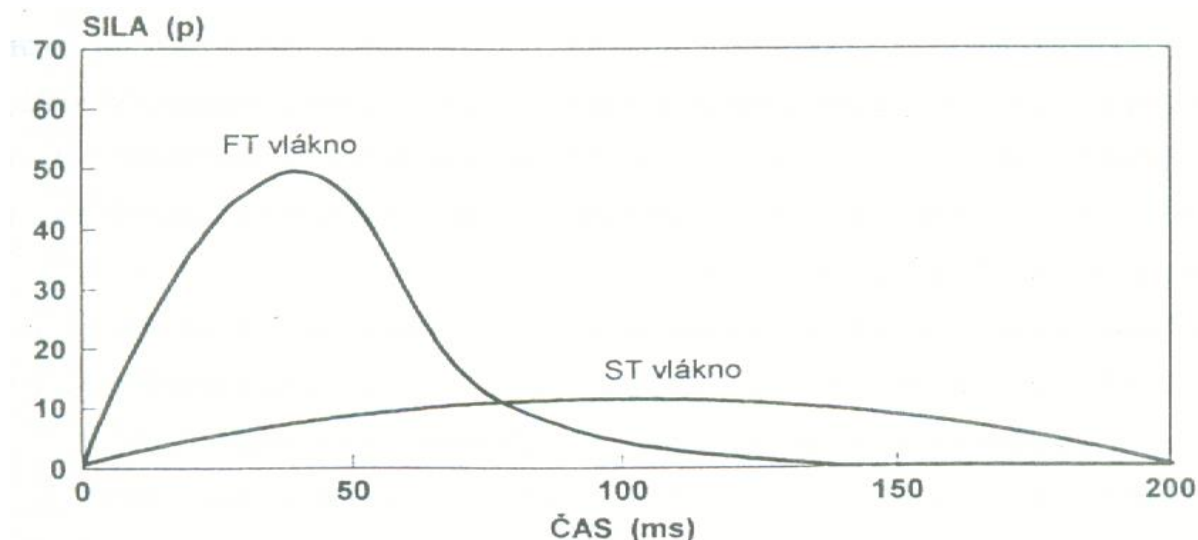
Sarkoplazmatická hypertrofia je typická pre kulturistov (Zatsiorsky – Kraemer, 2006, 50). Tento typ hypertrofie sa podieľa na zvýšení tolerancie voči únave. Nastáva pri cvičeniach, ktoré používajú na energetické krytie pohybu ATP, CP a svalový glykogén. Väčšinou sa jedná o počet opakovaní v rozmedzí 6 – 15. V tomto rozsahu, čo sa týka počtu opakovaní, nastáva najväčšia svalová hypertrofia, pretože tenzia vo svaloch je dostatočná na vyvolanie myofibrilárnej

hypertrofie a zároveň nastáva aj sarkoplazmatická hypertrofia. Čím vyšší je počet opakovaní, tým väčší je podiel sarkoplazmatickej hypertrofie na celkovom zhrubnutí svalu.

Pri vysokých počtoch opakovaní (15 – 50) dochádza prevažne k sarkoplazmatickej hypertrofii, pretože pri tak vysokých počtoch opakovaní svaly nie sú pod dostatočnou tenziou, ktorá by spôsobila zvýšenie množstva kontraktibilných bielkovín.

Je dobre známe, že sila svalu je proporčne závislá na priereze svalových vlákien (Sale a kol., 1987). Avšak mnoho štúdií zaoberajúcich sa cvičením s odpormi poukázalo na malú spojitosť medzi prírastkom sily a muskulárnou hypertrofiou. Je tomu tak preto, lebo vplyvom tréningu dochádza nie len k svalovej hypertrofii, ale tiež k zmenám v štruktúre svalových vlákien, ktoré majú rôznu silu kontrakcie.

Poznáme svalové vlákna rýchleho (II) a pomalého typu (I). Rýchle svalové vlákna sa kontrahujú silnejšie a až 2x rýchlejšie ako pomalé svalové vlákna (0,05 sekúnd ku 0,10 sekundy) (Vrbova 1079, in: Foss – Keteyian, 1998, s. 150).



Obr. 2 Časový a silový priebeh kontrakcie po jednorazovom podráždení rýchleho a pomalého svalového vlákna (Hamar – Lipková, 1998)

Pomer rýchlych a pomalých svalových vlákien je zhruba 50 : 50 (Foss – Keteyian, 1998, s. 147). Vyšší počet pomalých svalových vlákien sa nachádza v posturálnych svaloch, pre ktoré je charakteristická tonická aktivita s cieľom udržania vzpriamenej polohy. Pomalé svalové vlákna sa nachádzajú tiež vo svaloch podieľajúcich sa na dlhodobej aktivite ako je napríklad chôdza, kde sa výrazne uplatňuje práca svalu *m. soleus*.

Naopak pri behu a odrazoch je potrebný vyšší počet rýchlych svalových vlákien. Do týchto pohybov sa výrazne zapája *m. gastrocnemius* a hamstringy (*m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*, *m. biceps femoris*). Tieto svaly sú charakteristické vysokým počtom

rýchlych svalových vlákien. Pomer svalových vlákien je daný geneticky a môže sa značne líšiť od jedinca k jedincovi.

Rozdelenie svalových vlákien na rýchle a pomalé je zjednodušením reality. V skutočnosti sa rozlišuje približne 7 typov svalových vlákien (Grasgruber – Cacek, 2008, s. 5):

- I – pomalé svalové vlákna
- IC – bližšie neurčený typ s črtami pomalých svalových vlákien
- IIC – bližšie neurčený typ s črtami rýchlych svalových vlákien
- IIAC – bližšie neurčený typ s črtami rýchlych oxidatívnych vlákien
- IIA – rýchle oxidatívne svalové vlákna
- IIAB – prechodný typ medzi rýchlymi oxidatívnymi a rýchlymi glykolytickými svalovými vláknami
- IIB – rýchle glykolytické svalové vlákna

Aj rozdelenie na 7 typov je iba zjednodušením reality, pretože svalové vlákna postupne prechádzajú z jedného typu na druhý a hranice medzi jednotlivými typmi nie sú ostro ohraničené.

V skutočnosti z hľadiska športového tréningu nie je potrebné rozlišovať tak veľké spektrum svalových vlákien. Preto sa pre účely športového tréningu vo väčšine literatúry svalové vlákna rozdeľujú na pomalé (typ I), rýchle oxidatívne (typ IIA) a rýchle glykolytické (typ IIB). Rozdiely medzi týmito tromi typmi svalových vlákien prezentuje tabuľka 1.

Svalové vlákna pomalého typu sú určené prevažne pre aeróbny typ zaťaženia. Dokážu sa kontrahovať dlhú dobu bez príznakov únavy. To znamená, že na ich unavenie je potrebný vysoký počet kontrakcií. Majú menší prierez ako rýchle vlákna, a tiež menšiu tendenciu k hypertrofií v porovnaní s vláknami rýchlymi.

Tab.1 Charakteristika rýchlych a pomalých svalových vlákien (Grasgruber – Cacek, 2008, s. 7)

	Pomalé	Rýchle oxidatívne	Rýchle glykolytické
Rýchlosť kontrakcie *	pomalá (70 – 140 ms)	rýchla (50 – 100 ms)	veľmi rýchla (20 – 50 ms)
Produkcia dynamickej sily	malá	vysoká	veľmi vysoká
Priečny prierez *	4000 μm^2	4500 μm^2	4000 μm^2
	u trénovaných 10 000 – 15 000 μm^2 (vastus lateralis) *		
Odolnosť voči únave	vysoká	stredná	nízka
Obsah mitochondrií	vysoký	stredný	nízky
Obsah myoglobínu	vysoký	stredný	nízky
Hustota prekrvenia	vysoká	stredná	nízka
	u netrénovaných 300 kapilár na mm^2 u trénovaných 400 – 500 kapilár na mm^2 (vastus lateralis) *		
Prah dráždivosti	nízky	vysoký	veľmi vysoký
Veľkosť motoneurónu	malá	veľká	veľmi veľká
Počet vlákien v motorickej jednotke	malý	stredný	veľký
Obsah kreatínfosfátu *	100%	115%	120%
Obsah glykogénu *	100%	120%	150%
Typ ťažkého myozínu	MHC I	MHC IIA	MHC IIB

Počet svalových vlákien v motorickej jednotke je daný geneticky. Nedá sa tréningom znížiť, ale pravdepodobne sa dá zvýšiť, ak vezmeme do úvahy, že hyperplazia bola viacerými vedeckými štúdiami dokázaná.

Pri tréningu väčšinou nedochádza k zmenám v štruktúre motorických jednotiek z fyziologického hľadiska. Motorická jednotka pomalého typu inervuje svalové vlákna pomalého typu I. Tieto vlákna nemôžu byť zmenené na vlákna rýchleho typu. To isté platí aj o motorických jednotkách rýchleho typu. Svalové vlákna rýchleho typu sa však ďalej delia na svalové vlákna rýchle oxidatívne IIA a svalové vlákna rýchle glykolytické IIB (Existujú aj ďalšie prechodné alebo hybridné typy svalových vlákien IC, IIC, IIAC, IIAB).

Zmena väčšinou nastáva v prechode svalových vlákien IIB na svalové vlákna IIA (Staron et al., 2000; Liu et al., 2008), a taktiež v prechode hybridných typov svalových vlákien na vlákna IIA (Williamson et al., 2001), čo je spôsobené funkčnou prestavbou všetkých svalových vlákien vzhľadom na ich oxidatívnu kapacitu, ktorá sa prejaví v náraste počtu mitochondrií, zvýšením svalového myoglobínu, ako aj v enzymatickej aktivite oxidatívnych enzýmov a ATP-ázy v hlaviciach ťažkého meromyozínu. Silovým tréningom dochádza tiež k zmenám izoforiem ťažkého myozínu (Abernethy a kol., 1994). Posilňovacím tréningom dochádza k zmene izoforiem ťažkého meromyozínu z IIB MHC na IIA MHC sprevádzané zmenou typu svalových vlákien z IIB na IIA (Adams et al., 1993). Posilňovacím tréningom nedochádza k zmenám ťažkého meromyozínu I MHC. Prechod na iný typ svalového vlákna sa nedeje skokom, ale plynulým prechodom s rôznymi medzistupňami v závislosti od charakteru zaťažovania.

Pri silovom tréningu, dokonca aj pri tréningu silových trojbojárov a vzpieračov, dochádza k prechodu svalových vlákien IIB na svalové vlákna IIA. Vlákna IIB sú u nešportujúcich jedincov veľmi často atrofované, čo vyplýva z ich nedostatočného zapájania do športovej aktivity spôsobenej ich vysokým prahom dráždivosti. Najväčší objem majú svalové vlákna IIA a to pre väčšie zásoby energie vo svojom sarkoplazmatickom retikule (Grasgruber – Cacek, 2008, s. 6). Kulturistický tréning jednoznačne spôsobuje prechod svalových vlákien IIB na vlákna IIA.

Vplyvom dlhodobého tréningu je možná aj konverzia rýchlych svalových vlákien na vlákna pomalé (Grasgruber – Cacek, 2008, s. 8). Svaly trénované na vytrvalosť vykazujú vyššie percento pomalých svalových vlákien (Tesch – Karlsson, 1985). Deje sa to, ale v podstatne menšom rozsahu, ako v prípade biochemickej prestavby svalových vlákien.

Prírastky sily v krátkom časovom rozpätí sú často sprevádzané len miernou až žiadnou hypertrofiou. Prírastky sily v tejto fáze tréningu sú podmienené adaptáciami nervového systému, ako napr. zvýšená aktivácia motorických neurónov a synchronizácia motorických jednotiek (Sale, 1988).

Silu svalovej kontrakcie môžeme zvyšovať dvoma základnými spôsobmi:

1. zvýšením frekvencie impulzov prichádzajúcich do motorickej jednotky
2. pridaním ďalšej motorickej jednotky

Jedným impulzom sa svalové vlákno skrúti maximálnou možnou kontrakciou a uvoľní. Jedná sa o princíp „všetko, alebo nič“. To znamená, že ak hranica podráždenia prekročí istú hodnotu, svalové vlákno sa pri podráždení jedným impulzom skrúti maximálnou možnou silou a potom uvoľní. Ak počas skracovania príde ďalší impulz, svalové vlákno sa skrúti ešte väčšou silou,

ako pri podráždení jedným impulzom. Zvyšovaním frekvencie impulzov môžeme zvyšovať silu kontrakcie až do úrovne, kedy nenastane hladký tetanus, čo znamená, že svalové vlákno sa kontrahuje a ostáva v kontrahovanom stave, čo nastáva pri frekvencii od 35 - 55 Hz v závislosti na type motorickej jednotky. Malé motorické jednotky majú nižšiu frekvenciu vzruchov, pri ktorej dosahujú tetanické napätie ako veľké motorické jednotky (Zatsiorsky – Kraemer, 2006, s. 60).

Ďalšie zvyšovanie impulzov nemá vplyv na silu svalovej kontrakcie a nadmerne vyčerpáva nervosvalovú platničku, čo sa môže prejaviť predčasnou únavou z dôvodu vyčerpania mediátora, ktorý zabezpečuje chemický prenos vzruchov z nervového vlákna na sval. Tomuto princípu zvyšovania kontrakcie hovoríme *princíp časovej sumácie*.

Pri podráždení alfa-motoneurónu sa skrátia všetky svalové vlákna, ktoré daný alfa-motoneurón inervuje. Ak je potrebná väčšia sila na prekonanie odporu, zvýši sa sila vzruchu, čím sa podráždi ďalší alfa-motoneurón a do činnosti sa zapojí ďalšia skupina svalových vlákien. To znamená, že organizmus týmto spôsobom zvyšuje silu kontrakcie skokom, pridaním ďalšej motorickej jednotky. Tomuto druhému princípu, ktorým sa riadi sila svalovej kontrakcie, hovoríme *priestorová sumácia*.

Nárast sily silových trojbojárov je z veľkej časti spôsobený zlepšením vnútro svalovej koordinácie. Nikto nie je schopný zapojiť do pohybu všetky svalové vlákna. Siloví trojbojári dokážu do pohybu zapojiť oveľa viac svalových vlákien súčasne, ako iní športovci. Vyplýva to z charakteru požiadaviek na športový výkon. Športovec potrebuje dvihnúť čo najväčšiu hmotnosť a to len raz. To znamená, že nezapojené svalové vlákna po zdvihnutí činky už nebudú mať možnosť sa zapojiť. Preto je potrebné trénovať schopnosť zapojiť do činnosti čo najväčší počet svalových vlákien pri jednom zdvihu.

Pri tréningu nezvyknú trojbojári robiť väčší počet opakovaní ako 5 a málokedy vykonávajú sériu do zlyhania. Dôvodom je, že pri väčšej únave sa do činnosti zapoja aj svalové vlákna, ktoré sa zo začiatku nezapojili a odpoja vlákna ktoré boli namáhané skôr. Tým sa však poruší vzor zapojiť do činnosti vždy rovnaké svalové vlákna a pri zvýšení záťaže pridávať ďalšie. Takýto vzor sa dosiahne nízkym počtom opakovaní 1 – 5, postupným zvyšovaním záťaže a vyhýbaním sa vykonávania sérií do zlyhania. Najvhodnejší počet opakovaní na stimuláciu vnútro svalovej koordinácie je 1 – 3 pri intenzite 90 – 100% z maxima. Čím je počet vyšší a intenzita nižšia, tým je aj menší efekt na stimuláciu vnútro svalovej koordinácie.

Naopak, kulturisti vykonávajú vyšší počet opakovaní a v snahe precvičiť čo najviac svalových vlákien často vykonávajú série do zlyhania. Tým dochádza k upevňovaniu iného typu vzoru ako v prípade silových trojbojárov.

V prípade kulturistického tréningu sa svalové vlákna v priebehu vykonávania série obmieňajú. To znamená, že na začiatku sa do činnosti zapojí motorické jadro s určitým počtom svalových vlákien a s pribúdajúcim počtom opakovaní a nárastom únavy počas série sa niektoré svalové vlákna z činnosti odpoja a zapoja iné, predtým oddychujúce. To umožní precvičiť v sérii čo najviac svalových vlákien. Zapojením nových svalových vlákien sa predĺži čas nástupu únavy, čo umožní vykonať väčší počet opakovaní.

Každopádne, pri jednom druhu cvičenia sa do činnosti majú tendenciu zapájať isté svalové vlákna, ktoré vytvárajú motorické jadro. Tieto svalové vlákna sa daným cvičením precvičia najviac. Preto je potrebné v jednom tréningu vykonať viacero druhov cvičení na jednu svalovú skupinu, aby sa do činnosti zapojili rôzne motorické jadrá a tým došlo k dostatočnému zaťaženiu čo najväčšieho počtu svalových vlákien.

Ďalším faktorom, ktorý prispieva k zvyšovaniu silových schopností bez výraznej hypertrofie, je zlepšenie medzisvalovej koordinácie. Do jedného pohybu je zapojených viac svalov, ktoré musia pracovať v istej návaznosti a sú do pohybu zapojené v maximálnej možnej miere. Návaznosť zapájania jednotlivých svalov je dôležitá hlavne pri prepínaní z jednej svalovej skupiny na druhú. Napríklad, pri hlbokom drepe sa v spodnej časti do činnosti zapája vo zvýšenej miere sedacie svalstvo a vnútorná hlava štvorhlavého svalu stehna (kvadriceps). Vo vyššej polohe (stehná približne paralelne s podložkou) sú hlavnými zapojenými svalmi hamstringy a kvadricepsy. Za predpokladu dodržania správnej techniky drepu, to znamená, ak sa kolená tlačia od seba, sa akcent z vnútornej hlavy stehenného svalu prenáša na vonkajšiu hlavu. Neskôr, vo vyššej polohe, klesá zapojenie hamstringov a hlavná úloha spočíva na štvorhlavom svale stehna. Počas pohybu sa do činnosti zapájajú aj vzpriamovače trupu.

Kľúčovú úlohu pri hypertrofii a rozvoji silových schopností hrá testosterón, avšak ten samotný neurčuje rozsah hypertrofie vplyvom silového tréningu (Wilmore, Costill, 1994). Pokojová hladina testosterónu vplyvom silových cvičení je u kulturistov vyššia ako u jedincov nevykonávajúcich silové cvičenia (Černý, in: Melicha et al., 1995, s. 56). Dlhodobý silový tréning u špičkových športovcov môže viesť k zvýšenej hladine testosterónu v krvi (Hakkinen, 1988; Zatsiorsky – Kraemer, 2006, s.58). Zvýšená hladina testosterónu vytvára vhodnejšie anabolické prostredie podnecujúce proteosyntézu, ako v prípade ľudí nevykonávajúcich silové cvičenia. Vplyvom silových cvičení sa znižuje aj počet receptorov pre testosterón (Spiering et al., 2009) v zaťažovaných svaloch. Tým sa precvičovaný sval stáva senzitívnejší na testosterón ako sval, ktorý je tréningom zanedbávaný.

Poznáme 2 typy hypertrofié:

Prechodná (pri napumpovaní svalu jednorázovým cvičením) – výsledok akumulácie tekutiny vo vnútrobunkových priestoroch svalu z krvnej plazmy. Táto tekutina sa vracia do krvi behom niekoľkých hodín po cvičení.

Chronická – je charakteristická hyperplaziou, t.j. zvýšeným počtom svalových vlákien alebo zväčšením už existujúcich svalových vlákien (hypertrofia).

Predchádzajúce výskumy nás utvrdzovali v tom, že počet svalových vlákien je od narodenia nemenný, nanajvýš sa mení v prvých týždňoch po narodení (Handzo, 1988; Komadel a kol., 1997; Kučera a kol., 1997). Podľa tohto tvrdenia je chronická hypertrofia výsledkom hypertrofié jednotlivých svalových vlákien, čo sa vysvetľuje:

- vyšším počtom myofibríl
- zvýšeným počtom aktínových a myozínových vlákien
- zvýšený objem sarkoplazmy
- viac spojovacieho tkaniva
- kombináciou horeuvedených.

Hyperplazia, teda zmnóženie počtu svalových vlákien, je dodnes diskutovanou témou medzi odborníkmi. Mnohí jej existenciu popierajú. Prírastky, alebo úbytky na svalovom objeme sa dejú prostredníctvom svalovej hypertrofié alebo atrofie a nie na základe svalovej hyperplazie (Foss – Keteyian, 1998; McCall et al., 1996; MacDougall et al., 1984).

Na druhej strane, niektoré výskumy by mohli poukazovať na existenciu hyperplazie. Napriek prevažujúcim tvrdeniam o nemennosti počtu svalových vlákien existujú v súčasnosti názory, podľa ktorých nastáva hyperplazia aj v neskoršom období (Wilmore, Costill, 1994). Ako tvrdia vyššie uvedení autori, existujú zmienky, že hyperplazia je možná v priebehu života ojedinele aj u človeka.

V štúdií MacDougalla et al. (1982) výskum priečného prierezu svalom ukázal, že špičkoví kulturisti nemajú hrubšie svalové vlákna ako kontrolná skupina, ktorá sa venovala silovému tréningu po dobu 6 mesiacov. A teda, že kulturisti majú vyšší počet svalových vlákien vzhľadom na podstatne väčší svalový objem. Autori vyšší počet svalových vlákien prisúdili celkovo vyššiemu počtu svalových vlákien u kulturistov a nie hyperplazii.

Odborník v oblasti svalových vlákien (Kraemer et al., 2008, s. 32) tvrdí, že sval môže rásť dvoma spôsobmi – svalovou hypertrofiou a svalovou hyperplaziou, pričom svalová hyperplazia sa na svalovom raste podieľa pravdepodobne menej ako 5%. Rovnako nedávne výskumy

dokázali (Zatsiorsky – Kraemer, 2006, s. 48), že na náraste svalu sa podieľajú ako svalová hypertrofia, tak aj svalová hyperplazia. Ruské výskumy taktiež potvrdili, že rast svalového objemu sa deje aj na základe rozdelenia hypertrofovaných svalových vlákien (Stiff – Verkhoshansky 2004, s. 84). Svalová hyperplazia prispieva k prírastkom na svalovej hmote u dospelých zvierat a pravdepodobne aj u športovcov (Antonio – Gonyea, 1993).

Ako dôkaz Wilmore a Costill (1994) uvádzajú pokusy s mačkami, kde sa potvrdil výskyt hyperplazie formou delenia pôvodných svalových vlákien na polovicu pri opakovanej aplikácii veľkej záťaže na sval. Mačky boli cvičené na premiestňovanie ťažkého závažia. Novovytvorené svalové vlákna dorástli do rozmerov pôvodného (materského) vlákna. Vlákna boli spočítané a výsledok ukázal 11 %-ný prírastok svalovej hmoty pri 9 %-nom zvýšení celkového počtu vlákien, čo potvrdilo existenciu hyperplazie.

Existujú však aj výsledky štúdií kulturistov nepriamo dokazujúce výskyt hyperplazie u človeka. Prierez vlákien bol u trénovaných kulturistov zistený rovnaký ako u aktívnych netrénovaných jedincov napriek tomu, že objem končatín bol väčší u kulturistov. Výskumníci zistili u kulturistov väčší počet svalových vlákien pripadajúcich na motorickú jednotku. Keďže títo kulturisti mali väčší obvod svalov pri súčasne normálnom priereze vlákien, svedčí to o náraste počtu svalových vlákien.

Podľa výskumu, ktorý uskutočnil D'Antona et al. (2006) kulturisti mali o 54% väčší objem svalov ako netrénovaní ľudia, zatiaľ čo jednotlivé svalové vlákna mali hrubšie len o 14% v porovnaní s netrénovanými jedincami. To by mohlo poukazovať na možnú hyperplaziu. Vysvetlením by však mohol byť aj celkové vyššie množstvo svalových vlákien u kulturistov, ktorý predstavuje jeden z ukazovateľov talentu pre tento šport. Adaptácia na silový tréning je pravdepodobne komplexnou záležitosťou využívajúcou ako svalovú hypertrofiu, tak aj svalovú hyperplaziu (Alway et al., 1989).

Existujú dve teórie hyperplazie. Podľa jednej hyperplazia vzniká pozdĺžnym rozdelením, alebo lepšie povedané pozdĺžnym prasknutím svalovej bunky. Bunka môže prasknúť, ak je tenzia vo svalovom vlákne dostatočne veľká. Týmto spôsobom sa z jednej bunky stanú dve. Na to je potrebná veľká tenzia vo svale. V prospech tejto teórie svedčí aj fakt, že hyperplazia sa dáva do súvisu s excentrickým typom tréningu (Grasgruber – Cacek, 2008). Výskum uskutočnený na vtákoch potvrdil, že extrémna záťaž spôsobuje hyperplaziu a stredná len hypertrofiu svalových vlákien (Antonio – Gonyea, 1993).

Druhá teória hovorí o rozrastaní a rozvoji svalových satelitných buniek do nového zrelého svalového vlákna. Hyperplazia teda môže nastať pri dozrievaní nových svalových satelitných buniek, ktoré sa môžu vyvinúť až do nového svalového vlákna.

Nové, hyperplazované svalové vlákna pravdepodobne nemajú taký potenciál, čo sa týka hypertrofie, ako nehyperplazované svalové vlákna. Každopádne pri hyperplazii, či už jedným, alebo druhým spôsobom, materská svalová bunka odovzdá istú časť informácie a pravdepodobne aj potenciálu k hypertrofií svojmu dcérskeму svalovému vláknu.

Z vyššie uvedeného vyplýva, že hyperplazia nie je významným faktorom podieľajúcim sa na náraste svalovej hmoty. Hlavným faktorom nárastu svalovej hmoty je svalová hypertrofia. Tréning využívajúci vysokú intenzitu, alebo veľké odpory vyvoláva väčšiu hypertrofiu svalových vlákien najmä rýchlych svalových vlákien, ako cvičenie s nižšou intenzitou alebo záťažou (Wilmore, Costill, 1994).

Mechанизmus hypertrofie svalového vlákna je výsledkom zvýšenia syntézy svalových proteínov. Syntéza odbúrania proteínov prebieha neustále, ale rozsah tohto procesu sa mení v závislosti na požiadavkách kladených na telo. Počas cvičenia preto dochádza k spomaleniu syntézy proteínov a naopak po cvičení k jej zvýšeniu. Výsledkom je krátkodobé zníženie svalovej sily po cvičení (Kauranen a kol., 1999). Svalovú hypertrofiu spôsobuje reakcia svalových buniek na ich poškodenie vplyvom silového tréningu. Pri silovom tréningu dochádza vo svalových bunkách k mikrotraumám (drobným poškodeniam), ktoré sa organizmus v priebehu zotavovania snaží reparovať.

Po vzniknutí mikrotraumy sa aktivuje imunitný systém s komplexným sledom dejov, ktorý nazývame zápalový proces. Počas tohto procesu sa musia poškodené časti tkaniva odstrániť. Po poškodení svalového tkaniva, ktoré vzniká poškodením akomyozínového komplexu, a taktiež porušením integrity sarkolemy, do svalovej bunky začne z krvi vnikat' kalcium (Ca^{++}) (viac kalcia sa nachádza v krvi ako v svalovej bunke). Intracelulárny vzostup kalcia aktivuje enzýmy, ktoré sa nazývajú „calpains“, a ktoré oddelia kusy poškodeného kontraktibilného aparátu (ľahko uvoľniteľné myofilamenty). Intracelulárny vzostup Ca^{++} aktivizuje tiež enzým fosfolipáza A2, ktorá z plazmovej membrány uvoľní kyselinu arachidonovú, z ktorej sa tvoria prostaglandíny (Silbernagl – Despopoulos, 1993, s. 235), hlavne PGE2, ktorý sa zúčastňuje zápalového procesu (Ferenčík et al., 2000, s. 635) ale aj ďalšie eikosanoidy, ktoré prispievajú k tvorbe zápalového procesu a odbúraniu poškodeného tkaniva.

Ubiquitín, proteín, ktorý sa nachádza vo všetkých svalových bunkách, sa naviaže na uvoľnené poškodené tkanivo, aby ho identifikoval ako tkanivo určené pre deštrukciu. Proteíny, ktoré sa majú degradovať sa musia naviazať na ubiquitín (Ferenčík et al., 2000, s. 389). Na poškodené tkanivo označené ubiquitínom sa chemicky naviažu neutrofilné granulocyty. Uvoľnia toxíny, ako napríklad kyslíkové radikály, ktoré rozložia poškodené tkanivo do podoby, v ktorej môžu byť fagocytované neutrofilmy.

Makrofágy, ktorých úlohou je pohltiť poškodené tkanivo začnú taktiež migrovať na miesto poškodenia, aby splnili svoju funkciu. Popri tom začnú vylučovať cytokíny (Ferenčík et al., 2000, s. 558), rastové faktory a ďalšie substancie potrebné pre reparáciu poškodeného tkaniva. Lifter a vedec zaoberajúci sa svalovým rastom, Casey Butt, PhD. (2010) tvrdí, že makrofágy sú nevyhnutné pre aktiváciu satelitných buniek.

Cytokíny stimulujú migráciu lymfocytov, monocytov na poškodené miesto za účelom odstránenia poškodeného tkaniva. Interleukin-1 (IL-1), a TNF-alfa (tumor necrosis factor) spúšťajú zápalový proces (poplachové cytokíny) a spolu s Interleukin-6 (IL-6) zosilňujú jeho intenzitu (Ferenčík et al. 2000, s. 559). Tieto tri základné cytokíny sú zodpovedné za zápalový proces, počas ktorého nastáva rozklad bielkovín a odstraňovanie poškodeného tkaniva za zvýšenej produkcie prostaglandínov, ktorých úlohou je kontrolovať zápalovú reakciu. Na zápalovej reakcii sa podieľajú aj ďalšie cytokíny ako napríklad interferóny, ktoré zvyšujú účinnosť zápalového procesu (Ferenčík et al. 2000, s. 559). Odstránením poškodeného tkaniva sa svalové vlákno stáva slabším ako pred začiatkom tréningu.

Na povrchu svalovej bunky sa nachádzajú jednojadrové satelitné bunky, ktorých úlohou je reparácia poškodených svalových buniek. Pri vzniknutí mikrotraumy sa aktivujú satelitné bunky, delením sa rozmnožia. Tento proces sa nazýva proliferácia. Časť vnikne do miesta poškodeného svalového vlákna, kde sa fúziou spoja, aby nahradili poškodené tkanivo, poprípade vytvorili novú myofibrilu a časť ostane na svalovom vlákne ako zásoba satelitných buniek pre prípadné ďalšie poškodenie.

Satelitné bunky, ktoré vnikli do poškodeného svalového tkaniva poslúžia ako zdroj pre vytvorenie nových bunkových jadier svalového vlákna, ktorých úlohou je zásobovať rastúce svalové vlákno proteínmi. Tento proces, kedy satelitné bunky darujú jadrá poškodenému tkanivu sa nazýva diferenciácia satelitných buniek, po ktorej sa satelitná bunka stane súčasťou svalového vlákna.

S týmito dodatočnými bunkovými jadrami je schopné svalové vlákno syntetizovať viac proteínov podieľajúcich sa na výstavbe rastúceho svalového vlákna. Počet svalových jadier je limitujúcim faktorom rozvoja svalového objemu (Kraemer et al., 2008 s. 39). Športovci ľahko naberajúci svalovú hmotu majú celkovo vyšší počet satelitných buniek rovnako, ako aj viac buniek vzhľadom na jedno svalové vlákno a po tréningu majú tendenciu zvyšovať množstvo satelitných buniek oveľa viac ako ostatní športovci (Petrella et al. 2008).

Zvýšená aktivita satelitných buniek trvá do 48 hodín a je ovplyvňovaná rastovými faktormi. Kľúčovú úlohu pri regulácii aktivity satelitných buniek zohráva HGF (Hepatocyte Growth Factor), ktorý sa vylučuje poškodením tkaniva (Tatsumi, et. al. 1997) a ktorý aktivuje satelitné

bunky (Sheehan et al., 2000), čím spôsobuje ich migráciu na miesto poškodenia. Podnecuje taktiež proliferáciu satelitných buniek (Hayashi et al., 2004). Patrí do skupiny cytokínov.

Ďalším rastovým faktorom, ktorý je stimulovaný mechanickým poškodením sarkolémy (Clarke – Feedback, 1996) je FGF (Fibroblast Growth Factor). Má viacero foriem a spôsobuje proliferáciu a diferenciáciu satelitných buniek (Allen – Boxhom, 2005). Množstvo FGF je priamo úmerné veľkosti poškodenia tkaniva.

Jedným z hlavných prostaglandínov podieľajúcich sa na syntéze proteínov je PGF₂-alfa (Trappe et al., 2001).

Inzulín a Inzulín-Like Growth Factor (IGF) sú kritické pre svalový rast (Kraemer – Ratamess, 2005). Insulin-Like Growth Factor-I a II (IGF-I a IGF-II) sa podieľa na proteosyntéze na úrovni DNA, potrebnej pre reparáciu poškodených svalových vlákien. Satelitné bunky sa premenia na nové tkanivo len na základe proteosyntézy, kedy sa z genetického kódu pomocou IGF-I stimuluje aj rozmnožovanie (proliferácia), ale hlavne diferenciáciu satelitných buniek (Allen – Boxhom, 2005). Aj IGF II sa podieľa ako na proliferácii, tak aj na diferenciácii satelitných buniek, ale nie v takom meradle ako IGF-I (Hayashi et al., 2004).

IGF I má dve formy. Prvá je parakrinná, ktorá sa syntetizuje v pečeni, druhá je autokrinná, ktorá sa vytvára priamo vo svalovej bunke ako reakcia na vysoké napätie vo svale vznikajúce na základe svalovej kontrakcie. Pre parakrinnú formu sú potrebné receptory, na ktoré sa táto forma IGF I naviaže, aby začala plniť svoju anabolickú funkciu.

Inzulín pôsobí podobne ako IGF I (Insulin-Like Growth Factor I). Inzulín taktiež stimuluje svalový rast tým, že uľahčuje vstup glukózy do svalových buniek. Svalová bunka používa glukózu ako zdroj energie pre procesy, ktoré v bunke prebiehajú, vrátane proteosyntézy a svalového rastu.

Rastový hormón, ktorý sa vo zvýšenej miere vylučuje počas silového tréningu, spúšťa tukový metabolizmus pre energetické účely spojené aj so svalovým rastom. Taktiež stimuluje tvorbu a uvoľňovanie IGF I ako v pečeni, tak aj vo svaloch v trvaní niekoľko hodín po tréningu (Butt, 2010). Tým napomáha rozmnožovaniu a diferenciácii satelitných buniek, ktoré sú potrebné aj pre tvorbu väzivového tkaniva a ktoré je taktiež súčasťou svalovej bunky. Hypertrofia svalov na základe príspevku rastového hormónu je viac v oblasti hypertrofie väzivového tkaniva a akumulácie tekutiny ako v oblasti hypertrofie kontraktibilných bielkovín.

Silový tréning podnecuje tvorbu a vylučovanie testosterónu. Tento hormón podporuje prenikanie jadier satelitných buniek do svalov (Grasgruber – Cacek, 2008, s. 93). Tým sa zvyšuje počet jadier vo svalovom vlákne, prostredníctvom ktorých dochádza k tvorbe nových bielkovín potrebných na výstavbu svalovej bunky. Zvyšuje aj produkciu rastového hormónu a IGF I (Butt,

2010). Testosterón má regulačný efekt na satelitné bunky (Kwon –Kravitz, 2004) tým, že zvyšuje ich senzitivitu na IGF I a FGF, čím podporuje ich proliferáciu a diferenciáciu (Butt, 2010). Testosterón, ako hormón s intracelulárnymi receptormi, preniká bunečnou membránou a viaže sa na receptorové proteíny nachádzajúce sa vo vnútri bunky. Následne komplex hormón-receptorový proteín vstúpi do bunkového jadra (translokácia), kde sa naviaže na jadrové receptory, aby stimuloval zvýšenú tvorbu mRNA (Silbernagl – Despopoulos, 1993, s. 244) potrebnú pre proteosyntézu.

Syntéza proteínov nastáva na základe transkripcie genetického kódu kódujúceho jednotlivé proteíny. Dvojitá špirála DNA (kyselina deoxyribonukleová), ktorá sa nachádza v bunkových jadrách sa rozvinie a za pôsobenia enzýmov sa rozdelí na dve jednotky. Jedna z nich slúži ako matrica pre syntézu mRNA (**Messenger Ribonucleic Acid**), na ktorú sa mRNA za pomoci enzýmu RNA polymeráza naviaže. Tak sa informácia z DNA prepíše do kódu RNA. Tento dej sa nazýva *transkripcia* (prepis) genetického kódu. Po ukončení prepisu sa mRNA oddeľuje od DNA a prechádza pórmi v jadrovej membráne, aby sa naviazala na ribozómy.

Samotná proteosyntéza potrebná pre zabudovanie bielkovín do svalového vlákna, na základe čoho sa poškodené svalové vlákno reparuje, začína aktiváciou aminokyselín, ktoré sa nachádzajú v cytoplazme.

Aktiváciu kyselín v podobe fosforilácie zabezpečuje enzým aminoacyl-tRNA-syntáza. Tento enzým je špecifický pre každú aminokyselinu (Ferák – Sršeň, 1981, s. 41). Taktiež každá tRNA (transférová RNA) má špecifické väzobné miesto len pre jednu konkrétnu aminokyselinu (Kadlečík, 1985, s. 31). Druhé špecifické väzobné miesto je pre naviazanie sa na príslušný komplex mRNA, ktorá určuje poradie aminokyselín v peptidovom reťazci.

Aktivovaná aminokyselina sa následne naviaže na tRNA (transférová RNA) a celý komplex (aminokyselina a tRNA) difunduje do ribozómov, kde prebieha proteosyntéza. V ribozómoch sa nachádza rRNA (ribozómová RNA), ktorá vytvára kostru ribozómu, na ktorú sa pripájajú ribozómové bielkoviny (Nečásek et al., 1979). rRNA má rôzne špecifické funkcie, ale neobsahuje genetickú informáciu (Ferák – Sršeň, 1981, s. 41). rRNA interaguje s mRNA a s tRNA pri ich pripájaní k ribozómom (Mišúrová, 1993, s. 45).

Proteosyntéza prebieha tak, že mRNA sa posúva po ribozómoch a tRNA s naviazanými aminokyselinami sa postupne svojimi špecifickými väzobnými miestami viaže na príslušný úsek mRNA. Aminokyseliny sú svojimi karboxylovými skupinami napojené na tRNA. Po naviazaní tRNA sa aminokyselina svojím karboxylovým koncom odpojí od tRNA a spojí sa z karboxylovým koncom druhej aminokyseliny. Tak vzniká polypeptidový reťazec, z ktorého sa nakoniec vytvorí požadovaná bielkovina.

Svalový rast nastane, ak je pomer degradácie a tvorby proteínov v prospech tvorby. Jednotlivé svalové vlákna sa líšia v spôsobe ako reagujú na zaťaženie. „Pomalé svalové vlákna reagujú na záťaž znížením degradácie proteínov, rýchle svalové vlákna zvýšením proteosyntézy (Fahey, 1998)“.

Takýmto spôsobom poškodenie tkaniva spôsobuje tvorbu nového tkaniva, a to vo zvýšenej miere, ktorá sa prejaví nie len reparáciou poškodeného tkaniva, ale aj tvorbou nového tkaniva. To predstavuje prispôbovanie sa organizmu na stres vyvolaný silovým tréningom. Výsledkom je v konečnom dôsledku hypertrofia svalu.

Je potrebné uviesť, že vyššie popísaný proces, v ktorom sme sa sústredili hlavne na popis hypertrofie kontraktibilného aparátu svalu, tvorí približne 80% veľkosti svalovej bunky. Popísaný proces je zjednodušením reality a úlohou popisu bolo zjednodušiť približiť pomerne zložitú problematiku nárastu svalovej hmoty. Svalová bunka okrem kontraktibilného aparátu obsahuje aj ďalšie organely, ako napríklad mitochondrie, sarkoplazmatické retikulum atď., ktoré majú taktiež potenciál zväčšovať svoj objem.

Anaeróbny tréning, kam patrí aj rozvoj silových schopností, zlepšuje toleranciu svalu na kyslé prostredie vznikajúce vyplavovaním iónov H^+ počas svalovej práce pri nedostatku kyslíka. Kyselina mliečna sa hromadí vo svaloch. Tá však nie je príčinou zníženia pH vo svalovej bunke (Robergs et al., 2004). Kyselina mliečna vzniká z kyseliny pyrohroznovej naviazaním voľných H^+ . Kyslosť prostredia sa vytvorením kyseliny mliečnej posunie viac na zásaditú stranu, pretože kyslosť prostredia pH je záporný dekadický logaritmus koncentrácie voľných H^+ . Kyselina mliečna, ktorá vzniká pri práci za nedostatku kyslíka sa vyplavuje zo svalov do krvi. Krvou je prenášaná na miesta, kde je kyslíka dostatok, napríklad pečeň, nepracujúce kostrové svalstvo, srdcový sval, ktorý využíva kyselinu mliečnu pre svoju prácu ako zdroj energie, a tam sa premení na kyselinu pyrohroznovú (Wright et al., 1970, s. 495), čím sa uvoľnia dva ióny H^+ . Týmto spôsobom kyselina mliečna zvyšuje kyslosť organizmu, na ktorú je citlivý nervový systém (Brozmanová, 1973, s. 165).

Zníženie pH spôsobuje produkcia iónov H^+ z hydrolýzy ATP. Jednou z príčin periférnej únavy je nahromadenie voľných protónov H^+ (Messonnier et al., 2007), hlavne z hydrolýzy ATP (Robergs et al., 2004), ktoré spôsobia zníženie pH (zvýšenie kyslosti) vnútorného prostredia. Pre premenu energie potrebnej pre svalovú kontrakciu sú nevyhnutné enzýmy, ktoré sú však účinné len v určitom rozmedzí pH. Postupne sa hromadiace H^+ môžu znižovať aktivitu enzýmov (Spriet et al. 1989) až do hranice, ktorá ich vyradí natoľko, že premena energie klesne pod úroveň požadovaného výkonu, čo spôsobí ukončenie svalovej práce.

Zvýšená hladina H^+ znižuje vyplavovanie iónov Ca^+ zo sarkoplazmatického retikula, čím znižuje odkrývanie väzobných miest medzi aktínom a myozínom, čo sa prejaví v znížení kontrakčnej sily svalu. To by mohlo byť spôsobené znížením pH, ktoré spôsobuje zvýšenie permeability sarkolémy, v dôsledku čoho dochádza k zvýšenému vyplavovaniu K^+ zo svalových buniek a k difúzií Na^+ do svalovej bunky, čím sa poruší pomer koncentrácie týchto dvoch iónov a dôjde k zmene membránového potenciálu (Brozmanová, 1973, s. 164). Ten spôsobuje vyplavovanie Ca^{2+} . Je možné, že hromadenie iónov H^+ znižuje senzitivitu kontraktibilných proteínov na Ca^{2+} (Chin – Allen, 1998).

Odpoveďou organizmu na tento druh stresu je zvýšenie pufráčnej kapacity organizmu o 12 – 50 % už po 8 týždňoch anaeróbného tréningu (Wilmore, Costill, 1994). Vystavovaním svalu vysokej koncentrácii kyslých metabolitov dochádza k zväčšovaniu sarkoplazmatického objemu. Pri rovnakom množstve vylúčených metabolitov do zväčšeného sarkoplazmatického objemu klesá ich koncentrácia, čím sa predlžuje doba, po ktorú je sval schopný pracovať.

K ďalším metabolitom okrem H^+ spôsobujúcim periférnu únavu a stimulujúcom sarkoplazmatickú hypertrofiu patrí nahromadenie P_i (anorganický fosfát, ktorý vzniká rozkladom ATP). Ten je jednou z hlavných príčin periférnej únavy. Anorganický fosfát P_i difunduje do sarkoplazmatického retikula, kde je uložený Ca^{2+} . Ak koncentrácia P_i v sarkoplazmatickom retikule prekročí istú hodnotu, začne sa zlučovať s Ca^{2+} , čím klesne množstvo Ca^{2+} , ktoré je schopné prechodu cez sarkoplazmatickú membránu, aby sa naviazalo na troponínové hlavice a umožnilo vytvorenie elektrostatickej väzby aktínu s myozínom (Allen – Westerblad, 2001). Únava znižuje vylučovanie Ca^+ zo sarkoplazmatického retikula, spätné vstrebávanie a väzbu Ca^+ na troponín (Li et. al., 2002).

Vedecké štúdie (Nielsen, et al., 2004; Mohr et al. 2004; Sjøgaard, 2003) naznačujú, že aj množstvo K^+ vylúčeného do extracelulárneho priestoru by mohlo zohrávať úlohu čo sa týka lokálnej svalovej únavy. Činný sval stráca K^+ , ktorý prechádza do krvi. Strata K^+ vedie k zhoršeniu resyntézy glykogénu (Seliger et al. 1976, s. 197). Zvýšením sarkoplazmatického objemu klesne koncentrácia všetkých vyššie opísaných metabolitov v bunke.

Ďalšou príčinou lokálnej únavy je vyčerpanie energetických rezerv organizmu. To je najčastejšou príčinou únavy, ktorá limituje počet opakovaní v sérii v posilňovacom tréningu, kedy dôjde k vyčerpaniu zásob ATP a CP. Výkon vo vysoko intenzívnych cvičeniach krátko trvania závisí na kapacite fosfátových zdrojov (Hirvonen et al., 1987). Pri poklese zásob CP na takmer nulovú hodnotu pri cvičeniach vysokej intenzity kontrakčná schopnosť svalov ustáva aj napriek tomu, že svaly obsahujú ešte asi 40% ATP (Hultman et al., 1967). Silovým tréningom

dochádza k zvýšeniu energetických rezerv organizmu, čo sa opäť prejaví v náraste sarkoplazmatickej hypertrofiie.

Pri silových cvičeniach vysokej intenzity 90 – 100% z maxima sa za jeden z prejavov zníženia výkonu po odcvičení série pokladá taktiež poškodenie sarkolémy, ktorá obaluje svalové vlákno (Westerblad – Allen, 2002). Je možné, že tým sa znižuje vedenie elektrického impulzu po svalovom vlákne. Dôsledkom toho je zníženie schopnosti svalu produkovať napätie potrebné pre prekonávanie hraničných odporov.

Okrem samotného svalu sa vytvárajú mikrotraumy aj v šľachách a kĺbnych puzdrách. Tým sa zvyšuje dráždenie Golgiho teliesok, ktoré aktivujú vmedzerené neuróny. Ich úlohou je spätne utlmiť excitáciu alfa-motoneuronov zodpovedných za kontrakciu svalových vlákien. Práve takýto útlm je možné chápať ako únavu nervového systému. Všetky tieto komponenty sa prispôbujú silovému tréningu zvyšovaním svojej pevnosti.

K ďalším adaptačným zmenám na silový tréning patria:

Zmena uhlu úponu svalov na šľachu

Pri silových cvičeniach dochádza k zmene uhlu úponu svalov na šľachu, čím sa vytvárajú lepšie biomechanické podmienky pre vonkajší prejav sily. Zmena uhlu úponu môže však spôsobiť aj chronické zápalové procesy.

Zvýšenie aktivity enzýmov

Vplyvom silového tréningu dochádza k zvýšeniu aktivity enzýmov podieľajúcich sa na energetickom krytí pri svalovej práci silového charakteru. Aktivita enzýmov znamená zvýšenie množstva enzýmu. Enzýmy sú nevyhnutné pre získavanie energie pre svalovú činnosť. Bez enzýmov by nebolo možné získať energiu uloženú vo svale.

Enzýmy znižujú aktivačnú energiu potrebnú na rozštiepenie substrátu. Naviazaním enzýmu na energetický zdroj sa molekula stane nestabilnou a dôjde k rozštiepeniu substrátu a uvoľneniu časti energie, ktorá sa môže použiť na svalovú kontrakciu. Čím je viac enzýmu k dispozícii, tým môže byť uvoľňovanie energetických zdrojov rýchlejšie, alebo dlhšie, čo sa prejaví v možnosti zvýšiť zaťaženie pre pracujúce svaly.

Zhrubnutie srdcového svalu

Vplyvom silového tréningu dochádza k zhrubnutiu srdcového svalu. Pri silových cvičeniach dochádza vo svaloch ku kontrakcii svalov takmer celého tela, ktorá stláča cievy, čo zvyšuje krvný tlak. Srdce je teda nútené pumpovať krv proti väčšiemu odporu ako zvyčajne, čo sa prejaví vo funkčnej odozve, ktorou je hypertrofia vlákien srdcového svalu.

Hypertrofia nadobličiek

Silové cvičenia predstavujú pre organizmus stres, čo sa prejaví vyplavovaním stresových hormónov adrenalínu a noradrenalínu. Pravidelným tréningom sa teda zvyšuje funkčná kapacita nadobličiek, ktorá sa prejaví ich hypertrofiou.

Zvýšenie množstva krvnej plazmy

Po silovom tréningu sa tiež pozorovalo zvýšenie množstva krvnej plazmy zhruba o 7% merané po 24 hodinách po silovom tréningu, ktoré sa vrátilo na pôvodnú úroveň po 48 hodinách (Wallace et al., 1990).

Zlepšenie koncentrácie

Tréningom sa zlepšuje schopnosť psychickej koncentrácie na podanie maximálneho výkonu. Silové cvičenie kladie určité nároky na koncentráciu, bez ktorej by mohlo veľmi ľahko dôjsť ku zraneniu. Pri silových výkonoch sa do činnosti okrem agonistov (hlavných pracujúcich svalov) zapájajú aj synergisti (svaly vedľajšie, ktoré napomáhajú pohybu) a svaly stabilizačné, ktorých úlohou je vytvárať oporu pre pracujúce svaly. Okrem toho, sa do činnosti vplyvom iradiácie nervového vzruchu zapájajú aj svaly, ktoré nemajú s vykonávaním pohybu z biomechanického hľadiska nič spoločné. Príkladom je zapojenie mimických svalov pri dvíhaní ťažkého bremena.

Z fyziologického hľadiska zapojenie aj zdanlivo nepotrebných svalov pomáha zvyšovať generovanie nervových vzruchov a tým do činnosti zapojiť viac svalových vlákien a podať väčší výkon. Zadržanie dychu podľa Zaciorského (1970, s. 47) pomáha zvýšiť silový výkon. Preto je potrebné pri silových výkonoch koncentrovať sa nielen na pracujúce svaly, ale takmer na každý sval na tele. Zadržanie dychu pri cvičeniach vykonávaných s vysokou hmotnosťou odporúča aj svetovo uznávaný expert na periodizáciu tréningu (Bompa, 1999, s. 69).

V dôsledku chvíľkového výpadku koncentrácie a mierneho povolenia napätia vo svaloch, alebo vybočením zo zaužívanej dráhy pohybu hrozí možnosť zranenia. Sval si buduje svoju pevnosť tak, aby odolával silám pôsobiacim v zhode s namáhaním svalu. Funkčne je ale sval spôsobilý generovať pomerne veľa sily aj pod inými uhlami. Na to však nemusí byť stavaný jeho väzivový aparát, čím môže vzniknúť zranenie. To všetko kladie zvýšené nároky na koncentráciu.

1.3 Význam rozvoja silových schopností

Napriek tomu, že vytrvalostný tréning sa pokladá za tradičnejší spôsob zvyšovania kardiovaskulárnej zdatnosti, začiatkom 90-tych rokov inštitúcia ACSM (1990, 1995) publikovala svoj revidovaný postoj k odporúčanej kvantite a kvalite cvičenia pre rozvoj a udržiavanie kardiorespiračnej a svalovej zdatnosti u zdravej dospeléj populácie. V ňom

doporučuje silový a odporový tréning ako dôležitú súčasť fitness programu. Navyše, objavujú sa v tom istom čase dôkazy o dôležitosti cvičenia s odpormi pre zdravie a prevenciu chorôb. Posledné prehlásenia, ktoré na adresu cvičenia vyslovili asociácie AACPR (1995) a AHA (2000) ako aj vedúci amerického úradu pre zdravotníctvo odporúčajú cvičenie s odpormi ako súčasť preventívnych a rehabilitačných programov pohybovej aktivity, vrátane prvkov pre aeróbnu vytrvalosť a cvičení na rozvoj flexibility. Aj lekári si čoraz viac uvedomujú potrebu sily rovnako ako vytrvalosti pre vykonávanie mnohých aktivít v každodennom živote (Evans, 1999; Kolouch, 1990; McCartney, 1998; Starkey a kol., 1996).

Podľa Pollocka a Evansa (1999) výskum v tejto oblasti jasne poukazuje na skutočnú hodnotu a prínos cvičenia s odpormi pre rozvoj svalovej sily, výkonu a vytrvalosti, s následným rastom svalovej hmoty. Už niekoľkokrát bolo demonštrované, že cvičenie s veľkým odporom indukuje zmeny v metabolizme svalov (zväčšuje rozmery kostrového svalstva) tak u mužov ako u žien, nezávisle na veku a zabraňuje atrofii svalovej hmoty (Abe a kol., 2000; Baldwin, 1996; Junger, 1991; Mc Cartney, 1998; 1999; Price a kol., 1998; Smithová, 1995; Švarc, 1998; Trška, 1990; Vomáčka, 1986; Zrubák, Štulrajter, 1999). Vplyv svalovej aktivity je podľa Froľkisa (1989) tak veľký, že mení aktivitu genetického aparátu, biosyntézu bielkovín.

Perspektíva potencionálneho vplyvu cvičenia so záťažou na zmiernenie atrofie sa zdá o to lepšia, že na dosiahnutie 40 %-nej redukcie stupňa svalovej atrofie stačí cvičenie so záťažou v rozsahu 8 min./týždeň v porovnaní so 640 min./týždeň vytrvalostného behu alebo 840 min./týždeň státi v „pozícii“. Na základe týchto pozorovaní vyslovil Baldwin (1996) návrh, že cvičenie so záťažou by malo byť považované za esenciálne pre podporu telesnej a svalovej homeostázy. Udržať si svalstvo je dôležité nielen preto, že svalový tonus zvyšuje krásu tela; svalové tkanivo spotrebúva viac kalórií ako tukové tkanivo. Udržiavaním vyššieho objemu svalstva si zvyšujeme metabolizmus, t.j. denný výdaj kalórií. To pomáha pri kontrole hmotnosti (Smithová, 1995; Zrubák, Štulrajter, 1999).

Posilňovacie cvičenia kostrového svalstva napomáhajú o.i. aj zlepšeniu funkčných schopností srdca, zabezpečujú optimálne zaťaženie na udržanie svalovej hmoty (Kolouch, 1985), zlepšujú svalový tonus, koordináciu (Soumar, 1998), celkové držanie tela (Junger, 1991) a znižujú svalovú atrofii (Abe a kol., 2000; Baldwin, 1996; McCartney, 1998; Price a kol., 1998 a i.). Cvičenie spolu s adekvátnou stravou je nevyhnutné pre prirodzený rast kostí (Wilmore, Costill, 1994). Ovplyvňuje šírku kostí, ich hustotu a silu a slúži ako účinný faktor prevencie osteoporózy (Alekel a kol., 1995; Evans, 1999; Hrčka, 1997; Kocián a kol., 1995; Kučera a kol., 1997; Madsen a kol., 1998; Sanborn, 1990; Šimonek, 1998; Walker a kol., 2001; Weider a kol., 1989; Williams, 2000). Vplyvom vykonávania vhodnej aktivity sa dá dokonca predísť mnohým

fraktúram vplyvom stresu (Hough, Ray, 1994). Navyše, výsledky experimentu ukazujú, že cvičenie so záťažou urýchľuje zvýšenie hustoty a sily kostí cez stimuláciu formovania kostí oveľa efektívnejšie ako aeróbne cvičenie (Egger, Champion, 1990; Kerr a kol., 1996; Notomi a kol., 2001; Walker a kol., 2001). Nesmieme zabúdať, že ciele posilňovanie a preťahovanie napomáha aj odstraňovaniu bolestí vznikajúcich hlavne v oblasti chrbtice vplyvom sedavého spôsobu života a nedostatočného pohybu (Vaněk, 2001). V poslednej dobe sa objavujú vedecké dôkazy, že určité formy posilňovacieho cvičenia vedú taktiež k zlepšeniu lipidového spektra (pomer HDL – LDL) (Soumar, 1997).

Tréning svalovej sily môže vykonávať v podstate ktokoľvek. Doteraz sa pre pacientov s chorobami koronárnych artérií z obavy pred nadmerným preťažovaním srdcového svalu a zvýšenia arteriálneho tlaku využívali len aeróbne aktivity typu bicykel a chôdza. Kontrastne narastajúci počet súčasných štúdií pacientov, ktorí prekonali infarkt myokardu potvrdzujú znížený rozsah ischemie počas izometrických cvičení a cvičení so závažím vychádzajúc práve z kombinácie nižšej pulzovej frekvencie a vyššieho diastolického tlaku pre zlepšenie naplňania koronárnych artérií v porovnaní s nižším rozsahom rovnakých fyziologických zmien počas aeróbného cvičenia s relatívne rovnakou intenzitou na stacionárnych bicykloch (McCartney, 1998). Najnovšie výsledky dokonca ukazujú, že pri technicky správne prevedenom aeróbnom cvičení je nárast systolického krvného tlaku omnoho vyšší než počas cvičenia s odpormi (Evans, 1999; Steffen a kol., 2001). Silovo orientované každodenné aktivity môžu taktiež prispieť k zníženiu náročnosti na obehový systém (McCartney, 1999; Shinokara a kol., 1997; Williams, 2000). Potvrdzuje to aj výsledok štúdie viac než 26 000 ohodnotení maximálnej dynamickej sily, kde sa nevyskytla žiadna srdcovocievna príhoda (Pollock, Evans, 1999).

Silový tréning sa rovnako dá použiť u populácie stredného i staršieho veku a pacientov s krehkým zdravím (Pollock, Evans, 1999). V historickej retrospektíve sa silový tréning so závažím nedoporučoval pri rozvoji sily u mladých ľudí kvôli všeobecnému presvedčeniu, že nízke alebo nedostačujúce množstvo hormónu androgénu v tele zabraňuje rozvoju sily (Gorostiaga a kol., 1999). Rovnako sa predpokladalo, že u adolescentov existuje potenciálne riziko poranení ako aj škodlivé účinky na kostrovo-svalový, kardiovaskulárny a iné systémy. Avšak súčasné profesionálne vedecké organizácie odporúčajú silový tréning pre mladých ľudí na základe zistenia, že dodržiujúc isté zásady môžu deti aj adolescenti dosiahnuť bezpečne a úspešne prírastky svalovej sily (Gorostiaga a kol., 1999).

Takáto forma cvičenia podľa McCartneyho (1998) zlepšuje stav psychologického pocitu pohody a sebestačnosť, čím zlepšuje ukazovatele kvality života. Focht a Koltyn (1999) dopĺňajú toto tvrdenie a uvádzajú, že akútna tréningová jednotka formou odporového cvičenia pri použití

záťaže o veľkosti 50 % opakovacieho maxima má za následok zníženie hladiny stresu a úzkosti pociťovanej ešte aj 120 – 180 min. po ukončení tréningu, tak u tréňovaných ako aj u netréňovaných jedincov. Toto zistenie je z psychologického hľadiska o to vzácnejšie, že aj menej intenzívne cvičenie s nižšou záťažou môže pritiahnúť širšie vrstvy obyvateľstva. Nemenej dôležitou úlohou je zvýšenie sebavedomia a sebahodnotenia, ktoré je pozitívne ovplyvnené zlepšením vzhľadu. To všetko vedie k vitálnejšiemu a aktívnejšiemu prístupu k životu (Soumar, 1997).

1. 4 Vplyv silového tréningu na organizmus počas redukcie podkožného tuku

Silové cvičenia je možné s úspechom využiť aj pri redukcii podkožného tuku. Cvičenie s odporom má za následok signifikantný nárast energetickej náročnosti a ovplyvňuje prácu inzulínu v tele (Evans, 1999).

Thyroxín zvyšuje premenu látok (Bartošová, 1969, s. 153), spotrebu kyslíka a produkciu tepla vo všetkých orgánoch tela, okrem mozgu sleziny a semenníkov, kde nie sú príslušné receptory. Prejavuje sa to obzvlášť zvýšením pokojového metabolizmu, ktorý môže pod jeho vplyvom stúpnuť až štvornásobne. Tento hormón okrem iného vypája proces fosforilácie v mitochondriách. Ak je ho v krvi menej, energia sa uvoľní v podobe tepla a viac sa využije na tvorbu energetických rezerv. To znamená, že s energiou začne telo šetriť. Thyroxín štítnej žľazy stimuluje metabolizmus v priebehu zaťaženia, hlavne pri intenzívnom výkone. Rovnako aj pri zotavení sa zvyšuje jeho produkcia v trvaní 1 – 3 dni (Seliger et al., 1980). To znamená, že silové cvičenia okrem samotného zvýšeného výdaja energie počas zaťaženia zvyšujú rýchlosť metabolizmu aj v pokoji, čo nie je také markantné čo sa týka vytrvalostných cvičení, ktoré síce tiež zvyšujú rýchlosť metabolizmu aj v pokoji, ale nie v tak veľkej miere ako silové cvičenia. Pri silových cvičeniach bez aeróbného tréningu je menšia tendencia počas redukcie telesného tuku strácať svalovú hmotu. Je dokonca možné počas redukcie telesného tuku svalovú silu ešte zvyšovať, o čom svedčí nasledujúci výskum.

1. 4. 1 Výskum 1 – Prípadová štúdia redukcie telesného tuku pomocou silového tréningu priemerne silovo tréňovaného športovca

Výskum sme realizovali na jednom probandovi, ktorý mal skúsenosti s posilňovacím tréningom, avšak nebol súťažný kulturista. Výskum trval jedenásť týždňov, počas ktorých proband absolvoval silový tréning 4 krát do týždňa, kde 2 x do týždňa odcvičil hornú polovicu

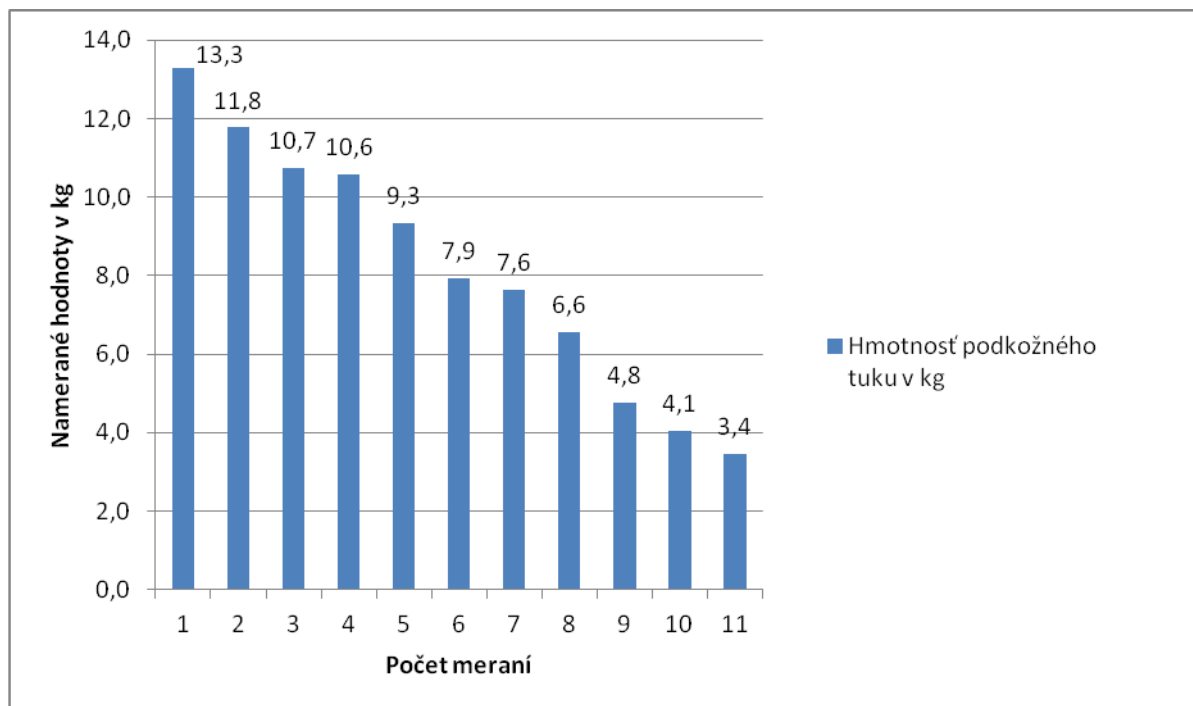
tela a 2 x do týždňa dolnú polovicu. Proband cvičil podľa zásad objemového tréningu v kulturistike. Tréningová jednotka netrvala viac ako 1 h. Proband vykonával 8 – 10 opakovaní tak, aby posledné opakovanie bolo na hranici jeho silových možností.

Proband mal redukovaný kalorický príjem o 20% vzhľadom na energetické požiadavky organizmu. Čo sa týka energetického príjmu, sacharidy mali približne 50%, bielkoviny 30% a tuky 20% zastúpenie.

Na meranie hrúbky kožných rias sme použili plastový kaliper so silou prítlačných plôch, stanovenou medzinárodnou dohodou 10p na mm², pri veľkosti plôch najmenej 40 mm² (Chytráčková, 1999).

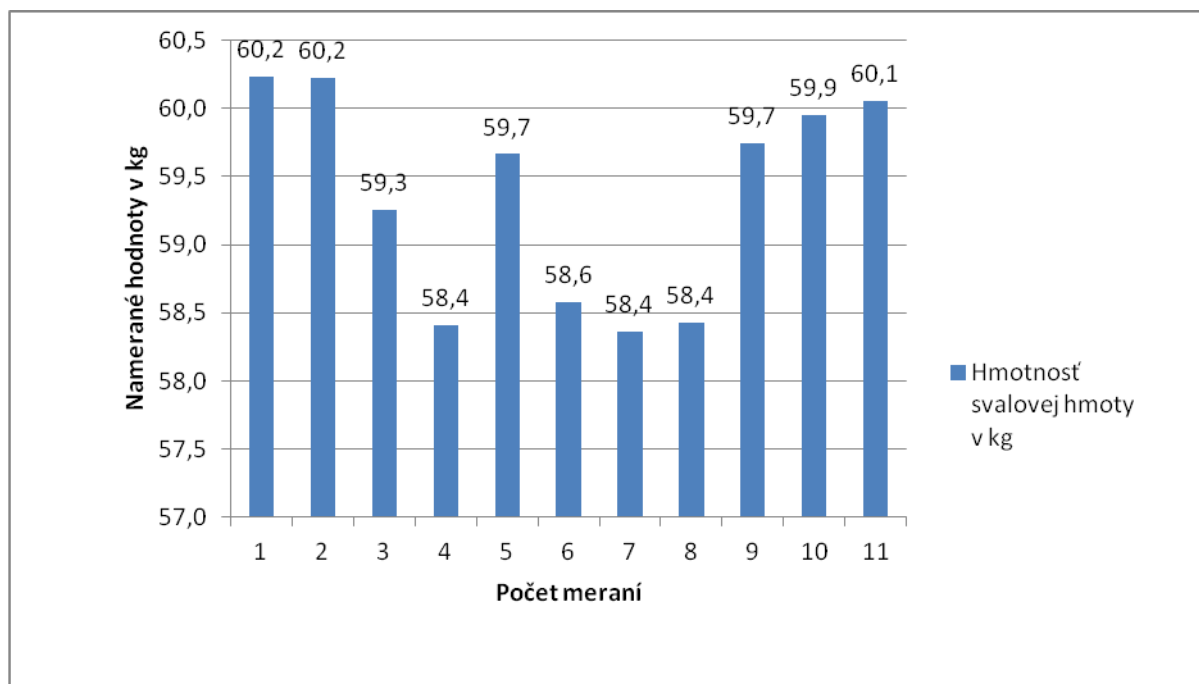
Meranie hrúbky siedmich kožných rias a výpočet percenta podkožného tuku a jeho hmotnosti sme vykonali podľa metodiky Jacksona – Pollocka (1985).

Obr. 3 Telesný tuk probanda (v kg) v štúdiu 1



Na obrázku č. 3 sú zobrazené hodnoty podkožného tuku v kilogramoch pri jednotlivých meraniach. Z obrázku je evidentné, že úbytok hmotnosti podkožného tuku mal pravidelne klesajúcu tendenciu, podľa našich predpokladov. Celkový rozdiel hmotnosti podkožného tuku v prvom meraní a v poslednom meraní bol 9,9 kg, pri hmotnosti podkožného tuku 3,4 kg, ktorú sme namerali pri poslednom meraní, bola hrúbka kožnej riasy na brušnom svalstve 4 mm.

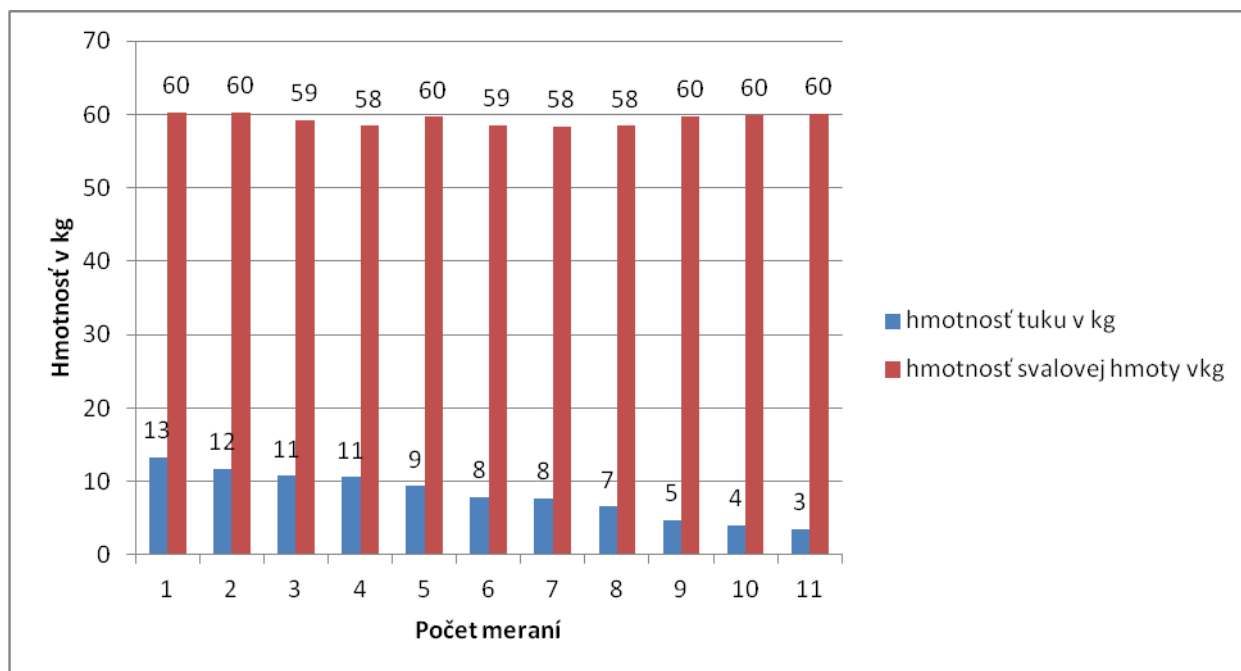
Obr. 4 Svalová hmota probanda (v kg) v štúdiu 1



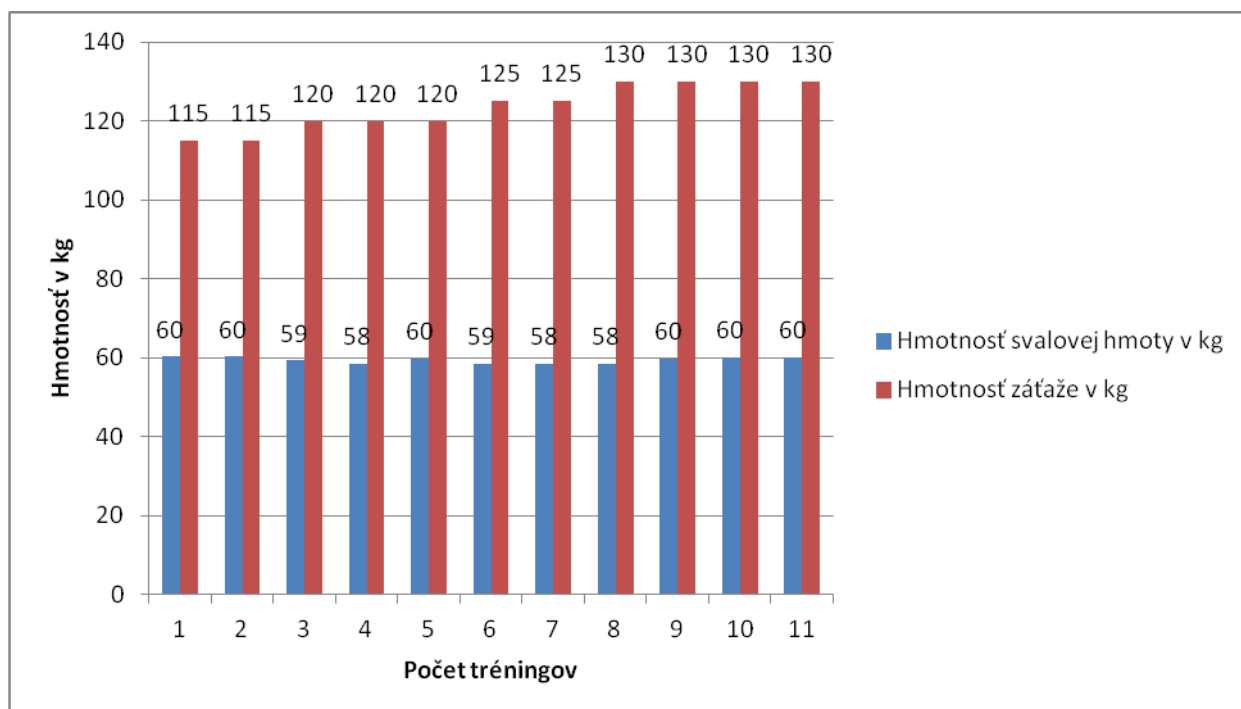
Na obrázku č. 4 sú zobrazené hodnoty hmotnosti svalovej hmoty vyjadrené v kilogramoch počas výskumu pri jednotlivých meraniach. Ako vyplýva z obrázka, hmotnosť svalovej hmoty mierne kolísala. V prvých dvoch meraniach bola hmotnosť svalovej hmoty identická. V ďalších dvoch mierne klesla. V piatom meraní hmotnosť svalovej hmoty narástla, čo vnímame ako pozitívny ukazovateľ správnosti nastavenia jedálneho lístka a priebehu diéty. V ďalších troch meraniach hmotnosť svalovej hmoty klesla, čo môže byť zapríčinené aj odchýlkou merania kožných rias. V posledných troch meraniach hmotnosť svalovej hmoty opäť narástla, čo vnímame ako pozitívny ukazovateľ. Hmotnosť svalovej hmoty sa nám podarilo relatívne udržať počas celého výskumu.

Obrázok č. 5 porovnáva hodnotu svalovej hmoty a podkožného tuku počas výskumu 1. Ako môžeme sledovať na obr., hmotnosť podkožného tuku pravidelne klesala počas celého výskumu. Hmotnosť svalovej hmoty mierne kolísala, ale úbytky hmotnosti neboli tak výrazné, ako pri podkožnom tuku, čo je pozitívny stav a znamená, že jedálny lístok bol dobre nastavený a odbúravanie podkožného tuku bolo výraznejšie oproti svalovej hmoty. Ako už bolo spomenuté pri obrázku č. 3, rozdiel v hmotnosti podkožného tuku na konci výskumu bol 10 kg a rozdiel hmotnosti svalovej hmoty bol 0 kg. Tieto ukazovatele svedčia o tom, že nami zvolená diéta bola správna.

Obr. 5 Porovnanie hodnoty svalovej hmoty a podkožného tuku v štúdiu 1



Obr. 6. Porovnanie svalovej hmoty a hmotnosti záťaže v štúdiu 1



Obrázok 6 porovnáva hodnoty svalovej hmoty a hmotnosť záťaže pri jednotlivých meraniach počas výskumu. Za príklad tréningu dolných končatín sme vybrali cvik drep s veľkou činkou. Tréning dolných končatín sa realizoval raz za týždeň. Pri prvom meraní hodnota svalovej hmoty bola 60 kg a hmotnosť záťaže bola 115 kg. Počas výskumu hmotnosť svalovej hmoty mierne kolísala a napriek tomu, hmotnosť záťaže pravidelne stúpala. V posledných štyroch meraniach

hodnota svalovej hmoty stagnovala, rovnako aj pri záťaži. Zaujímavé je, že v poslednom meraní bola hodnota svalovej hmoty rovnaká ako na začiatku výskumu, ale hmotnosť záťaže sa zvýšila z pôvodných 115 kg na konečných 130 kg. Tento ukazovateľ je zaujímavý vzhľadom k tomu, že v závere výskumu už zásoby svalového glykogénu neboli na takej úrovni ako na začiatku výskumu a hmotnosť podkožného tuku bola 3,4 kg (viď obr. 3).

Tieto poznatky platia pre populáciu, ktorá sa venuje posilňovaniu rekreačne. Súťažní kulturisti nedokážu udržať svalovú hmotu počas redukcie podkožného tuku, o čom svedčí náš ďalší výskum.

1. 4. 2 Výskum 2 – Prípadová štúdia redukcie telesného tuku kulturistu pomocou silového tréningu

Výskum trval od 14.12.2011 do 17.5.2012. Počas výskumu sme sledovali kulturistu, ktorý sa pripravoval na svoju prvú súťaž. O rok neskôr tento kulturista vyhral medailu na majstrovstvách Slovenska. Použili sme rovnakú metodiku merania percenta telesného tuku ako v prvom výskume. V nasledujúcich obrázkoch je zachytená časť jeho prípravy. Obrázky neobsahujú hodnoty percenta telesného tuku tesne pred súťažou. Kulturista mal nastavený kalorický príjem tak, aby chudol približne 0,5 kg tuku za týždeň. Pri zostavovaní stravovacieho režimu sme manipulovali iba s príjmom sacharidov. Kulturista prijímal 2,5 g bielkovín na kg telesnej hmotnosti. 20% z jeho kalorického príjmu tvorili tuky. Sacharidy sme postupne reukovali tak, aby sme zachovali úbytok telesného tuku približne 0,5 kg za týždeň. Kulturista pokračoval v tréningu počas rysovacieho obdobia rovnakým systémom ako v objemovom období, ktoré Feč (2010, s. 160) opisuje nasledovne:

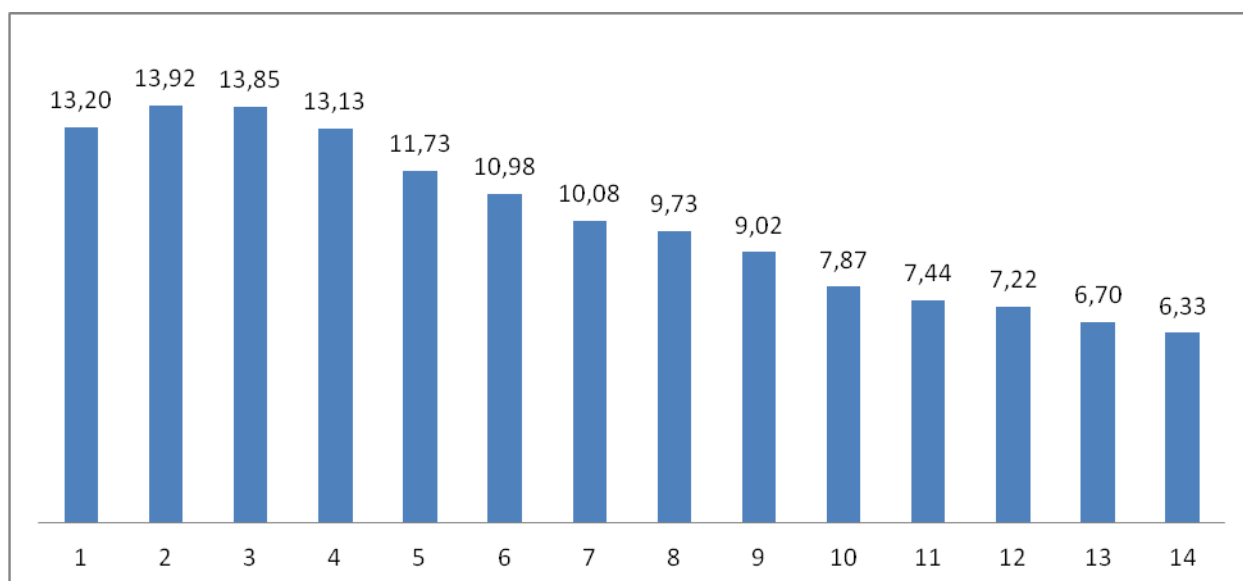
- V objemovom tréningu sa používajú základné viackĺbové cvičenia. Odporúča sa však zaradiť aj jedno izolované cvičenie na každú svalovú skupinu.
- Hmotnosť záťaže sa pohybuje v rozmedzí 60 – 85 % maxima.
- Vykonáva sa 6 – 15 opakovaní, niekedy aj viac.
- Používa sa 6 – 10 sérií na jednu svalovú skupinu v prípade malých svalových skupín a 8 – 12 v prípade veľkých svalových skupín.
- Dĺžka prestávky medzi sériami sa pohybuje približne v rozmedzí 1 – 4 minút. U menších svalových skupín je menšia, u väčších naopak väčšia. U športovcov s prevahou pomalých svalových vlákien je vhodné zaradiť kratšie prestávky medzi sériami ako u športovcov s prevahou rýchlych svalových vlákien, pretože pomalé svalové vlákna regenerujú

rýchlejšie. Športovci s vyvyššou váhou budú potrebovať dlhšiu prestávku ako športovci ľahší. Samozrejme dĺžka prestávky závisí aj od trénovanosti a predchádzajúcich typov tréningov.

- Každá svalová skupina by mala byť precvičovaná raz za 3 – 5 dní. U menších svalových skupín môže byť oddych kratší (2 – 3 dni), u väčších svalových skupín je oddych dlhší (5 aj viac dní). U športovcov s prevahou pomalých svalových vlákien bude pravdepodobne vhodnejšia kratšia prestávka medzi tréningovými jednotkami ako u športovcov s prevahou rýchlych motorických jednotiek. Dlhší návratový čas (čas, za ktorý sa energetické rezervy vrátia na pôvodnú predtréningovú úroveň) majú starší a ťažší kulturisti.
- V objemovej príprave sa vo všeobecnosti odporúča vynechať aeróbne aktivity (Coleman, Berg, 2004, s. 10; Aceto, 2006, s.123; Hatfield, 1984, s. 145; Hansen, 2005, s. 257). Taktiež Stiff – Verkhoshansky (2004, s. 41) považujú aeróbne aktivity pre rozvoj sily za škodlivé.

Počas sledovaného úseku nebola do tréningu zaradená žiadna aeróbna aktivita.

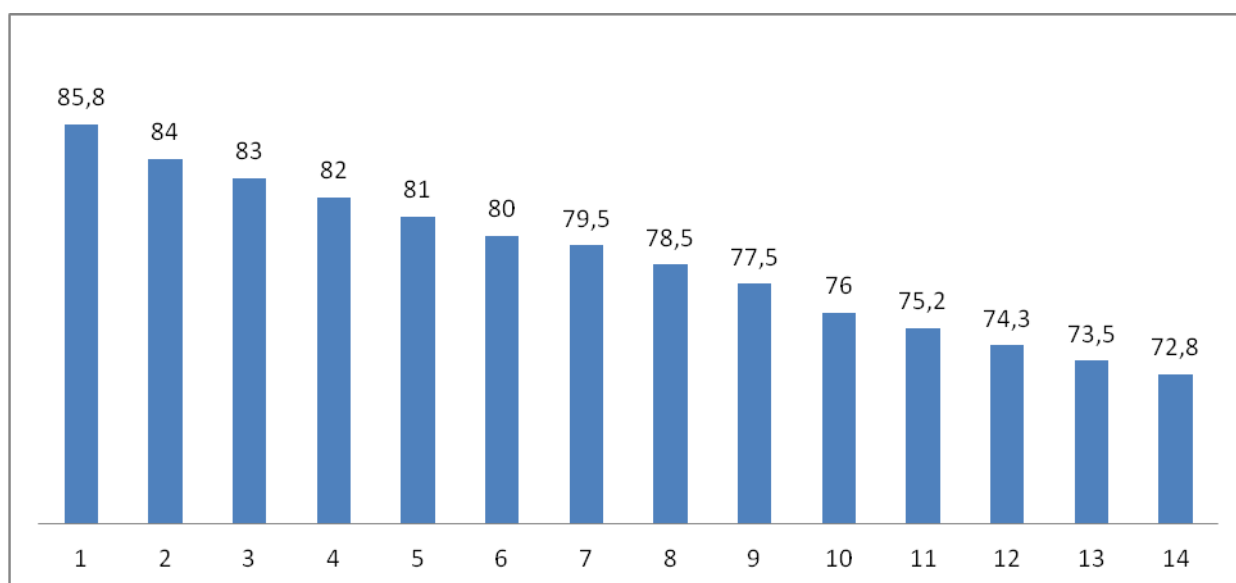
Obr. 7 Percento telesného tuku probanda v štúdiu 2



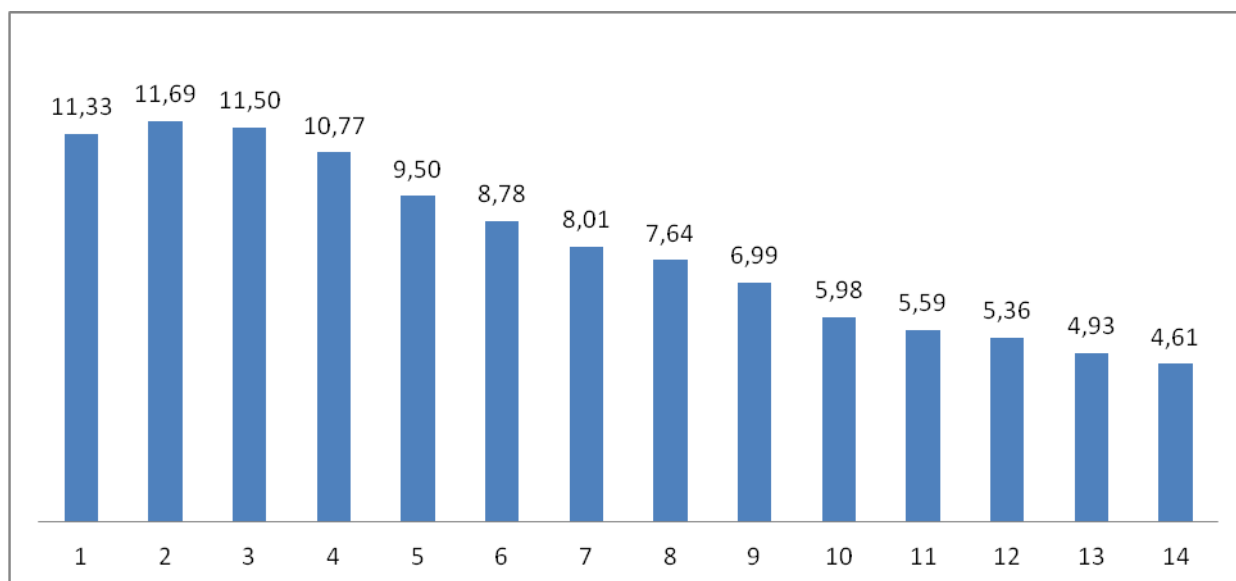
Percento telesného tuku na začiatku výskumu bolo 13,2, čo je na kulturistu vysoká hodnota aj na konci objemovej prípravy. Rysovacie obdobie je veľmi náročnou a nepríjemnou fázou športovej prípravy v kulturistike. Preto je potrebné počas objemovej prípravy strážiť si percento tuku. U športovcov, ktorých hmotnosť v objemovej príprave nepresahuje 10% vzhľadom na hmotnosť súťažnú, postačuje dĺžka rysovacieho obdobia podľa Černého et al. (1992 b) 8 týždňov vrátane záverečnej predsúťažnej prípravy, ktorá trvá 2 týždne. Nie je zriedkavosťou, že rysovacie obdobie pri väčšom percente tuku trvá aj 16 týždňov.

Percento telesného tuku malo postupne klesajúcu tendenciu okrem 2 a 3 merania, kedy stúplo. Zvýšenie percenta telesného tuku bolo spôsobené prudkým znížením aktívnej svalovej hmoty na začiatku výskumu. Na konci sledovaného obdobia mal kulturista 6,33% tuku. Ešte raz zdôrazňujeme že jeho rysovacia príprava pokračovala ďalej, ale to, že sme boli nútení zaradiť aj aeróbne aktivity, preto tieto hodnoty neuvádzame. Jeho percento telesného tuku na majstrovstvách Slovenska o rok neskôr, kde získal medailu bolo 3,23, čo je hodnota, s ktorou kulturisti chodia na súťaž. Hmotnosť telesného tuku predstavovala 2,23 kg a hmotnosť aktívnej svalovej hmoty 66,77 kg. Dané hodnoty boli získané hneď po absolvovaní súťaže.

Obr. 8 Telesná hmotnosť probanda v štúdiu 2



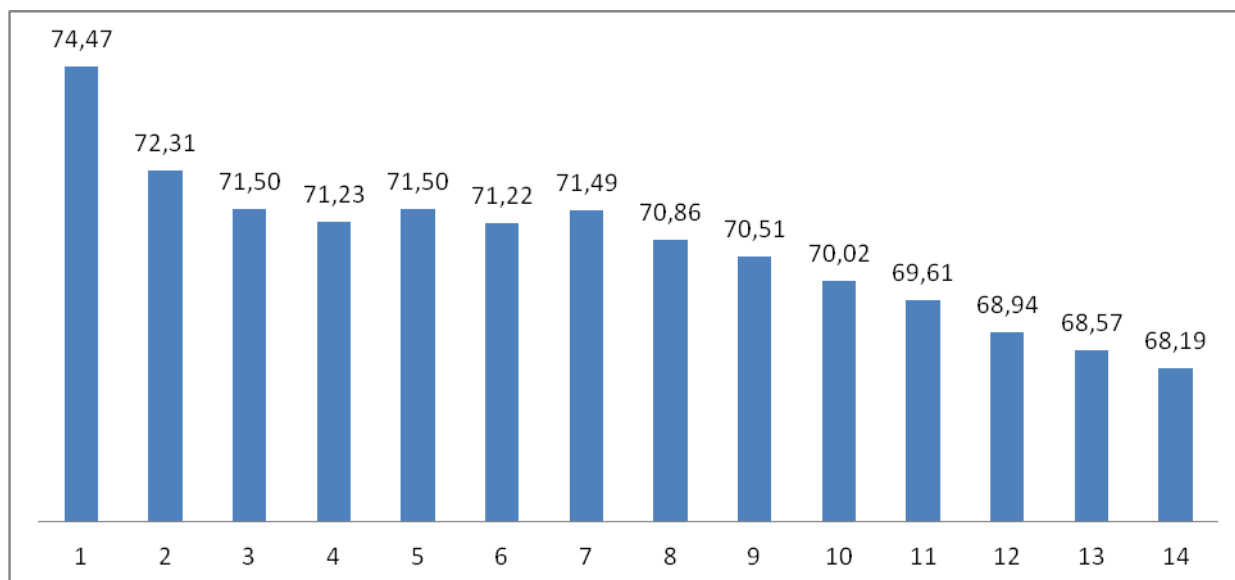
Obr. 9 Telesný tuk probanda (v kg) v štúdiu 2



Z obr. 8 môžeme sledovať, že hmotnosť probandovi postupne počas prípravy klesala. Na začiatku rysovacieho obdobia mal športovec hmotnosť 85,8 kg. Na konci sledovaného úseku prípravy bola jeho hmotnosť 72,8 kg. Počas sledovaného obdobia, ktoré trvalo približne 20 týždňov kulturista schudol 13 kg, čo znamená že priemerný úbytok na týždeň bol približne 0,5 kg. To je v zhode s odporúčaniami trénerov kulturistiky. Pri väčšom úbytku telesného tuku je väčšia tendencia redukovať aj svalovú hmotu.

Úbytok telesného tuku má tiež klesajúcu tendenciu s výnimkou druhého a tretieho merania, kedy sme namerali vyššie hodnoty telesného tuku ako pri prvom meraní (obr. 9). Vyššie hodnoty telesného tuku sme mohli namerať z dôvodu zníženia svalovej hmoty na začiatku rysovacieho obdobia, ktoré mohlo byť spôsobené počiatočným stresom v podobe zníženia kalorického príjmu, ktorý sme redukovali na úkor sacharidov. Keďže hmotnosť tuku sa priamo nemeria, ale sa vypočítava na základe percenta tuku, ktoré sa odhaduje na základe regresných rovníc, zníženie aktívnej svalovej hmoty spôsobí vzostup percenta tuku a teda aj jeho hmotnosti. Na začiatku sledovaného obdobia mal kulturista 11,33 kg telesného tuku. Na konci sledovaného obdobia to bolo už len 4,61 kg telesného tuku. Celkove kulturista spálil 6,72 kg tuku, čo je nižšia hodnota ako hodnota predstavujúca úbytok hmotnosti tela. Z uvedeného vyplýva, že kulturista musel schudnúť aj zo svalovej hmoty.

Obr. 10 Aktívna svalová hmota probanda v štúdiu 2



Na začiatku výskumu mal kulturista 74,47 kg svalovej hmoty (obr. 10). Na konci sledovaného obdobia to bolo už len 68,19 kg svalovej hmoty. Celkove kulturista počas sledovaného úseku prípravy na súťaž stratil 6,28 kg svalovej hmoty aj napriek tomu, že kulturista mal dostatok bielkovín, do tréningu nebola zaradená žiadna aeróbna aktivita a trénoval rovnakým spôsobom

ako v objemovom období. Do 7 merania, ktoré sme uskutočnili po 13 týždňoch, mal kulturista približne rovnaké množstvo svalovej hmoty. Od 7 merania, kedy sme namerali 10,08% telesného tuku, jeho aktívna svalová hmota začala postupne klesať. To mohlo byť spôsobené jednak stresom z nedostatku kalórii, ktorý trval pomerne dlho a taktiež nižším percentom telesného tuku na čo organizmus mohol zareagovať znížením aktívnej telesnej hmotnosti a teda aj znížením bazálneho metabolizmu, čím sa snažil prispôbiť zníženému kalorickému príjmu.

Z uvedeného výskumu vyplýva, že súťažný kulturista vzhľadom na množstvo svalovej hmoty nie je schopný si ju počas rysovacieho obdobia udržať. Musí jednoducho počítať s tým, že časť svalovej hmoty počas prípravy na súťaž sa stratí.

Záverom môžeme konštatovať, že silovým tréningom je možné redukovať množstvo telesného tuku za zachovania aktívnej svalovej hmoty a dokonca je možné počas redukcie telesného tuku silové schopnosti zvyšovať. Na druhej strane, ak je potrebný vysoký úbytok telesného tuku je väčšia tendencia strácať aj svalovú hmotu, čo je typické pre kulturistov, ktorí si nadobudnutú svalovú hmotu nedokážu bežným tréningom bez použitia dopingu udržať.

2 VYTRVALOSTNÉ SCHOPNOSTI

Vytrvalostné schopnosti sú schopnosti, ktoré umožňujú vykonávať pohybovú činnosť v dostatočne dlhej dobe bez zníženia jej efektivity (Kasa, 2001, s. 93).

2. 1 Rozdelenie vytrvalostných schopností

Vytrvalosť môžeme rozdeliť z týchto hľadísk:

Z topografického hľadiska

- Lokálna (do činnosti sa zapája menej ako 1/4 – 1/3 svalov tela)
 - s malým vonkajším odporom (30 – 60 % z maxima) – nad 30 opakovaní
 - s veľkým vonkajším odporom (50 – 70 % z maxima) – 20 – 40 opakovaní
- Globálna (do činnosti sa zapája viac ako 1/3 svalov tela)

Podľa charakteru svalovej kontrakcie

- Statická (izometrická kontrakcia – výdrž v rôznych polohách, pózovanie)
- Dynamická (izotonická kontrakcia)

Podľa prevládajúceho spôsobu získavania energie, alebo doby trvania

I. Anaeróbna

- a) Anaeróbna alaktátová
 - Prevláda anaeróbny alaktátový metabolizmus (ATP, CP systém)
 - Trvanie približne 5 sekúnd
- b) Anaeróbna laktátová (krátkodobá)
 - Prevláda anaeróbny laktátový metabolizmus (anaeróbna glykolýza)
 - Trvanie približne 5 – 120 sekúnd
- c) Anaeróbno-aeróbna (strednodobá)
 - Prevláda zmiešaný aeróbne-laktátový metabolizmus (aeróbna glykolýza + anaeróbna glykolýza)
 - Trvanie približne 2 – 10 minút

II. Aeróbna (dlhodobá)

- Prevláda oxidatívny metabolizmus (aeróbna glykolýza + tukový metabolizmus + bielkovinový metabolizmus)

- pásmo (trvanie 10 – 35 minút)
- pásmo (trvanie 35 – 90 minút)
- pásmo (trvanie 1,5 – 6 hodín)
- pásmo (trvanie nad 6 hodín)

Podľa druhu uplatňovanej pohybovej schopnosti

- vytrvalosť v sile
 - schopnosť prekonať daný vonkajší odpor alebo udržať izometrickú kontrakciu svalu čo najdlhší čas
 - Vytrvalosť v sile môžeme stotožniť s anaeróbnou vytrvalosťou. Je teda daná intenzitou zaťaženia, ktorá dovoľí vykonávať pohyb nie dlhšie ako 120 sekúnd. Potom sa už jedná o lokálnu vytrvalosť.
- Vytrvalosť v rýchlosti
 - Schopnosť udržať určitú rýchlosť čo najdlhší čas
 - Prevláda anaeróbný lakátový metabolizmus (ATP, CP systém a anaeróbna glykolýza)
 - Trvanie približne 10 – 20 sekúnd.

Na základe kombinácie hore uvedených hľadísk nám vzniká konkrétny typ vytrvalosti, napr. statická anaeróbna laktátová vytrvalosť flexorov predlaktia.

2.2 Význam aeróbného tréningu

Prispôsobovanie organizmu stavu telesného pokoja a stupňa pohybovej činnosti je schopnosť prispôbiť sa vplyvom vonkajšieho prostredia. Na podnet prekračujúci určitú intenzitu organizmus reaguje zmenami, ktoré mu umožňujú vyrovnať sa s podobnými podnetmi v budúcnosti. V športe je na princípe adaptácie založený rast trénovanosti a pohybovej výkonnosti organizmu (Hamar, 1989).

Vplyvom pravidelného aeróbného tréningu dochádza k funkčným zmenám smerujúcim k optimalizácii a zvýšeniu celkovej transportnej kapacity srdcovo-cievneho systému (Bergamashi a kol., 1997; Blair, Powel, 1994; Brtková, Bebčáková, 2001; Coyle, 1991; Cooper, 1990; Evans, 1999; Haskell, 1994). Charakteristickým prejavom adaptácie je zníženie frekvencie činnosti srdca a to tak v pokoji, ako aj pri telesnom zaťažení (Hamar, 1989; Komadel

a kol., 1985; Le Mura a kol., 2000). Zlepšenie ekonomiky činnosti srdca podmieňuje zvýšenie minútového objemu. Súčasťou adaptácie na telesné zaťaženie je i pokles krvného tlaku v pokoji, charakterizovaný poklesom systolickej hodnoty a zúžením tlakovej amplitúdy, čo prispieva k hospodárnej regulácii krvného obehu (Komadel a kol., 1985; Štulrajter, Scholtzová, 1999). Nemenej podstatným je aj význam zníženia rizika arteriosklerózy, t.j. kôrnatenia ciev (Cooper, 1990). Ako potvrdzujú početné výskumy v tejto oblasti, cielený tréning zohráva významnú úlohu v primárnej a sekundárnej prevencii kardiovaskulárnych ochorení (McCord a kol., 1989; Shephard, Bouchard, 1995) a ukázal sa byť účinný pri liečbe pacientov s chorobou koronárnych artérií a hypertenziou (Evans, 1999).

Prejavom adaptácie na pravidelnú aeróbnú záťaž je zlepšenie kvality vonkajšieho a vnútorného dýchania, prenosu kyslíka a využitie kyslíka v pracujúcom svale. Zvýšenie schopnosti prijať, transportovať a využiť kyslík je najdôležitejším efektom pravidelného aeróbného tréningu (Cooper, 1990; Hamar, 1989; Sharkey, 1990). Viaceré experimentálne sledovania potvrdzujú, že pri správne zostavenom programe dochádza k významnému zvýšeniu VO_2 max (Hufhand a kol., 1988; McCord, 1989; Darby a kol., 1995), ako aj zvýšeniu arteriovenózneho rozdielu hladiny kyslíka (Bergamashi a kol., 1997; LeMura a kol., 2000).

Ako uvádzajú Komadel a kol. (1985), adaptačné zmeny sa prejavujú vo všetkých častiach pohybového systému, avšak k najrozsiahljším zmenám dochádza vo svaloch. Zlepšenie funkčných ukazovateľov svalu sa odzrkadľuje v (Nieman, 1990; Wilmore, Costill, 1994):

- práci mitochondrií - vytrvalostným tréningom sa zvyšuje počet (až o 120 %), rozmer (14 – 40 %) a efektivita svalových mitochondrií a v konečnom dôsledku schopnosť využívať kyslík a produkovať ATP,
- zmenách typu svalových vlákien - pomalé vlákna sa vplyvom tréningového stimulu zväčšia o 7 – 22 %. Je to však veľmi individuálne, niekedy až nepostihnuteľné. Keďže rýchle vlákna typu II sú zjavne používané menej často ako typ I, majú nižšiu aeróbnu kapacitu. Dlhotrvalý vytrvalostný tréning spôsobuje, že vlákna typu II nadobudnú oxidatívny charakter vlákien typu I, čo naznačuje väčšie využitie rýchlych vlákien pri dlhom vyčerpávajúcom tréningu,
- kapilárnom zásobovaní - zvyšuje sa počet kapilár v okolí každého svalového vlákna niekedy až o 15 %, v dôsledku čoho je lepšia výmena plynov, tepla, vedľajších produktov a živín z krvi. Dochádza k tomu už prvé týždne po začatí tréningového obdobia,
- obsahu myoglobínu - myoglobín pracuje na podobnom princípe ako hemoglobín; obsahuje železo a dopravuje kyslík do mitochondrií. Pomalé vlákna majú mnoho myoglobínu – sú červené, viažu kyslík. Rýchle vlákna sú glykolytické, majú menej myoglobínu a sú preto

belšie. Myoglobín skladuje kyslík a uvoľňuje ho v prípade jeho obmedzeného prísunu (prechod z kľudu do pohybu). Vytrvalostný tréning zvyšuje obsah myoglobínu vo svaloch až o 75 – 80 %,

- oblasti oxidatívnych enzýmov - aktivita oxidatívnych enzýmov sa zvyšuje, čo znamená zlepšenie oxidatívneho rozkladu živín a tvorbu ATP. VO_2 max je však pravdepodobne vo väčšej miere ovplyvnená obmedzeniami obehového systému pri doprave O_2 ako samotným oxidatívnym potenciálom svalov.

V dôsledku týchto zmien je trénovaný sval schopný rýchlejšie sa kontrahovať, pracovať dlhšiu dobu bez únavy, hospodárnejšie využívať energetické zdroje a rýchlejšie sa zotaviť po záťaži.

Pri sledovaní účinnosti aeróbného programu na pohybový aparát sa v spojení s posilňovacím tréningom potvrdil jeho pozitívny vplyv na hustotu kostí (Evans, 1999).

Endokrinný systém pomáha riadiť a vzájomne integrovať činnosť jednotlivých systémov organizmu, čím prispieva k lepšej stabilite vnútorného prostredia (homeostáza) (Hamar, Lipková, 1998). Vplyvom pravidelného športovania vytrvalostného charakteru sa športovec dostáva pod zvýšený vplyv parasimpatika. Prejavuje sa to hlavne známym trias: bradykardia, hypotónia, bradypnoe (Somora, in Komadel a kol., 1997).

Kým v minulosti sa presadzovanie dôležitosti telovýchovných aktivít takmer výlučne opieralo o ich vplyv na biologickú vyváženosť organizmu človeka, dnes sa veľmi výrazne dostáva do popredia ich účinok na uvoľnenie psychického stresu prítomného na takmer každom pracovisku a v živote každého z nás (Bartůňková, 1990; Blahušová, 1992; 1995; Cepková, 1997; Cullum, Mowbray, 1992; Focht, Koltyn, 1999; Formánková, 1987; Hamar, 1987; Junger, 1996; Krejčí, Man, 1990; Kučera a kol. 1997; Labudová, 1978; Thomson, 1996). Zo všetkých priaznivých účinkov telesných cvičení sa najčastejšie uvádza komplexné zlepšenie celkového stavu jedinca, pri ktorom sa zvyšuje schopnosť vyrovnávať sa s distresom. Tento pocit je pre mnoho ľudí tak silný, že zlepšenie fyzickej kondície, zníženie koronárnych rizikových faktorov či redukcia váhy sú takmer druhořadé (Cooper, 1990). Prostredníctvom pohybovej aktivity sa významne zvyšuje odolnosť voči stresu, úzkosti a depresiám, zvyšuje sa sebavedomie a upevňujú sa pozitívne emócie (Bergamashi a kol., 1997; Blahušová, 1992, 1995; Hamar, 1987; Krejčí, Man, 1990; Le Mura a kol., 2000; Mencák, 1990; Toriola, 1984; Zrubák, Štulrajter, 1999). Ako dokazujú niektoré štúdie (Hill a kol., 1998; Choi a kol., 1993 a i.) aeróbný tréning signifikantne vplyva na zvýšenie hladiny beta endorfinov, správanie cvičiacich, znižuje pocity únavy a pozitívne ovplyvňuje zmeny nálady.

2. 3 Vplyv aeróbného tréningu na organizmus počas redukcie podkožného tuku

Charakteristickou adaptačnou črtou energetického metabolizmu ako reakcie na vytrvalostný tréning je schopnosť využívať vyšší podiel tuku a mastných kyselín (Hamar, 1989; Hamar, Lipková, 1998), čo v konečnom dôsledku vedie k odbúraniu nadbytočného tuku (DiPietro, 1999; Gutin a kol., 1996; Hamm, 1996; Harris, Crawford, 1986; Christmass a kol., 1999; Mastná, 1999; Siders a kol., 1991; Thomson, 1996; Toriola, 1984). Tento fakt umožňuje, že svalový a pečenevý glykogén sa odbúrava pomalšie (Wilmore, Costill, 1994). Ich množstvo v krvi (voľné mastné kyseliny) sa zvýši a organizmus ich dokáže pohotovo využiť (je to zároveň prevencia rýchleho vyčerpania svalového glykogénu a zabezpečenie nepretržitého zásobovania z ATP). U trénovaných vytrvalcov sa po tréningu naplnia zásoby svalového glykogénu takmer dvojnásobne viac ako u netrénovaných jedincov. Podmienkou je dostatočný odpočinok a strava bohatá na uhl'ohydráty (400 – 550 g/deň). Vplyvom vytrvalostného tréningu nastáva zmena v prospech ATH na úkor PTH (Zrubák, Štulrajter, 1999). Účinnosť vytrvalostného tréningu spočíva podľa Bergamashiho a kol. (1997) o.i. vo zvýšení hladiny HDL cholesterolu, znížení celkovej hladiny cholesterolu a triglyceridov a zlepšení metabolizmu glukózy. Taktiež prispieva k zlepšeniu profilu lipoproteínov (Brtková, Beččáková, 2001; Evans, 1999; Toriola, 1984) a ku zmenám zloženia krvi (prírastok objemu červených krviniek) (LeMura a kol, 2000).

Pre aeróbný tréning je charakteristický pomerne veľkým objem práce sprevádzaný veľkým energetickým výdajom, čo sa využíva pri redukcii telesného tuku. Preto aeróbný tréning tvorí neoddeliteľnú súčasť programov zameraných na redukcii podkožného tuku. Naše výskumy však naznačujú, že u trénovaných jedincov s vyšším podielom svalovej hmoty k jej úbytku vplyvom vytrvalostného tréningu aj napriek výraznému podielu silového tréningu počas redukcie tesného tuku.

2. 3. 1 Výskum 3 - Prípadová štúdia redukcie telesného tuku priemerne silovo trénovaného športovca pomocou kombinácie silového a aeróbného tréningu

Prvý experiment trval deväť týždňov, počas ktorých proband po dvojtýždňových intervaloch striedal typy tréningových zaťažení (tréning A a tréning B popísaný nižšie). V období trvania výskumu mal proband upravený energetický denný príjem tak, aby dosiahol úbytok podkožného tuku minimálne 0,5 kg týždenne.

Po vykonaní vstupných meraní sme zostavili tréningový program, určili energetický príjem a zostavili jedálny lístok.

Tréningový program sa delil na dva druhy, ktoré sa striedali každé dva týždne. Tréning „A“ pozostával z posilňovacích, najmä objemových cvičení v jeden deň. Druhý deň 45 min. tréningovou jednotkou, v ktorej sa striedalo posilňovanie brušného svalstva v trvaní 3x10 min. a preskoky cez švihadlo v trvaní 3x5 min. Posilňovacie cvičenia brušného svalstva sa skladali z troch cvikov a to klasický sed - ľah, prednožovanie v ľahu vzadu a z tretieho cviku, ktorý bol jednoduchší, slúžiaci na „oddych v kritických momentoch“, ľah vzad do prednoženia pokrčmo, pravou prinožiť do vystretia a späť, striedanie pravej a ľavej dolnej končatiny.

Tréning „B“ pozostával z posilňovacích, najmä objemových cvičení v jeden deň a 45 min. behu v deň druhý. Siedmy deň bol určený na oddych v oboch tréningových programoch.

Proband mal redukovaný kalorický príjem o 20% vzhľadom na energetické požiadavky organizmu. Čo sa týka energetického príjmu, sacharidy mali približne 50%, bielkoviny 30% a tuky 20% zastúpenie.

Na meranie hrúbky kožných rias sme použili plastový kaliper so silou prítlačných plôch, stanovenou medzinárodnou dohodou 10p na mm², pri veľkosti plôch najmenej 40 mm² (Chytráčková, 1999).

Meranie hrúbky siedmich kožných rias a výpočet percenta podkožného tuku a jeho hmotnosti sme vykonali obdobne ako v prípadovej štúdii 1.

Na základe porovnania výsledkov vstupných a výstupných meraní, ktoré sú uvedené v tabuľke 2 môžeme konštatovať, že probant dosiahol výrazné úbytky podkožného tuku v každej zo sledovaných oblastí tela. Najväčší úbytok nastal v brušnej časti, kde je rozdiel až 13,5 mm. Signifikantný úbytok tiež nastal v oblasti bokov (rozdiel 9 mm). Za zmienku stojí aj oblasť rebier s rozdielom 7 mm. Hodnota rozdielu na stehne bola 5,5 mm. Blízke hodnoty rozdielu boli aj na hrudníku 5 mm a lopatke 4,5 mm. Celkový úbytok podkožného tuku bol 5,69 kg (6,66%). Hmotnosť tela bola po ukončení experimentu nižšia o 8,5 kg. Táto hodnota zodpovedá správne nastaveniu denného energetického príjmu z hľadiska vhodného týždenného úbytku hmotnosti. Celkovo proband zredukoval takmer polovicu zo sumy kožných rias z hodnoty 90 mm na hodnotu 48,5 mm, čo predstavuje rozdiel presne 47,5 mm.

Tab. 2 Porovnanie vstupných a výstupných hodnôt meraní v štúdiu 3

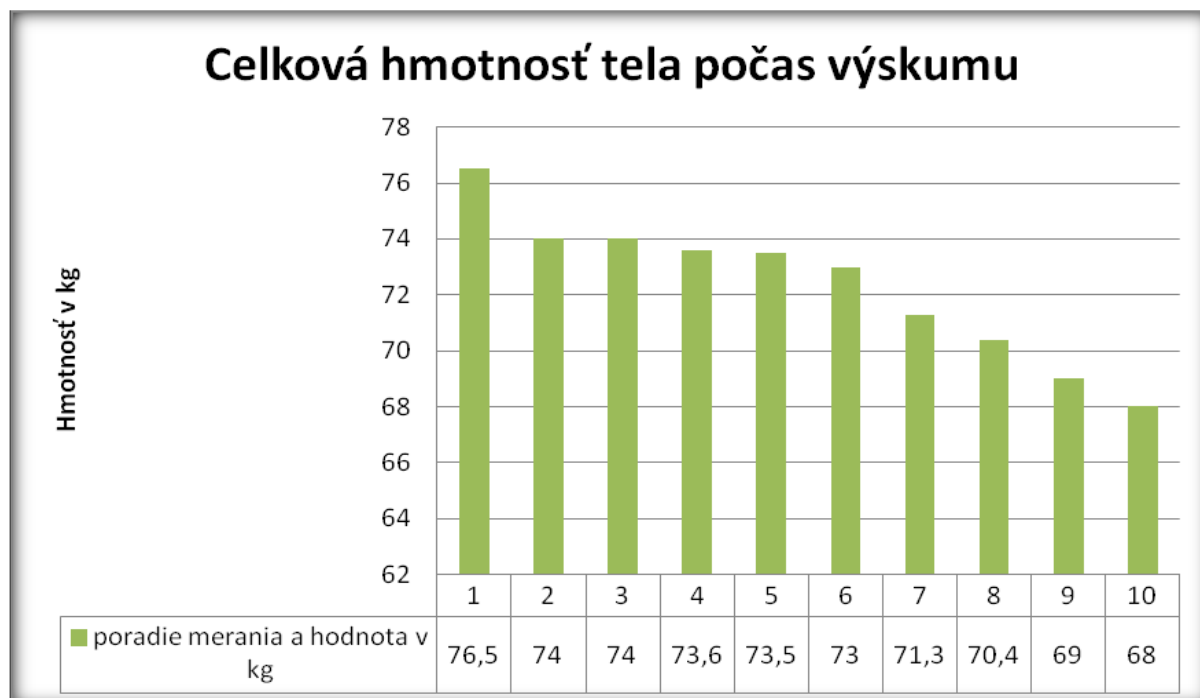
Hrúbka kožných rias v mm	Vstupné merania	Výstupné merania	Rozdiel
Hrudník	8,5	3,5	5
Rebro	12	5	7
Brucho	21	7,5	13,5
Bok	18	9	9
Stehno	15	9,5	5,5
Lopatka	11,5	7	4,5
Triceps	10	7	3
Suma kožných rias	96	48,5	47,5
% kožných rias	13,66	7	6,66
Hmotnosť tela (kg)	76,5	68	8,5
Hmotnosť tuku (kg)	10,45	4,76	5,69
Aktívna svalová hmota (kg)	66,05	63,24	2,81

(Zdroj: vlastné spracovanie)

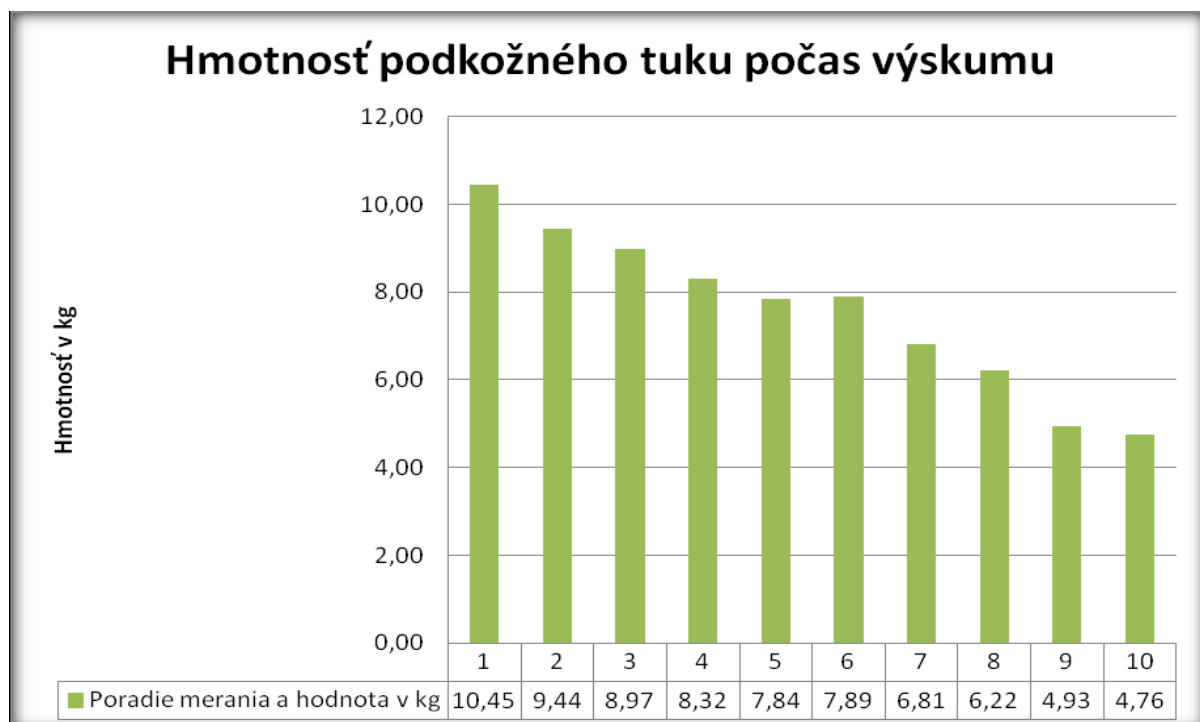
Proband schudol aj zo svalovej hmoty a to 2,81 kg aj napriek tomu, že vykonával posilňovací tréning. Treba však zdôrazniť skutočnosť, že vzhľadom na množstvo najmä aeróbnej aktivity, vysokej energetickej náročnosti a celkovej intenzity tréningových programov sme očakávali úbytok aj na svalovej hmote.

Celkovú hmotnosť tela počas jednotlivých meraní môžeme vidieť na obr. 11. Prvé, teda vstupné meranie ukázalo váhu 76,5 kg a posledné, desiate meranie 68 kg. Znamená to, že proband schudol takmer 9 kg v priebehu deviatich týždňov. To svedčí o správnom nastavení dennej energetickej hodnoty vzhľadom na záťaž organizmu pri redukovaní tuku. Na obr. 11 môžeme sledovať pravidelné znižovanie telesnej hmotnosti. V treťom meraní, teda po druhom týždni výskumu, sme zaznamenali stagnáciu hmotnosti. Pripisujeme to skutočnosti, že sme prakticky začínali s výskumom a proband ešte nemal vytvorený návyk k objemu redukčnej stravy. V ďalších týždňoch sa to však zlepšilo a stagnácia už nenastala. Proband takmer pravidelne chudol zhruba 1 kg týždenne.

Obr. 11 Telesná hmotnosť probanda v štúdiu 3



Obr. 12 Hodnoty podkožného tuku probanda v štúdiu 3 (v kg)

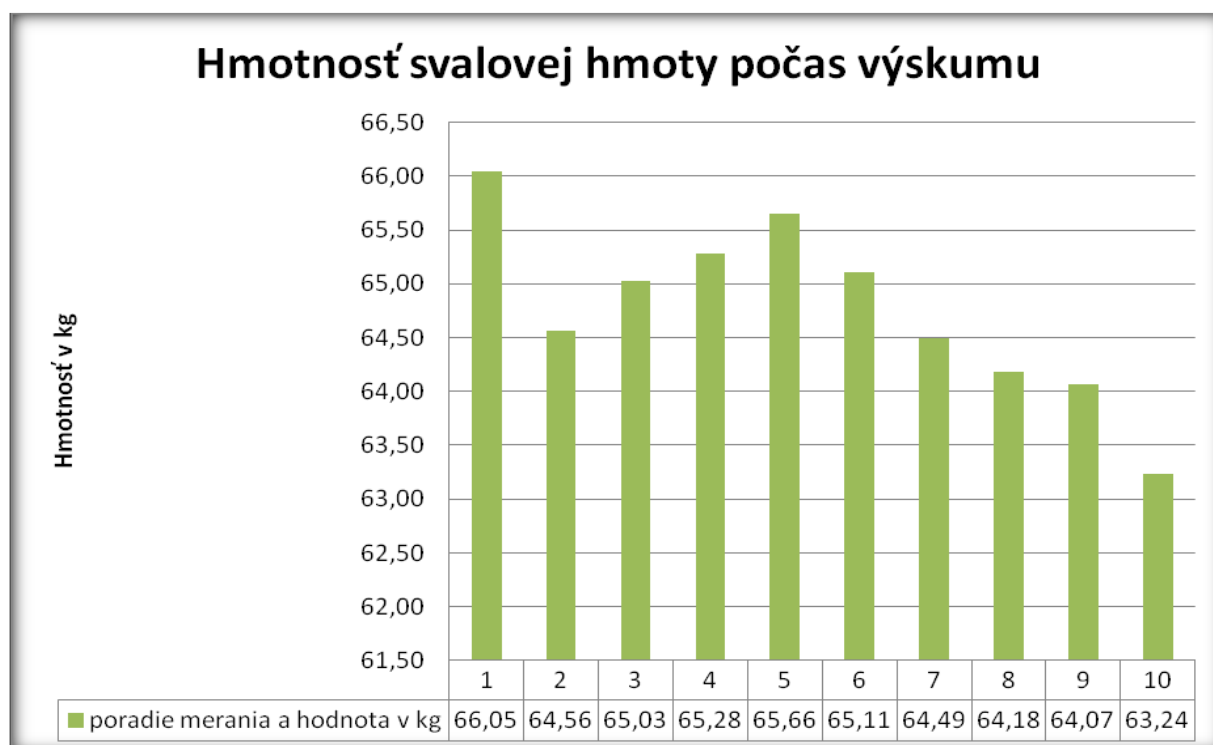


(Zdroj: vlastné spracovanie)

Obr. 12 zobrazuje hodnoty podkožného tuku v kilogramoch pri jednotlivých meraniach. Podľa našich predpokladov, jasne vidieť pravidelný pokles podkožného tuku. Začiatková hmotnosť bola 10,45 kg. Už po prvom týždni sme zaznamenali pokles hmotnosti takmer o 1 kg. V priebehu nasledujúcich štyroch týždňov merania ukázali ustálenie poklesu hmotnosti na

hodnoty od 0,5 kg. Nečakaná zmena nastala v šiestom meraní, kde sme zaznamenali prírastok hmotnosti tuku o 0,05 kg. V tom týždni proband konzumoval zvýšené množstvo ovocia, čo sa automaticky prejavilo zastavením chudnutia a následným nepatrným zvýšením hodnôt podkožného tuku. Nasledujúci týždeň proband schudol o 1,08 kg a ďalší týždeň dokonca o 1,29 kg. Posledné meranie neukázalo taký významný pokles tuku. Aj keď úbytok nastal, predstavoval iba 0,17 kg.

Obr. 13 Aktívna svalová hmota probanda (v kg) v štúdiu 3



(Zdroj: vlastné spracovanie)

Čo sa týka svalovej hmoty počas trvania experimentu (obr. 13), pri vstupnom meraní sme zaznamenali hmotnosť svalov 66,05 kg. Výsledok druhého merania nás upozornil na skutočnosť, že proband v prvom týždni neprijímal bielkoviny v potrebnom množstve, dôsledkom čoho bol úbytok svalovej hmoty na hodnotu 64,56 kg. Nasledujúce tri merania sme zaznamenali pravidelné prírastky svalovej hmoty, ktoré dosiahli vrchol na hodnote 65,66 kg v piatom meraní. Predpokladáme, že od tohto momentu sa telo postupne prispôbovalo zníženému dennému energetickému príjmu a energiu si začalo brať aj zo svalov. To malo za následok pravidelný úbytok svalovej hmoty nasledujúcich päť týždňov. V poslednom meraní sme zaznamenali pokles svalovej hmoty až o 0,83 kg. Posilňovacie cvičenia celého tela sa počas experimentu prakticky nemenili. Môžeme konštatovať, že hmotnosti závažia nám až do piateho merania neklesali a zároveň proband naberal na svalovej hmote. Nižšia svalová výkonnosť sa začala prejavovať od štvrtého týždňa výskumu. Hmotnosti závažia postupne klesali, zároveň

množstvo aeróbnej aktivity bolo značné a tak proband nebol schopný si udržiavať svalovú hmotu.

2. 3. 2 Výskum 4 - Prípadová štúdia redukcie telesného tuku priemerne silovo trénovaného športovca pomocou kombinácie silového a aeróbného tréningu

Náš ďalší experiment trval 8 týždňov. Použili sme rovnakú metodiku ako v prvom prípade.

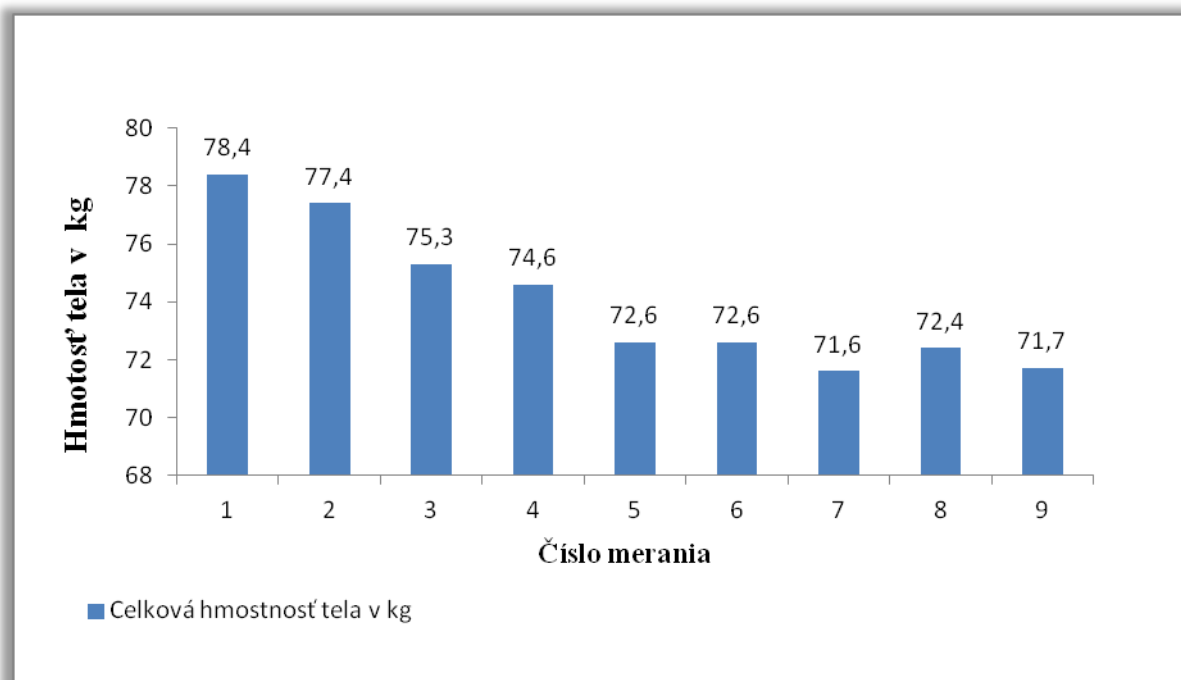
Z údajov uvedených v tabuľke 3 vyplýva, že najväčšie úbytky hrúbky kožných rias nastali na bokoch a na bruchu. Úbytok z brušnej časti predstavoval 13 mm, z boku až 15 mm. Tretí najvyšší úbytok sme zaznamenali v oblasti rebra (5 mm). Najmenšie úbytky kožných rias sme zaznamenali na stehne 4 mm, ďalej nasledoval hrudník s 3,5 mm, lopatka 2,5 mm a najmenší úbytok na triceps, len 2 mm. Celková hmotnosť tela klesla v priebehu výskumu o 6,7 kg a hmotnosť svalov len o 1,39 kg z čoho vyplýva, že proband dostatočne stimuloval svalstvo pomocou silového tréningu a prijímal dostatočné množstvo živín aby množstvo svalov radikálne nekleslo a úbytky boli hlavne z tukov. Počas experimentu probant spálil 5,31 kg tuku.

Tab. 3 Porovnanie vstupných a výstupných meraní probanda v štúdiu 4

Hrúbka kožných rias (mm)	Vstupné meranie	Výstupné meranie	Rozdiel
Brucho	26	13	13
Rebro	16	11	5
Bok	31	16	15
Hrudník	9	5,5	3,5
Stehno	16	12	4
Lopatka	14	11,5	2,5
Triceps	9	7	2
Hmotnosť tela (kg)	78,4	71,7	6,7
Hmotnosť tuku (kg)	12,84	7,53	5,31
Hmotnosť svalovej hmoty (kg)	65,56	64,17	1,39
Suma kožných rias (mm)	121	76	45

(zdroj: vlastné spracovanie)

Obr. 14 Telesná hmotnosť probanda v štúdiu 4



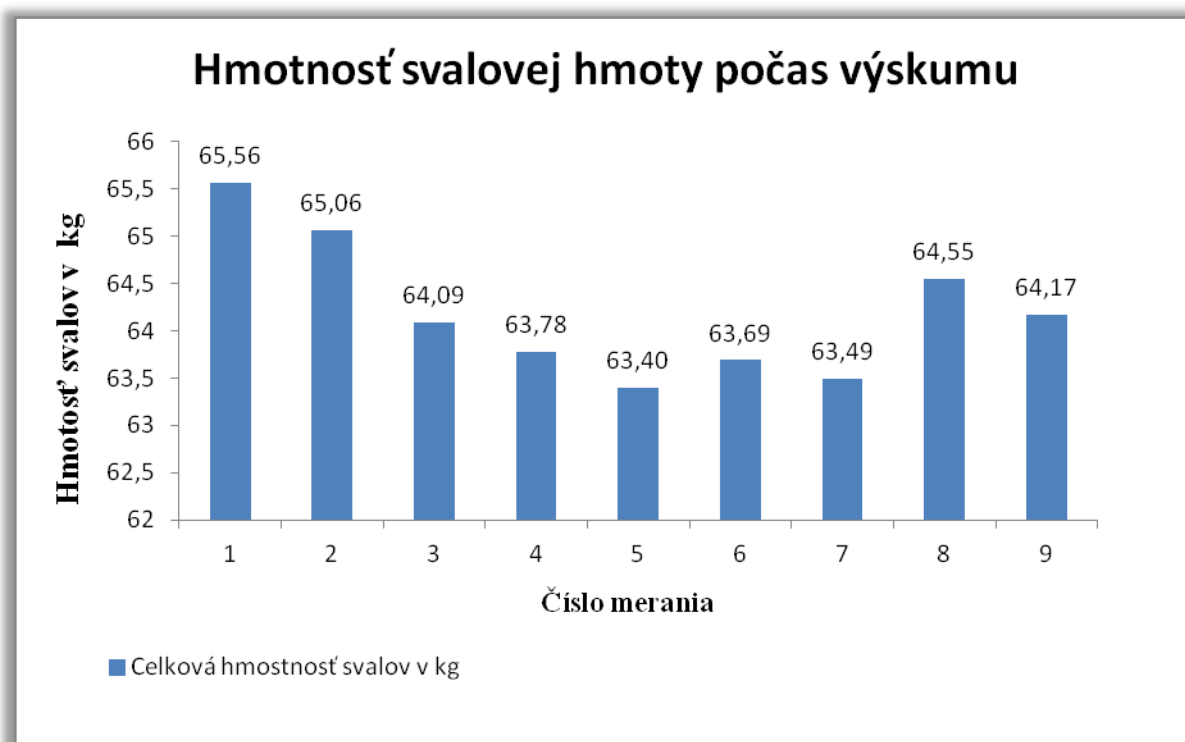
(zdroj:vlastné spracovanie)

Na obrázku 14 môžeme sledovať vývoj hmotnosti tela počas trvania výskumu 4. Prvé meranie bolo vstupné, pri ktorej mal proband hmotnosť 78,4 kg a pri poslednom 71,7 kg z čoho vyplýva, že schudol takmer 7 kíl počas ôsmich týždňov. Najväčšie úbytky hmotnosti tela nastali v prvých štyroch týždňoch a teda sa zobrazili v meraniach číslo 2 – 5. Meranie č. 6 nám ukázalo stagnáciu na váhe a meranie č.8 dokonca nárast hmotnosti tela. Pripisujeme to nárastu hmotnosti svalov, keďže hmotnosť tuku mala v tomto období klesajúci trend.

Z obrázku 15 vyplýva, že hmotnosť svalovej hmoty v priebehu výskumu mala podobný charakter ako hmotnosť tela počas výskumu a teda, že najväčšie úbytky svalovej hmoty sme zaznamenali v prvých štyroch týždňoch. Počas meraní č. 6 a 8 sme zaznamenali nárast svalovej hmoty. V tomto čase sme zaznamenali aj najnižšie úbytky telesného tuku. Predpokladáme, že tento rozdiel vznikol z dôvodu zvýšeného energetického príjmu.

Zníženie svalovej sily proband výraznejšie nepociťoval, keďže hmotnosť a druhy silových cvičení sa takmer vôbec nemenili, čomu nasvedčuje aj fakt, že rozdiel medzi vstupným a výstupným meraním je len 1,39 kg svalovej hmoty.

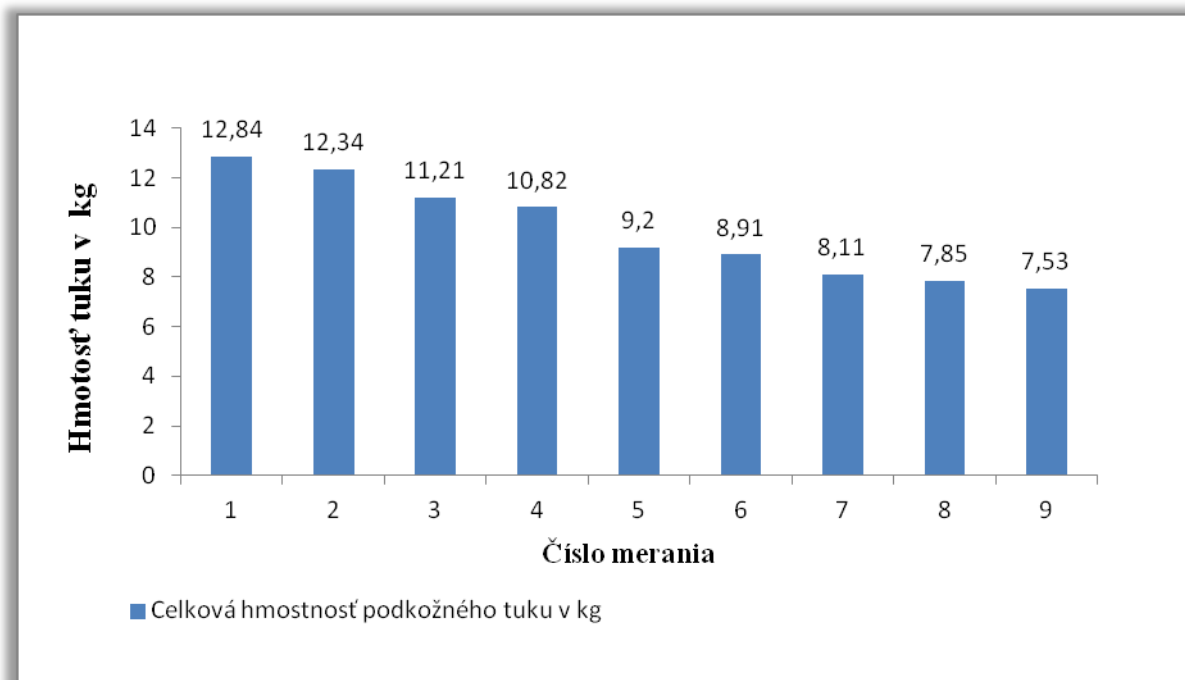
Obr. 15 Aktívna svalová hmota probanda v štúdiu 4



(zdroj: vlastné spracovanie)

Ako vyplýva z obr. 16, hodnota podkožného tuku sa počas výskumu postupne znižovala. Najmenšie úbytky sme zaznamenali v 6., 8. a 9. meraní, kedy sa úbytok tuku pohyboval okolo 0,3 kg. V 6. a 8. meraní sme zaznamenali tiež nárast svalovej hmoty, ten bol pravdepodobne spôsobený zvýšením energetického príjmu, ktorý spôsobil pokles úbytku telesného tuku, ale na druhej strane nárast svalovej hmoty. To vedecky potvrdzuje opodstatnenosť sacharidových vlín, ktoré sa často používajú v kulturistike. Znížením energetického príjmu v podobe sacharidov sa stimuluje redukcia podkožného tuku, ale zároveň dochádza aj k spomaľovaniu metabolizmu a k tendencii redukovať svalovú hmotu. Preto sa po dňoch zníženého sacharidového príjmu zaradí jeden deň s vyšším sacharidovým príjmom, ktorého úlohou je naštartovať metabolizmus a zamedziť úbytku svalovej hmoty. Najvýraznejšie poklesy hmotnosti tuku sme zaznamenali, rovnako ako pri poklesoch hmotnosti tela, v prvých štyroch týždňoch výskumu. Počas trvania výskumu proband schudol 5,31 kg telesného tuku.

Obr. 16 Telesný tuk probanda v štúdiu 4



(zdroj: vlastné spracovanie)

Z uvedených experimentov vyplýva, že aeróbný tréning svojou náročnosťou na energetický výdaj výrazne prispieva k redukcii telesného tuku, ale má aj tendenciu pôsobiť katabolicky na svalovú hmotu, čo sa prejaví jej znížením a tým aj celkovým znížením energetického výdaja v pokoji. To platí hlavne v prípade výraznej redukcie telesného tuku za pomoci redukcie kalorického príjmu a pri výraznej strate telesného tuku. V prípade normálnej populácie nie je badať úbytok telesnej hmoty pri redukcii telesného tuku o čom svedčí náš ďalší experiment.

2. 3. 3 Výskum 5 - Štúdia redukcie telesného tuku a nárastu vybraných silových ukazovateľov cvičeníek prostredníctvom 8 – mesačného vytrvalostno – silového programu

Program trval 8 mesiacov, cvičenky zo skupín E1 a E2 realizovali vytrvalostno-silový program 3 krát týždenne. Experimentálnu skupinu E 1 tvorilo 14 študentiek s priemerným vekom 20,59 rokov ($\pm 1,77$ r.). Ich výškový priemer dosahoval 167,7 cm ($\pm 6,3$ cm), priemer telesnej hmotnosti bol 60,71 kg (± 8 kg). Experimentálnu skupinu E 2 tvorilo 13 žien s priemerným vekom 35,54 rokov ($\pm 5,09$ r.). Výškový priemer skupiny dosahoval 165,23 cm ($\pm 6,2$ cm), priemer telesnej hmotnosti 65,38 kg ($\pm 15,8$ kg).

Kontrolnú skupinu K 1 tvorili študentky v počte 12, s priemerným vekom 20,33 rokov ($\pm 1,87$ r.). Ich priemerná výška dosahovala 167,67cm ($\pm 8,1$ cm), priemerná hmotnosť 61,67 kg ($\pm 8,1$ kg). Kontrolnú skupinu K 2 tvorilo 11 žien s priemerným vekom 34,91 rokov ($\pm 4,1$ r.).

2.3.3.1 Somatické ukazovatele

Základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov aritmetických priemerov vstupných, priebežných a výstupných ukazovateľov telesného rozvoja experimentálnych skupín študentiek (E1) a žien (E2) sú uvedené v tabuľke 4, štatistickú významnosť zmien v oboch súboroch v priebehu programu uvádza tabuľka 5. Hodnoty percenta tuku experimentálnych súborov E1 a E2, štatistickú významnosť rozdielov medzi nimi a štatistickú významnosť zmien v priebehu programu prezentuje obr. 13. Základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov medzi vstupným a výstupným meraním somatických ukazovateľov experimentálnych a kontrolných súborov študentiek (E1, K1) a žien (E2, K2) uvádzame v tabuľke 4. V sledovanom období boli probandky vo veku, kedy je telesný rast väčšinou ukončený a minimálne zmeny v hodnotách telesnej výšky môžu vyplývať aj z metodiky merania. Potvrdil sa fakt, že telesnou aktivitou v období dospelosti už neovplyvníme telesnú výšku (Chromík, 1993; Sýkora, 1995).

Telesná hmotnosť sa v oboch experimentálnych súboroch v priebehu experimentu postupne znižovala od I. po IV. meranie. Štatisticky významné zníženie hmotnosti sme zaznamenali už po 6 mesiacoch cvičenia (študentky $p < 0,01$; ženy $p < 0,05$) a pokračovalo až do ukončenia experimentu (oba súbory - $p < 0,01$).

Paralelné zmeny s hmotnosťou vykazoval index BMI. V oboch experimentálnych súboroch došlo v priebehu prvých 6 mesiacov cvičenia k výraznému zníženiu hodnôt BMI ($p < 0,001$ u študentiek, $p < 0,01$ u žien). V úvode programu sa v pásme nadváhy nachádzali 4 probandky zo súboru žien ($> 25 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$). Už po troch mesiacoch intenzívneho cvičenia v tomto pásme zotrvala iba jedna probantka. Táto v pásme nadváhy napriek výraznému zníženiu hodnoty BMI zostala až do ukončenia programu.

Tab.4 Charakteristika vstupných, priebežných a výstupných antropometrických charakteristík súborov študentiek (E 1) a žien (E 2) štúdie 5 a štatistická významnosť rozdielu medzi nimi

	E 1 n = 17				E 2 n = 13				štat.	
	x	s	max.	min.	x	s	max.	min.	význ.	
výška [cm]		167,8	3,75	175	162	165,2	4,71	175	157	0,11
hmotnosť [kg]	1	60,71	3,93	69	51	65,38	6,6	85	60	0,022*
	2	58,29	3,57	67	53	62,15	6,18	80	55	0,050*
	3	56,35	3,39	65	51	58,08	5,69	75	53	0,31
	4	56,12	3,06	64	51	57,38	5,41	73	52	0,66
BMI [kg. m⁻²]	1	21,58	1,37	22,86	17,24	23,88	2,09	29,41	21,46	***
	2	20,82	1,03	22,13	18,25	22,74	2,16	28,57	20,2	**
	3	20,04	0,89	21,47	18,25	21,18	1,79	25,95	18,62	0,038*
	4	19,96	0,84	21,14	18,25	20,95	1,62	25,26	18,62	0,057
tuk [%]	1	24,91	3,39	30,6	18,7	30,68	2,13	33,7	26,7	***
	2	20,45	3,04	24,9	15,1	24,02	3,11	28,9	20,7	***
	3	15,55	3,28	21,4	11,5	20,5	3,29	25,4	13,1	***
	4	14,04	2,88	19,5	9,1	18,25	3,04	23,7	12,9	***
tuk [kg]	1	15,14	2,51	19,11	10,2	19,86	3,25	28,64	16,29	***
	2	11,71	2,45	15,48	7,02	15	2,9	20,88	12,2	***
	3	8,8	2,11	11,98	5,86	11,97	2,67	18,07	7,73	***
	4	7,9	1,72	10,92	4,64	10,53	2,4	16,5	7,61	***
ATH [kg]	1	45,57	3,01	51,35	40,8	45,53	4,05	56,36	40,38	0,97
	2	46,58	2,28	51,52	43,18	46,16	4,27	59,12	41,95	0,89
	3	47,55	2,69	53,04	43	46,11	4,11	56,93	41,78	0,25
	4	48,22	2,82	55,42	43,47	46,85	4,01	56,5	41,2	0,28

* p<0,05 1 – úvodné meranie 3 – meranie po 6 mesiacoch programu
 ** p<0,01 2 – meranie po 3 mesiacoch programu 4 – meranie vykonané v závere, t.j. po 8 mesiacoch
 *** p<0,001 - *platí pre všetky tabuľky v kapitole 2.3.3*

Podiel tuku na zložení tela, vyjadrený v percentách, sa v priebehu programu v oboch experimentálnych skupinách výrazne znižoval. Signifikantné zníženie percenta tuku sme zaznamenali v oboch skupinách už po 3 mesiacoch cvičenia (p<0,001) (tab. 4, obr. 17). Redukcia percentuálneho zastúpenia tuku v organizme bola, s výnimkou merania medzi 6. a 8. mesiacom, štatisticky významná aj medzi jednotlivými meraniami navzájom (tab. 4). Tieto výsledky nám v súlade s literatúrou (Harris, Crawford, 1986) potvrdzujú efektívnosť

intenzívneho odporového tréningu pri odbúravaní tuku porovnateľnú s klasickou aeróbnou formou cvičenia. Gettman a kol. (1978) dospeli pri realizácii podobných programov dokonca k rozporuplným výsledkom. Vykonávaním 8 týždňového programu kruhového tréningu a následne 8 týždňového joggingu zistili, že k redukcii podkožného tuku došlo už v prvej fáze programu (počas kruhového tréningu), avšak k žiadnemu ďalšiemu výraznému úbytku nedošlo počas bezprostredne nadväzujúceho joggingu.

Hodnota aktívnej telovej hmoty (ATH) sa v oboch experimentálnych súboroch postupne zvyšovala v priebehu celého programu (tab.4). V experimentálnej skupine študentiek bol nárast v závere signifikantný na 5 %-nej hladine významnosti, v súbore žien postupný nárast nevykazoval štatistickú významnosť. Z toho môžeme usudzovať, že zmeny proporcií, z hľadiska formovania siluety, boli výsledkom postupného dlhodobého odbúravania prebytku telesného tuku pri súčasnom malom náraste ATH. Ako potvrdzujú viacerí autori komplexné odporové cvičenia, ako sú tie, ktoré zabezpečujú pohyb vo viac než jednom kĺbe počas vykonávania cviku, môžu vyvolať dlhšiu počiatočnú nervovú adaptáciu v porovnaní s použitím cvikov zapájajúcich jeden kĺb, čo môže mať za následok oneskorenú hypertrofiu (Chilibeck, Calder, Sale, 1998; Rutherford, Jones, 1986; Sale, 1988; Sorichter a kol., 1997). Na druhej strane, našim cieľom bol rozvoj vytrvalostnej sily a spevnenie svalstva predovšetkým problémových zón (boky, brucho, sedacie svalstvo), keď nárast ATH nie je tak výrazný.

Pri porovnávaní ukazovateľov telesného rozvoja oboch experimentálnych súborov navzájom sledujeme vyššie východiskové hodnoty u pracujúcich žien. Najvýraznejšie rozdiely, tak v úvode, ako aj počas celého programu, boli v hodnotách podkožného tuku ($p < 0,001$). Vyššie východiskové hodnoty u žien zrejme spôsobil prirodzený pokles pohybovej aktivity s vekom. K podobným záverom o vplyve veku na hodnotu podkožného tuku dospeli aj Kanehisa a kol. (2004), pričom podľa autorov dôležitú úlohu nepochybne zohráva spôsob života. Evans a kol. (1999) uvádzajú, že zásoby telesného tuku sú prepojené nie tak s vekom, ako s počtom hodín strávených týždenne cvičením.

Dokonca aj medzi jednotlivcami so sedavým spôsobom života sa v 75 % prípadoch rozdiel v hodnotách telesného tuku medzi mladšou a staršou generáciou vysvetľuje množstvom energie denne spotrebovanej pri telesných aktivitách. Jednou z príčin väčšieho objemu tuku v tele dospelých žien môže byť podľa Seligera a kol. (1976) tiež endokrinný dôsledok materstva.

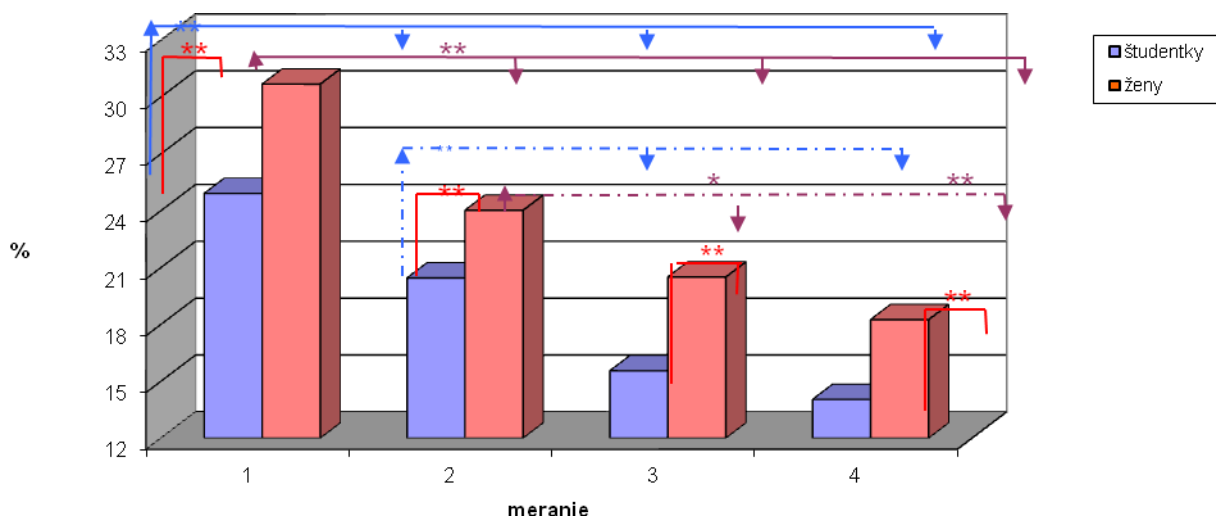
Pri prvých dvoch meraniach telesnej hmotnosti sme zaznamenali štatisticky významne vyššie hodnoty v experimentálnom súbore žien oproti študentkám ($p < 0,05$). Po 6 mesiacoch intenzívneho cvičenia sa rozdiel medzi súbormi zmenšil a bol nesignifikantný. Podobne aj v

hodnote BMI boli hodnoty zistené u žien v úvode programu signifikantne vyššie ($p < 0,001$). Počas programu sa rozdiel lineárne znižoval a na konci experimentu bol nesignifikantný (tab. 4). V priebehu experimentu môžeme sledovať štatisticky nevýznamne vyššie hodnoty ATH v súbore študentiek ako v súbore žien.

Tab. 5 Štatistická významnosť zmien somatometrických hodnôt štúdie 5 v súbore študentiek (E 1) a žien (E2)

študentky (E 1)	1 - 2	1 - 3	1 - 4	2 - 3	2 - 4	3 - 4
hmotnosť [kg]	0,19	**	**	0,37	0,28	0,99
BMI [kg. m ⁻²]	0,16	***	***	0,14	0,09	0,99
tuk [%]	***	***	***	***	***	0,51
ATH [kg]	0,7	0,12	0,02*	0,72	0,3	0,98
ženy (E 2)						
hmotnosť [kg]	0,52	0,016*	**	0,31	0,19	0,99
BMI [kg. m ⁻²]	0,44	**	**	0,18	0,09	0,99
tuk [%]	***	***	***	0,018*	***	0,22
ATH [kg]	0,8	0,56	0,45	0,94	0,93	0,99

Obr. 17 Percento tuku experimentálnych súborov, štatistická významnosť rozdielov medzi nimi a štatistická významnosť zmien v priebehu štúdie 5



K pozitívnym zmenám došlo aj v telesnom rozvoji v kontrolných skupinách (K1, K2). Pokles telesnej hmotnosti, BMI a hodnote podkožného tuku v oboch súboroch bol štatisticky významný ($p < 0,01$). Potvrdil sa fakt, že aeróbnou aktivitou môžeme výrazne ovplyvniť niektoré základné somatické parametre (Cooper, 1990; DiPietro, 1999; Gutin a kol., 1996; Hamar, 1989; Hamm, 1996; Siders a kol., 1991 a i.).

Tab.6 Porovnanie vstupných a výstupných somatometrických hodnôt v súboroch študentiek (E1, K1) a žien (E2, K2) a štatistická významnosť rozdielov medzi súbormi

		E 1 n=17		K 1 n=12		štat. význ.	E 2 n=13		K 2 n=11		štat. význ.
		x	s	x	s		x	s	x	s	
výška [cm]		167,8	3,75	167,7	3,75	0,95	165,2	4,71	165,6	4,3	0,83
hmotnosť [kg]	1	60,71	3,93	61,67	4,21	0,53	65,38	6,6	64,82	4,21	0,81
	4	56,12	3,06	57,92	3,65	0,16	57,38	5,41	59,18	3,97	0,37
BMI [kg. m⁻²]	1	21,58	1,37	21,91	0,67	0,94	23,88	2,09	23,62	1,15	0,26
	4	19,96	0,84	20,58	0,56	0,03*	20,95	1,62	21,56	0,94	0,88
tuk [%]	1	24,91	3,39	25,59	3,01	0,57	30,68	2,13	29,32	3,61	0,71
	4	14,04	2,88	17,79	3,35	**	18,25	3,04	21,44	3,11	**
tuk [kg]	1	15,14	2,51	16,18	2,83	0,71	19,86	3,25	19,06	3,06	0,68
	4	7,9	1,72	10,29	2,37	**	10,53	2,4	10,89	3,51	**
ATH [kg]	1	45,57	3,01	45,49	3,02	0,94	45,53	4,05	45,76	2,95	0,87
	4	48,22	2,82	47,63	3,77	0,63	46,85	4,01	46,29	3,9	0,39

V ukazovateľoch telesného rozvoja sme pozorovali výraznejšie zlepšenie v oboch súboroch, ktoré realizovali vytrvalostno-silový program oproti kontrolným súborom. Štatisticky významný rozdiel medzi súbormi študentiek i žien sme zaznamenali v hodnote podkožného tuku ($p < 0,01$) a v hodnote BMI medzi súbormi študentiek ($p < 0,05$) (tab.6). K podobným výsledkom pri porovnávaní programu kruhového tréningu so závažím a bežeckého tréningu s frekvenciou 3 krát týždenne po dobu 20 týždňov dospeli Gettman a kol. (1978), ktorí zistili, že kruhový tréning bol efektívnejší nielen pre zlepšenie sily, ale i pre zmenu zloženia tela.

Analýza dynamiky zmien v experimentálnych súboroch ukazuje, že vplyvom pravidelnej pohybovej aktivity vykonávanej 3 krát týždenne dochádzalo ku kvalitatívnym zmenám v telesnej stavbe. Somatické zmeny v rôznych vekových kategóriách prebiehali veľmi podobne. Prvé výrazné zníženie telesnej hmotnosti, a tým aj BMI, nastalo po 6 mesiacoch pravidelného

cvičenia, postupný pokles percenta tuku bol však štatisticky významný už po prvých 3 mesiacoch. Nárast ATH v priebehu programu bol malý a v závere programu významný len v súbore študentiek. To poukazuje na fakt, že pre lepšie zhodnotenie vplyvu pohybového programu je dôležité sledovať aj zmeny v zložení tela, nie iba zmeny v hmotnosti. Mierny pokles telesnej hmotnosti v prvých mesiacoch je v súlade so závermi Waehnera (2004), ktorý tvrdí, že je zbytočné čakať signifikantné zmeny od úplného začiatku, pretože hoci myseľ je pripravená na zhadzovanie kíľ, telo nie je. Na druhej strane, podľa Harrisa a Crawforda (1986) dostatočne intenzívny odporový tréning môže viesť k nárastu hustoty svalu, i keď najmä u mužov, čo môže čiastočne negovať úbytok váhy spaľovaním tuku.

Z horeuvedených zistení je možné vyvodit' záver, podľa ktorého zmiešaný vytrvalostno-silový tréning môže byť rovnako efektívny na redukciu telesnej telesného tuku ako samotný aeróbný tréning, ak je program dostatočne intenzívny, dobre zorganizovaný a dostatočne dlhý.

2. 3. 3. 2 Obvodové parametre

Základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov aritmetických priemerov vstupných, priebežných a výstupných hodnôt obvodových parametrov trupu a končatín experimentálnych skupín študentiek (E1) a žien (E2) sú uvedené v tabuľke 7, základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov medzi vstupným a výstupným meraním obvodových parametrov trupu a končatín experimentálnych a kontrolných súborov študentiek (E1, K1) a žien (E2, K2) uvádzame v tabuľke 8.

Jedinú významnú zmenu v zmysle spevnenia tela v súbore študentiek sme zaznamenali pri opakovanom meraní obvodu pásu ($p < 0,05$), v súbore žien nastalo podstatné zmenšenie obvodov bokov, ramien stehien a lýtka. V obvode ramien a pravého lýtka bolo spevnenie výrazné už po 6 mesiacoch cvičenia ($p < 0,05$), v obvode bokov, stehien a ľavého lýtka sme zaznamenali zmenšenie objemu v závere experimentu ($p < 0,05$). Ako vyplýva z tabuľky 7, v závere experimentu sa vyrovnali rozdiely v obvode lýtka pravej a ľavej končatiny namerané v úvode programu v experimentálnych skupinách, čo bolo pravdepodobne dosiahnuté rovnakou a najmä pravidelnou záťažou oboch končatín v priebehu programu.

Pri porovnávaní oboch experimentálnych skupín navzájom sme pri obvode trupu zaznamenali výrazne vyššie hodnoty u žien oproti študentkám. Rozdiely namerané v úvode programu v obvode bokov ($p < 0,01$) sa znižovali už po troch mesiacoch cvičenia ($p < 0,05$). Rozdiely zaznamenané pri ostatných parametroch na začiatku sledovania sa neznižili ani po ukončení programu ($p < 0,01$ - hrudník, resp. $p < 0,001$ - pás) (tab. 7).

Tab. 7 Charakteristika obvodových parametrov experimentálnych súborov študentiek (E1) a žien (E2) a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi (hodnoty udávané v cm)

		E 1 n = 17				E 2 n = 13				štat. význ.
		x	s	max.	min.	x	s	max.	min.	
Obvod hrudníka	1	84,88	3,79	91	80	90,08	5,72	105	85	**
	2	84,88	3,41	90	80	89,85	4,63	103	84	**
	3	85	3,39	91	81	89,77	4,32	102	84	**
	4	84,76	3,45	91	80	89,77	4,32	102	84	**
Obvod pása	1	68,94	4,26	76	62	75,92	5,59	90	69	***
	2	67,12	3,92	73	61	73,62	5,35	87	67	***
	3	65,65	3,76	71	61	72,38	5,24	85	65	***
	4	65,29	3,46	71	61	71,54	5,22	84	64	***
Obvod bokov	1	94,53	4,58	102	87	99,15	4,24	109	93	**
	2	93,59	4,44	100	87	97	3,11	104	91	0,026*
	3	92,71	4	99	87	96,08	2,27	102	92	0,013*
	4	92,65	3,97	99	87	95,23	2,45	100	89	0,048*
Obvod ramena (pravé)	1	26,29	1,45	28	23	28,46	1,51	32	27	***
	2	25,94	1,14	28	23	27,31	1,49	30	25	**
	3	25,35	1,37	27	23	26,46	1,05	28	25	0,022*
	4	25,26	1,32	27	23	26,15	0,99	28	25	0,052
Obvod ramena (ľavé)	1	25,82	1,4	28	23	27,92	1,54	31	26	***
	2	25,65	1,22	27	23	27,08	1,55	30	25	**
	3	25,32	1,33	27	23	26,38	1,04	28	25	0,025*
	4	25,24	1,3	27	23	26,23	0,83	28	25	0,023*
Obvod stehna (pravé)	1	53,41	3,26	58	48	56,23	2,77	61	52	0,018*
	2	52	2,93	58	49	54,46	2,67	59	50,5	0,025*
	3	51,29	2,52	56	47	53,62	2,35	58	51	0,016*
	4	51,24	2,44	56	47	53	2,25	56,5	50	0,052
Obvod stehna (ľavé)	1	53,44	3,98	60	46	55,78	2,85	60,5	52	0,035*
	2	52,18	3,23	58	47	54,58	2,76	59	51	0,041*
	3	51,47	2,53	56	48	53,62	2,66	58	50	0,032*
	4	51,24	2,44	56	47	53,04	2,4	57	50	0,053
Obvod lýtka (pravé)	1	35,21	2,2	40	32	36,77	1,79	40	34	0,056
	2	34,85	2,07	39,5	32	35,85	1,28	38	34	0,14
	3	34,65	2,12	39	31	35,23	0,83	37	34	0,41
	4	34,65	2,12	39	31	35,15	0,69	36	34	0,46
Obvod lýtka (ľavé)	1	35,18	1,88	39	32	36,31	1,93	40	34	0,12
	2	34,88	2,03	39	32	35,85	1,28	38	34	0,15
	3	34,71	2,11	39	31	35,23	0,83	37	34	0,5
	4	34,65	2,12	39	31	35,15	0,69	36	34	0,46

Tab.8 Charakteristika obvodových parametrov experimentálnych a kontrolných súborov študentiek (E1, K1) a žien (E2, K2) a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi (hodnoty udávané v cm)

		E 1 n=17		K 1 n=12		štat. význ.	E 2 n=13		K 2 n=11		štat. význ.
		x	s	x	s		x	s	x	s	
Obvod hrudníka	1	84,88	3,79	85	3,25	0,93	90,08	5,72	90,18	3,52	0,96
	4	84,76	3,45	84,83	2,41	0,95	89,77	4,32	90,27	3,55	0,76
Obvod pása	1	68,94	4,26	68,58	3,68	0,82	75,92	5,59	74	5,88	0,42
	4	65,29	3,46	66,83	3,54	0,25	71,54	5,22	72,55	5,86	0,66
Obvod bokov	1	94,53	4,58	94,33	4,46	0,91	99,15	4,24	98,18	3,31	0,54
	4	92,65	3,97	93,5	4,01	0,57	95,23	2,45	97,09	3,42	0,14
Obvod ramena pravé	1	26,29	1,45	26,83	1,19	0,3	28,46	1,51	28,23	1,6	0,72
	4	25,26	1,32	26,25	1,06	0,041*	26,15	0,99	27,45	1,57	0,02*
Obvod ramena ľavé	1	25,82	1,4	26,46	1,44	0,25	27,92	1,54	28,09	1,51	0,79
	4	25,24	1,3	26,42	1,16	0,018*	26,23	0,83	27,91	1,58	**
Obvod stehna pravé	1	53,41	3,26	54,25	2,42	0,46	56,23	2,77	56,18	2,18	0,96
	4	51,24	2,44	53,83	2,21	**	53	2,25	54,36	1,96	0,13
Obvod stehna ľavé	1	53,44	3,98	54,08	2,22	0,62	55,78	2,85	56,09	2,21	0,76
	4	51,24	2,44	53,67	2,06	**	53,04	2,4	54,73	1,95	0,08
Obvod lýtka pravé	1	35,21	2,2	35,17	2,08	0,96	36,77	1,79	36,68	2,03	0,91
	4	34,65	2,12	34,75	1,96	0,89	35,15	0,69	36	1,9	0,22
Obvod lýtka ľavé	1	35,18	1,88	34,96	1,81	0,76	36,31	1,93	36,55	2,16	0,78
	4	34,65	2,12	34,67	2,02	0,98	35,15	0,69	36,18	1,94	0,13

V hodnotách obvodu končatín sme, podobne ako pri obvode trupu, zaregistrovali vyššie vstupné hodnoty žien (E2) oproti študentkám (E1). Najvýraznejší rozdiel bol v obvode ramien ($p < 0,001$), menší v obvode stehien ($p < 0,05$), v obvode lýtka boli rozdiely nevýrazné (tab. 8). Rozdiely vo všetkých opísaných obvodových parametroch sa na konci experimentu zmenšili a boli nesignifikantné (výnimka - ľavé rameno - $p < 0,05$).

Kontrolné súbory vykazovali po absolvovaní 8 mesačného aeróbného programu zmenšenie obvodových parametrov, avšak jediná štatisticky významná zmena bola zistená v súbore študentiek v obvode bokov ($p < 0,05$).

V experimentálnych súboroch sme oproti kontrolným zaznamenali výraznejšie zmenšenie obvodových parametrov. Štatisticky významný rozdiel bol zistený v obvode ramena v oboch súboroch (u študentiek obe končatiny $p < 0,05$; u žien pravá $p < 0,05$ a ľavá končatina $p < 0,01$) a stehna, avšak iba v súbore študentiek ($p < 0,01$).

Somatometrické merania obvodov tela poukazujú na redukciiu objemov a tieto zmeny očividne ovplyvňujú vizuálne vnímanie formovania siluety jedinca. Výsledky meraní

jednotlivých obvodov zodpovedali očakávaniam cvičeník, t.j. spevnenie svalstva a zoštíhlenie, čomu boli prispôsobené jednotlivé tréningové programy. Prvotným cieľom bolo zoštíhlenie pása a bokov, čo sme prevažnej miere dosiahli. V niektorých prípadoch ženy očakávali výraznejšie zmeny, avšak ako uvádzajú niektorí autori v praxi je jednoduchšie ovplyvniť obvodové parametre horných končatín v porovnaní so svalstvom trupu, resp. dolných končatín práve vďaka menšiemu celkovému objemu ako aj počtu zapájaných svalov (Evans, 1999; Gettman, 1977; MacDonald, 1983).

2. 3. 3. 3 Silové ukazovatele

2. 3. 3. 3. 1 Statická sila

Základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov aritmetických priemerov vstupných, priebežných a výstupných hodnôt ukazovateľov statickej sily experimentálnych skupín E1 a E2 sú uvedené v tabuľke 9; štatistickú významnosť zmien v experimentálnych súboroch v priebehu programu prezentujeme v tabuľke 10. Základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov medzi vstupným a výstupným meraním ukazovateľov statickej sily experimentálnych a kontrolných súborov študentiek (E1, K1) a žien (E2, K2) uvádzame v tabuľke 11.

Prostredníctvom vytrvalostno-silového programu sme v ukazovateli statickej jednorázovej sily ruky zaznamenali výrazný prírastok v oboch experimentálnych súboroch, a to už po troch mesiacoch cvičenia ($p < 0,001$). Štatisticky významné zmeny boli aj medzi niektorými meraniami navzájom (u študentiek pri ľavej ruke, u žien pri pravej) (tab. 10).

Podobne aj v statickej vytrvalostnej sile horných končatín (výdrž v zhybe) sme zaznamenali v oboch experimentálnych súboroch výrazný nárast sily už po troch mesiacoch cvičenia ($p < 0,001$) (tab.9, 10). Významné zlepšenie v oboch súboroch sme zaznamenali aj medzi 3. a 8. mesiacom ($p < 0,01$).

Signifikantne vyššie hodnoty statickej jednorázovej sily ruky u žien v úvode sledovania ($p < 0,05$) prisudzujeme skutočnosti, že ženy neustále využívajú horné končatiny pri každodenných domácich prácach, čo potvrdzujú výsledky Kremsa a kol. (2004). Po troch mesiacoch sa tento rozdiel výrazne znížil, avšak ženy stále vykazovali nevýznamne vyššie hodnoty.

V statickej vytrvalostnej sile horných končatín sme sledovali opačný trend; v úvode experimentu boli ženy nevýrazne slabšie, čo mohlo byť zapríčinené aj ich vyššou počiatkovou

hmotnosťou. Rozdiel v prospech študentiek ďalej postupne narastal a bol štatisticky významný na hladine $p < 0,05$ po troch, resp. $p < 0,01$ po 6 mesiacoch cvičenia. Tieto výsledky odporujú tvrdeniu Macalusa a kol. (2003), ktorí uvádzajú, že rozvoj izometrickej sily nie je výrazne ovplyvnený vekom.

Kontrolné skupiny študentiek (K1) i žien (K2), vykonávajúce cvičenie aerobiku s rovnakou dĺžkou a frekvenciou tréningov ako experimentálne skupiny, dosiahli v závere sledovania len malé, nevýznamné zlepšenie statickej sily horných končatín.

V závere programu sme zaznamenali signifikantne vyššie prírastky statickej sily v súboroch vykonávajúcich vytrvalostno-silový program oproti kontrolným súborom ($p < 0,001$) (tab.11).

Tab.9 Charakteristika statickej sily experimentálnych súborov študentiek (E 1) a žien (E 2) a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi

		E 1 n = 17				E 2 n = 13				štat.
		x	s	max.	min.	x	s	max.	min.	význ.
Dynamometria pravá ruka [kg]	1	27,53	5,2	36	18	31,31	4,77	38	22	0,05*
	2	35,59	5,01	46	26	37,69	2,69	40	32	0,08
	3	39,06	4,9	50	30	41,38	1,71	44	38	0,04
	4	40,53	4,58	52	32	41,85	2,23	46	38	0,23
Dynamometria ľavá ruka [kg]	1	25	4,36	22	16	29,07	4,91	34	22	0,023*
	2	32,47	4,09	40	24	35,62	4,89	42	30	0,06
	3	36,06	4,34	48	28	37,85	4,65	44	32	0,29
	4	37,29	4,74	50	30	38,15	4,28	44	32	0,61
Výdrž v zhybe [sek.]	1	26,88	11,49	50	9	20	8,06	30	3	0,07
	2	46	12,3	68	26	34,31	11,2	60	21	0,012*
	3	57,18	13,77	89	38	43,15	11,38	75	30	**
	4	64,47	12,4	92	45	51,92	9,98	78	40	**

Tab. 10 Štatistická významnosť zmien statickej sily štúdie 5 v súbore študentiek (E 1) a žien (E 2)

študentky (E 1)	1 - 2	1 - 3	1 - 4	2 - 3	2 - 4	3 - 4
dynam.pravá.r.	***	***	***	0,18	0,024	0,82
dynam. ľavá r.	***	***	***	0,09	0,011*	0,084
výdrž v zhybe	***	***	***	0,0544	**	0,33
ženy (E 2)						
dynam.pravá.r.	***	***	***	0,018*	**	0,98
dynam. ľavá r.	***	***	***	0,062	0,052	0,99
výdrž v zhybe	***	***	***	0,13	**	0,14

Tab. 11 Statická sila súborov študentiek (E1, K1) a žien (E2, K2) experimentálnych a kontrolných skupín a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi

		E 1 n=17		K 1 n=12		štat.	E 2 n=13		K 2 n=11		štat.
		x	s	x	s	význ.	x	s	x	s	význ.
Dynamom.	1	27,53	5,2	26,92	6,4	0,78	31,31	4,77	31,09	2,88	0,89
pravá r. [kg]	4	40,53	4,58	28,67	5,42	***	41,85	2,23	31,91	2,98	***
Dynamom.	1	25	4,36	25,5	4,1	0,76	29,07	4,91	29,45	4,01	0,84
ľavá r. [kg]	4	37,29	4,74	26,83	3,24	***	38,15	4,28	30,18	3,28	***
Výdrž v zh.	1	26,88	11,49	25,67	12,08	0,79	20	8,06	20,36	13,24	0,93
[sek]	4	64,47	12,4	27,83	11,54	***	51,92	9,98	21,64	12,48	***

Zmeny v organizme vyvolané pravidelnou pohybovou aktivitou sú v značnej miere ovplyvnené východiskovým statusom probandiek, a to predovšetkým zastúpením pohybovej aktivity v ich životnom štýle. Je viac ako pravdepodobné, že čím sú východiskové parametre nepriaznivejšie, tým budú zmeny vyvolané pravidelnou pohybovou aktivitou výraznejšie. To sa odzrkadlilo v oboch testoch postihujúcich faktor statickej sily, kde sme zaznamenali významný nárast už po troch mesiacoch cvičenia ($p < 0,001$).

V súbore pracujúcich žien sme očakávali celkovo nižšie východiskové hodnoty než u študentiek vďaka ich nižšej zdatnosti pred aplikáciou pohybového programu a vyššej hmotnosti tela, čo sa nám potvrdilo iba čiastočne. V sile stisku ruky ženy oproti študentkám dosahovali v priebehu celého experimentu vyššie hodnoty.

Experimentálne súbory v porovnaní s kontrolnými zaznamenali v závere experimentu výraznejšie prírastky v oboch testoch statickej sily ($p < 0,001$).

2. 3. 3. 3. 2 Dynamická sila

2. 3. 3. 3. 2. 1 Faktor dynamickej sily bez prídavnej záťaže

Základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov aritmetických priemerov vstupných, priebežných a výstupných hodnôt ukazovateľov dynamickej sily experimentálnych skupín študentiek (E1) a žien (E2) sú uvedené v tabuľke 12, štatistickú významnosť zmien v experimentálnych súborech v priebehu programu prezentujeme v tabuľke 13. Základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov medzi vstupným a výstupným meraním ukazovateľov dynamickej sily experimentálnych a kontrolných súborov študentiek (E1, K1) a žien (E2, K2) uvádzame v tabuľke 14;

V ukazovateli výbušnej sily horných končatín (hod plnou loptou) sa vstupné hodnoty v oboch experimentálnych súboroch v priebehu programu postupne zvyšovali, napriek tomu zmeny neboli ani v jednom prípade významné (tab.12,13). Za senzitivne obdobie pre explozívnu silu je vo všeobecnosti považované obdobie od 10 do 15 rokov veku (Belej, 2001; Macaluso, DeVito, 2003), po tomto období nastáva stagnácia v rozvoji tejto schopnosti. Ako môžeme sledovať v tabuľke 12, aj prostredníctvom cvičení nie priamo zameraných na explozívnu silu je možné dospieť k určitému rozvoju tejto schopnosti. V tomto teste sme zaznamenali len nevýznamný nárast v priebehu programu, ten však nastal vo všetkých prípadoch, čo pokladáme za pozitívny prínos nami vytvoreného programu.

Výbušná sila dolných končatín u dievčat dosahuje podľa Moravca a kol. (1996) maximum v 13. roku, a s pribúdajúcim vekom sa prejavuje jeho stagnácia. Aj v tomto prípade sa prejavil pozitívny vplyv cvičenia na silu dolných končatín. Štatisticky významný nárast v súbore študentiek i žien nastal po 6 mesiacoch cvičenia ($p < 0,01$, resp. $p < 0,05$) (tab. 12). Po tomto čase sme zaznamenali v oboch súboroch len minimálne zlepšenie.

Tab. 12 Charakteristika dynamickej sily (1) súborov študentiek (E 1) a žien (E 2) experimentálnych skupín a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi

		E 1 n=17				E 2 n=13				štat.
		x	s	max.	min.	x	s	max.	min.	význ.
Hod plnou loptou [cm]	1	640,3	91,57	950	535	621,5	64,37	700	520	0,53
	2	661,8	87,93	970	575	651,9	70,81	750	530	0,74
	3	669,7	88,54	980	590	664,6	69,45	760	540	0,87
	4	670	88,26	980	590	666,9	70,58	760	540	0,92
Skok do diaľky z miesta [cm]	1	165,6	19,91	195	120	151,9	14,8	170	125	0,048*
	2	177,9	11,73	200	155	163,1	11,64	175	135	**
	3	181,9	12,08	205	165	165	11,54	175	140	**
	4	182,5	12,22	205	165	165	11,54	175	140	**
Kľuky [počet]	1	16	4,4	24	9	14,08	5,92	21	4	0,32
	2	25,12	6,03	35	15	23	7,29	32	12	0,39
	3	30,12	6,63	40	17	27,08	7,72	39	15	0,26
	4	31,12	6,39	40	17	29,15	6,8	40	20	0,42
Ľah - sed [počet za 30s]	1	17,53	4,06	25	10	16,23	3	23	12	0,34
	2	23	2,98	27	17	20,62	2,84	26	17	0,035*
	3	24,94	3,07	29	17	23	2	27	20	0,058
	4	25,29	2,37	29	19	23,69	1,49	27	22	0,042*

Hodnoty dynamickej vytrvalostnej sily, v porovnaní s explozívnu silou, sa v experimentálnych súboroch v priebehu programu zvýšili výraznejšie. To nasvedčuje možnosti rozvíjať

vytrvalostnú silu vo väčšom rozsahu bez vekového obmedzenia. Štatisticky významné zlepšenie pri oboch testoch dynamickej vytrvalostnej sily sme zaznamenali už po prvých 3 mesiacoch (tab. 12,13). V teste kľuky vo vzpore kľačmo išlo o nárast vytrvalostnej sily horných končatín na 1% (u študentiek) resp. 5 % hladine významnosti (u žien); po 6 mesiacoch cvičenia došlo v oboch súboroch k výraznejšiemu zlepšeniu ($p < 0,001$). V súbore študentiek sme zistili výrazný nárast sily aj medzi II. a IV. meraním ($p < 0,05$). V teste ľah – sed sme zaznamenali výrazné zlepšenie už po 3 mesiacoch cvičenia v oboch súboroch ($p < 0,01$ u študentiek, resp. $p < 0,001$ u žien). V súbore žien bola zmena signifikantná aj medzi II. a IV. meraním ($p < 0,05$).

V súlade s viacerými autormi sa v ukazovateli výbušnej sily viac ako pri ostatných faktoroch sily prejavuje vplyv veku (Čelikovský a kol., 1985; Macaluso, DeVito, 2003) (tab.12). V teste hod plnou loptou boli hodnoty u žien v porovnaní so študentkami nevýznamne nižšie pri každom meraní, v teste skok do diaľky z miesta v úvode sledovania nameraný rozdiel ($p < 0,05$) v priebehu experimentu narastal ($p < 0,01$) (tab. 12).

V dynamickej vytrvalostnej sile horných končatín (kľuky) dosahoval súbor študentiek nevýrazne vyššie hodnoty počas celého sledovania. Podobne aj v sile brušného svalstva bol výkonnejší súbor študentiek, pri druhom a štvrtom meraní štatisticky významne ($p < 0,05$).

Po 8 mesačnom programe aerobiku sme zaznamenali v kontrolných skupinách len nevýznamné zlepšenie dynamickej sily. Výnimkou bol ukazovateľ sily brušného a bedrovostehenného svalstva u oboch skupín ($p < 0,01$).

Tab. 13 Štatistická významnosť zmien dynamickej sily (1) štúdie 5 v súbore študentiek (E1) a žien (E2)

<i>študentky (E 1)</i>	1 - 2	1 - 3	1 - 4	2 - 3	2 - 4	3 - 4
Hod pl. loptou	0,98	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99
Skok do diaľky	0,06	**	**	0,84	0,78	0,99
Kľuky	***	***	***	0,076	0,022*	0,96
Ľah – sed	**	***	***	0,29	0,16	0,98
<i>ženy (E 2)</i>						
Hod pl. loptou	0,99	0,75	0,32	0,99	0,94	0,99
Skok do diaľky	0,11	0,048*	0,037*	0,97	0,9	0,99
Kľuky	0,011*	***	***	0,45	0,12	0,87
Ľah – sed	***	***	***	0,07	0,011*	0,88

Ako môžeme sledovať v tabuľke 14, signifikantne vyššie hodnoty v súboroch absolvujúcich vytrvalostno-silový program oproti probandkám, ktoré cvičili aerobik, sme zaznamenali v teste kľuky vo vzpore kľačmo ($p < 0,001$ - v oboch súboroch), v teste ľah – sed za

30 sekúnd ($p < 0,05$ - v súbore študentiek, resp. $p < 0,001$ - v súbore žien) a v teste skok do diaľky z miesta ($p < 0,01$ - v súbore študentiek).

Tab. 14 Testy dynamickej sily (1) experimentálnych a kontrolných súborov študentiek (E1, K1) a žien (E2, K2) a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi

		E 1 n=17		K 1 n=12		štat.	E 2 n=13		K 2 n=11		štat.
		x	s	x	s	význ.	x	s	x	s	význ.
Hod plnou loptou [cm]	1	640,3	91,57	644,2	55,34	0,9	621,5	64,37	620,9	83,51	0,98
	4	670	88,26	650,4	52,76	0,5	666,9	70,58	622,3	84,03	0,17
Skok do diaľky z miesta [cm]	1	165,6	19,91	165,4	13,56	0,98	151,9	14,8	152,3	17,37	0,96
	4	182,5	12,22	167,1	14,53	**	165	11,54	157,7	15,23	0,2
Kľuky [počet]	1	16	4,4	15,33	3,82	0,68	14,08	5,92	15,18	6,13	0,65
	4	31,12	6,39	17,92	3,6	***	29,15	6,8	16	5,23	***
Ľah - sed [počet za 30 s.]	1	17,53	4,06	17,75	3,67	0,88	16,23	3	16,09	2,47	0,9
	4	25,29	2,37	23,42	2,15	0,03*	23,69	1,49	20,09	2,17	***

Z výsledkov meraní vyplýva, že nárast dynamickej sily nastal už po 3-mesačnom vytrvalostno-silovom programe v oboch experimentálnych súboroch, avšak štatisticky významné zlepšenie sme zaznamenali len vo vytrvalostnej sile. Po 6 mesiacoch tréningu oba súbory zaznamenali nárast explozívnej sily dolných končatín ($p < 0,01$ - študentky, $p < 0,05$ - ženy). Po tomto čase sme vo všetkých testoch dynamickej sily zaznamenali miernu stagnáciu. Pri porovnávaní oboch experimentálnych skupín navzájom sme zistili nižšiu počiatočnú úroveň silových schopností žien v porovnaní so študentkami. Rozdiely zotrvali počas celého programu. Najvýraznejší, dokonca narastajúci rozdiel v neprospech súboru žien sme zaznamenali vo výbušnej sile dolných končatín, čo je v zhode so všeobecnými tvrdeniami o poklese explozívnej sily s pribúdajúcim vekom (Čelikovský a kol., 1985; Macaluso, DeVito, 2003).

Experimentálne súbory zaznamenali v testoch dynamickej sily v závere programu v porovnaní s kontrolnými súbormi výraznejšie prírastky. Výnimkou je explozívna sila horných končatín, kde boli oba experimentálne súbory silnejšie len nevýznamne, a dolných končatín, kde boli zistené rozdiely významné len v súbore študentiek.

2. 3. 3. 3. 2. 2 Faktor dynamickej sily s prídavnou záťažou

Základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov aritmetických priemerov vstupných, priebežných a výstupných ukazovateľov dynamickej sily s využitím prídavnej záťaže u experimentálnych skupín študentiek (E1) a žien (E2) sú uvedené v tabuľke 15, štatistickú významnosť zmien v experimentálnych súboroch E1 a E2 v priebehu programu prezentujeme

v tabuľke 16. Základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov medzi vstupným a výstupným meraním ukazovateľov dynamickej sily (2) experimentálnych a kontrolných súborov študentiek (E1, K1) a žien (E2, K2) uvádzame v tabuľke 17.

Hodnoty dynamickej sily v testoch využívajúcich prídavnú záťaž sa zvyšovali v priebehu celého experimentu. Vo všetkých prípadoch boli prírastky štatisticky významné (tab. 15, 16).

V sile dolných končatín a sedacieho svalstva (drep s veľkou činkou na prsiach) a v sile trupu (ťah v ľahu) sme najvýraznejší nárast v oboch experimentálnych súboroch zaznamenali už v priebehu prvých 12 týždňov experimentu ($p < 0,001$). Ďalšie zvyšovanie sily nebolo tak výrazné (medzi II. a IV. meraním - $p < 0,05$ - študentky; resp. $p < 0,01$ - ženy) (tab.15).

V teste bench press sme zaznamenali výrazné prírastky sily taktiež už po 3 mesiacoch cvičenia ($p < 0,001$ v súbore študentiek, $p < 0,01$ v súbore žien). Medzi II. a IV. meraním však bol zistený signifikantný nárast len v súbore študentiek ($p < 0,05$).

Tab. 15 Charakteristika dynamickej sily (2) súborov študentiek (E 1) a žien (E 2) experimentálnych skupín a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi

		E 1 n = 17				E 2 n = 13				štat. význ.
		x	s	max.	min.	x	s	max.	min.	
Drep [počet]	OM	33	5,52	43	23	31,65	7,61	43	20,5	0,58
	1	7,12	2,67	12	3	4,46	1,2	7	2	**
	2	14,76	5,62	24	7	10,31	2,59	15	8	0,06
	3	18,71	6,25	28	9	12,23	3,24	18	9	**
	4	19,94	6,67	30	9	13,31	3,07	19	10	**
Ťah v ľahu [počet]	OM	30,65	3,36	38	25,5	31,85	3,48	38	28	0,34
	1	7,06	2,33	12	4	7,69	2,02	12	5	0,44
	2	11,65	2,69	17	9	12,23	2,42	17	10	0,54
	3	14,18	3,43	21	11,5	14,15	2,91	19	11	0,98
	4	15,41	4,21	23	10	15,08	2,5	20	12	0,8
Bench press [počet]	OM	28,24	3,38	33	20,5	28,77	2,06	33	25,5	0,62
	1	6	2,5	12	3	6,15	2,79	11	3	0,88
	2	12,06	4,23	24	8	12	5,29	17	6	0,97
	3	14,82	4,79	28	10	13,08	3,25	19	7	0,27
	4	16,12	5,66	30	10	13,46	3,43	20	7	0,15
Biceps [počet]	OM	15,95	2,98	22,4	13	16,19	2,8	20,5	13	0,82
	1	6,12	3,46	15	2	5,54	2,18	12	3	0,6
	2	10,18	3,09	17	5	9,46	3,31	20	6	0,54
	3	12,53	2,9	18	7	11,62	3,93	24	8	0,47
	4	13,18	3,17	20	7	12,15	4,47	26	9	0,47

Podobne ako pri predchádzajúcich testoch aj v teste bicepsový zdvih dosiahli študentky i ženy významné pokroky už po troch mesiacoch programu ($p < 0,001$, resp. $p < 0,05$). V tomto teste ako

jedinom z testov využívajúcich prídavnú záťaž neboli medzi jednotlivými meraniami navzájom významné rozdiely.

Pri porovnávaní oboch experimentálnych súborov navzájom sme v testoch využívajúcich prídavnú záťaž zaznamenali nevýrazne vyššie opakovacie maximá v súbore žien, s výnimkou testu drep s veľkou činkou. Najvýraznejšie rozdiely v počte opakovaní boli v teste drep, kde študentky dosiahli významne vyšší počet opakovaní ($p < 0,01$), s výnimkou 2. merania (rozdiel bol nevýznamný) V ostatných testoch s prídavnou záťažou rozdiely medzi súbormi boli nesignifikantné. V teste ťah zdola a bench press dosiahli ženy v úvode programu nevýznamne vyšší počet opakovaní, avšak po 3 mesiacoch (v teste bench press) resp. po 6 mesiacoch tréningu (v teste ťah zdola) študentky predstihli ženy. V teste bicepsový zdvih dominovali študentky v priebehu celého programu.

Kontrolné skupiny K1 a K2 dosiahli v ukazovateli dynamickej sily s prídavnou záťažou počas 8 mesačného tréningu len mierny nárast. V dvoch testoch došlo signifikantným prírastkom u študentiek (bench press, bicepsový zdvih ($p < 0,05$)) a v dvoch testoch u žien (drep, bench press ($p < 0,05$)). V ostatných testoch boli zmeny nevýznamné.

Tab. 16 Štatistická významnosť zmien dynamickej sily (2) štúdie 5 v súbore študentiek (E 1) a žien (E 2)

<i>študentky (E 1)</i>	1 - 2	1 - 3	1 - 4	2 - 3	2 - 4	3 - 4
Drep	***	***	***	0,17	0,039*	0,91
Ťah v ľahu	***	***	***	0,11	**	0,68
Bench press	***	***	***	0,27	0,047*	0,83
Biceps	***	***	***	0,84	0,78	0,99
<i>ženy (E 2)</i>						
Drep	***	***	***	0,07	0,011*	0,88
Ťah v ľahu	***	***	***	0,21	0,026*	0,77
Bench press	**	***	***	0,88	0,76	0,94
Biceps	0,035*	***	***	0,42	0,23	0,98

Pri porovnávaní experimentálnych a kontrolných skupín navzájom (tab.17) sme zistili v závere programu signifikantne vyššie hodnoty dynamickej sily v experimentálnych skupinách ($p < 0,001$).

Tab. 17 Charakteristika dynamickej sily (2) experimentálnych a kontrolných súborov študentiek (E1, K1) a žien (E2, K2) a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi

		E 1 n=17		K 1 n=12		štat. význ.	E 2 n=13		K 2 n=11		štat. význ.
		x	s	x	s		x	s	x	s	
Drep [počet]	OM	33	5,52	32,38	3,56	0,73	31,65	7,61	31,64	6,92	0,99
	1	7,12	2,67	6,83	2,29	0,77	4,46	1,2	5	3,32	0,55
	4	19,94	6,67	7,67	1,92	***	13,31	3,07	6,27	2,45	***
Ťah v Pahu [počet]	OM	30,65	3,36	29,88	2,41	0,5	31,85	3,48	31,18	2,98	0,62
	1	7,06	2,33	6,75	1,96	0,71	7,69	2,02	8,18	2,14	0,57
	4	15,41	4,21	7,42	2,42	***	15,08	2,5	8,94	1,57	***
Bench press [počet]	OM	28,24	3,38	30,5	1,85	0,05*	28,77	2,06	28,45	4	0,68
	1	6	2,5	5,83	1,8	0,85	6,15	2,79	6,27	2,94	0,92
	4	16,12	5,66	6,67	1,5	***	13,46	3,43	8,18	3,74	***
Biceps [počet]	OM	15,95	2,98	15,71	3,2	0,83	16,19	2,8	16	2,45	0,86
	1	6,12	3,46	6,08	1,62	0,64	5,54	2,18	6	2,24	0,61
	4	13,18	3,17	6,92	1,73	***	12,15	4,47	7,64	2,58	***

Podľa očakávania bol prírastok vytrvalostnej sily najintenzívnejší v úvodných troch mesiacoch cvičenia. Po tomto čase pokroky neboli tak výrazné, čo korešponduje so závermi viacerých autorov, ktorí uvádzajú zjavné prírastky sily v rozmedzí prvých 8 – 12 týždňov (Bell a kol., 2000; Campos a kol., 2002; Fleck, Kraemer, 2000; Starkey a kol., 1996 a i.). Hoci štúdie poukazujú na pokračujúci prírastok sily s ďalšími týždňami tréningu až do trvania 2 rokov, ďalší prírastok sily je menší a má tendenciu stagnovať na úrovni 3 – 6 mesiacov. Dokonca aj u žien po menopauze bol zistený podstatný prírastok sily vplyvom silového tréningu po dobu prvých 12 mesiacov, s najväčším prírastkom počas prvých 3 mesiacov cvičenia (Morganti a kol., 1995).

Zaujímavé je, že predpoklad o nižších východiskových hodnotách pracujúcich žien platí len v prípade dolných končatín. Pri testoch sledujúcich silu horných končatín ženy dosiahli vyššie hodnoty opakovacieho maxima a vyšší počet opakovaní v dvoch zo štyroch testov (ťah, bench press). Vplyvom tréningu však študentky prekonalí v počte opakovaní ženy už po 3 resp. 6 mesiacoch cvičenia. Z toho môžeme konštatovať, že vek je pravdepodobne jedným z atribútov ovplyvňujúcich mieru rozvoja sily.

Pri porovnávaní experimentálnych súborov s kontrolnými sledujeme v závere programu vysoko výrazný nárast sily v súboroch, ktoré sa zúčastnili nami vytvoreného vytrvalostno-silového programu.

Podľa viacerých autorov rozvinúť silu je možné aj v strednom či staršom veku (Brown a kol., 1990; Čelikovský, 1984; Evans, 1999), preto sme v závere programu očakávali malé rozdiely medzi oboma experimentálnymi súbormi. Tento predpoklad sa však potvrdil len čiastočne.

Výrazne nižšie hodnoty v súbore žien v závere programu sme zaregistrovali vo vytrvalostnej statickej sile horných končatín a v dynamickej sile v oboch testoch postihujúcich silu dolných končatín (skok do diaľky z miesta, drep s veľkou činkou). V ukazovateli výbušnej sily, podľa tvrdenia viacerých autorov, sa vo väčšej miere prejavuje vplyv veku (Čelikovský a kol., 1985; Häkkinen a kol., 2001; Izquierdo a kol., 1999; Macaluso, DeVito, 2003), čo negatívne ovplyvnilo výsledok v teste skok do diaľky z miesta. Nižšie výkony žien v teste drep je možné odôvodniť tvrdením niektorých autorov, že s pribúdajúcim vekom dochádza k úbytku sily následkom straty svalovej hmoty a zníženou schopnosťou nervového systému aktivovať svaly. Ako uvádzajú autori, k významnému výskytu spomínaných zmien dochádza väčšinou až v 5. a 6. decéniu, to však nevyklučuje prítomnosť svalového úpadku aj v skoršom období života. (Willmore, Costill, 1994). Navyše, vyššia hmotnosť tela a jeho segmentov môže byť pre pohybový výkon negatívnym faktorom (Sukop 1997 b).

3 TVORBA POHYBOVÝCH PROGRAMOV SO ZAMERANÍM NA REDUKCIU TELESNÉHO TUKU

Zaťažovanie organizmu rôznymi pohybovými podnetmi môže vyvolať v organizme žiadúce adaptačné zmeny, ale nie každá pohybová aktivita ich vyvolá (Blair, Connely, 1996; Bebčáková, Brtková, 1998). Ich voľba je podľa viacerých autorov závislá predovšetkým na objektívnych možnostiach, veku, pohlaví, zdravotnom stave a osobnom záujme (Belej, 1994; Bunc, 1996; Hrčka, 1990, b); Hubka, 1981; Krejčí, Man, 1990; Labudová, 1990 a i.). Veľmi dôležitou podmienkou je zostavenie cvičebného programu, ktorý by mal pozostávať z aeróbnych i anaeróbnych aktivít (ACSM, 1995; Bell a kol., 2000; Burleson a kol., 1998; Egger, Champion, Hurst, 1989; Egger, Champion, 1990; Evans, 1999; Feigenbaum, Pollock, 1999; Hubka, 1981; Kloudová, 1989; Labudová, 1998; LeMura kol., 2000; McCartney, 1998; Minarovjeh, 1988; Pollock, Evans, 1999; Smithová, 1995; Šimonek, 1996, 1999 a i.).

Pri realizácii pohybového programu, a platí to i pri vykonávaní rôznej pohybovej činnosti, je potrebné rešpektovať predovšetkým všeobecne platné zásady, ktoré sa v odbornej literatúre uvádzajú pod skratkou FITT (Bebčáková, Brtková, 1998, 2001; Blahušová, 1995; Blair, 1990; Blair, Connely, 1996; Bunc, 1999; Burleson a kol., 1998; Cooper, 1990; Feigenbaum-Pollock, 1999; Hamar, 1987, 1989; Harris, Crawford, 1986; Hodaň, 1989; Hrčka, 1987, 1990b, 2000; Hrčka-Drdáková 1992; Hubka, 1981; Junger 1995; Junger, Zusková, 1998; Kyselovičová, 1995; Krejčí, Man, 1990; Máček, 2001; Marks a kol., 1995; Minarovjeh, 1988; Labudová, 1990; Siders a kol., 1991; Sigmund, a kol. 2001 Smithová, 1995; Šimonek, 1999; Zusková, 1997, b; a i.):

- Frekvencia (Frequency), tzn. koľkokrát, ako často je pohybová aktivita v danom cykle realizovaná;
- Intenzita (Intensity), s akým úsilím vykonávame danú aktivitu. Je potrebné odlišovať intenzitu s podprahovým efektom od intenzity nadprahovej;
- Celkový objem (Time), tzn. množstvo času, ktorý je pohybu venovaný, prípadne iné objemové ukazovatele, napr. energetický výdaj atď.;
- Štruktúra (Type), tzn. aké formy a prostriedky pohybovej činnosti sú v pohybovom režime zahrnuté.

3. 1 Zásady tvorby pohybových programov

3. 1. 1 Frekvencia tréningu

Na Olympijskom vedeckom kongrese v Soule v roku 1988 boli prednesené závery práce Americkej spoločnosti telovýchovného lekárstva (ACSM, 1990), kde sa pre zdravé osoby odporúča frekvencia tréningu 3 – 5 krát do týždňa. K tejto frekvencii sa prikláňa mnoho našich i zahraničných autorov (Blair, 1990; Bunc, 1999; Burlison a kol., 1998; Cooper, 1990; Feigenbaum, Pollock, Evans, 1999; Harris, Crawford, 1986; Hrčka, 1987, 1990b; Marks a kol., 1995; O'Hagan a kol., 1995; Pollock, Evans, 1999; Seliger, Choutka, 1982; Šimonek, 1998; Víťazka, 1974). Avšak ako uvádzajú Marks a kol. (1995) nedostatok času je už chronicky známy faktor obmedzujúci túto teóriu. Reálnym sa javí cvičenie s frekvenciou 3 krát týždenne v trvaní priemerne 30 min. (od 20 – 40), čo podľa Americkej rady pre športové lekárstvo spĺňa podmienky pre definíciu relevantnej záťaže pri optimálnom využití času. Cvičenie v počte 1 – 2 krát týždenne sa často označuje ako nedostačujúce a nevedie k žiaducim adaptačným zmenám (Minarovjeh, 1988).

Naše výskumy naopak naznačujú, že je možné aj cvičením 2 x do týždňa efektívne znižovať množstvo telesného tuku.

3. 1. 1. 1 Výskum 6 - Štúdia redukcie telesného tuku a nárastu vybraných silových ukazovateľov cvičeníek prostredníctvom vytrvalostno – silového programu vykonávanej s frekvenciou 2 krát týždenne

Program trval 3 mesiace. Probandky vykonávali zadanú pohybovú aktivitu 2 krát týždenne. Oba experimentálne súbory (E3, E4) absolvovali vytrvalostno-silový program; kontrolné súbory K 3 a K 4 cvičili aerobik s rovnakou frekvenciou.

Experimentálnu skupinu E 3 tvorilo 21 študentiek s priemerným vekom 20,95 rokov ($\pm 1,66$ r.). Ich priemerná výška bola 166,9 cm ($\pm 7,5$ cm), hmotnosť 61 kg ($\pm 10,6$ kg). Všetky spomínané respondentky boli študentkami. Experimentálnu skupinu E 4 tvorilo 18 žien s priemerným vekom 35,8 rokov ($\pm 4,92$ r.). Všetky ženy z tejto skupiny považovali svoje zamestnanie za prevažne sedavé. Priemerná výška v skupine bola 165,22 cm ($\pm 6,8$ cm), priemerná hmotnosť 64,9 kg ($\pm 14,1$ kg).

Kontrolnú skupinu K 3 tvorilo 14 študentiek s priemerným vekom 20,3 rokov ($\pm 1,49$ r.). Ich priemerná výška bola 167,4 cm ($\pm 6,2$ cm), priemerná hmotnosť 61 kg ($\pm 7,8$ kg).

Kontrolnú skupinu K 4 tvorilo 14 žien s priemerným vekom 34,9 rokov ($\pm 4,78$ r.). Ich výškový priemer dosahoval 164,9 cm ($\pm 8,2$ cm), priemer telesnej hmotnosti 63,9 kg ($\pm 14,4$ kg).

3. 1. 1. 1 Somatické ukazovatele

Základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov aritmetických priemerov vstupných, priebežných a výstupných hodnôt ukazovateľov telesného rozvoja experimentálnych skupín študentiek (E3) a žien (E4) sú prezentované v tabuľke 18; štatistickú významnosť zmien oboch súborov v priebehu programu uvádza tabuľka 19. Základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov medzi vstupným a výstupným meraním ukazovateľov telesného rozvoja experimentálnych a kontrolných súborov študentiek (E3, K3) a žien (E4, K4) navzájom uvádzame v tabuľke 20.

Hodnoty telesnej výšky sa v sledovanom období, vzhľadom k veku probandiek všetkých súborov, menili podobne ako v štúdiu 5, minimálne.

Telesná hmotnosť sa v priebehu programu v oboch experimentálnych súboroch postupne znižovala, avšak ani po ukončení programu zmeny neboli štatisticky významné. K tomu, aby došlo k výrazným zmenám v tomto parametri je pravdepodobne potrebný dlhší časový interval, čo korešponduje s tvrdením Waehnera (1999), ktorý uvádza, že je zbytočné čakať signifikantné zmeny v telesnej hmotnosti od úplného začiatku, pretože telo sa potrebuje adaptovať na záťaž.

Paralelne s telesnou hmotnosťou sa znižovali hodnoty BMI. V závere programu bola v súbore študentiek zistená jeho štatisticky významná zmena ($p < 0,05$).

Podiel tuku na zložení tela sa voči dvom predchádzajúcim somatickým charakteristikám znižoval výraznejšie. Signifikantný pokles v oboch súboroch E3 a E4 nastal už po 6 týždňoch cvičenia ($p < 0,05$, resp. $p < 0,001$), pričom v súbore žien sme zaznamenali významný rozdiel aj medzi 6. a 12. týždňom ($p < 0,01$). Signifikantné zníženie množstva telesného tuku už po 6 týždňoch kruhového posilňovacieho tréningu zaregistrovali vo svojej štúdiu aj MacDonald (1983) a po 8 týždňoch Gettman a kol. (1978).

Napriek postupnému zvyšovaniu ATH v priebehu programu, zmeny zistené v oboch súboroch v závere boli nevýznamné. Dôvodom je pravdepodobne charakter nášho cvičenia, ktorého hlavným zámerom nebolo zvyšovanie maximálnej sily, pri ktorej sa ATH prirodzene zvyšuje (Cullinen, Caldwell, 1998; Chilibeck a kol., 1998; Stone a kol., 1991), ale vytrvalostnej, pričom väčšinu času sa probandky pohybovali v aeróbnom pásme, pri ktorom sa úroveň ATH mení minimálne (Broeder a kol., 1992; Komadel a kol., 1986). Taktiež, ako uvádzajú Bell a kol. (2000), zmiešaný silový a vytrvalostný tréning prináša niektoré adaptačné zmeny odlišné od

Tab. 19 Štatistická významnosť zmien somatometrických hodnôt štúdie 6 v súbore študentiek (E3) a žien (E4)

	študentky (E 3)			ženy (E 4)		
	1 – 2	1 – 3	2 – 3	1 – 2	1 – 3	2 – 3
hmotnosť [kg]	0,48	0,16	0,81	0,59	0,34	0,88
BMI [kg. m⁻²]	0,19	0,031*	0,67	0,3	0,15	0,71
tuk [%]	0,017*	***	0,09	***	***	**
ATH [kg]	0,99	0,19	0,99	0,99	0,35	0,99

Tab. 20 Porovnanie vstupných a výstupných somatometrických hodnôt u študentiek súborov (E 3, K 3) a žien (E 4, K 4) a štatistická významnosť rozdielov medzi súbormi

		E 3 n=21		K 3 n=14		štat. význam.	E 4 n=18		K 4 n=14		štat. význam.
		x	s	x	s		x	s	x	s	
výška [cm]		167	4,31	167,4	3,52	0,98	165,2	4,1	164,9	4,5	0,99
hmotnosť [kg]	1	61	3,85	61,5	3,67	0,97	64,94	5,41	63,93	2,89	0,87
	3	58,76	3,62	59,14	3,51	0,98	62,22	5,23	61,36	2,9	0,9
BMI [kg. m⁻²]	1	21,83	1,01	21,92	0,54	0,99	23,8	1,6	23,5	1,04	0,85
	3	21,05	0,95	21,06	0,62	0,99	22,78	1,49	22,57	1	0,92
tuk [%]	1	24,93	3,16	25,41	2,7	0,94	30,42	2,52	29,55	2,44	0,92
	3	20,53	2,6	22,04	2,59	0,89	24,82	1,99	26,01	2,03	0,76
tuk [kg]	1	15,32	3,57	15,71	3,22	0,96	19,82	4,87	18,89	2,8	0,99
	3	12,41	2,362	13,63	3,27	0,94	15,51	4,42	16,51	2,79	0,84
ATH [kg]	1	45,68	3,38	45,79	2,77	0,99	45,12	3,12	45,04	2,7	0,99
	3	46,35	3,62	46,21	3,03	0,99	46,71	3,61	45,85	2,67	0,85

Pozitívne zmeny v telesnom rozvoji vykazovali po 3 – mesačnom programe aerobiku aj kontrolné súbory. Štatisticky významný pokles v oboch súboroch v závere sledovania sme zaznamenali v hodnote podkožného tuku ($p < 0,01$) a v súbore študentiek aj v hodnote BMI ($p < 0,05$).

V jednotlivých antropometrických charakteristikách sme u študentiek z experimentálneho súboru (E3) zaznamenali nevýznamne väčšie zmeny ako u študentiek z kontrolného súboru (K3). Ženy z kontrolnej skupiny (K4) vykazovali v hodnotách telesnej hmotnosti a BMI nesignifikantne výraznejší pokles v závere programu oproti ženám

z experimentálnej skupiny (E4), čo odôvodňujeme prevažne aeróbnym charakterom cvičebnej jednotky kontrolných súborov v priebehu programu a s tým súvisiacim nižším nárastom ATH pri súčasnom rovnako efektívnom spaľovaní tukov.

Analýza dynamiky zmien ukazuje, že vplyvom pravidelnej pohybovej aktivity vykonávanej 2 krát týždenne došlo k pozitívnym zmenám v telesnej stavbe. Štatisticky významný pokles sme však zaznamenali iba v hodnote podkožného tuku (v oboch experimentálnych súboroch) a v BMI (v súbore študentiek). K podobným výsledkom dospeli Cullinen, Caldwell (1998), ktorí po 12 týždňoch posilňovacieho tréningu dvakrát týždenne zistili signifikantné zníženie telesného tuku bez výrazných zmien telesnej váhy.

Podľa teoretických poznatkov by mal silový tréning kladne vplývať na reguláciu hmotnosti, keďže s nárastom ATH hladina metabolizmu v pokoji a následné energetické požiadavky tela vzrastú (Cullinen, Caldwell, 1998). Jednako však, rozsah, v akom silový tréning dokáže zvýšiť pokojový metabolizmus nie je dosiaľ dostatočne zdokumentovaný.

Pri porovnávaní oboch experimentálnych skupín navzájom sme zistili, podobne ako pri programe s dlhším trvaním, vyššie východiskové hodnoty antropometrických charakteristík pracujúcich žien. S výnimkou ATH boli rozdiely medzi súbormi štatisticky významné, pričom najväčšie rozdiely počas celého sledovania sme zaznamenali v hodnotách podkožného tuku a BMI.

3. 1. 1. 1. 2 Obvodové parametre

Základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov aritmetických priemerov vstupných, priebežných a výstupných hodnôt obvodových parametrov trupu a končatín experimentálnych skupín E3 a E4 sú uvedené v tabuľke 21; základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov medzi vstupným a výstupným meraním obvodových parametrov trupu a končatín experimentálnych a kontrolných súborov študentiek (E3, K3) a žien (E4, K4) uvádzame v tabuľke 22.

V obvodových parametroch trupu i končatín oboch experimentálnych súborov nastali v priebehu programu len minimálne zmeny v zmysle spevnenia tela (tab. 21). Štatisticky významný pokles nastal iba v obvode pravého ramena, a to v súbore žien ($p < 0,05$); v ostatných obvodových charakteristikách zmeny zistené v závere programu neboli výrazné.

Tab. 21 Charakteristika obvodových parametrov experimentálnych súborov študentiek a žien a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi

		E 3 n = 21				E 4 n = 18				štat. význam.
		x	s	max.	min.	x	s	max.	min.	
Obvod hrudníka	1	84,52	3,31	90	80	90,67	5,2	105	85	***
	2	84,24	3,16	90	80	90,36	4,7	104	85	***
	3	84,1	3,24	90	80	90,22	4,35	103	85	***
Obvod pása	1	68,1	2,77	73	65	75,89	6,13	90	69	***
	2	67,21	2,94	73	63,5	74,83	6,19	89	67	***
	3	66,52	2,91	72	63	74,06	6,14	88	66	***
Obvod bokov	1	94,3	4,1	102	87	99,22	3,7	109	93	***
	2	93,86	3,94	101	87	98,17	3,47	107	92	**
	3	93,33	4,07	100	87	97	3,14	105	91	**
Obvod ramena (pravé)	1	26,38	1,36	28	23	28,39	1,5	32	27	***
	2	25,8	1,2	27	23	27,5	1,45	30	25	***
	3	25,67	0,91	27	23	26,94	1,43	30	25	**
Obvod ramena (ľavé)	1	25,9	1,11	28	23	28,14	1,54	31	26	***
	2	25,7	1,09	27	23	27,3	1,52	30	25	***
	3	25,57	1,03	27	23	27	1,5	30	25	**
Obvod stehna (pravé)	1	53,33	3,17	58	48	56,39	2,49	61	52	**
	2	52,6	2,98	57	48	55,3	2,5	60	51	0,017*
	3	52,19	2,62	56	49	54,36	2,59	59	50	0,03*
Obvod stehna (ľavé)	1	53,55	3,21	58	48	56,06	2,53	60,5	52	**
	2	52,5	3,06	57	48	55,2	2,97	60	51	0,019*
	3	52,29	2,68	57	49	54,53	2,76	59	50	0,031*
Obvod lýtka (pravé)	1	34,88	1,84	35	32	37,08	1,66	40	34,5	***
	2	34,5	1,76	37	32	36,5	1,59	39,5	34	**
	3	34,48	1,66	35	32	36,06	1,53	39	33,5	0,012*
Obvod lýtka (ľavé)	1	34,86	1,53	37	32	36,92	1,56	40	34,5	***
	2	34,6	1,51	37	32	36,4	1,5	39	34	**
	3	34,43	1,75	37	31	35,94	1,41	38,5	33,5	0,02*

Medzi oboma experimentálnymi súbormi navzájom sme zistili v obvodových parametroch na začiatku sledovania výrazne vyššie hodnoty v súbore žien (tab. 21). V obvode bokov a ramien sa v úvode nameraný vysoký rozdiel ($p < 0,001$) zmenšil po 6, resp. 12 týždňoch ($p < 0,05$ resp. $p < 0,01$), rozdiel v obvode stehna ($p < 0,01$) sa zmenšil po 6 týždňoch ($p < 0,05$). Rozdiel v obvode lýtka ($p < 0,001$) sa znižoval lineárne do konca experimentu ($p < 0,01$ po 6 týždňoch; $p < 0,05$ v závere). Výnimkou boli obvody hrudníka a pása, kde v úvode zistené rozdiely zotrvali počas celého experimentu ($p < 0,001$). Je pravdepodobné, že stavba tela je ovplyvniteľná a pohotovejšie kontrolovateľná používaním cvičení zaťažujúcich veľké svalové objemy (Stone a kol., 1991). V našom programe sme sa zameriavali predovšetkým na spevnenie svalstva problémových zón a zvýšenie vytrvalostnej sily, nie na nárast svalovej hmoty.

Aeróbný program v kontrolných skupinách mal v závere programu za následok len minimálne, štatisticky nevýznamné zmeny v obvodových parametroch.

Medzi experimentálnymi a kontrolnými súbormi sme v závere experimentu nezaznamenali žiaden štatisticky významný rozdiel.

Tab. 22 Charakteristika obvodových parametrov experimentálnych a kontrolných súborov študentiek (E3, K3) a žien (E4, K4) a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi

		E 3 n=21		K 3 n=14		štat.	E 4 n=18		K 4 n=14		štat.
		x	s	x	s	význ.	x	s	x	s	význ.
Obvod hrudníka	1	84,52	3,31	85	3,21	0,97	90,67	5,2	89	3,23	0,54
	3	84,1	3,24	84,93	2,81	0,85	90,22	4,35	89	2,54	0,67
Obvod pása	1	68,1	2,77	68,64	3,31	0,91	75,89	6,13	74,36	3,84	0,87
	3	66,52	2,91	67	3,42	0,98	74,06	6,14	73,59	3,83	0,94
Obvod bokov	1	94,33	4,1	94,07	4,38	0,99	99,22	3,7	98,36	2,92	0,89
	3	93,33	4,07	93,64	4,29	0,98	97	3,14	97,07	2,62	0,99
Obvod ramena pravé	1	26,38	1,36	26,64	1,34	0,92	28,39	1,5	28,07	1,07	0,88
	3	25,67	0,91	26,07	1,14	0,66	26,94	1,43	27,93	1,09	0,56
Obvod ramena ľavé	1	25,9	1,11	26,14	1,61	0,94	28,14	1,54	27,89	1,2	0,94
	3	25,57	1,03	26,21	1,25	0,32	27	1,5	27,43	1,02	0,69
Obvod stehna pravé	1	53,33	3,17	54,43	2,44	0,55	56,39	2,49	55,86	2,44	0,93
	3	52,19	2,62	53,79	2,22	0,17	54,36	2,59	54,68	2,49	0,97
Obvod stehna ľavé	1	53,55	3,21	54,21	2,28	0,85	56,06	2,53	55,43	2,46	0,88
	3	52,29	2,68	53,64	2,21	0,32	54,53	2,76	54,71	2,52	0,99
Obvod lýtka pravé	1	34,88	1,84	35,36	1,91	0,8	37,08	1,66	36,57	1,33	0,78
	3	34,48	1,66	34,71	1,9	0,96	36,06	1,53	36,04	1,25	0,1
Obvod lýtka ľavé	1	34,86	1,53	35,18	1,64	0,91	36,92	1,56	36,32	1,42	0,62
	3	34,43	1,75	34,68	1,92	0,96	35,94	1,41	35,46	1,34	0,99

Výsledky meraní obvodov tela vykazovali v priebehu experimentu iba nevýznamné zlepšenie. K tomu, aby sme dosiahli relevantné zmeny týkajúce sa spevnenia trupu a končatín, čo sa potvrdilo aj v programe s dlhším trvaním, je pravdepodobne potrebný dlhodobjší tréning. Napriek tomu, probandky v oboch experimentálnych súboroch vzhľadom na krátke časové obdobie trvania experimentu a frekvenciu cvičenia iba 2 krát týždenne pozitívne hodnotili zmeny v obvodových parametroch tela, predovšetkým vďaka spevneniu svalstva problémových zón a viditeľnému úbytku podkožného tuku, čo vizuálne ovplyvnilo siluetu celej postavy.

3. 1. 1. 3 Silové schopnosti

3. 1. 1. 3. 1 Statická sila

Základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov aritmetických priemerov vstupných, priebežných a výstupných hodnôt ukazovateľov statickej sily experimentálnych skupín E3 a E4 sú uvedené v tabuľke 23, štatistickú významnosť zmien v experimentálnych súboroch E3 a E4 v priebehu programu prezentujeme v tabuľke 24. Základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov medzi vstupným a výstupným meraním ukazovateľov statickej sily experimentálnych a kontrolných súborov študentiek (E3, K3) a žien (E4, K4) uvádzame v tabuľke 25.

Ako vyplýva z tabuľky 23, v teste statickej jednorázovej sily ruky sme v súbore študentiek zaznamenali štatisticky významný nárast sily stisku oboch rúk už po 6 týždňoch cvičenia ($p < 0,01$, resp $p < 0,001$); v súbore žien nastalo významné zlepšenie až v závere programu ($p < 0,001$).

Vo vytrvalostnej statickej sile horných končatín sme zaregistrovali nárast sily v oboch súboroch už po 6 týždňoch cvičenia (študentky $p < 0,001$; ženy $p < 0,05$). Nárast sily v oboch súboroch pokračoval až do ukončenia programu ($p < 0,001$). Štatisticky významný prírastok sily v oboch experimentálnych skupinách nastal aj medzi 6. a 12. týždňom ($p < 0,001$, resp. $p < 0,05$) (tab. 23).

Pri porovnávaní statickej sily oboch experimentálnych súborov sledujeme podobné výsledky ako v programe s dlhším trvaním. V stisku ruky boli ženy v úvode programu silnejšie oproti študentkám (pravá ruka $p < 0,05$, ľavá $p < 0,01$). V priebehu programu sa rozdiely zmenšovali, avšak ženy stále vykazovali nevýznamne lepšie výsledky. Dôvodom môže byť častejšie vykonávanie manuálnych prác u žien, čo potvrdzujú aj výsledky dotazníka, v ktorom takmer 70 % žien ako jednu z troch najčastejšie vykonávaných aktivít vo voľnom čase uvádza práve domáce práce.

V teste výdrž v zhybe sledujeme opačný trend: v úvode programu študentky dosiahli lepšie výsledky a rozdiel sa už po 6 týždňoch programu výrazne prehľbuje ($p < 0,001$) (tab. 23). Najväčší podiel na tejto skutočnosti má podľa nášho názoru vyššia hmotnosť žien zúčastnených v programe, sedentárny spôsob života a vek, a to aj napriek tvrdeniu, že izometrická sila je ovplyvnená vekom v menšej miere ako explozívna sila (Macaluso, DeVito, 2003). Zároveň, ako vyplýva z výsledkov dotazníka, formy pohybových aktivít a hlavne nepravidelnosť ich vykonávania u žien pred realizáciou programu neprispeli k dosiahnutiu východiskovej úrovne statickej sily porovnateľnej so študentkami. Študentky pred začatím nášho programu vykonávali

pravidelnú pohybovú aktivitu v rámci povinných hodín telesnej výchovy, pričom ženy boli dlhšiu dobu pred začatím experimentu bez pravidelnej pohybovej aktivity.

Tab. 23 Charakteristika statickej sily experimentálnych súborov študentiek (E 3) a žien (E 4) a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi

		E 3 n = 21				E 4 n = 18				štat.
		x	s	max.	min.	x	s	max.	min.	význ.
Dynamometria pravá ruka [kg]	1	27,24	5,23	36	18	31,56	4,31	38	22	0,05*
	2	32,67	4,95	40	22	34,44	3,47	40	26	0,19
	3	35,71	4,87	46	26	37,11	3,15	42	30	0,76
Dynamometria ľavá ruka [kg]	1	25,52	3,84	32	18	29,61	4,13	34	22	**
	2	31,43	4,11	40	24	32,22	4,02	38	24	0,55
	3	33,9	4,71	48	26	34,89	4,07	40	28	0,87
Výdrž v zhybe [sek.]	1	25,19	9,2	50	11	19,22	7,05	30	5	0,12
	2	37,86	9,29	59	24	28	9,84	55	13	***
	3	50,1	11,8	75	34	36	10,36	63	21	***

Tab. 24 Štatistická významnosť zmien statickej sily štúdie 6 v súbore študentiek (E 3) a žien (E 4)

	študentky (E 3)			ženy (E 4)		
	1 – 2	1 – 3	2 – 3	1 – 2	1 – 3	2 – 3
dynam.pravá.ruka	**	***	0,13	0,06	***	0,09
dynam. ľavá ruka	***	***	0,16	0,15	***	0,14
výdrž v zhybe	***	***	***	0,018*	***	0,035*

Kontrolné súbory študentiek (K3) a žien (K4) dosiahli v úrovni statickej sily horných končatín po absolvovaní programu aerobiku iba malé zlepšenie. V súbore žien sme jediný štatisticky významný prírastok sily zaznamenali v stisku ľavej ruky ($p < 0,05$).

Ako môžeme vidieť v tabuľke 25, minimálne rozdiely v úrovni statickej sily zistené v úvode programu medzi experimentálnymi a kontrolnými súbormi sa v závere výrazne zväčšujú v prospech oboch experimentálnych skupín ($p < 0,001$).

Tab. 25 Charakteristika statickej sily súborov študentiek (E3, K3) a žien (E4, K4) experimentálnych a kontrolných skupín a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi

		E 3 n=21		K 3 n=14		štat.	E 4 n=18		K 4 n=14		štat.
		x	s	x	s	význ.	x	s	x	s	význ.
Dynamometria pravá ruka	1	27,24	5,23	28,57	5,68	0,85	31,56	4,31	30,57	6,15	0,94
	3	35,71	4,87	29,43	4,67	***	34,44	3,47	30,86	5,53	***
Dynamometria ľavá ruka	1	25,52	3,84	26	3,68	0,97	29,61	4,13	28,86	4,2	0,93
	3	33,9	4,71	26,86	3,11	***	34,89	4,07	29,43	4,6	***
Výdrž v zhybe	1	25,19	9,2	24,79	11,41	0,99	19,22	7,05	19,64	5,51	0,99
	3	50,1	11,8	26,07	11,37	***	36	10,36	20	5,91	***

Výsledky meraní statickej sily horných končatín študentiek i žien z experimentálnych súborov poukazujú na výrazný nárast sily už po 6, resp. po 12 týždňoch cvičenia. Významnú zmenu v oboch súboroch registrujeme aj v čase medzi 6. a 12. týždňom.

Pri porovnávaní oboch experimentálnych súborov navzájom sledujeme podobne ako pri programe s dlhším trvaním paradoxné výsledky; ženy v dynamometrii ruky dosiahli v úvode lepšie výsledky, pričom si náskok udržali počas celého sledovaného obdobia. Naopak, v teste výdrž v zhybe boli ženy slabšie a tento rozdiel sa v priebehu programu výrazne prehlboval. Úroveň vytrvalostnej statickej sily svalstva horných končatín na základe našich výsledkov, rovnako ako i podľa tvrdenia Sukopa (1997, b), v najväčšej miere ovplyvňuje vyššia telesná hmotnosť a vek žien.

Podľa očakávania boli rozdiely v statickej sile medzi experimentálnymi a kontrolnými súbormi v závere experimentu vysoko štatisticky významné v prospech študentiek a žien vykonávajúcich vytrvalostno-silový program

3. 1. 1. 3. 2 Dynamická sila

3. 1. 1. 3. 2. 1 Faktor dynamickej sily bez prídavnej záťaže

Základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov aritmetických priemerov vstupných, priebežných a výstupných hodnôt ukazovateľov dynamickej sily experimentálnych skupín E3 a E4 sú uvedené v tabuľke 26; štatistickú významnosť zmien experimentálnych súborov E3 a E4 v priebehu programu prezentujeme v tabuľke 27. Základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov medzi vstupným a výstupným meraním ukazovateľov

dynamickej sily experimentálnych a kontrolných súborov študentiek (E3, K3) a žien (E4, K4) uvádzame v tabuľke 28.

V rámci explozívnej sily došlo v priebehu programu v oboch experimentálnych súboroch k zlepšeniu výbušnej sily horných končatín, tieto zmeny však neboli ani v jednom prípade štatisticky významné.

Vo výbušnej sile dolných končatín štatisticky významný nárast v závere programu vykazuje jedine súbor študentiek ($p < 0,05$); v súbore žien zmeny neboli výrazné. Tieto zistenia korešpondujú s tvrdeniami Häkkinena a kol. (2001) a Macalusa a kol. (2003) o zníženej schopnosti rozvinúť explozívnu silu so zvyšujúcim sa vekom.

Prírastky zistené vo vytrvalostnej dynamickej sile v priebehu programu boli výraznejšie, čo potvrdzuje aj ich štatistická významnosť. V teste kľuky vo vzpore kľáčmo zaznamenávame výrazný nárast sily v súbore študentiek i žien už po 6 týždňoch cvičenia ($p < 0,05$ resp. $p < 0,01$). Zaujímavé je zistenie, že u študentiek nastáva najvýraznejší nárast medzi 6. a 12. týždňom ($p < 0,001$), kdežto u žien bolo výraznejšie práve zvyšovanie sily v prvých týždňoch ($p < 0,01$). Môžeme predpokladať, že tento fakt bol ovplyvnený nižšou východiskovou úrovňou vytrvalostnej sily žien (E4), preto v prvých týždňoch tréningu je nárast sily v tomto súbore vyšší; avšak po 6 týždňoch cvičenia, po dosiahnutí určitej úrovne sily, je jej zvyšovanie miernejšie. V závere programu oba súbory zaznamenali výrazné prírastky vytrvalostnej sily horných končatín ($p < 0,001$).

V úrovni sily brušného a bedrovo – stehenného svalstva sme zaznamenali v oboch súboroch výrazný nárast sily tiež už po 6 týždňoch vytrvalostno-silového programu ($p < 0,05$); po skončení programu bola zmena oproti úvodným meraniam ešte výraznejšia ($p < 0,001$). Domnievame sa, že výraznejší nárast sily brušného svalstva prítomný až po uplynutí 3 mesiacov tréningu bol ovplyvnený skutočnosťou, že pred začatím programu probandky oboch súborov už dosahovali určitú relevantnú úroveň sily svalstva brucha vďaka predchádzajúcemu, i keď nepravidelnému, navštevovaniu hodín aerobiku.

Experimentálne súbory navzájom vykazovali na začiatku experimentu nevýznamné rozdiely s výnimkou explozívnej sily dolných končatín, kde boli ženy oproti študentkám výkonnostne slabšie ($p < 0,05$). Tento rozdiel sa v priebehu programu zväčšoval ($p < 0,01$). Nárast dynamickej sily brušného svalstva a svalstva horných končatín bol väčší u študentiek, a tak v závere programu sledujeme signifikantný rozdiel v neprospech žien ($p < 0,05$).

Tab. 26 Charakteristika dynamickej sily (1) experimentálnych súborov študentiek (E 3) a žien (E 4) a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi

		E 3 n = 21				E 4 n = 18				štat.
		x	s	max.	min.	x	s	max.	min.	význ.
Hod plnou loptou [cm]	1	642,1	81,91	950	540	626,1	61,01	700	520	0,87
	2	652,9	79,24	960	560	637,2	59,86	720	530	0,48
	3	659,1	78,97	970	570	645,3	59,52	730	530	0,91
Skok do diaľky z miesta [cm]	1	167,1	17	195	120	153,6	13,26	170	125	0,019*
	2	175,7	11,97	200	155	160,8	14,17	175	130	**
	3	177,5	11,72	200	160	163,3	12,37	175	135	**
Kľuky [počet]	1	15,71	4,87	24	7	13,44	4,71	23	4	0,45
	2	20,62	5,46	31	13	19,22	5,19	27	9	0,4
	3	28,1	6,11	40	19	23,33	5,3	30	14	0,03*
Ľah - sed [počet za 30 s]	1	17,1	4,45	26	11	15,83	2,75	23	12	0,66
	2	20,24	4,02	27	15	18,33	2,79	25	15	0,08
	3	23	3,71	29	16	20,06	2,69	26	17	0,017*

Tab. 27 Štatistická významnosť zmien dynamickej sily štúdie 6 v súbore študentiek (E3) a žien (E4)

	študentky (E 3)			ženy (E 4)		
	1 – 2	1 – 3	2 – 3	1 – 2	1 – 3	2 – 3
Hod pl. loptou	0,99	0,78	0,99	0,99	0,63	0,99
Skok do diaľky	0,12	0,045*	0,91	0,24	0,08	0,84
Kľuky	0,015*	***	***	**	***	0,048*
Ľah – sed	0,039*	***	0,08	0,02*	***	0,15

Kontrolné súbory študentiek a žien zaznamenali iba nevýznamný nárast dynamickej sily, s výnimkou sily brušného svalstva ($p < 0,05$), spôsobený pravidelným posilňovaním tejto svalovej skupiny počas cvičebných jednotiek aerobiku.

Ak porovnáme celkovú zmenu dynamickej sily v priebehu programu v experimentálnych a kontrolných súboroch, výraznejší prírastok sily vo všetkých jej ukazovateľoch nastal v súboroch, ktoré realizovali vytrvalostno-silový program. Signifikantný rozdiel v neprospech kontrolných súborov však zaznamenávame iba vo faktore vytrvalostnej sily, konkrétne v teste kľuky v oboch súboroch ($p < 0,001$) a v teste ľah-sed, v súbore žien ($p < 0,05$).

Tab. 28 Charakteristika dynamickej sily súborov študentiek (E3, K3) a žien (E4, K4) experimentálnych a kontrolných skupín a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi

		E 3 n=21		K 3 n=14		štat.	E 4 n=18		K 4 n=14		štat.
		x	s	x	s	význ.	x	s	x	s	význ.
Hod plnou loptou [cm]	1	642,1	81,91	642,9	53,19	0,99	626,1	61,01	623,9	63,28	0,99
	3	659,1	78,97	646,1	52,08	0,92	645,3	59,52	623,6	63,5	0,73
Skok do diaľky z miesta [cm]	1	167,1	17	165	12,56	0,96	153,6	13,26	151,8	13,67	0,98
	3	177,5	11,72	168,6	13,93	0,12	163,3	12,37	153,2	13,53	0,07
Kľuky [počet]	1	15,71	4,87	15,93	4,21	0,99	13,44	4,71	13,93	6,03	0,99
	3	28,1	6,11	17,07	3,91	***	23,33	5,3	14,21	5,82	***
Ľah-sed [počet za 30 s]	1	17,1	4,45	18	3,51	0,84	15,83	2,75	16,07	2,81	0,99
	3	23	3,71	22,57	2,53	0,87	20,06	2,69	17,14	3,16	0,03*

Analýza dynamiky zmien v testoch dynamickej sily experimentálnych súborov poukazuje na prírastok sily počas celého programu. K signifikantným zmenám už po 6 týždňoch cvičenia dochádzalo v oboch súboroch vo faktore vytrvalostnej sily (kľuky, ľah-sed). V explozívnej sile horných a dolných končatín zlepšenie nie je výrazné; jediný štatisticky významný nárast sily sme zistili v závere programu u dolných končatín študentiek. Jednou z príčin tejto skutočnosti je fakt, že v experimente sme sa zameriavali predovšetkým na vytrvalostnú silu; ďalšou možnou príčinou je pokles explozívnej sily s vekom (Čelikovský a kol., 1985; DeVito, 1999; Häkkinen, 2001).

Teória o poklese explozívnej sily s vekom sa potvrdila predovšetkým pri porovnávaní experimentálnych súborov navzájom, či už v úvode programu, kde vidíme rozdiely v neprospech súboru žien, či dokonca v závere, kde sa rozdiely zväčšujú.

Rozdiely pri výstupnom meraní dynamickej sily sme sledovali aj medzi experimentálnymi a kontrolnými súbormi navzájom. Signifikante vyššie hodnoty v súboroch, ktoré realizovali vytrvalostno-silový program sme však zaznamenali iba vo vytrvalostnej sile.

3. 1. 1. 3. 2. 2 Faktor dynamickej sily s prídavnou záťažou

Základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov aritmetických priemerov vstupných, priebežných a výstupných hodnôt ukazovateľov dynamickej sily s využitím prídavnej záťaže experimentálnych skupín E3 a E4 sú uvedené v tabuľke 29; štatistickú

významnosť zmien v experimentálnych súboroch E3 a E4 v priebehu programu prezentujeme v tabuľke 30. Základné štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov medzi vstupným a výstupným meraním ukazovateľov dynamickej sily experimentálnych a kontrolných súborov študentiek (E3, K3) a žien (E4, K4) uvádzame v tabuľke 31.

Tab. 29 Charakteristika dynamickej sily (2) experimentálnych súborov študentiek (E 3) a žien (E 4) a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi

		E 3 n=21				E 4 n=18				štat.
		x	s	max.	min.	x	s	max.	min.	význ.
Drep [počet]	OM	32,02	3,86	40	25,5	31,31	4,51	38	20,5	0,94
	1	7	2,45	12	3	4,56	1,2	7	2	***
	2	9,19	2,87	14	4	6,28	1,56	9	4	***
	3		4,33	24	8	10,94	2,58	15	8	***
Ťah v ľahu [počet]	OM	30,86	2,88	38	25,5	31,28	3,23	38	28	0,97
	1	6,43	1,86	9	4	7,67	2,54	12	4	0,28
	2	8,24	2,19	12	5	8,94	3,24	14	5	0,41
	3	12,95	2,52	18	8	12,72	2,89	18	9	0,99
Bench press [počet]	OM	28,43	3,13	33	22,5	28,53	2,12	33	25,5	0,99
	1	5,9	2,61	12	3	6,06	1,89	9	3	0,99
	2	8,24	2,36	14	6	7,22	2,26	11	3	0,16
	3	13,14	3,6	22	9	12,11	2,59	16	7	0,62
Biceps [počet]	OM	16,05	2,96	22,4	13	15,92	2,66	20,5	13	0,99
	1	5,95	2,89	12	2	5,83	1,69	9	3	0,99
	2	6,81	2,58	11	4	6,83	1,72	9	3	0,97
	3	11,81	3,09	17	7	9,78	2,02	13	6	0,03*

Priemerné hodnoty dynamickej sily, testovanej použitím prídavnej záťaže (veľká činka) sa postupne zvyšovali v priebehu celého 3 mesačného programu. Vo všetkých prípadoch boli prírastky sily v oboch experimentálnych súboroch na konci programu štatisticky významné ($p < 0,001$) (tab. 29, 30). Prírastky, aj keď menej výrazné sme zaznamenali už po prvých šiestich týždňoch programu v súbore študentiek (ťah v ľahu, bench press ($p < 0,05$)) aj v súbore žien (drep s veľkou činkou ($p < 0,05$)). Zaujímavé je výrazné zlepšenie v oboch súboroch medzi 6. a 12. týždňom, a to vo všetkých testoch s prídavnou záťažou ($p < 0,001$).

Pri sledovaní opakovacieho maxima v testoch sily dolných končatín a sily ramien dominuje súbor študentiek a v sile chrbtového a prsného svalstva súbor žien. Tieto rozdiely však neboli ani v jednom prípade signifikantné. V súbore žien sme počas celého trvania programu zaregistrovali štatisticky významne nižší počet opakovaní v teste sily dolných končatín oproti študentkám ($p < 0,001$). V testoch sily horných končatín a trupu boli rozdiely medzi študentkami a ženami minimálne, nevýznamné.

Tab. 30 Štatistická významnosť zmien dynamickej sily štúdie 6 v súbore študentiek (E 3) a žien (E 4)

	študentky (E 3)			ženy (E 4)		
	1 – 2	1 – 3	2 – 3	1 – 2	1 – 3	2 – 3
Drep	0,09	***	***	0,02*	***	***
Ťah v Pahu	0,026*	***	***	0,39	***	***
Bench press	0,031*	***	***	0,28	***	***
Biceps	0,59	***	***	0,23	***	***

Kontrolné súbory po absolvovaní 3 mesačného programu aerobiku vykazovali v testoch dynamickej sily s prídavnou záťažou len mierny nárast. Výnimkou sú drep s činkou na prsiach a bench press, kde sme u študentiek zaznamenali štatisticky významný nárast ($p < 0,05$).

Súbory, ktoré realizovali vytrvalostno-silový program dosiahli v závere programu v porovnaní s kontrolnými súbormi významne lepšie výsledky vo všetkých testoch s prídavnou záťažou ($p < 0,001$).

Výsledky meraní dynamickej sily horných a dolných končatín poukazujú na výrazný nárast sily po absolvovaní vytrvalostno-silového programu v oboch experimentálnych súboroch. Je pozoruhodné, že v porovnaní s nevýrazným zlepšením sily v priebehu prvých 6 týždňov tréningu sme výrazný nárast zaznamenali medzi II. a III. meraním. V súlade s literatúrou môžeme konštatovať, že k signifikantnému prírastku svalovej sily nedochádza do 4. až 6. týždňa silového pohybového programu (Abe a kol., 2000). Pre dosiahnutie zjavných prírastkov sily viacerí autori doporučujú 8 – 12 týždňov silového tréningu (Bell a kol., 2000; Campos, 2002; Fleck – Kraemer, 1999; Kanehisa a kol., 2002; Starkey a kol., 1996 a i.).

V zhode s tvrdeniami Häkinena a kol. (2001) a Izquierda (1999), že systematický tréning aj v strednom či dokonca v staršom veku môže viesť k podstatne zvýšenej silovej výkonnosti, sme zistili nevýznamné rozdiely medzi oboma experimentálnymi súbormi navzájom, s výnimkou sily dolných končatín a v jednom prípade sily ramena.

Tab. 31 Testy dynamickej sily (2) súborov študentiek (E3, K3) a žien (E4, K4) experimentálnych a kontrolných skupín a štatistická významnosť rozdielov medzi nimi

		E 3 n=21		K 3 n=14		štat.	E 4 n=18		K4 n=14		štat.
		x	s	x	s	význ.	x	s	x	s	význ.
Drep [počet]	OM	32,02	3,86	32,64	3,65	0,96	31,31	4,51	30,61	4,13	0,95
	1	7	2,45	7,21	2,04	0,98	4,56	1,2	4,71	1,14	0,99
	3	15,95	4,33	8,71	2,13	***	10,94	2,58	5,29	0,91	***
Prít'ah [počet]	OM	30,86	2,88	29,43	2,54	0,41	31,28	3,23	31,04	3,13	0,99
	1	6,43	1,86	6,57	1,99	0,99	7,67	2,54	7,57	2,53	0,99
	3	12,95	2,52	7,07	2,4	***	12,72	2,89	7,71	1,98	***
Bench press [počet]	OM	28,43	3,13	28,18	2,55	0,99	28,53	2,12	28,54	2,16	0,99
	1	5,9	2,61	5,64	1,74	0,98	6,06	1,89	6,07	1,77	0,99
	3	13,14	3,6	7	2,18	***	12,11	2,59	6,36	1,86	***
Biceps [počet]	OM	16,05	2,96	15,79	3,03	0,99	15,92	2,66	15,57	2,27	0,98
	1	5,95	2,89	6,5	1,56	0,84	5,83	1,69	6,14	1,75	0,97
	3	11,81	3,09	7	1,47	***	9,78	2,02	6,5	1,7	***

Analýza dynamiky zmien ukazuje, že aj vplyvom pravidelného vytrvalostno-silového tréningu vykonávaného 2 krát týždenne dochádza k pozitívnym zmenám v telesnom rozvoji a v rozvoji sily.

V somatických parametroch boli úbytky signifikantné v oboch súboroch už po 6 týždňoch programu v hodnote podkožného tuku a v súbore študentiek v závere programu v BMI. K podobným pozitívnym zmenám v hodnote podkožného tuku bez výrazného poklesu telesnej hmotnosti vyvolaných silovým tréningom dospeli aj Cullinen a Caldwell (1998).

Jedinou významnou zmenou v obvodových parametroch bolo zmenšenie obvodu pravého ramena v súbore žien. K dosiahnutiu relevantných zmien, či už v zložení tela alebo telesnej stavbe, je pravdepodobne potrebné dlhšie trvanie.

Podľa viacerých autorov počas prvej fázy adaptácie dochádza k zvýšeniu sily svalovej kontrakcie vďaka reakcii nervového systému (Enoka, 1988; Chilibeck, 1997; Sale, 1988; Wilmore, Costill, 1994). Hypertrofia svalu je výsledkom dlhodobých zmien (Masuda a kol., 1999; Wilmore, 1974; Wilmore, Costill, 1994; Zrubák, Štulrajter, 1999), čo v našom sledovaní korešponduje s nízkym nárastom ATH a nevýznamnými zmenami obvodových parametrov tela.

Zaujímavým sa nám javí zistenie, že ženy z kontrolnej skupiny (K4) vykazovali v závere programu v hodnotách telesnej hmotnosti a BMI výraznejší pokles ako ženy z experimentálnej

skupiny (E4). Dôvodom je aeróbný charakter cvičebnej jednotky kontrolných súborov v priebehu programu a s tým súvisiaci menší nárast ATH.

Naším sledovaním sme zistili výrazné zlepšenie vo faktore statickej a dynamickej sily po 3 mesiacoch intenzívneho cvičenia, z čoho usudzujeme, a čo potvrdzujú viacerí autori, že k relevantnému prírastku sily je potrebný tréning v trvaní minimálne 3 mesiace (Cullinen, Caldwell, 1998; Morganti a kol., 1995; Starkey a kol., 1996 a i.). Výnimkou je explozívna sila horných a dolných končatín.

Program, ktorý absolvovali študentky a ženy 2 krát týždenne v priebehu troch mesiacov hodnotili probandky vysoko pozitívne. U všetkých probandiek došlo k pozitívnym zmenám v telesnej stavbe, ako aj k významnému nárastu sily. V neposlednom rade však išlo o subjektívne pocity počas a po cvičení. Práve frekvencia dvakrát týždenne sa z dôvodu ich zaneprázdnenosti javila ako ideálna, pričom i pri takejto frekvencii cvičenia ženy pociťovali prínos cvičenia, a to nielen po stránke fyzickej, ale čo je veľmi dôležité, aj po stránke psychickej. Ako vyplýva z výsledkov dotazníka, veľký význam pripisujú študentky i ženy práve psychickej stránke cvičenia, rovnako ako udržaniu prípadne zlepšeniu zdravia, či zlepšeniu postavy.

Všetky probandky, ktoré absolvovali tento program, zotrvali pri takomto druhu cvičenia aj naďalej, práve z dôvodu všestrannosti vytvoreného vytrvalostno-silového programu. Snažili sme sa sklbiť aeróbný tréning a cvičenie s odpormi, čím sme rozvíjali nielen vytrvalosť, ako pri klasickom aeróbnom cvičení, ale i vytrvalostnú silu. Väčšina respondentiek si následne začala zostavovať svoj vlastný program, predovšetkým pre cvičenie v posilňovni. Ako uviedli vo vstupnom dotazníku, pred realizáciou programu nemali dost' informácií pre plánovanie a realizácii vlastnej športovej činnosti.

Z uvedeného vyplýva, že aj frekvencia 2 x týždenne je efektívna pre rozvoj pohybových schopností udržanie aktívnej svalovej hmoty a redukciu podkožného tuku.

Posledné štúdie zistili tiež pozitívny vplyv opakovaných krátkych cvičebných jednotiek počas dňa na celkové zdravie a funkčnosť organizmu. (najmenej 30 min. PČ strednej intenzity denne) (Blair, Connely, 1996; Kemper, 2001). U sedentárnych osôb však môžu významne prispieť k zachovaniu zdravia aj každodenné aktivity ako prechádzky, chôdza do schodov, rekreačné aktivity s nízkou intenzitou a domáce práce (Blair, 1990; Terjung, 1995).

3. 1. 2 Intenzita tréningu

Intenzita aeróbného tréningu sa pohybuje v rozmedzí medzi aeróbnym a anaeróbnym prahom, čo predstavuje interval 60 – 85% (90 %) maximálnej frekvencie srdca. Stanovenie intenzity závisí od rozsahu vykonávaných pohybov, tempa a rytmu, využitia náčinia a náradia a pod.

Pri metódach neprerušovaného zaťaženia by pulzová frekvencia nemala klesnúť pod 130 pulzov za minútu, kedy dochádza k zníženiu pulzového objemu. Pre ľudí, ktorí chcú vykonávať iné aktivity ako beh, uvádzame odporúčania pre konkrétne športy.

Pre plávanie v aeróbnej zóne Jursík (1990, s. 63) odporúča intenzitu 70 – 90 % z intenzity vypočítanej z najlepšieho osobného výkonu plavca na danej trati a dĺžku trate v rozsahu 400 – 1500 m. Fitzgerald (2003, s. 74) pre triatlonistov odporúča plavecké trate 1000 – 5000 m. Friel (2003, s. 81) odporúča pre cyklistov súvislú metódu pre rozvoj vytrvalosti v trvaní 3 hodiny pri pulzovej frekvencii 65 – 93 % z pulzovej frekvencie zodpovedajúcej anaeróbnemu prahu. Súvislá forma sa využíva hlavne na rozvoj aeróbnej kapacity.

Extenzívna súvislá metóda

Trvanie behu: 1 – 2 hodiny
Tempo: úroveň aeróbného prahu
Pulzová frekvencia: 160 pulzov/min. prípadne menej

Nilsen (2009) pre veslárov odporúča 90 minút veslovania (16 – 20 km) tempom 18 – 22 záberov za minútu pri pulzovej frekvencii 130 – 150 pulzov za minútu. Fitzgerald (2003, s. 97) pre triatlonistov odporúča 2 h. jazdy na bicykli. Pri veľmi nízkej intenzite behu a jeho dlhom trvaní sa rozvíja hlavne tukový metabolizmus.

Intenzívna súvislá metóda

Trvanie behu: 15 – 30 min.
Tempo: úroveň anaeróbného prahu
Pulzová frekvencia: okolo 175 pulzov/min. prípadne aj viac.

Intervalové metódy zamerané na rozvoj aeróbnej vytrvalosti

Bompa – Haff (2009, s. 302) odporúčajú zistiť čas, po ktorý je športovec schopný udržať intenzitu na úrovni VO_{2max} . Interval zaťaženia by mal trvať 60 % z tohto času a intenzita zaťaženia by mala byť na úrovni anaeróbného prahu. Odpočinok by mal trvať dovtedy, kým pulzová frekvencia športovca nedosiahne 65 % z jeho maximálnej pulzovej frekvencie.

Napríklad 8 x 5 min. na úrovni anaeróbného prahu s intervalom odpočinku 1 min. Túto metódu sa odporúča použiť 2 x týždenne.

Vo všeobecnosti pri rozvoji aeróbných schopností by pulzová frekvencia nemala klesnúť pod 120 – 130 pulzov. Intervalové metódy zamerané na rozvoj anaeróbnej vytrvalosti sa odporúčajú používať 2 - 3 x do týždňa.

Intenzita vhodná pre rozvoj svalovej hypertrofie sa v kulturistike pohybuje v rozmedzí 60 – 85% z maxima pre jedno opakovanie v závislosti od typu svalových vlákien, ktorými pretekár disponuje, a od zamerania tréningovej jednotky. Takejto intenzite zodpovedá 6 – 12 (15) opakovaní. Práve takáto intenzita je najvhodnejšia pre naberanie svalového objemu, aj pre redukciiu telesnej hmotnosti, pretože takáto intenzita v najväčšej miere zamedzí strate svalovej hmotnosti počas redukčného programu. Výsledky je však možné dosiahnuť aj pri nižších intenzitách 30 – 40 % z maxima s počtom opakovaní 20 – 50.

3. 1. 3 Trvanie tréningu

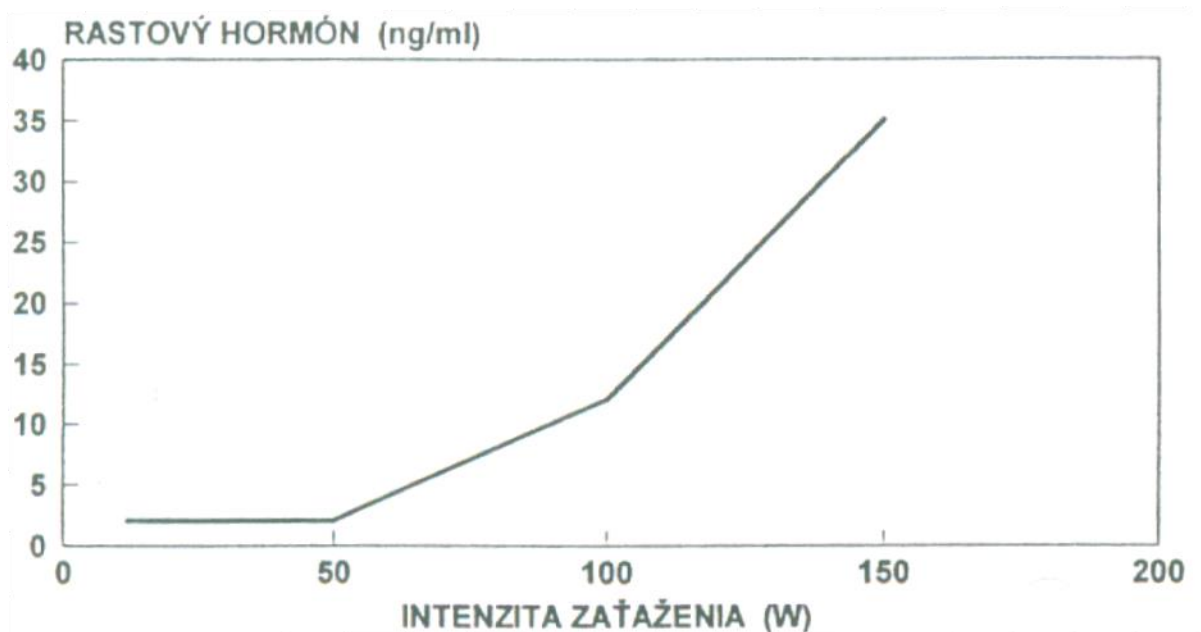
V prípade aeróbného tréningu sa odporúča 20 – 60 min. nepretržitej aeróbnej aktivity. Trvanie závisí od intenzity činnosti. Pri optimalizácii telesného zaťaženia má byť intenzita svalovej práce v obrátenom vzťahu k dobe trvania, t.j. čím vyššia je intenzita práce, tým kratšie má byť jej trvanie a naopak (Blair, 1990; Burleson a kol., 1998; Čelikovský a kol., 1985; Hrčka, 1986; Jurča a kol., 1999).

V kulturistike a všeobecne pre silový tréning sa za optimálny čas trvania považuje 45 – 60 minút. Pre rast svalov sú vhodné krátke a intenzívne tréningy s nízkym počtom opakovaní (Kmec – Kopček, 1995, s. 11).

Počas tréningu sa vyčerpávajú zásoby svalového glykogénu a zvyšuje sa pocit únavy, ktorá znižuje kvalitu tréningu. Vyčerpávanie zásob svalového glykogénu stimuluje zvýšenú tvorbu a vylučovanie kortizolu, ktorý podnecuje štiepenie svalových bielkovín. Pre udržanie stálej hladiny krvnej glukózy začne telo štiepiť svalové bielkoviny, aby z nich pomocou alanynového cyklu v pečeni vyrobilo glukózu. Tým sa však telo dostáva do prílišného katabolizmu po tréningovom zaťažení v dôsledku prílišnej straty bielkovín, ktoré je potrebné spätne resyntetizovať, na čo je potrebný dodatočný čas, o ktorý sa predĺži trvanie regenerácie. Z daných dôvodov by trvanie cvičenia nemalo presiahnuť 60 minút.

Dĺžka tréningovej jednotky sa zakladá na informáciách o hormonálnej regulácii anabolických hormónov, testosterónu a rastového hormónu. Ako prezentujú Kmec – Kopček (1995, s. 37) rastový hormón počas zaťaženia stúpa a vrchol dosahuje v 20. – 30. minúte, potom postupne

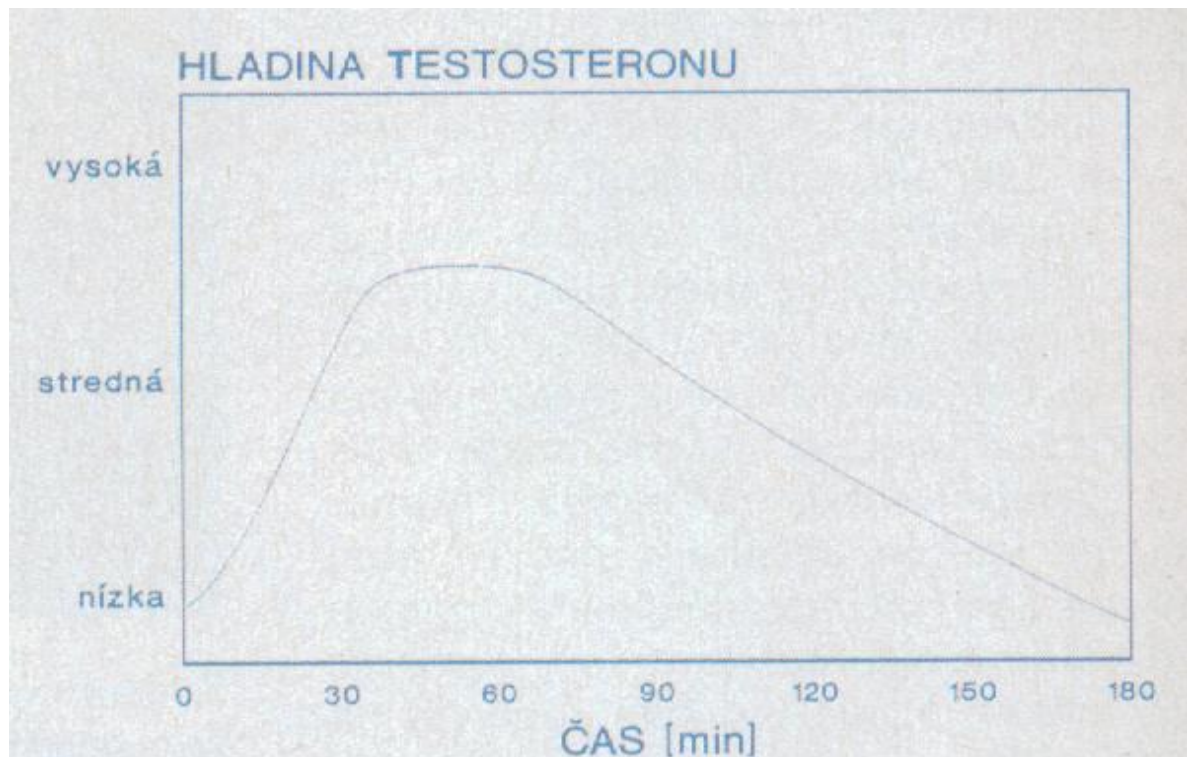
klesá až na nulovú hodnotu, ktorú dosiahne po asi 75. minúte. Z daného trvenia vyplýva, že hladina rastového hormónu závisí od intenzity zaťaženia (obr. 18).



Obr. 18 Hladina rastového hormónu pri stúpajúcej intenzite zaťaženia na bicyklovom ergometri (Hamar – Lipková, 1998, s. 117)

Dostatočne intenzívne je však možné trénovať len istý čas, kým sa nevyčerpajú zásoby svalového glykogénu. Preto je dosť pravdepodobné, že s vyčerpávaním zásob svalového glykogénu a s nastupujúcou únavou bude klesať aj úroveň tohto hormónu v krvi.

Podľa údajov športového fyziológa Johna Comereski (1993), pracujúceho na University of South Carolina v USA, testosterón stúpa pri silových cvičeniach vysokej intenzity a vrchol dosahuje po 45 minútach, potom postupne klesá, najprv pozvoľne, potom prudko (obr. 18). Preto je vhodné trénovať intenzívne v rozsahu 30 – 45 minút, každopádne nie viac ako 60 minút. Z hľadiska vylučovania anabolických hormónov je tendencia zvyšovať intenzitu tréningovej jednotky a skracovať čas jej trvania niekedy až na 30 minút, zvlášť pri tréningoch rozdelených do dvoch fáz a pri tréningu menších svalových skupín.



Obr. 19 Hladina krvného testosterónu v závislosti od dĺžky tréningového zaťaženia (Comereski, 1993)

3. 1. 4 Spôsob aktivity

Pri výbere pohybovej aktivity je potrebné splniť dve základné podmienky. Po prvé, vybrať si aktivitu, ktorá je dostatočne náročná. To znamená dosiahnuť pri jej vykonávaní cieľovú srdcovú frekvenciu aspoň 20 – 30 minút nepretržite. Po druhé, výber takej aktivity, ktorá zaujme a cvičenec má k nej pozitívny vzťah (Junger, Zusková, 1998; Kolektív, 2002).

- vhodná je každá aktivita, pri ktorej sú v činnosti veľké svalové skupiny, môže sa dostatočne dlho vykonávať bez prerušenia a má teda rytmický a aeróbný charakter. Takými sú napr. chôdza, poklus, beh, veslovanie, chôdza hore schodmi, plávanie, korčuľovanie a rôzne herné činnosti.
- odporové (posilňovacie cvičenia) strednej intenzity sú dostačujúce na to, aby udržali a rozvinuli ATH a integritu kostí. Odporúča sa minimálne 6 až 10 cvičení zapájajúcich veľké svalové skupiny, najmenej 2 krát v týždni.

3. 1. 5 Záverečné poznámky a odporúčania

Odborníci z oblasti telovýchovy a medicíny na základe šetrení v posledných rokoch dospeli k záveru, že preventívny účinok (najmä proti chorobám krvného obehu) môžu mať aj menej náročné cvičenia, ktoré by inak neboli dostačujúce pre rozvoj telesnej zdatnosti. Preto sa začala rozlišovať telovýchovná aktivita pre zdatnosť a cvičenie pre zdravie (Blair, 1990; Hrčka, 1990b; Nieman, 1992; Pollock, Evans, 1999). Napríklad keď sa pre zdatnosť vyžaduje intenzita 50 – 80 % maximálnej spotreby kyslíka, pre zdravie stačí 35 – 50 % (Bemben a kol., 2000; Junger, 1991; Soumar, 1998).

Veľmi dôležitou podmienkou tvorby pohybových programov je dodržiavanie zásad vykonávania pohybovej aktivity (Blair, Connely, 1996; Feigenbaum, Pollock, 1999; Hrčka, 1990, b; Kučera, 1990, 1997; Minarovjeh, 1988 a i.). Myslíme tým zásady primeranosti, účinnosť dávkovania, jednoduchosť, ekonomičnosť, všestrannosť, zásadu postupného zvyšovania zaťaženia, individualizácie a maximálneho zaťaženia a zásadu dlhodobosti.

Pre redukcii množstva telesného tuku, tak ako to už bolo prezentované vyššie, postačí silový tréning 2 x týždenne s redukciiu kalorického príjmu o 20 – 25 %. Záleží od cieľa a typológie športovca. V prípade záujmu o relevantnejšie zmeny, je potrebné kalorický príjem redukovať viac, alebo zvýšiť frekvenciu tréningových jednotiek, čo je podľa nášho názoru vhodnejšie. Optimálne odporúčame vykonávať posilňovací tréning 3 x do týždňa kruhovou formou, ktorá okrem silových schopností pôsobí aeróbne, pretože prestávky medzi sériami u netrénovanej populácie môžu byť redukované takmer na nulu. To znamená, že cvičenec bude 45 minút vykonávať silový tréning s prestávkami nutnými len na prechod na ďalšie stanovište. Okrem toho je vhodné 2 x týždenne zaradiť aeróbnu aktivitu.

3. 2 Stravovací režim počas redukciiu telesného tuku

Neoddeliteľnou súčasťou každého pohybového programu zameraného na redukciiu telesnej hmotnosti je stravovací režim. Z hľadiska vyváženej energetickej bilancie nie je dôležité len množstvo skonzumovaných kalórií, ale aj ich rozloženie v priebehu dňa. Nie je dôležité len to čo sa konzumuje, ale aj samotný režim stravovania. Pre udržanie optimálneho množstva tuku v tele je potrebné pravidelne raňajkovať. Vysoké hodnoty BMI indexu súvisia s nepravidelným raňajkovaním adolescentov (Keski-Rahkonen et al., 2003). Raňajkami sa rozbehnú pochody trávenia a spracovania živín a organizmus začne spaľovať viac energie. Týmto spôsobom je možné zvyšovať energetický výdaj organizmu a predchádzať tak obezite. V jednej prehľadovej

štúdiu bolo analyzovaných 16 vedeckých výskumov, z ktorých 13 preukázalo ochranný efekt raňajok proti obezite (Szajewska - Ruszczyński, 2010).

Okrem raňajok je dôležitým faktorom aj samotná frekvencia stravovania. Je dokázané, že frekvencia stravovania ovplyvňuje riziko obezity u detí a adolescentov (Jääskeläinen et al., 2013). Nižšou frekvenciou stravovania je potrebné skonzumovať vyššie množstvo kalórií v jednom jedle, čo negatívne ovplyvňuje množstvo telesného tuku. Obézne deti konzumujú 3 a menej jedál denne s výrazne vyšším kalorickým obsahom v jednom jedle v porovnaní s deťmi s normálnou hmotnosťou (Cassimos, et al. 2011). Frekvencia stravovania môže ovplyvniť koncentráciu inzulínu a hladinu krvnej glukózy (Buyken, et al. 2008). Konzumáciou vysokého množstva kalórií v jednej dávke sa zvýši vstrebávanie živín do krvi, medzi ktoré patrí aj glukóza. Vyššia hladina glukózy spôsobí vylúčenie inzulínu, na ktorý pri vyšších dávkach začne byť senzitivne aj tukové tkanivo. Preto je potrebné udržať približne stálu hladinu krvnej glukózy. To je možné iba na základe pravidelného stravovania tak, aby prestávky medzi jedlami neboli príliš dlhé, čo vyžaduje frekvenciu stravovania 5 – 6 krát do dňa. O dôležitosti správneho režimu stravovania svedčí aj naša nasledujúca štúdia.

3. 2. 1 Výskum 7 – Vplyv režimu stravovania na percento telesného tuku vysokoškoláčov

Cieľom výskumu bolo zistiť, ktoré zložky režimu stravovania by sa mohli významnou mierou podieľať na množstve telesného tuku u žien študujúcich na vysokej škole.

Výskumu sa zúčastnilo 620 vysokoškoláčok študujúcich na Univerzite Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. Priemerný vek žien bol 20,8 roka. Priemerné percento telesného tuku nášho súboru bolo 27 % so smerodajnou odchýlkou 9,3 %. Medián percenta telesného tuku mal hodnotu 27 % s dolným kvartilovým rozpätím 20,8 % a horným 33 %. Podľa manuálu Omron BF 551 za normálne hodnoty možno považovať rozpätie percenta tuku pre 18 – 39 ročné ženy 21 % - 32,9 %. Nízke hodnoty sú pod 21 %, vysoké hodnoty sú 33 % - 38,9 % a veľmi vysoké hodnoty sú nad 39 %. Naš súbor teda spadá do rozpätia normálnych hodnôt.

Na zisťovanie stravovacích návykov sme použili nami vytvorený neštandardizovaný dotazník. Časť dotazníka prezentovaná v tomto článku zameraná na zisťovanie stravovacieho režimu sa skladala z 5 otázok. Otázky predstavovali nezávislé premenné v našom výskume, ktoré sme pre lepšiu manipuláciu pomenovali nasledovne: 1. Otázka – Frekvencia, 2. Otázka – Raňajky, 3. Otázka – Večera, 4. Otázka – Večera hod., 5. Otázka – Množstvo stravy. Znenie otázok bolo nasledovné:

1. Otázka - Frekvencia

Koľkokrát do dňa sa stravujete?

- a) 1x b) 2x c) 3x d) 4x e) 5x f) 6x a viac

2. Otázka - Raňajky

Raňajkujete každý deň?

- a) áno b) prevažne áno c) prevažne nie d) nie

3. Otázka - Večera

Večeriare každý deň?

- a) áno b) prevažne áno c) prevažne nie d) nie

4. Otázka – Večera - hod.

Ak večeriare, je to pred spaním prevažne:

- a) Nevečeriam b) 1h c) 2h d) 3h e) 4h a viac

5. Otázka – Množstvo stravy

Najväčšie množstvo stravy skonzumujete prevažne

- a) ráno b) dopoludnia c) na obed d) popoludní e) večer
f) množstvo stravy je rovnomerne rozložené

Závislú premennú, percento telesného tuku, sme zisťovali váhou typu Omron BF511.

Na spracovanie zistených výsledkov sme použili aritmetický priemer, smerodajnú odchýlku, medián, kvartilové rozpätie. Na zistenie štatisticky významných rozdielov sme použili neparametrickú Kruskal – Valis analýzu rozptylu (H – test) a Man – Whitney U test. Za štatisticky významnú sme určili 5 % hladinu alfa.

Tab. 32 Percentuálne rozloženie odpovedí na jednotlivé otázky dotazníka v štúdiu 7

	A	B	C	D	E	F	G	H
Frekvencia	0,161031	7,246377	35,58776	31,23994	22,86634	2,73752	0	0
Raňajky	6,441224	20,77295	29,14654	43,47826	0	0	0	0
Večera	42,51208	43,47826	10,46699	3,381643	0	0	0	0
Večera hod.	3,059581	10,46699	28,01932	36,87601	21,25604	0	0	0
Množstvo stravy	2,898551	5,31401	45,2496	26,57005	14,17069	5,636071	0	0

A, B, C, D, E, F, G, H – možnosti odpovedí v rámci jednotlivých otázok. (čísla vyjadrujú percentá) **Č.** – číslo otázky, **Frekvencia** - Koľkokrát do dňa sa stravujete? a) 1x b) 2x c) 3x d) 4x e) 5x, f) 6x a viac, **Raňajky** - Raňajkujete každý deň? áno b) prevažne áno c) prevažne nie d) nie **Večera** - Večeriare každý deň? áno b) prevažne áno c) prevažne nie d) nie, **Večera hod.** - Ak večeriare, je to pred spaním prevažne: a) Nevečeriam b) 1h c) 2h d) 3h e) 4h a viac, **Množstvo stravy** - Najväčšie množstvo stravy skonzumujete prevažne a) ráno b) dopoludnia c) na obed d) popoludní e) večer f) množstvo stravy je rovnomerne rozložené

Tabuľka 32 podáva obraz o stravovacích návykoch skúmaného súboru. Na otázku frekvencie denného stravovania (tab. 32 – otázka 1 - premenná frekvencia) najväčšie percento opýtaných (35,6 %) odpovedalo 3x. 31,2 % z opýtaných respondentiek sa stravuje 4 x počas dňa a 22,8 % 5x počas dňa. To znamená, že viac ako 70 % študentiek sa stravuje minimálne 3x počas dňa. Z uvedeného vyplýva, že stravovacie návyky nášho skúmaného súboru, čo sa týka frekvencie stravovania sú na dobrej úrovni.

Oveľa horšie odpovede sme dostali na otázku pravidelnosti raňajok (tab. 32 – otázka 2 - premenná raňajky). Len 6,44 % opýtaných odpovedalo na otázku jednoznačne áno. 43,5 percent neraňajkuje vôbec, čo nie je potešujúca odpoveď, a 29,1 % sa vyjadrilo, že prevažne neraňajkuje. Raňajky sú, ako sme vyššie uviedli, z hľadiska zdravého stravovania veľmi dôležité, prebudia telo aj po metabolickej stránke. Na základe daných odpovedí môžeme konštatovať, že stravovacie návyky vzhľadom k tejto premennej, sú na zlej úrovni, pretože viac ako 70 % skúmaného súboru má tendenciu raňajky vynechávať.

Na otázku pravidelnosti večere (otázka 3) jednoznačne áno odpovedalo 42,5 % opýtaných. Najväčšie percento opýtaných (43,5 %) odpovedalo na otázku prevažne áno a len 3,8 % nevečeria vôbec. Z hľadiska správneho režimu stravovania je dôležitá aj večera. Absencia večere spôsobí, že telo je dlhý čas bez prísunu energie, keďže počas spánku sa energia neprijíma. To má za následok spomaľovanie metabolizmu a zvyšovanie tendencie ukladať tuk do zásoby. Uvedené dáta naznačujú zlé stravovacie návyky a neusporiadanosť režimu stravovania skúmaných vysokoškoláčok.

Na otázku koľko hodín pred spaním naši respondenti konzumujú posledné jedlo (otázka 4), sme zistili, že najväčšie percento respondentov (36,9 %) konzumuje posledné jedlo 3 hodiny pred spánkom. 28 % uviedlo že posledné jedlo konzumujú 2 hodiny pred spánkom a 21,5 % večeria 1 hodinu pred spánkom. 3 % respondentov uviedli, že vôbec nevečerajú.

V nasledujúcej otázke (otázka 5) nás zaujímalo, kedy skonzumujú naše respondentky najväčšie množstvo stravy. Najväčšie množstvo stravy (45,2 %) študentky skonzumujú na obed, 26,6 % popoludní a 14,2 % večer. Rovnomerne rozložený príjem stravy malo 5,6 % študentiek, dopoludnia najväčší objem stravy konzumuje 5,3 % opýtaných a ráno 2,3 % vysokoškoláčok.

V tabuľke 33 sú prezentované výsledky H testu, ktorým sme chceli zistiť, či existuje štatisticky významný rozdiel medzi % tuku vysokoškoláčok zadelených do skupín, podľa ich odpovedí na jednotlivé otázky.

Tab. 33 Výsledky H testu štúdie 7

H - test	Pronabilities
Frekvencia	0,0213
Raňajky	0,82980
Večera	0
Večera hod.	0
Množstvo stravy	0,3056

Výsledky H testu odhalili štatisticky významné rozdiely v % tuku v rámci premenných frekvencia, večera a večera - hodina. To znamená, že frekvencia stravovania by mohla vo významnej miere ovplyvňovať množstvo telesného tuku rovnako ako čas posledného jedla pred spaním. Na základe výsledkov H testu môžeme konštatovať, že v našom výskume sa to, či respondenti raňajkujú alebo nie, neukázalo významné z hľadiska množstva telesného tuku ($p = 0,8$). To je v rozpore so všeobecnými fyziologickými poznatkami, podľa ktorých sa raňajkami spúšťa trávenie čím sa urýchľuje metabolizmus. Podľa Schlundta et al. (1992) sú raňajky dôležitou súčasťou odtučňovacieho programu. Na druhej strane autori Timlin et al. (2008) napriek tomu, že uznávajú dôležitosť raňajok z hľadiska znižovania množstva telesného tuku, zároveň tvrdia, že je potrebný experimentálny výskum, aby potvrdil priamu závislosť medzi raňajkami a telesnou hmotnosťou. Podľa nášho názoru množstvo telesného tuku je multifaktorový jav a raňajky predstavujú len jeden faktor ovplyvňujúci množstvo telesného tuku. Vzhľadom ku konkrétnej skladbe stravovacích návykov sa tento faktor nemusel v dostatočnej miere prejavovať, pretože mohol byť zatienený špecifickou skladbou ostatných faktorov charakteristickou pre náš súbor. Rovnako ani čas, kedy študentky skonzumovali najväčšie množstvo stravy ($p = 0,3$) sa v našom výskume neukázal ako významný faktor ovplyvňujúci množstvo telesného tuku.

Výsledky H testu identifikovali premenné, ktoré by sa mohli významnou mierou podieľať na množstve telesného tuku, preto v ďalšom texte sa zameriame práve na tieto premenné. Tabuľka 34 prezentuje aritmetický priemer a medián % tuku vysokoškoláčok zadelených do skupín podľa ich odpovedí na otázku frekvencie denného stravovania. V tabuľke 34 môžeme sledovať úbytok percenta tuku s pribúdajúcou frekvenciou, čo je v súlade so zisteniami Toschke et al. (2005), ktorí tiež zistili znižovanie množstva telesného tuku s pribúdajúcou frekvenciou jedál u detí. Jedinú výnimku tvorí skupina s odpoveďou 1x do dňa, ktorá však bola reprezentovaná len jednou študentkou. Z uvedeného vyplýva, že frekvencia stravovania môže vo významnej miere ovplyvniť množstvo telesného tuku. Ak sa pozrieme na tabuľku 34, vidíme výrazný skok v % telesného tuku medzi frekvenciou 3 a menej a frekvenciou stravovania 4 a viac. To je v súlade

zo zisteniami Ma, et al. (2003), ktorí zistili nižšie riziko obezity u skupín ktoré sa stravovali 4 x a viac v porovnaní so skupinami, ktoré sa stravovali 3 x a menej.

Tab. 34 Množstvo telesného tuku v % v skupinách zadelených podľa odpovedí na otázku 1 – frekvencia denného stravovania

Frekvencia	N	Mean	Median	Lower	Upper	Std.Dev.
1x	1	21,30000	21,30000	21,30000	21,30000	
2x	45	28,59111	28,70000	20,00000	34,80000	10,10438
3x	221	28,41991	28,30000	23,10000	33,70000	9,164733
4x	194	26,64588	26,60000	20,40000	32,80000	8,856174
5x	142	25,74437	25,85000	19,20000	31,90000	9,736161
6x	17	22,40588	25,70000	17,10000	27,80000	8,316660

N – počet, Lower – spodná hranica kvartilového rozpätia, Upper – horná hranica kvartilového rozpätia, Std.Dev. – smerodajná odchýlka **Frekvencia** - Koľkokrát do dňa sa stravujete? a) 1x b) 2x c) 3x d) 4x e) 5x, f) 6x a viac

Tab. 35 Rozdiely v % tuku medzi skupinami zadelenými podľa odpovedí na otázku 1 – frekvencia (U test)

Frekvencia	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p	Z adjusted	p adjusted	N	N	p 2*1sided
2x – 3x	6141,5	29369,5	4838,5	0,2838	0,7766	0,2838	0,7766	45	221	
2x – 4x	5916,5	22763,5	3848,5	1,2349	0,2169	1,2349	0,2169	45	194	
2x – 5x	4832,5	12745,5	2592,5	1,9026	0,0571	1,9027	0,0571	45	142	
2x – 6x	1558,0	395,0	242,0	2,2091	0,0272	2,2092	0,0272	45	17	0,0262
3x – 4x	48181,5	38138,5	19223,5	1,8152	0,0695	1,8152	0,0695	221	194	
3x – 5x	42811,0	23255,0	13102,0	2,6531	0,0080	2,6531	0,0080	221	142	
3x – 6x	27040,0	1401,0	1248,0	2,3031	0,0213	2,3031	0,0213	221	17	0,0204
4x – 5x	33584,0	23032,0	12879,0	1,0170	0,3092	1,0170	0,3092	194	142	
4x – 6x	20964,0	1402,0	1249,0	1,6551	0,0979	1,6551	0,0979	194	17	0,0982
5x – 6x	11588,0	1132,0	979,0	1,2681	0,2048	1,2681	0,2048	142	17	0,2067

1x – 6x – frekvencia stravovania, Rank Sum – súčet poradí pre každú skupinu, U – testovacia charakteristika Mann-Whitneyovho testu, Z – normovaná U charakteristika pre $n > 20$, p – pravdepodobnosť omylu pre príslušnú charakteristiku (hodnota menšia ako 0,05 je štatisticky významná), Z adjusted – upravená Z pre prípad rovnakých poradí, N - počet p 2*1sided – pravdepodobnosť omylu pre malé skupiny **Frekvencia** - Koľkokrát do dňa sa stravujete? a) 1x b) 2x c) 3x d) 4x e) 5x, f) 6x a viac

H test odhalil štatisticky významné rozdiely v percente telesného tuku medzi skupinami študentiek, avšak nehovorí nič o tom, medzi ktorými skupinami existujú signifikantné rozdiely. Vzhľadom na to, že dáta sú spracované na bodovej stupnici, na zistenie rozdielov medzi študentkami zadelenými do skupín na základe ich odpovedí na otázku frekvencie denného stravovania sme použili neparametrický Mann-Whitney test (tab.35). Tento test odhalil štatisticky významné rozdiely medzi skupinou 2, ktorá odpovedala, že sa stravuje 2x do dňa a skupinou 6, ktorá odpovedala, že sa stravuje 6 a viac krát do dňa ($p = 0,027$). Rovnako sme

zistili signifikantné rozdiely medzi skupinou 3, ktorá sa stravuje 3x do dňa a skupinou 5, ktorá sa stravuje 5x do dňa $p = 0,008$. Štatisticky významné rozdiely sme zistili aj medzi skupinou 3 a 6, to znamená medzi študentkami, ktoré sa stravujú 3x a 6x do dňa ($p = 0,02$). Medzi ostatnými skupinami sme nezistili štatisticky významné rozdiely, čo mohlo byť zapríčinené jednak nedostatočnými rozdielmi medzi skupinami a jednak nižším počtom respondentov v patričných skupinách.

Na základe vyššie uvedených výsledkov môžeme konštatovať, že frekvencia stravovania je s veľkou pravdepodobnosťou významným faktorom ovplyvňujúcim množstvo telesného tuku.

Tabuľka 36 podáva prehľad o aritmetickom priemere a mediáne skupín študentiek rozdelených podľa ich odpovedí na druhú otázku, pravidelnosti večera. Z tabuľky je zrejmé, že vysoký rozdiel v telesnom tuku je medzi skupinou, ktorá pravidelne večeria a ostatnými skupinami, ktoré nepravidelne večerajú. Nicklas, et al. (2001) tiež zistili zvýšené množstvo telesného tuku u ľudí, ktorí sa nepravidelne stravujú vynechávajú jedlá so svojho stravovacieho režimu. V tomto prípade pravidelnosť poukazuje pravdepodobne na istú disciplinovanosť v stravovacích návykoch. Modus % telesného tuku skupiny, ktorá pravidelne večeria bol o 3,8 % (prevažne nie) - 4,65 % (prevažne áno) nižší v porovnaní so skupinami, ktoré sa stravujú nepravidelne. Najnižší modus % telesného tuku (24 %) bol v skupine, ktorá nevečeria vôbec. Túto skupinu však tvorilo len 21 študentiek a opäť by to mohlo poukazovať na istú pravidelnosť, čo sa týka stravovacích návykov. Aritmetický priemer tejto skupiny je však vyšší ako v skupine, ktorá večeria pravidelne.

Tab. 36 Rozdiely % tuku medzi skupinami zadelenými podľa odpovedí na otázku 3 - večera

Večera	Valid N	Mean	Median	Lower	Upper	Std.Dev.
Áno (skupina 4)	264	24,67121	25,00000	18,25000	31,15000	8,728233
Prevažne áno (skupina 3)	270	29,05630	29,65000	23,40000	33,90000	9,358423
Prevažne nie (skupina 2)	65	28,65846	28,80000	22,30000	34,90000	9,611287
Nie (skupina 1)	21	27,30476	24,00000	22,10000	28,90000	8,712834

N – počet, Lower – spodná hranica kvartilového rozpätia, Upper – horná hranica kvartilového rozpätia, Std.Dev. – smerodajná odchýlka **Večera** - Večeriate každý deň? áno b) prevažne áno c) prevažne nie d) nie

Výsledok Mann – Whitney U testu ukazuje štatisticky významné rozdiely medzi skupinou, ktorá pravidelne večeria (skupina 4) a skupinami, ktoré nepravidelne večerajú (skupiny 3 a 2) (tab. 37). Medzi ostatnými skupinami sme neodhalili štatisticky významné rozdiely. Z uvedeného vyplýva, že pravidelné večere a pravidelnosť stravovania môžu tiež prispieť k nižším hodnotám telesného tuku.

Tab. 37 Rozdiely v % tuku medzi skupinami zadelenými podľa odpovedí na otázku 3 – Večera (U test)

Večera	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p	Z adjusted	p adjusted	N	N	p 2*1sided
4 - 3	60870,5	81974,5	25890,50	-5,4688	0,000000	-5,4689	0,000000	264	270	
4 - 2	41435,0	12850,0	6455,000	-3,0927	0,001984	-3,0927	0,001984	264	65	
4 - 1	37498,5	3256,5	2518,500	-0,6960	0,486422	-0,6960	0,486414	264	21	
3 - 2	45456,5	10823,5	8678,500	0,1369	0,891072	0,1369	0,891070	270	65	
3 - 1	39962,0	2524,0	2293,000	1,4578	0,144889	1,4579	0,144881	270	21	
2 - 1	2941,5	799,5	568,5000	1,1409	0,253898	1,1410	0,253865	65	21	0,25391

1 – skupina s odpoveďou nie, 2 – skupina s odpoveďou prevažne nie, 3 – skupina s odpoveďou prevažne áno, 4 – skupina s odpoveďou áno, Rank Sum – súčet poradí pre každú skupinu, U – testovacia charakteristika Mann-Whitneyovho testu, Z – normovaná U charakteristika pre $n > 20$, p – pravdepodobnosť omylu pre príslušnú charakteristiku (hodnota menšia ako 0,05 je štatisticky významná), Z adjusted – upravená Z pre prípad rovnakých poradí, N – počet p 2*1sided – pravdepodobnosť omylu pre malé skupiny **Večera** - Večeriare každý deň? áno b) prevažne áno c) prevažne nie d) nie

Tabuľka 38 prezentuje aritmetický priemer a medián študentiek zadelených do skupín podľa ich odpovedí na otázku, koľko hodín pred spaním probandky večerajú. Najnižší medián (22,1%) sme pozorovali v skupine, ktorá večeria 1 hodinu pred spaním. V tabuľke môžeme pozorovať prírastok % telesného tuku s predlžovaním času posledného jedla. To platí ako pre aritmetický priemer, tak aj pre medián. Najvyšší medián % telesného tuku (29,8 %) sme pozorovali u študentiek, ktoré večerajú 4 a viac hodín pred spánkom. Druhý najvyšší medián (28,4 %) a aritmetický priemer (29 %) sme zaznamenali u študentiek, ktoré nevečerajú vôbec.

Tab. 38 Rozdiely v % tuku medzi skupinami zadelenými podľa odpovedí na otázku 4 – večera - hod.

Večera (hod)	Valid N	Mean	Median	Lower	Upper	Std.Dev.
nevečerám (1 skupina)	19	29,08421	28,40000	22,10000	36,00000	9,233770
1 hod (2 skupina)	65	22,19077	22,10000	15,80000	27,60000	7,707154
2 hod (3 skupina)	174	24,11667	23,85000	17,40000	30,30000	8,749739
3 hod (4 skupina)	229	28,64323	29,50000	22,70000	33,50000	9,568525
4 hod (5 skupina)	132	30,39394	29,80000	24,95000	34,75000	8,347123

hod – hodina večere pred spaním, N – počet, Lower – spodná hranica kvartilového rozpätia, Upper – horná hranica kvartilového rozpätia, Std.Dev. – smerodajná odchýlka **Večera hod.** - Ak večeriare, je to pred spaním prevažne: a) Nevečerám b) 1h c) 2h d) 3h e) 4h a viac

Štatisticky významné rozdiely (tabuľka 39) sme zaznamenali medzi skupinou, ktorá sa konzumuje posledné jedlo 1 hodinu pred spaním (skupina 2) a skupinami, ktoré konzumujú posledné jedlo 3 hodiny pred spaním (skupina 4) a 4 a viac hodín pred spaním (skupina 5) a skupinou ktorá vôbec nevečeria (skupina 1). Rovnaké signifikantné rozdiely sme zaznamenali

aj čo sa týka skupiny, ktorá večeria 2 hodiny pred spaním (skupina 3). To znamená, že najvhodnejší čas posledného jedla pred spaním sa podľa nášho výskumu javí 1 hodina pred spaním.

Tab. 39 Rozdiely v % tuku medzi skupinami zadelenými podľa odpovedí na otázku 4 – večera hod (U test)

Večera hod	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p	Z adjusted	p adjusted	N	N	p 2*1sided
1 - 2	1057,5	2512,5	367,5	2,6676	0,007640	2,6678	0,007635	19	65	0,0068
1 - 3	2287,5	16433,5	1208,5	1,9205	0,054792	1,9206	0,054786	19	174	0,0541
1 - 4	2318,5	28557,5	2128,5	-0,1548	0,877013	-0,1548	0,877010	19	229	0,8767
1 - 5	1269,0	10207,0	1079,0	-0,9790	0,327561	-0,9791	0,327540	19	132	0,3303
2 - 3	7090,0	21590,0	4945,0	-1,4918	0,135757	-1,4918	0,135748	65	174	
2 - 4	6489,5	36875,5	4344,5	-5,1205	0,000000	-5,1207	0,000000	65	229	
2 - 5	4180,0	15323,0	2035,0	-5,9919	0,000000	-5,9921	0,000000	65	132	
3 - 4	29533,0	51873,0	14308,0	-4,8475	0,000001	-4,8476	0,000001	174	229	
3 - 5	22134,0	24837,0	6909,0	-5,9677	0,000000	-5,9678	0,000000	174	132	
4 - 5	39763,0	25578,0	13428,0	-1,7651	0,077554	-1,7651	0,077547	229	132	

1 – skupina s odpoveďou nevečeriam, 2 – skupina s odpoveďou večeriam 1h pred spaním, 3 – skupina s odpoveďou večeriam 2h pred spaním, 4 – skupina s odpoveďou večeriam 3h pred spaním, 5 – skupina s odpoveďou večeriam 4h a viac pred spaním, Rank Sum – súčet poradí pre každú skupinu, U – testovacia charakteristika Mann-Whitneyovho testu, Z – normovaná U charakteristika pre $n > 20$, p – pravdepodobnosť omylu pre príslušnú charakteristiku (hodnota menšia ako 0,05 je štatisticky významná), Z adjusted – upravená Z pre prípad rovnakých poradí, N – počet p 2*1sided – pravdepodobnosť omylu pre malé skupiny **Večera hod.** - Ak večeriate, je to pred spaním prevažne: a) Nevečeriam b) 1h c) 2h d) 3h e) 4h a viac

Dané zistenia sú v súlade s teóriou o frekvencii stravovania sa 5 – 6 x do dňa. Pri frekvencii stravovania 6 x do dňa sa skonzumuje pomerne malé množstvo stravy v jednom jedle a organizmus je nastavený na konzumáciu kalórií približne každé 2,5 hodiny. Ak vynásobíme 2,5 x 6 dostaneme časový interval raňajky - večera 15 hodín. Ak k tomu pripočítame jednu hodinu pred spaním a 8 hodín spánku dostávame 24 hodín. Pri frekvencii 5 - 6 x do dňa nie je možné posledné jedlo konzumovať oveľa skôr ako 2 hodiny pred spaním. Ak sa posledné jedlo skonzumuje 1 h pred spaním pri frekvencii stravovania 6 x do dňa, zaspávanie sa nebude diať s prázdny žalúdkom, ale človek nebude zaspávať ani prejedeny. Počas 1,5 hodiny spánku poprípade aj trochu dlhšej doby vzhľadom na nižšie energetické nároky organizmu počas spánku dôjde ku stráveniu potravy a zbytok noci bude organizmus spotrebovať svoje zásoby na chod organizmu. Metabolizmus sa znova naštartuje raňajkami. Častou frekvenciou jedál a krátkym časom medzi jedlami sa teda maximalizuje práca organizmu v zrýchlenom režime metabolizmu počas dňa s výnimkou spánku. Za predpokladu, že sa neskonzumuje najväčšie množstvo stravy v poslednom jedle a je dodržaná frekvencia stravovania 5 – 6 x do dňa, môžeme na základe

výsledkov U testu konštatovať, že nie je vhodné konzumovať posledné jedlo viac ako 2 hodiny pred spaním a taktiež nie je vhodné nevečerať vôbec.

3. 2. 2 Odporúčania týkajúce sa skladby stravy a kalorického príjmu

Medzi ďalšie všeobecné zásady ktoré by sa mali dodržiavať patrí:

- Vyhýbanie sa sladeným nápojom
- Vyhýbanie sa sladkým potravinám
- Opatrne s ovocím (obsahuje fruktózu, ktorá pôsobí tukotvorne)
- Vyhýbanie sa mäsovým výrobkom (obsahujú veľa tuku)
- Vyhýbanie sa tučným jedlám

Vo všeobecnosti kalorický príjem odporúčame znížiť na začiatku o 20 – 25 %. Pre zdravých ľudí odporúčame prijímať 50 % kalorického príjmu v podobe sacharidov, 30 % v podobe bielkovín a 20 % v podobe tukov. To predstavuje konkrétne pre 57 ročnú ženu vážiacu 75 kg s percentom tuku 31,5 % (24,5 kg tuku) a kalorický príjem 1500 kcal (príjem znížený o 25 %) a 110g bielkovín. To je 1,5 g bielkovín na kg telesnej hmotnosti. Je potrebné si uvedomiť, že 30 % energetického príjmu sa počíta zo zníženej hodnoty kalorického príjmu. Aj napriek tomu, bielkoviny počas chudnutia budú mierne zvýšené v porovnaní s odporúčaniami o zdravej výžive pre bežných ľudí. Zvýšenie množstva bielkovín v strave sa odporúča z dôvodu ich termodynamického efektu.

Je potrebné si uvedomiť, že neodporúčame redukovat' telesnú hmotnosť bez športovej aktivity, pretože by došlo k úbytku viac zo svalovej hmoty ako zo samotného tuku. Na udržanie svalovej hmoty je pohybová aktivita nevyhnutná. Najlepšie sa na tento účel hodí kombinácia aeróbného tréningu so silovým. Hlavnou a dôležitou úlohou aeróbného tréningu je zvyšovanie energetického výdaja.

Pre šporujúcu populáciu sa udávajú vyššie hodnoty bielkovinového príjmu ako pre nešportujúcu populáciu. Pre kulturistov sa uvádzajú vyššie množstvá príjmu bielkovín v porovnaní s ostatnými športovcami. Vo všeobecnosti v objemovej príprave by mal kulturista konzumovať minimálne 2g proteínov na 1kg telesnej hmotnosti. Chris Aceto (2006, s. 149) odporúča 2,2 – 3,3g proteínov na 1 kg čistej svalovej hmoty. Tréner slovenskej reprezentácie v kulturistike MVDr. Milan Čížek (osobná konzultácia) odporúča 2,5 g bielkovín na 1 kg hmotnosti. Strava kulturistu v objemovej príprave by mala obsahovať 20 % tukov. Z uvedeného vyplýva, že zvýšené množstvo bielkovín podľa našich odporúčaní bude stále nižšie ako odporúčania pre kulturistov.

Vo všeobecnosti sa neodporúča spáliť viac ako 1 kg telesného tuku za týždeň. Optimálne hranice redukcie telesného tuku by sa mali pohybovať v rozmedzí 0,5 – 1 kg telesného tuku za týždeň. Pre vyšší úbytok telesného tuku je potrebné výrazne redukovať kalorický príjem, čo sa môže prejavovať na strate svalovej hmoty. Tým sa zníži celková energetická potreba organizmu, čo je nežiadúce.

Pol kilogramu tuku obsahuje približne 3500 kcal. Ak vydělíme $3500 / 7$ dostaneme hodnotu 500 kcal, o ktorú musíme znížiť kalorický príjem, aby došlo k úbytku 0,5 kg tuku za týždeň. Ak sa energetický príjem zníži o 1000 kcal malo by dôjsť k úbytku 1 kg za týždeň.

Problém je však v tom, že kalorický príjem len odhadujeme. Jeho konkrétna hodnota závisí na množstve faktorov, ako napríklad, množstvo thyroxínu v organizme, teplota prostredia, stres, fyzická a psychická aktivita atď.

Ďalší problém spočíva v adaptabilite organizmu. Organizmus sa snaží na znížený energetický príjem prispôbiť zvýšením tvorby thyroxínu a taktiež znížením množstva svalovej hmoty. Aby sa zabránilo zníženej produkcii thyroxínu je nutná vysoká frekvencia stravovania (5 – 6 x do dňa). Pre zabránenie redukcie svalovej hmoty je potrebný silový tréning. Aj napriek tomu nie je možné vždy zabrániť adaptačným mechanizmom organizmu aby sa prejavili. V tom prípade dôjde k zníženiu a neskôr aj k zastaveniu úbytku telesného tuku. V tomto prípade je nutné podniknúť ďalšie kroky, aby sa redukcia tuku opäť rozbehla.

3. 3 Odporúčania pre prípady výraznej redukcie telesného tuku

V ďalšom texte uvádzame postup, ktorý používajú kulturisti v rysovacom období. Tento postup môže využiť každý, kto potrebuje výraznejšie redukovať množstvo telesného tuku a teda je tam predpoklad, že po istom čase by sa mohla redukcia telesného tuku zastaviť. V prípade kulturistov nie je možné bez dopingu svalovú hmotu udržať. Je tomu tak preto, že kulturisti potrebujú redukovať tuk na čo najnižšiu hodnotu. To trvá pomerne dlhý čas, počas ktorého sa má organizmus väčšiu šancu sa prispôbiť ako v prípade krátkeho časového trvania. Taktiež, čím nižšie je percento telesného tuku, tým viac sa organizmus bráni ďalšej redukcii. Opačne je to so svalovou hmotou. Čím je jej viac, o tým viac je organizmus náchylnejší k jej strate. Preto v kulturistike je vhodné používať nasledujúci postup.

Vytrvalostné aktivity sa snažíme do tréningu zaradiť čo najneskôr. Na druhej strane, tréner slovenskej reprezentácie v kulturistike MVDr. Milan Čížek, PhD. (osobná konzultácia) odporúča zaradiť aeróbne aktivity hneď od začiatku, potom sa manipuluje už len s kalorickým príjmom. Ak sa aeróbne aktivity zaradia na začiatku, nie je potrebné natoľko redukovať

kalorický príjem, ako keď sa začína bez aeróbných aktivít. Je vhodné vyskúšať, čo je pre konkrétneho športovca vhodnejšie.

Čo sa týka aeróbných aktivít, v kulturistike sa jedná prevažne o chôdzu na bežiacom páse, stepper alebo o šliapanie na stacionárnom bicykli v trvaní 30 – 60 minút. Každopádne sa neodporúča beh pre jeho vysoký katabolický efekt a preťažovanie oporno-pohybového aparátu. To platí aj pre ľudí s vysokými hodnotami telesného tuku.

Počty opakovaní a hmotnosti spolu s prestávkami medzi sériami sa pohybujú v tom istom rozmedzí ako v prípade objemového tréningu. Snažíme sa udržať hmotnosti, s ktorými sme cvičili v predsúťažnom období. Známy tréner kulturistov (Chris Aceto 2006, s. 135) neodporúča znižovanie telesnej hmotnosti v rysovacom tréningu rovnako ako víťaz súťaže „Natural Olympia“ Hansen (2005, s. 235), alebo osemnásobný Mr. Olympia Ronnie Coleman (Coleman, Berg, 2004, s. 161). V prípade, že pri rysovacom tréningu dochádza k nadmernému úbytku svalovej hmoty niektorej svalovej skupiny, je potrebné túto svalovú skupinu zaťažovať len jednotlivými sériami (2 – 3) základných cvičení s počtom opakovaní 5 – 7, zatiaľ čo na dobre držiace svalové skupiny je vhodné aplikovať vyšší počet opakovaní v podobe supersérií, trojsérií a gigantických sérií (Černý, in: Melicha a kol., 1995 s. 61). To znamená, že pre redukciiu telesného tuku nie sú nevyhnutné vysoké počty opakovaní, ale základ by mali tvoriť pravidlá pre objemový tréning.

Supersérie, trojsérie a gigantické série značne zvyšujú energetický výdaj, čo napomáha redukovat' telesný tuk. Tým, že zvýšime energetický výdaj počas posilňovacieho tréningu, znížime množstvo aeróbných aktivít, ktoré majú vyšší katabolický efekt ako posilňovacie cvičenia. Na druhej strane aj supersérie, trojsérie a gigantické série môžu zvyšovať už aj tak vysokú úroveň katabolického metabolizmu, ktorý je dôsledkom redukovaného kalorického príjmu. To by mohlo spôsobiť úbytok svalovej hmoty. Preto by sa takéto postupy mali aplikovať len na svalové skupiny, ktoré nemajú tendenciu strácať svalovú hmotu.

V prípade zníženia kalorického príjmu pod potreby organizmu, čo je nevyhnutným predpokladom redukcie telesného tuku, nastáva v tele poplachová reakcia za účelom udržania tela nažive čo najdlhšiu dobu. Z hľadiska hormonálnej regulácie dochádza k zníženiu vylučovania testosterónu, na základe čoho klesá syntéza bielkovín vo svaloch a začne prevládať ich rozpad. Tým sa zníži množstvo svalovej hmoty, ktoré spotrebúva najviac energie. Ďalším opatrením je zníženie produkcie thyroxínu a trijódtyronínu, čím sa zníži bazálny metabolizmus. Tieto hormóny okrem iného vypájajú proces fosforilácie v mitochondriách. Ak je ich v krvi málo, menej energie sa uvoľní v podobe tepla a viac sa využije na tvorbu energetických rezerv. To znamená, že energiou začne telo šetriť.

Pre udržanie konštantného úbytku telesného tuku počas rysovacieho obdobia je v neskorších fázach prípravy potrebné stále viac a viac redukovať energetický príjem spolu so zaradzovaním stále väčšieho objemu aeróbnych aktivít za účelom zvýšenia energetického výdaja, a tým aj ďalšej stimulácie znižovania hrúbky podkožného tuku. To pôsobí na svaly značne katabolicky. Z daného dôvodu je potrebné udržiavať tréning s ťažkými hmotnosťami, aby sme telu dali jasný signál, že svalovú hmotu potrebuje. Vplyv supersérií je hlavne na protoplazmatické zhrubnutie svalu, avšak najviac bielkovín obsahujú myofibrily, ktoré sú preto najnáchylnejšie na atrofiu. Myofibrilárne zhrubnutie spôsobujú najviac ťažké hmotnosti pri počte opakovaní do osem. Preto je potrebné ťažkými hmotnosťami a nízkym počtom opakovaní dávať telu stimul na udržanie svalovej hmoty.

Je možné zaradiť viac izolovaných cvičení s činkami, na kladkách a pod. za účelom tvarovania svalstva v prípade, ak je to potrebné. V prípade posilňovania brucha, ak sme sa mu v objemovom tréningu patrične venovali, môžeme zaradiť gigantické série, ktoré zvýšia výdaj energie počas posilňovacieho tréningu. Odporúča sa do tréningu na každú svalovú skupinu zaradiť minimálne jedno základné cvičenie na udržanie svalovej hmoty.

Odporúčame zmerať hrúbku kožných rias kaliperom a vypočítať hmotnosť telesného tuku v kilogramoch, ktoré je potrebné spáliť. Na základe poznatku, že by kulturista nemal chudnúť rýchlejšie ako 0,5 kg za týždeň, pokiaľ chce minimalizovať úbytok svalovej hmoty, môžeme pomerne presne odhadnúť dĺžku rysovacieho obdobia. Použitie kaliperu taktiež napovie, nakoľko športovec stráca tuk a nakoľko svalovú hmotu. Len váhou na váženie a pohľadom to nie je možné dostatočne posúdiť.

Percento telesného tuku môžeme odmerať aj použitím magnetickej impedancie. Je potrebné vedieť, že táto metóda je značne náchylná na stav hydratácie organizmu, preto je potrebné merania vykonávať za stálych podmienok.

Poznáme aj ďalšie metódy, ako meranie tuku ultrazvukom alebo magnetickú rezonanciu. Pre potreby praxe sa nám javí ako najvhodnejšia metóda meranie kaliperom.

Kombinovanie jednotlivých svalových skupín sa nelíši od objemového tréningu, ale počet precvičených svalových skupín v jednej tréningovej jednotke podľa Černého et al. (1992 b) nesmie presiahnuť 2. V prospech nemenného tréningu v rysovacom období hovorí aj odporúčanie Černého (1992 b) „Pri dodržaní rozdielu medzi súťažnou hmotnosťou a hmotnosťou v objemovom období blízko hranice 7 % sa metodika tréningu v rysovacom období takmer nemení v porovnaní s objemovým tréningom a všetky opatrenia sa odohrávajú v rámci manipulácie s diétou“. Kulturisti v objemovej príprave by nemali prekročiť hranicu telesného tuku 12 % pre mužov a 17 % pre ženy (Aceto, 2006, s. 212).

Počas rysovacieho obdobia príjem bielkovín ostáva nezmenený. Je potrebné znížiť kalorický príjem o 20 – 25 % oproti základnému kalorickému príjmu tak, aby kulturista pálil $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ kg tuku za týždeň (Aceto 2006, s. 168). Každopádne nie viac ako 1 kg tuku za týždeň. Väčší úbytok by išiel aj na úkor ťažko nadobudnutej svalovej hmoty. V stave zníženého kalorického príjmu má telo tendenciu ako prvé redukovať svalovú hmotu, ktorá je preň energeticky najnáročnejšia. Preto nie je vhodné znižovať hmotnosť rýchlejšie. V prípade zaradenia aeróbnch aktivít hneď na začiatku rysovacieho obdobia kalorický príjem postačí redukovať o 15 – 20 %.

Ak zníženie prestane fungovať, je potrebné pridať aeróbne aktivity, ktoré sa budú zvyšovať z 30 na 45 minút. Aeróbne aktivity môžeme pridať v dni keď sa nevykonáva silový tréning a frekvenciu aeróbného cvičenia zvyšovať na 5 – 6 krát za týždeň. Môžeme napríklad, ak sa zastaví úbytok tuku, zvýšiť čas aeróbných aktivít vykonávaných v dni tréningového voľna z 30 na 45 minút, a keď sa úbytok opäť zastaví, môžeme pridať ďalší aeróbny tréning v trvaní 30 minút v niektorý deň tréningu, a týmto spôsobom pokračovať až kým nebudeme vykonávať aeróbnu aktivitu 5 – 6 krát za týždeň v trvaní 45 minút. Najlepší čas pre aeróbnu aktivitu je ráno na prázdny žalúdok (Aceto, 2006, s. 169). Vhodnou aktivitou je jazda na stacionárnom bicykli. Nie je vhodný beh, pretože pôsobí dosť katabolicky, a taktiež to nie je vhodné pre kĺby kulturistov, ktorých pohybový aparát nie je stavaný na takú hmotnosť akú nadobudli posilňovacím tréningom.

Ak prestane fungovať zaradzovanie a predlžovanie aeróbných aktivít je potrebné znížiť kalorický príjem o ďalších 25 %. To je potrebné realizovať formou sacharidových vlín, kedy je po 3 dni kalorický príjem znížený a 1 deň sa zdvihne na pôvodnú úroveň, pri ktorej sa redukcia podkožného tuku zastavila (na úroveň prvého zníženia sacharidov). V dni zníženého sacharidového príjmu Aceto (2006) odporúča zvýšiť príjem bielkovín z 2,2 g na 3,3 g alebo z 3,3 g na 4 g na 1 kg telesnej hmotnosti podľa toho, koľko gramov bielkovín kulturista konzumoval. Pre bežných ľudí postačia bielkoviny v množstve 30 % energetického príjmu.

3. 4 Lokálna redukcia podkožného tuku

Vzhľadom na množstvo reklám vzťahujúcim sa k posilňovacím zariadeniam zameraným na redukciu podkožného tuku rôznych oblastí, ako sú napríklad stehná alebo pás, je vhodné zmieniť sa aj o tejto problematike. Aj keď lokálna redukcia podkožného tuku bola viacerými štúdiami dokázaná (Krotkiewski, 2009, Stallknecht et al. 2006, Kostek et al. 2007, Olson, Edelstein, 1968, Feč a kol., 2013), dôkazy sú vo všeobecnosti neucelené (Kostek et al., 2007). Vo všeobecnosti sa veda prikláňa k názoru, že lokálna redukcia tuku nie je možná (Foss, Keteyan,

1998). Vo svetle týchto skutočností je otázne, či zvýšený počet opakovaní dokáže vo zvýšenej miere redukovať hrúbku podkožných rias na precvičovaných miestach. To znamená, že nemá pravdepodobne veľký význam precvičovať brušné svalstvo za účelom redukcie podkožného tuku z tejto oblasti. V našich výskumoch realizovaných na študentkách pedagogickej fakulty sa lokálna redukcia tuku nepotvrdila.

3. 3. 1 Výskum 8 – Lokálna redukcia podkožného tuku v oblasti brucha

Výskumnú skupinu v našom výskume tvorilo 13 študentiek pedagogickej fakulty, ktoré boli náhodne rozdelené na kontrolnú a experimentálnu skupinu. V kontrolnej skupine bolo 7 a v experimentálnej 6 študentiek. Obidve skupiny absolvovali 2x týždenne aeróbnu aktivitu.

Experimentálny činiteľ predstavoval posilňovací program. Na každú svalovú skupinu bolo zamerané jedno cvičenie, ale pre kontrolnú skupinu chýbalo cvičenie na brušné svalstvo. Študentky vykonávali 12 opakovaní z každého cvičenia formou kruhového tréningu. Každé cvičenie zopakovali 3x. Prestávky medzi cvičeniami boli čo najkratšie a slúžili len na premiestnenie na ďalšie stanovište. Študentky vykonávali daný cvičebný program po dobu 8 týždňov.

Obidve skupiny mali redukovaný kalorický príjem o 20 % vzhľadom na energetické požiadavky organizmu. Sacharidy mali približne 50 %, bielkoviny 30 % a tuky 20 % zastúpenie, čo sa týka energetického príjmu.

Na meranie hrúbky kožných rias sme použili plastový kaliper so silou prítlačných plôch, stanovenou medzinárodnou dohodou 10p na mm², pri veľkosti plôch najmenej 40 mm² (Chytráčková, 1999). Meranie hrúbky siedmich kožných rias (hrudník, rebro, brucho, bok lopatka, stehno a triceps) a výpočet percenta podkožného tuku sme vykonali podľa metodiky Jackson – Pollock (1985).

V tabuľke 40 sú prezentované priemerné hodnoty hrúbky kožných rias experimentálnej a kontrolnej skupiny na sledovaných miestach a taktiež priemerná hmotnosť, percento tuku a aktívna svalová hmota na začiatku experimentu.

Priemerná hmotnosť študentiek v experimentálnej skupine bola 57 kg (tab. 40). Kontrolná skupina bola v priemere o 3 kg ľahšia. V experimentálnej skupine sme namerali v priemere približne 27,5 % tuku, čo predstavovalo 15,75 kg tuku. V kontrolnej skupine to bolo o 1,55% menej, čo predstavuje 1,6 kg tuku. Priemer bežnej populácie, podľa noriem meraných na amerických ženách, je 25 %. To znamená, že obe výskumné vzorky boli pod priemerom bežnej populácie. Najviac tuku mali študentky experimentálnej skupiny na bruchu, kde sme namerali

priemernú hodnotu 29,5 mm. V kontrolnej skupine bola najvyššia hodnota hrúbky kožných rias na boku, kde sme namerali 27,71 mm. Nad 20 mm sme namerali ako v experimentálnej, tak aj v kontrolnej skupine na brucho, boku, stehne a triceps.

Tab. 40 Priemerné hodnoty kontrolnej a experimentálnej skupiny na začiatku experimentu v štúdiu 8

Hrúbka kožných rias (mm)	Experimentálna n = 6		Kontrolná n = 7		Rozdiel E-K
	Priemer	Odchýlka	Priemer	Odchýlka	
Hrudník	14,50	3,15	14,71	5,47	-0,21
Rebro	15,67	5,99	14,71	5,06	0,95
Brucho	29,50	7,18	26,14	7,78	3,36
Bok	28,17	8,18	27,71	6,70	0,45
Stehno	28,17	5,04	25,86	7,36	2,31
Lopatka	16,83	4,62	14,86	4,67	1,98
Triceps	24,50	5,47	21,71	3,50	2,79
Suma kožných rias	157,33	31,92	145,71	37,78	11,62
% kožných rias	27,48	3,97	25,92	4,54	1,55
Hmotnosť tela (kg)	57,05	4,00	54,03	4,82	3,02
Hmotnosť tuku (kg)	15,75	2,99	14,14	3,57	1,60
Aktívna svalová hmota (kg)	41,30	2,58	39,88	2,51	1,42

Rozdiel E-K – rozdiel hodnôt experimentálnej a kontrolnej skupiny

Tab. 41 Rozdiel vstupných a výstupných absolútnych hodnôt na začiatku a po skončení experimentu v štúdiu 8

Rozdiel vstup –výstup	Experimentálna n = 6		Kontrolná n = 7		Rozdiel E-K
	Priemer	Smerodajná odchýlka	Priemer	Smerodajná odchýlka	
Hrúbka kožných rias (mm)					
Hrudník	-0,5	4,04	0,43	1,27	-0,93
Rebro	2,17	2,32	1,86	1,46	0,31
Brucho	4,17	3,6	3	2,83	1,17
Bok	5,83	8,61	6,86	3,58	-1,03
Stehno	3,17	4,36	1	1,15	2,17
Lopatka	2,67	2,8	1,43	1,9	1,24
Triceps	1,83	2,23	0,71	1,98	1,12
Suma kožných rias	19,33	18,5	15,29	8,6	4,04
% kožných rias	2,51	2,53	1,58	1,79	0,93
Hmotnosť tela (kg)	1,38	1,99	2,36	1,26	-0,98
Hmotnosť tuku (kg)	1,8	1,87	1,30	1,54	0,50
Aktívna svalová hmota (kg)	-0,42	0,82	0,76	0,76	-1,18

Rozdiel E-K – rozdiel priemerov v tabuľke (experimentálna priemer mínus kontrolná priemer)

Tabuľka 41 prezentuje, nakoľko došlo k redukcii podkožného tuku na jednotlivých sledovaných miestach, o koľko kleslo percento podkožného tuku v oboch sledovaných skupinách a aký bol vplyv posilňovacieho tréningu na aktívnu svalovú hmotu.

Na základe výsledkov prezentovaných v tabuľke 41 môžeme konštatovať, že telesná hmotnosť v experimentálnej skupine klesla takmer o 1 kg menej ako v kontrolnej. Na druhej strane, hmotnosť telesného tuku v experimentálnej skupine sa v priemere znížila o 1,8 kg čo je o 0,5 kg viac ako v kontrolnej. Aktívna svalová hmotnosť sa v experimentálnej skupine zvýšila v priemere takmer o 0,5 kg, zatiaľ čo v kontrolnej skupine klesla o 0,76 kg. To znamená, že väčší pokles telesnej hmotnosti v kontrolnej skupine bol zapríčinený hlavne vplyvom úbytku aktívnej telesnej hmoty.

Z výsledkov sa dá usúdiť, že experimentálna skupina pravdepodobne pristupovala k posilňovaciemu tréningu zodpovednejšie ako kontrolná skupina, ktorá sa snažila nedostatok snahy v posilňovni vykompenzovať redukciou kalorického príjmu.

Študentky najviac schudli na bokoch, kde v experimentálnej skupine poklesla hrúbka kožných rias o 5,83 mm a v kontrolnej skupine dokonca o 6,86. Druhou časťou tela s najväčšou redukciou podkožného tuku bolo brucho, kde experimentálna skupina schudla v priemere o 4,17 mm a kontrolná o 3 mm. Ďalšie kožné riasy už vykazovali rozličné poradie v rámci skupín, čo sa týka ich hrúbky.

Keďže boli značné rozdiely v množstve redukovaného podkožného tuku u sledovaných študentiek, nemohli sme použiť absolútne hodnoty pre zistenie lokálnej redukcie. Preto sme vypočítali percento, ktoré tvorila každá kožná riasa z celkovej sumy hrúbok všetkých kožných rias. Tabuľka 42 ukazuje, na ktorých miestach došlo k percentuálnemu úbytku a ktorých miestach došlo k percentuálnemu zvýšeniu podielu hrúbky kožnej riasy z celkovej sumy hrúbok všetkých kožných rias.

Čo sa týka zmien percentuálneho podielu kožných rias na celkovej sume kožných rias, na hrudníku došlo k menšiemu zníženiu hrúbky kožných rias v porovnaní s ostatnými riasami, čo spôsobilo relatívne zvýšenie percentuálneho podielu hrúbky kožnej riasy na hrudníku (tab. 42). Rovnaký trend ako v experimentálnej skupine čo sa týka zmeny kožnej riasy na hrudníku, sme zaznamenali aj v kontrolnej skupine.

Na rebre, bruchu a boku došlo v oboch skupinách k relatívne väčšiemu zníženiu hrúbky kožných rias, čo spôsobilo relatívne zníženie ich percentuálneho podielu v porovnaní s inými riasami. Na lopatke došlo v experimentálnej skupine k percentuálnemu zníženiu tejto kožnej riasy v porovnaní s inými riasami, zatiaľ čo v kontrolnej skupine sme zaznamenali práve opačný

trend. Na triceps sme v oboch skupinách namerali zníženie percentuálneho podielu tejto kožnej riasy.

Tab. 42 Rozdiel vstupného a výstupného percentuálneho podielu hrúbky jednotlivých kožných rias zo sumy hrúbky všetkých kožných rias

Percentuálny rozdiel vstup-výstup	Experimentálna n = 6		Kontrolná n = 7		Rozdiel E-K
	Priemer	Smerodajná odchýlka	Priemer	Smerodajná odchýlka	
Hrudník	-1,32	2,08	-1,01	1	-0,31
Rebro	0,32	1,04	0,44	1,06	-0,12
Brucho	0,3	0,73	0,05	0,89	0,25
Bok	1,71	3,65	3,05	1,68	-1,34
Stehno	-0,37	2,62	-1,34	0,72	0,97
Lopatka	0,34	1,85	-0,05	1,31	0,39
Triceps	-0,99	1,95	-1,13	1,75	0,14

Rozdiel E-K – rozdiel priemerov v tabuľke (experimentálna priemer mínus kontrolná priemer)

Tabuľka 43 prezentuje, u koľkých študentiek došlo k zníženiu hrúbky kožnej riasy na bruchu vzhľadom k celkovej redukcii podkožného tuku. Pravdepodobnosť chi-kvadrát testu ukazuje, že zníženie hrúbky kožných rias bolo s veľkou pravdepodobnosťou náhodné a nebolo spôsobené vplyvom experimentálneho činiteľa.

Tab. 43 Početnosť výskytu zníženia percentuálneho podielu kožnej riasy na bruchu a pravdepodobnosť omylu, že lokálna redukcia bola spôsobená silovým tréningom

	Experimentálna skupina	Kontrolná skupina
Zníženie percenta	3	2
Bez zmeny, alebo zvýšenie percenta	3	5
Chi-kvadrát test (pravdepodobnosť omylu)	0,4285	

V experimentálnej skupine sme u troch študentiek zo šiestich namerali zníženie percentuálneho podielu hrúbky kožných rias na bruchu v porovnaní so vstupnými údajmi. V kontrolnej skupine sme zníženie zaznamenali u dvoch študentiek zo siedmich (tab. 43).

Na základe pravdepodobnosti vypočítanej na základe chi-kvadrát testu $p = 0,4285$, môžeme konštatovať, že hypotéza sa nám nepotvrdila. To znamená, že výskumom sa nám nepodarilo preukázať možnosť lokálne redukovať hrúbku kožných rias.

3. 3. 2 Výskum 9 – Lokálna redukcia podkožného tuku v oblasti tricepsu

V nasledujúcom experimente sme sa snažili lokálne redukovať hrúbku kožných rias na tricepse. Experimentálnu skupinu tvorilo 8 a kontrolnú skupinu 6 študentiek pedagogickej fakulty. Metodika výskumu bola totožná s prvým experimentom.

Tabuľka 44 prezentuje priemerné hodnoty hrúbky kožných rias experimentálnej a kontrolnej skupiny na sledovaných miestach, priemernú hmotnosť, percento tuku a aktívnu svalovú hmotu na začiatku experimentu.

Hmotnosť dievčat v experimentálnej skupine bola 57,38 kg (tabuľka 44). Kontrolná skupina bola o 0,83 kg ľahšia. V experimentálnej skupine sme namerali priemernú hodnotu 27,6 % tuku, čo predstavovalo asi 16 kg. V kontrolnej skupine sme namerali priemernú hodnotu 26,99 %, čo znamená, že študentky mali v priemere 15,43 kg. Priemerná hodnota pre bežnú populáciu žien je do 25 % (merané na amerických ženách). To znamená že experimentálna aj kontrolná skupina bola pod priemerom bežnej populácie. Najvyššiu priemernú hrúbku kožných rias sme v experimentálnej skupine namerali na stehne 29,75 mm. V kontrolnej skupine bola najväčšia hrúbka kožných rias nameraná na bruchu 28,5 mm. Druhou najvyššou hodnotou v experimentálnej skupine bola hrúbka rias na bruchu 28,75 mm. Pre kontrolnú skupinu bola hrúbka kožných rias na boku 27,67 mm. Triceps predstavoval v oboch skupinách štvrtú najvyššiu hodnotu (experimentálna skupina 24,38 mm, kontrolná skupina 23,67 mm).

Tab. 44 Priemerné hodnoty kontrolnej a experimentálnej skupiny štúdie 9

Hrúbka kožných rias (mm)	Experimentálna n = 8		Kontrolná n = 6		Rozdiel E-K
	Priemer	Smerodajná odchýlka	Priemer	Smerodajná odchýlka	
Hrudník	14,75	4,46	16,00	4,94	-1,25
Rebro	15,25	4,95	16,67	7,53	-1,42
Brucho	28,75	6,80	28,50	6,28	0,25
Bok	26,88	6,75	27,67	9,18	-0,79
Stehno	29,75	5,37	26,50	4,14	3,25
Lopatka	18,88	7,86	16,83	5,91	2,04
Triceps	24,38	6,35	23,67	4,93	0,71
Suma kožných rias (mm)	158,63	36,38	155,83	38,70	2,79
% kožných rias	27,60	4,57	26,99	4,99	0,61
Hmotnosť tela (kg)	57,38	6,78	56,55	6,35	0,83
Hmotnosť tuku (kg)	16,08	4,43	15,43	4,46	0,65
Aktívna svalová hmota (kg)	41,30	2,66	41,12	3,32	0,18

Rozdiel E-K – rozdiel hodnôt experimentálnej a kontrolnej skupiny

Tabuľka 45 prezentuje, nakoľko došlo k redukcii podkožného tuku na jednotlivých sledovaných miestach, o koľko kleslo percento podkožného tuku v oboch sledovaných skupinách a aký bol vplyv posilňovacieho tréningu na aktívnu svalovú hmotu.

Na základe údajov prezentovaných v tabuľke 45 môžeme konštatovať, že priemerná hmotnosť študentiek klesla v priemere v oboch skupinách približne o 1 kg. Hmotnosť redukcie telesného tuku sa v oboch skupinách pohybovala v priemere okolo 1,5 kg. Aktívna telesná hmotnosť sa v oboch skupinách zvýšila približne o 0,5 kg. Zvýšenie aktívnej telesnej hmoty poukazuje na snahu študentiek vykonávať posilňovací program poctivo. Najväčší celkový úbytok hrúbky kožných rias v experimentálnej skupine sme zaznamenali na boku a lopatke 4,5 mm. V kontrolnej skupine sme najväčší úbytok zaznamenali na boku 5,33 mm a bruchu 4,67 mm. Ďalšie úbytky hrúbky kožných rias v experimentálnej skupine nad 3 mm sme namerali na bruchu a stehne. V kontrolnej skupine to bolo len pod lopatkou.

Je zaujímavé, že v experimentálnej skupine, ktorá bola zameraná na redukcii kožných rias z tricepsu sme práve na triceps zaznamenali nulovú hodnotu redukcie podkožného tuku (tab. 45). V kontrolnej skupine hodnota poklesu hrúbky kožných rias dosiahla 2,67 mm. Aj napriek tomu, že triceps patrí do kategórie časti ženského tela so zvýšenou hrúbkou kožných rias, absolútne úbytky z tejto oblasti neboli príliš veľké v porovnaní s inými časťami tela.

Tab. 45 Rozdiel vstupných a výstupných absolútnych hodnôt na začiatku a po skončení experimentu

Rozdiel vstup-výstup	Experimentálna n = 8		Kontrolná n = 6		Rozdiel E-K
	Priemer	Smerodajná odchýlka	Priemer	Smerodajná odchýlka	
Hrudník	-0,50	2,27	1,50	3,15	-2,00
Rebro	1,63	1,69	2,00	1,67	-0,38
Brucho	3,63	3,07	4,67	2,42	-1,04
Bok	4,50	4,93	5,33	3,88	-0,83
Stehno	3,00	2,62	1,33	1,03	1,67
Lopatka	4,50	5,71	3,33	3,01	1,17
Triceps	0,00	2,83	2,67	1,51	-2,67
Suma kožných rias	16,75	12,10	20,83	8,18	-4,08
% kožných rias	2,06	1,39	2,37	1,11	-0,30
Hmotnosť tela (kg)	1,09	1,13	0,97	1,84	0,12
Hmotnosť tuku (kg)	1,51	1,12	1,62	1,11	-0,11
Aktívna svalová hmotá (kg)	-0,42	0,95	-0,65	1,02	0,23

Rozdiel E-K – rozdiel priemerov v tabuľke (experimentálna priemer mínus kontrolná priemer)

Vzhľadom na fakt, že celkové množstvo redukovaného podkožného tuku bolo u rôznych študentiek rozdielne, museli sme vypočítať relatívne hodnoty úbytku hrúbky kožných rias na

jednotlivých sledovaných miestach. Preto sme vypočítali percentuálny podiel hrúbky jednotlivých kožných rias z celkovej sumy hrúbok všetkých kožných rias. Tabuľka 46 ukazuje, na ktorých miestach došlo k percentuálnemu úbytku a na ktorých miestach došlo k percentuálnemu zvýšeniu podielu hrúbky kožnej riasy z celkovej sumy hrúbok všetkých kožných rias.

Čo sa týka zmien percentuálneho podielu kožných rias na celkovej sume kožných rias, v experimentálnej skupine bola najväčšia percentuálna zmena v smere zníženia percentuálneho podielu zaznamenaná na lopatke, kde percentuálny rozdiel podielu tejto kožnej riasy na celkovom percente tvorenom všetkými kožnými riasami medzi vstupnou a výstupnou hodnotou činil 1,38 % (tab. 46). Druhú najväčšiu hodnotu, čo sa týka zníženia percentuálneho podielu na celkovom percente tvorenom všetkými kožnými riasami, predstavovala kožná riasa na boku (1,37 %). V kontrolnej skupine sme najväčší percentuálny rozdiel medzi vstupom a výstupom zaznamenali na bruchu (0,89 %), boku (0,88 %) a lopatke (0,74 %).

Celkové zvýšenie percentuálneho podielu na celkovej sume kožných rias v experimentálnej skupine sme zaznamenali na hrudníku (0,5 %), stehne (0,13 %) a tricepse (1,84 %). Aj napriek zameraniu cvičebného programu na redukciu kožných rias z oblasti tricepsu, práve na tejto oblasti sme zaznamenali v priemere najmenšiu relatívnu redukciu podkožného tuku v porovnaní s ostatnými riasami. V kontrolnej skupine sme zvýšenie percentuálneho podielu na celkovej sume kožných rias zaznamenali na hrudníku (0,38 %), rebre (0,21 %), stehne (1,55 %) a tricepse (0,34 %).

Tab. 46 Rozdiel vstupného a výstupného percentuálneho podielu hrúbky jednotlivých kožných rias zo sumy hrúbky všetkých kožných rias

Percentuálny rozdiel vstup-výstup	Experimentálna n = 8		Kontrolná n = 6		Rozdiel E-K
	Priemer	Smerodajná odchýlka	Priemer	Smerodajná odchýlka	
Hrudník	-1,35	2,00	-0,38	1,70	-0,98
Rebro	0,10	0,89	-0,21	0,69	0,31
Brucho	0,48	1,40	0,89	1,81	-0,40
Bok	1,37	2,87	0,88	2,00	0,50
Stehno	-0,13	1,45	-1,55	0,57	1,42
Lopatka	1,38	2,82	0,73	1,54	0,65
Triceps	-1,84	0,80	-0,34	1,25	-1,50

Rozdiel E-K – rozdiel priemerov v tabuľke (experimentálna priemer mínus kontrolná priemer)

Tabuľka 47 prezentuje, u koľkých študentiek došlo k percentuálnemu zníženiu hrúbky kožnej riasy na bruchu vzhľadom k celkovej sume hrúbok všetkých kožných rias. Početnosti v tabuľke naznačujú, že po experimente došlo vo viacerých prípadoch k percentuálnemu

zvýšení podielu hrúbky kožnej riasy na triceps vzhľadom k celkovej sume hrúbok všetkých kožných rias, ako k zníženiu tohto podielu. To znamená, že posilňovací tréning nemal vplyv na redukciu podkožného tuku v oblasti tricepsu.

V experimentálnej skupine sme zaznamenali v každom z ôsmich prípadov relatívne zvýšenie percentuálneho podielu hrúbky skúmanej kožnej riasy (triceps) na celkovej sume kožných rias (tab. 47). V kontrolnej skupine sme v dvoch prípadoch zo šiestich zaznamenali zníženie percentuálneho podielu skúmanej kožnej riasy (triceps) na celkovej sume kožných rias.

Tab. 47 Početnosť výskytu zníženia percentuálneho podielu kožnej riasy na triceps

Počet prípadov	Experimentálna skupina	Kontrolná skupina
Zníženie percenta	0	2
Bez zmeny, alebo zvýšenie percenta	8	4

Z uvedeného vyplýva, že ani v druhom experimente sa nám nepodarilo preukázať možnosť lokálnej redukcie podkožného tuku. To znamená, že pre bežných ľudí nemá veľký význam nadmerne trénovať napríklad brušné svalstvo za účelom výraznejšej redukcie podkožného tuku v tejto oblasti.

Je možné, že lokálna redukcia podkožného tuku by sa dala stimulovať tvrdým tréningom. Z fyziologického pohľadu podmienky pre lokálnu redukciu podkožného tuku predstavujú po prvé rozklad tuku v tukových bunkách na mastné kyseliny a glycerol. To sa deje vplyvom vyplavovania rôznych hormónov zabezpečujúcich energetické krytie počas svalovej práce. Kortizol zvyšuje lipolýzu v tukovom tkanive (Foss – Keteyian, 1998, s. 478) rovnako ako glukagón (Trojan a kol., 1999), tyroxín (Rokyta et al., 2000, s. 199), alebo adrenalín (Komadel a kol., 1986, s. 51), či rastový hormón (Ferenčík 2000), ktorého najvyššie koncentrácie boli zistené hneď po skončení tréningu (Kraemer et al., 1995). Po druhé, mastné kyseliny musia byť krvou vyplavené do krvného obehu a po tretie, mastné kyseliny musia byť „spálené“. Prekrvenie podkožného tukového tkaniva a vyššia úroveň lipolýzy bola pozorovaná v oblastiach nad pracujúcimi svalmi (Stallknecht et al., 2006).

Z fyziologického pohľadu sú podmienky pre lokálnu redukciu podkožného tuku splnené, avšak podľa McDonalda (2008) úbytky hrúbky kožných rias vzhľadom k množstvu energie v tukovom tkanivu sú zanedbateľné. Nám sa vhodnou kombináciou silového a vytrvalostného tréningu podarilo lokálnu redukciu podkožného tuku dokázať (Feč a kol., 2013). Výskum sme však realizovali len na jednom probantovi a preto si myslíme, že tento problém si vyžaduje ďalšie skúmanie.

Záverom by sme mohli zhrnúť, že lokálna redukcia podkožného tuku, aj keď bola niektorými štúdiami dokázaná, nepredstavuje podľa súčasného stavu vedeckého poznania nástroj na formovanie tela, preto neodporúčame pokúšať sa redukovať tuk lokálne na základe zvýšeného počtu opakovaní na príslušné časti tela, pretože vynaložené úsilie bude s veľkou pravdepodobnosťou neúčinné, alebo neprimerané vynaloženému úsiliu.

ZÁVER

1. U netrénovanej populácie je možné súčasne rozvíjať svalovú hmotu aj redukovať telesný tuk kombináciou tréningov zameraným na rozvoj silových a aeróbných schopností.
2. Tréning 2 x do týždňa je postačujúci pre miernu redukciu telesného tuku a pre rozvoj silových schopností.
3. Pre nešportujúcu a rekreačne športujúcu populáciu je ideálne vykonávať silový tréning 3 x do týždňa a 2 x týždenne aeróbný tréning
4. Silové schopnosti je možné úspešne rozvíjať aj počas redukcie telesného tuku u športovcov priemerne trénovaných na silu.
5. Telesný tuk je možné efektívne redukovať využitím programu zameraného na rozvoj svalovej hypertrofie bez použitia aeróbných aktivít.
6. U športovcov trénovaných na silu nie je možné súčasne rozvíjať svalovú hmotu aj redukovať telesný tuk.
7. Hlavnou úlohou silového programu počas redukcie telesného tuku je udržať svalovú hmotu. Taký tréning by mal byť dominantný počas redukcie podkožného tuku u silovo trénovaných športovcov. Aeróbný tréning odporúčame zaradiť v prípade, kedy je potrebné redukovať veľké množstvo telesného tuku a to až v prípade stagnácie a v neskorších fázach prípravy.
8. Pre udržanie svalovej hmoty počas redukcie telesného tuku sa javí byť vhodnejší silový tréning bez využitia aeróbných aktivít. Takýmto tréningom je možné udržať svalovú hmotu u priemerne silovo trénovaných športovcov. Zaradením aeróbných aktivít sa zvýši celkový výdaj energie, čo je kladný prínos, no zároveň sa zvýši aj tendencia redukovať svalovú hmotu. Zaradením aeróbného tréningu počas redukcie telesného tuku dôjde pravdepodobne k redukcii aj svalovej hmoty u priemerne silovo trénovaných športovcov.
9. U vysoko silovo trénovaných športovcov nie je možné počas redukcie telesného tuku udržať svalovú hmotu.
10. Počas redukcie telesného tuku odporúčame:
 - stravovať sa 5 – 6 x do dňa
 - pravidelne raňajkovať
 - posledné jedlo by nemalo byť neskôr ako 2 hodiny pred spánkom s ideálnym časom 1 hodina pred spánkom
 - vyhýbať sa sladeným nápojom a jedlám s vysokým glykemickým indexom
 - vyhýbať sa jedlám s vysokým podielom tukov

- pre väčšinu populácie bude vhodné kalorický príjem redukovať o 20 – 25 % s 50 % energetickým podielom sacharidov 30 % podielom bielkovín a 20 % podielom tukov.

11. Lokálna redukcia podkožného tuku bola niektorými výskumami dokázaná, ale jej možnosti čo sa týka formovania postavy sú dosť obmedzené na to, aby vytvárala účinný nástroj formovania postavy.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

ABE, T., DETTOYOS, D.V., POLLOCK, M.L., GARZARELLA, L. 2000. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. In *Eur.J. of Appl.Physiol. Vol. 81*, 2000/3. s.174 – 180. ISSN 1439-6327. (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).

ABERNETHY, P.J., JÜRIMÄE, J., LOGAN, P.A., TAYLOR, A.W. THAYER, R.E. 1994. Acute and chronic response of skeletal muscle to resistance exercise. In *Sports Medicine*, 1994. 17(1): 22-38.

ACETO, CH. 2006. *Championship Bodybuilding: Chris Aceto's Instruction Book for Bodybuilding*. USA: Morris Publishing, 2006. 260 s. ISBN: 0-9669168-0-8.

ADAMS, G.R., HATHER, B.M., BALDWIN, K.M., DUDLEY, G.A. 1993. Skeletal muscle myosin heavy chain composition and resistance training. In *J. of Appl.Physiol.* 1993. 74 (2): 911-915.

ALEKEL, L., CLASEY, J.L., FEHLING, P.C., WEIGEL, R.M., BOILEAU, R.A., ERDMAN, J.W., STILLMAN, R. 1995. Contributions of exercise, body composition, and age to bone mineral density in premenopausal women. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol. 27*, 1995/11. s. 1477 – 1485. ISSN 0195-9131.

ALLEN R.E., BOXHORN, L.K. 2005. Regulation of skeletal muscle satellite cell proliferation and differentiation by transforming growth factor-beta, insulin-like growth factor I, and fibroblast growth factor. In *Journal of Cellular Physiology*, 2005. 138 (2): 311 – 315.

ALLEN, D.G., WESTERBLAD, H. 2001. Role of phosphate and calcium stores in muscle fatigue. In *Journal of Physiology* 2001. 536 (3): 657–665.

ALWAY, S.E., GRUMBT, W.H., GONYEA, W. J., STRAY-GUNDERSEN, J. 1989. Contrasts in muscle and myofibers of elite male and female bodybuilders. In *Eur.J. of Appl.Physiol.* 1989. 67: 24-31.

AMERICAN ASSOCIATION OF CARDIOVASCULAR AND PULMONARY REHABILITATION. 1995. *Guidelines for Cardiac Rehabilitation Programs*. Champaign: Human Kinetics, 1995, s. 44 – 50.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. 1990. The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness in Healthy Adults. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol. 22*, 1990/ 3. s. 265 – 274. ISSN 0195-9131.

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. 1995. *Guidelines for Graded Exercise Testing and Prescription*, 4th edition. Philadelphia: 1995. 138 s.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. 1998. The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness and Flexibility in Healthy Adults. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol. 30*, 1998/10. s. 975 – 991. ISSN 0195-9131.
- AMERICAN HEART ASSOCIATION. 2000. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease. Benefits, rationale safety and prescription. An Advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation and Prevention Council on Clinical Cardiology. In *Circulation, Vol. 101*, 2000. s. 828 – 833.
- ANTONIO, J., GONYEA, W.J. 1993. Role of muscle fiber hypertrophy and hyperplasia in intermittently stretched avian muscle. In *Journal of Applied Physiology*, 1993, 74: 1893-1898.
- BALDWIN, K.M. 1996. Effects of altered loading states on muscle plasticity: What have we learned from rodents. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol. 28*, 1996/10. Supplement, s. S101 – S106. ISSN 0195-9131.
- BARTOŠOVÁ, D. 1969. *Biochemie pro poslucháče fakulty tělesné výchovy a sportu*. Praha: SZN, 1969. 287 s.
- BARTUŇKOVÁ, S. 1990. Vliv pohybové aktivity na výkonnost a zdraví starších osob. In *Tréner 34*, 1990/1, s. 23 – 26.
- BEBČÁKOVÁ, V., BRTKOVÁ, M. 1998. Ovpływňovanie aeróbnej zdatnosti v telesnej výchove. In *Těl. Vých. Sport Mlád.*, 64, 1998/5. s. 40 – 44.
- BELEJ, M. 2001. *Motorické učenie*. Prešov: 2001. 197 s. ISBN 80-8068-041-8.
- BELL, G.J., SYROTUIK, D., MARTIN, T.P., BURNHAM, R., QUINNEY, H.A. 2000. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. In *Eur. J. of Appl. Physiol. Vol. 81*, 2000/5. s. 418 – 427. ISSN 1432-1025 (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).
- BEMBEN, D.A., FETTERS, N.L., GEMBEN, M.G. et al. 2000. Musculoskeletal responses to high- and low intensity resistance training in early postmenopausal women. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol. 32*, 2000/11. s. 1949 – 1957. ISSN 0195-9131.
- BERGAMASCHI, C.T., BOIM, M.A., MOURA, L.A., PICARRO, I.C., SCHOR, N. 1997. Effect of long – term training on the progression of chronic renal failure in rats. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol. 29*, 1997/2. s.169 – 174. ISSN 0195-9131.
- BLAHUŠOVÁ, E. 1992. *Kalanetika. Cvičení s gumou, mírný aerobik*. Praha: Olympia, 1992. 144 s.

- BLAHUŠOVÁ, E. 1995. *Wellness. Zdravé cvičení pro pohodu*. Praha: Olympia, 1995. 141 s. ISBN 80-7033-362-6.
- BLAIR, S.N. 1990. Exercise and Health. In *Gatorade Sports Science Institute*, Vol. 3, 1990/9. s. 29.
- BLAIR, S.N., POWELL, K.E. 1994. Physical activity and the Public`s Health. A Symposium in Honor of Dr. Ralph S. Paffenbarger`s 70th Birthday. In: *Medicine and Science in Sport and Exercise*, Vol. 26, 1994/ 6. s. 807. ISSN 0195-9131.
- BLAIR, S.N., CONNELLY, J.C. 1996. How Much Physical Activity Should We Do? The Case for Moderate Amounts and Intensities of Physical Activity. In *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Vol.67, 1996/2. s. 193 – 205.
- BOMPA, T.O. 1999. *Periodization Training for Sports*. Human Kinetics, 1999. 239 s. ISBN: 0-88011-840-7.
- BOMPA, T.O., HAFF, G.G. 2009. *Periodization: Theory and Methodology of Training*. Human Kinetics, 2009. 411 s. ISBN: 13: 978-0-7360-7483-4.
- BROWN, A.B., McCARTNEY, N., SALE, D.G. 1990. Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. In *Eur.J. of Appl.Physiol. Vol 69*, 1990/5. s. 1725 – 1733.
- BRTKOVÁ, M., BEBČÁKOVÁ, V. 2001. Fyziologická účinnosť pohybových činností na hodinách telesnej výchovy na strednej škole v Prešove. In *Zborník zo VII. ročníka vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou: Optimální působení tělesné zátěže*. Hradec Králové: 2001. s. 47 – 52. ISBN 80-7041-388-3.
- BROZMANOVÁ, I. 1973. *Úvod do fyziológie telesných cvičení*. Bratislava: FTVŠ UK, 1973. 231 s.
- BUNC, V. 1996. Nové pohledy na minimální množství pohybových činností. In *Těl. Vých. Sport Mlád.*, 62, 1996/7. s. 2 – 7. ISSN 1210-7689.
- BUNC, V. 1999. Energy cost of basic human activities. In *Zborník z konferencie Pohyb a zdraví*. Olomouc: UP FTK, 1999. s. 130 – 133.
- BURLESON, M.A., O`BRYANT, H.S., STONE, M.H et al. 1998. Effect of weight training exercise and treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption. In *Med. Sci in Sport and Exerc.*, Vol. 30, 1998/4. s. 518 – 522. ISSN 0195-9131.
- BUTT, C. 2010. *Muscle Growth Part I: Why, And How, Does A Muscle Grow And Get Stronger?* <http://www.ironmagazine.com/article306.html>.
- BUYKEN, A.E., CHENG, G., GÜNTHER, A.L.B., LIESE, A.D., ReMER, T., KARAOLIS-DANCKERT, N. 2008. Relation of dietary glycemic index, glycemic load, added sugar intake,

or fiber intake to the development of body composition between ages 2 and 7 y^{1,2,3}. In *Am. J. Clin. Nutr. September 2008 vol. 88 no. 3* 755-76.

CAMPOS, G.E.R., LUECKE, T.J., WENDELN, H.K. et al. 2002. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. In *Eur.J. of Appl. Physiol. Vol. 88, 2002/1-2. s. 50 - 60. ISSN 1439-6327* (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).

CASSIMOS, D., SIDIROPOULOS, H., BATZIOS, S., BALODIMA, V., CHRISTOFORIDIS, A. 2011. Sociodemographic and Dietary Risk Factors for Excess Weight in a Greek Pediatric Population Living in Kavala, Northern Greece doi: 10.1177/0884533611399772 In *Nutr. Clin. Pract. April 2011 vol. 26 no. 2* 186-191.

CEPKOVÁ, A. 1997. Vplyv vybraných športovo – rekreačných aktivít na psychickú odolnosť cvičiacich. In *Telesná výchova a šport VII, 1997/3. s. 17 – 19. ISSN 1335-2245.*

CLARKE, M.S., FEEBACK, D.L. 1996. Mechanical load induces sarcoplasmic wounding and FGF release in differentiated human skeletal muscle cultures 1996. In *The FASEB Journal, 10, 502-509.*

COLEMAN, R., BERG, M. 2004. *Hardcore: Ronnie Coleman's Complete Guide to Weight Training*. Canada: Weider Publications LLC., 2004. 176 s. ISBN: 0-9754950-0-3.

COLLIANDER, E.B., TESCH, P.A. 1990. Responses to eccentric and concentric resistance training in females and males. In *Acta Physiologica Scandinavia, 141. 1990. s. 149 – 156.*

COMERESKI, J. 1993. Testosterón. In *Muscle and Fitness. 1993. (3): 22, 57.*

COOPER, K.H. 1990. *Aerobický program pre aktívne zdravie*. Bratislava: Šport, 1990. 334 s. ISBN 80-7096-073-6.

COYLE, E.F. 1991. Cardiovascular Function During Exercise: Neural Control Factors. In *Gatorade Sports Science Institute, Vol. 4, 1991/5. s. 34.*

CULLINEN, K., CALDWELL, M. 1998. Weight training increases fat-free mass and strength in untrained young women. In *Am.Dietetic Association. J. Of The Am.Dietetic Assoc., Vol. 98, 1998/4. s. 414 – 418. ISSN 00028223.* (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).

CULLUM, R., MOWBRAY, L. 1992. *The English YMCA guide to Exercixe to Music*. London: Pelham Books, 1992. 112 s. ISBN 0 7207 2021 4.

ČELIKOVSKÝ, S., MĚKOTA, K., KASA, J., BELEJ, M. 1985. *Antropomotorika I*. Košice: 1985. 310 s.

ČELIKOVSKÝ, S. et al. 1990. *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu*. Praha: 1990. 260 s.

ČERNÝ, Z. et al. 1992. *Kulturistika od A do Z 2 díl*. Zlín: Grafa 1992. 114 s.

- D'ANTONA, G., LANFRANCONI, F., PELLEGRINO, M.A., BROCCA, L., ADAMI, R., ROSSI R., MORO, G., MIOTTI, D., CANEPARI, M., BOTTINELLI, R. 2006. Skeletal muscle hypertrophy and structure and function of skeletal muscle fibres in male body builders. In *J. Physiol.* 2006. 570 (3): 611-627.
- DARBY, L.A., BROWDER, K.D., REEVES, B.D. 1995. The effects of Cadence, Impact, Step on Physiological Responses to Aerobic Dance Exercise. In *Research Quarterly for Exercise and Sport: American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance, Vol. 66, 1995/3.* s. 231 – 238.
- DeVITO, G., BERNARDI, M., FORTE, R., PULEJO, C., FIGURA, F. 1999. Effects of a low-intensity conditioning programme on VO₂max and maximal instantaneous peak power in elderly women. In *Eur. J. of Appl. Physiol., Vol. 80, 1999/3.* s.227 - 232. ISSN 1432-1025 (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).
- DiPIETRO, L. 1999. Physical activity in the prevention of obesity: current evidence and research issues. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol 31, 1999/ 11.* Supplement, s. S542 – S556. ISSN 0195-9131.
- DURKÁČ, P., CHOVANOVÁ, E. 2013. *Outdoorové aktivity v edukácii.* Prešov: Prešovská univerzita v Prešove, Fakulta športu, 2013. s. 185, ISBN 978-80-555-1024-8.
- EGGER, G., CHAMPION, N., HURST, G. 1989. *The fitness leader`s Exercise Bible.* Australia: Kangaroo Press. Second edition. 1989. 111 s. ISBN 0 86417 260 5.
- EGGER, G., CHAMPION, N. 1990. *The fitness leader`s handbook.* Australia: Kangaroo Press. Third edition. 1990. 184 s. ISBN 0 86417 276 1.
- ENOKA, R.M. 1988. Muscle strength and its development: New perspectives. In *Sports Medicine* 1988, No 6. s. 146 – 168. ISSN 0112-1642.
- EVANS, W.J. 1999. Exercise training guidelines for the elderly. In *Med. Sci. in Sport and Exerc., Vol 31, 1999/1.* s. 12 – 17. ISSN 0195-9131.
- EWING-GARBER, C., McKINNEY, J.S., CARLETON, R.A. 1992. Is aerobic dance an effective alternative to walk-jog exercise training? In *J. of Sports Med. and Physical Fitness, Vol 32, 1992/2.* s. 136 – 141.
- FAHEY, T.D. 1998: Adaptation to exercise: Progressive resistance exercise. In *Encyclopedia of Sports Med. and Science.* Internet Society for Sport Science: <http://sports.org>. 1998.
- FEČ, R. 2010. *Individualizácia objemového tréningu v kulturistike.* Prešov: PU v Prešove 2010. 255 s. ISBN 978-80-555-0177-2.

- FEČ, R., FEČ, K., MIHAL, J. 2013. Case Study of Influence of Special Strength and Cardio Training on Local Reduction of Subcutaneous Fatty Tissue in the Abdomen Area. *In Kultura fyzyczna*. ISSN 1505-4241. - Tom XII, nr. 2 (2013), s. 217-224.
- FEIGENBAUM, M.S., POLLOCK, M.L. 1999. Prescription of resistance training for health and disease. *In Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol.31*, 1999/1. s.38 – 45. ISSN 0195-9131.
- FERÁK, V., SRŠEŇ, Š. 1981. *Genetika človeka*. Bratislava: SNP 1981. 440 s.
- FERENČÍK, M., ŠKÁRKA, B., NOVÁK, M., TURECKÝ, L. 2000. *Biochémia*. Bratislava: SAP, 2000. 924 s. ISBN: 80-88908-58-2.
- FOCHT, B.C., KOLTYN, K.F. 1999. Influence of resistance exercise of different intensities on state anxiety and blood pressure. *In Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol. 31*, 1999/3. s.456 – 463. ISSN 0195-9131.
- FORMÁNKOVÁ, A. 1987. Orientácia zamestnaných žien na telovýchovnú a športovú činnosť. *In Teorie a praxe tělesné výchovy*, 35, 1987/7. s.403 – 407.
- FITZGERALD, M. 2003. *The Complete triathlon book*. USA: Triathlete magazine 2003. 276 s. ISBN 0-7595-9792-8.
- FOSS, M.L., KETEYIAN, S.J. 1998. *Physiological Basis for Exercise and Sport*. USA: WCB/McGraw.Hill 1998. 620 s. ISBN 0-697-37618-4.
- FRANCIS, L.L, FRANCIS, P.R., WELSHONS-SMITH, K. 1985. Aerobic Dance Injuries: A Survey of Instructors. *In The Physician and Sportsmedicine, Vol. 13*, 1985/2. s. 105 – 111.
- FRIEL, J. 2003. *The cyclist's training bible*. USA: Joe Friel 2003. 278 s. ISBN 1-931382-21-2.
- FROLKIS, V.V. 1989. Pohybová aktivita, starnutie, dlhý vek. *In Tréner 2/1989*. preklad: Hlaváčová Emília. Bratislava: 1989. s. 116-118.
- GETTMAN, L.R 1977. *Physiological effects of circuit strength training and jogging on adult men*. Paper presented at the annual meeting of the Am. College of Sports Med., Chicago. 111 s.
- GETTMAN, L.R., AYERS, J.J., POLLOCK, M., JACKSON, A. 1978. The effect of circuit weight training on strength, cardiorespiratory function and body composition of adult men. *In Med. Sci. in Sport and Exerc. 10*, 1978/1. s. 171 - 176. ISSN 0195-9131.
- GOROSTIAGA, E.M., IZQUIERDO, M., HURRALDE, P. et al. 1999. Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *In Eur.J. of Appl. Physiol., Vol. 80*, 1999/5. s.485 - 493. ISSN 1432-1025 (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).
- GRAUSGRUBER, P., CACEK, J. 2008. *Sportovní gény*. Brno: Computer Press, 2008. 480 s. ISBN: 978-80-251-1873-3.

- GUTIN, B., CUCUZZO, N., ISLAM, S. et al. 1996. Physical training lifestyle education, and coronary risk factors in obese girls. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol 28*, 1996/1. s. 19 – 23. ISSN 0195-9131.
- HÄKKINEN, K., ALEN, M., KALLINEN, M., NEWTON, R.U., KRAEMER, W.J. 2000. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re – strength – training in middle-aged and elderly people. In *Eur. J. of Appl. Physiol. Vol. 83*, 2000/1. s.51 – 62. ISSN 1439-6327 (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).
- HAMAR, D. 1987. *Behom k zdraviu, radosti a zvyšovaniu kondície*. Bratislava: 1987. 32 s.
- HAMAR, D. 1989. *Všetko o behu*. Zdravotné aspekty, výživa a možnosti rekreačného bežca. Bratislava: 1989. 203 s.
- HAMAR, D., LIPKOVÁ, J. 1998. *Fyziológia telesných cvičení*. Bratislava: UK, 1998. s. 174. ISBN 80-223-1283-5.
- HAMM, M. 1996. Slimming – Making Weight For Sport. In *Sport Science Update, Vol. 2*, 1996/2. s. 1 – 2.
- HANDZO, P. 1988. *Telovýchovné lekárstvo*. Martin: Osveta, 1988. 164 s.
- HANSEN, J. 2005. *Natural Bodybuilding: A Proven program for developing a winning physique*. Human Kinetics, 2005. 313 s. ISBN: 0-7360-5346-8.
- HARRIS, A.D., CRAWFORD, S.A.G.M. 1986. Effects of weight and aerobic training on body fat. In *The New Zealand Journal of Sport Medicine, Vol. 14*, 1986/3. s. 66 – 69.
- HARTMANN, U., MADER, A., WASER, K., KIAUER, I. 1993. Peak force, velocity and power during five and ten maximal rowing ergometer strokes by world class female and male rowers. In *Intern. J. of Sports Med. Vol. 14*, 1993 - Supplement 1. s. 42 – 45.
- HASKELL, W.L. 1994. The efficacy and safety of exercise programs in cardiac rehabilitation. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol 25*, 1994/9. s. 815 – 819. ISSN 0195-9131.
- HATFIELD, F.C. 1984. *Bodybuilding: A Scientific Approach*. Illinois: Contemporary Books, 1984. 276 s. ISBN: 0-8092-5458-1.
- HAYASHI, S., ASO, H., WATANABE, K., NARA, H., ROSE, M.T., OHWADA, S., YAMAGUCHI, T. 2004. Sequence of IGF-I, IGF-II, and HGF expression in regenerating skeletal muscle. In *Histochem Cell Biol.* 2004. 122, 427–434.
- HILL, D.W., LEIFERMAN, J.A., LYNCH, N.A., DANGELMAIER, B.S., BURT, S.E. 1998. Temporal specificity in adaptation to high intensity exercise training: In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol. 30*, 1998/3. s. 450 – 455. ISSN 0195-9131.

- HIRVONEN, J., REHUNEN, S., RUSKO, H., HÄRKÖNEN, M. 1987. Breakdown of high-energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise. In *Eur. J. of Appl Physiol and Occup. Physiol.* 1987. 56 (3): 253-259.
- HODAŇ, B. 1989. Změna pohybového režimu jako podmínka změn vybraných ukazovatelů způsobů života. In *Sborník kateder tělesné výchovy a tělovýchovného lékařství, svazek 21.* Olomouc: 1989. s.183 –213.
- HOUGH, D.O., RAY, R. 1994. Stress Fractures. In *Gatorade Sports Science Institute, Vol. 7,* 1994/1. s. 48.
- HRČKA, J. 1986. Pokus o stanovenie normy objemu racionálnej motorickej činnosti osôb v mimopracovnom čase. In *Teor. Praxe Těl.Vých.,34,* 1986/2. s. 70 – 75. ISSN 0040-358X.
- HRČKA, J. 1987. Ekonomické faktory rekreačnej telesnej výchovy. In *Teor. Praxe Těl.Vých.* 35, 1987/8. s.471 – 477. ISSN 0040-358X.
- HRČKA, J. 1990. Športovo – rekreačné programy v pracovnom procese a v cestovnom ruchu. In *Teor.Praxe Těl.Vých,* 38, 1990/7. s. 442 – 446. ISSN 0040-358X.
- HRČKA, J., DRDÁČKÁ, B. 1992. *Rekreačná TV a šport.* Bratislava: SPN, 1992. 182 s. ISBN 80-08-00486-X.
- HRČKA, J. 1997. Vytváranie vzťahu k športovo – rekreačným aktivitám. In *Športová aktivita v rodine. Zborník z celoslovenského vedeckého seminára.* Bratislava: 1997. s. 42 – 48. ISBN 80-88901-08-1.
- HRČKA, J. 2000. *Šport pre všetkých. Tvorba športovo – rekreačných programov.* Prešov: ManaCon, 2000. s.117. ISBN 80-85668-97-1.
- HUBKA, J. 1981. Optimálna úroveň telovýchovnej aktivity obyvateľstva. In *Teor. Praxe Těl. Vých., 31,* 1981/7. s. 402 – 406.
- HULTMAN, E., BERGSTRÖM, J., ANDERSON, T., McLENNAN, N. 1967. Breakdown and Resynthesis of Phosphorylcreatine and Adenosine Triphosphate in Connection with Muscular Work in Man. *Scandinavian J. of Clinical and Laboratory Investigation,* 1967. 19 (1): 56 – 66.
- CHILIBECK, P.D., CALDER, A.W., SALE, D.G., WEBBER, C.E. 1997. A comparison of strength and muscle mass increases during resistance training in young women. In *Eur. J. of Appl. Physiol. Vol. 77,* 1997/1-2. s. 170 – 175. ISSN 1432-1025 (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).
- CHIN, E.R., ALLEN, D.G. 1998. The contribution of pH-dependent mechanisms to fatigue at different intensities in mammalian single muscle fibres. In *The Journal of Physiol.* 1998. 512, 831-840.

- CHOI, P.Y., VAN HORN, J.D., PICKER, D.E., ROBERTS, H.I. 1993. Mood changes in women after an aerobics class a preliminary study. In *Health Care Women International* 1993/14. s. 167 – 177.
- CHOUTKA, M. 1976. *Didaktika sportu*. Praha: SPN, 1976. 139 s.
- CHOUTKA, M. 1983. *Teorie a didaktika sportu*. Praha: SPN, 1983. 199 s.
- CHOUTKA, M., DOVALIL, J. 1991. *Sportovní trénink*. Praha: Olympia, 1991. 333 s. ISBN 80-7033-099-6.
- CHOVANOVÁ, E., MAJHEROVÁ, M. 2013. Účinnosť netradičných pohybových a športových hier na rozvoj koordinačných schopností žiakov školského veku. Prešov: Prešovská univerzita v Prešove, Fakulta športu, 2013. s. 134. ISBN 978-80-555-1025-5.
- CHOVANOVÁ, E., MAJHEROVÁ, M. 2010. *Rozvoj koordinačných schopností detí prostredníctvom vybraných pohybových hier a cvičení*. Prešov: PU v Prešove, 2010, 127s. ISBN 978-80-555-0191-8.
- CHRISTMASS, M.A., DAWSON, B., PASSERETTO, P., ARTHUR, P.G. 1999. A comparison of skeletal muscle oxygenation and fuel use in sustained continuous and intermittent exercise. In *Eur. J. of Appl. Physiol*, Vol. 80, 1999/5. s. 423 – 435. ISSN 1432-1025 (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).
- CHYTRÁČKOVÁ, J. 1999. *Hodnocení tělesného tuku*. Praha, 1999. 16 s.
- IZQUIERDO, M., AQUARDO, X., GONZALEZ, R. et al. 1999. Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. In *Eur.J. of Appl. Physiol. Vol. 79*, 1999/3. s. 260 – 267. ISSN 1432-1025 (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).
- JÄÄSKELÄINEN, A., SCHWAB, U., KOLEHMAINEN, M., KAAKINEN, M., SAVOLAINEN, M.J., FROGUEL, P., CAUCHI, S., JÄRVELIN, M.R., LAITINEN, J. 2013. Meal Frequencies Modify the Effect of Common Genetic Variants on Body Mass Index in Adolescents of the Northern Finland Birth Cohort 1986. In *PLoS One*. 2013; 8(9): e73802.
- JACKSON, A.S., POLLOCK, M.L. 1985. Practical assessment of body composition. In *Physician Sport Med*, 1985. 13: 76-90.
- JUNGER, J. 1991. *Didaktika športu pre všetkých*. Košice: PF UPJŠ v Prešove, 1991. 130 s. ISBN 80-7097-130-4.
- JUNGER, J. 1996. Sociálne aspekty športu pre všetkých. In: *Bulletin ŠPV č. 16*. Bratislava: SZ RTVŠ 1996. s. 19 – 25.
- JUNGER, J., ZUSKOVÁ, K. 1998. *Pohybové programy pre všetkých*. Prešov: FHPV, 1998. 99s. ISBN 80-88885-32-9.

- JURČA, R., STEJSKAL, P., MÜNSTEROVÁ, P., SALINGER, J., KALINA, M., ŠLACHTA, R., ELFMARK, M. 1999. Délka cvičení a variabilita srdeční frekvence. In *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, Vol 8, 1999/4. s. 99 – 105. ISSN 1210-5481.
- JURSÍK, D. et al. 1990. *Plávanie – Učebnica pre školenie trénerov*. Bratislava: Šport, slovenské telovýchovné vydavateľstvo 1990. 132 s. ISBN: 80-7096-107-4.
- KANEHISA, H., NAGAREDA, H., KAWAKAMI, Y. et al. 2002. Effects of equivolume isometric training programs comprising medium or high resistance on muscle size and strength. In *Eur. J. of Appl. Physiol.* Vol. 87, 2002/2. s. 112 - 119. ISSN 1439-6327 (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).
- KANEHISA, H., MIYATANI, M., AZUMA, K. et al. 2004. Influences of age and sex on abdominal muscle and subcutaneous fat thickness. In *Eur. J. of Appl. Physiol.* Vol. 91, 2004/5 – 6. s. 534 - 537. ISSN 1439-6327 (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).
- KASA, J. 1995. *Antropomotorika. Materiály na semináre*. Bratislava: UK, 1995. 128 s. ISBN 80-223-0869-2.
- KASA, J. 2000. *Športová antropomotorika*. Bratislava: Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport, 2000. 209 s. ISBN:80-968252-3-2.
- KASA, J. 2001. *Športová kinantropológia (Terminologický a výkladový slovník)*. Bratislava: SVSTV, FTVŠ UK Bratislava 2001. 113 s. ISBN: 80-968252-8-3.
- KAURANEN, K., SIIRA, P., VANHARANTA, H. 1999. Strength training for 1 h. in humans: effect on the motor performance of normal upper extremities. In *Eur. J. of Appl. Physiol.* Vol. 79, 1999/5. s. 383 – 390. ISSN 1432-1025 (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).
- KEMPER, H.C.G. 2001. The fitness and activity paradox: are we fit because we are active? Or are we active because we are fit? In *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis. Proceedings of the Sport Kinetics*, Vol.6, 2001. Supplement s. S22 – S23. ISSN 1406-9822.
- KERR, D., MORITONI, A., DICK, I., PRINCE, R. 1996. Exercise effect of bone mass in postmenopausal women are site – specific and load – dependent. In *Journal Bone Mineral Research* 11, 1996. s. 218 – 225.
- KESKI-RAHKONEN, A., KAPRIO, J., RISSANEN, A., VIRKKUNEN, M., ROSE, R.J. 2003. Breakfast skipping and health-compromising behaviors in adolescents and adults. In *Eur J Clin Nutr.* 2003 Jul;57(7):842-53.
- KLOUDOVÁ, M. 1989. Úloha tělovýchovního procesu při tvorbě pohybových režimů. In *Lékař a tělesná výchova*. Praha: 1989/17. s. 14 – 17.
- KMEC, J., KOPČEK, I. 1995. *Hard Boybuilder. Niekoľko ciest k jednému cieľu*. Vranov: Hardbody, 1995. 112 s.

- KNUTTGEN, H.G. 1995. Force, Work and Power in Athletic Training. In *Gatorade Sports Science Institute, Vol. 8, 1995/4.* s. 57.
- KOCIÁN, J. 1995. *Osteoporóza a osteomalacie.* Praha, Triton: 1995. 171 s. ISBN 80-85875-11-X.
- KOLEKTÍV. 2002. *Telesná výchova a šport.* Zostavovateľka: V. Bebčáková, Prešov: 2002. 103 s. ISBN 80-8068-092-2.
- KOLOUCH, V. 1985. Posilování v pohybovém režimu žen. In *Sborník ref. „Brněnské dny zdravotní TV a jogových cvičení“* Brno: 1985. s. 81 – 83.
- KOLOUCH, V. 1990. Na pomoc trenérům kulturistiky. In *Tréner, 34, 1990/4.* s. 248.
- KOMADEL, Ľ., HAMAR, D., NÁPRAVNÍK Č. 1985. *Telovýchovné lekárstvo.* Bratislava: SPN, 1985. 344 s.
- KOMADEL, Ľ., HAMAR, D., NAPRAVNÍK, Č., TINTÉRA, J. 1986. *Telovýchovné lekárstvo.* Bratislava: SNP, 1986. 340 s.
- KOMADEL, Ľ. a kol. 1997. *Telovýchovnolekárske vademecum.* Bratislava: 1997. ISBN 80-967806-3-8.
- KOS, B., ŽIŽKA, J. 1986. *Posilovací gymnastika.* Praha: Olympia, 1986. 307 s.
- KOSTEK, M.A., PESCATELLO, L.S. et al. 2007. Subcutaneous fat alterations resulting from an upper-body resistance training program. In *Med Sci. In Sports Exerc. 2007*
- KOSZUTA, L.E. 1986. Low-Impact Aerobics: Better Than Traditional Aerobic Dance? In *The Physician and Sportsmedicine Vol. 14, 1986/7.* s. 156 – 161.
- KRAEMER, W.J., AGUILERA, B.A. et al. 1995. Responses of IGF-I to endogenous increases in growth hormone after heavy-resistance exercise. In *J. of Appl. Physiol., 1995. 79 (4):* 1310-1315.
- KRAEMER, W.J., MAZZETTI, S.A., NINDL, B.C. et al. 2001. Effect of resistance training on womens strength/power and occupational performances. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol. 33, 2001/6.* s. 1011 – 1025. ISSN 0195-9131.
- KRAEMER, W.J., RATAMESS, N.A. 2005. Hormonal Responses and Adaptations to Resistance Exercise and Training. In *Sports Medicine, 2005. 35 (4):* 339-361.
- KREJČÍ, M., MAN, F. 1990. Využití tělesných cvičení ke znižování stresu, úzkosti a depresivních stavů. In *Teorie a Praxe Těl. Vých.38, 1990/1.* s. 53 – 60. ISSN 0040-358X.
- KREMS, C., CUHRMANN, P.M., NEUHAUSER, M., BERTHOLD. D. 2004. Physical activity in young and elderly subjects . In *J. of Sport Med.and Physical Fitness, Vol 44, 2004/1* s.71 – 77 (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).
- KROTKIEWSKI, M. 2009. Can Body Fat Patterning Be Changed? In *J. of internal Med. 2009.*

- KUČERA, M. 1990. Tělesná zátěž a pohybový systém. In *Tělesná Výchova Mládeže* 57, 1990/3. s. 92 – 94.
- KUČERA, M. a kol. 1997. *Pohybový systém a zátěž*. Praha: Grada, 1997. 252 s. ISBN 80-7169-258-1.
- KYSELOVIČOVÁ, O. 1995. Aerobik. In *Šport pre všetkých. Bulletin SOV* 1995. 15 s. 5-28.
- KWON, M.S., KRAVITZ, L. 2004. How do muscles grow? In *Physiological Reviews*, 2004. 84: 209-238.
- LABUDOVÁ, J. 1978. Pohybovou aktivitou proti tučnote. In *Tréner 10*. Bratislava: 1978. s.462-466.
- LABUDOVÁ, J. 1990. Telesnými cvičeniami k zdraviu a kráse žien. In *Tréner*. 1990/4. s. 217 - 232.
- LABUDOVÁ, J. 1998. Východiská k optimalizácii pohybových programov obyvateľov SR. *Zborník výstupov z grantového projektu č.95/5195/233, UK*, Bratislava: 1998. 84s. ISBN 80-233-1365-3.
- Le MURA, L.M., Von DUVILLARD, S.P., ANDREACCI, J., KLEBEZ, J.M. - CHELLAND, S.A., RUSSO, J. 2000. Lipid and lipoprotein profiles, cardiovascular fitness, body composition, and diet during and after resistance, aerobic and composition training in young women. In *Eur. J. of Appl. Physiol. Vol. 82*, 2000/5-6. s.451 – 458. ISSN 1439-6327 (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).
- LI, J.L., WANG, X.N., FRASER, S.F., CAREY, M.F., WRIGLEY, T.V., McKENNA, M.J., 2002. Effects of fatigue and training on sarcoplasmic reticulum Ca²⁺ regulation in human skeletal muscle. In *Journal of Applied Physiology*, 2002. 92 (3) 912-922.
- LIU, Y., HEINICHEN, M., WIRTH, K., SCHMIDTBLEICHER, D., STEINACKER, J.M. 2008. Response of growth and myogenic factors in human skeletal muscle to strength training. In *British Journal of Sports Medicine*, 2008. 42: 989-993.
- MA, Y., BERTONE, E.R. et al. 2003. Association between Eating Patterns and Obesity in a Free-living US Adult Population. In *Am. J. Epidemiol. (2003) 158 (1): 85-92. doi: 10.1093/aje/kwg117*.
- MACALUSO, A., DeVITO, G. 2004. Comparison between young and older women in explosive power output and its determinants during a single leg-press action after optimisation of load. In *Eur. J. of Appl. Physiol. Vol. 90*, 2003/5 – 6. s.458 - 463. ISSN 1439-6327 (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).
- MacDONALD, P.R. 1983. Physiological effects of 6 weeks sequence training. In *British Journal of Sports Medicine*, 17/1983. s. 76 – 83.

- MacDOUGALL, J.D., SALE, D.G., ELDER, G.B., SUTTON, J.R. 1982. Muscle ultrastructural characteristics of elite powerlifters and bodybuilders. In *Eur. J. of Appl. Physiol. and Occup. Physiol.* 1982. 48 (1): 117-126.
- MacDOUGALL, J.D., SALE, D.G., ALWAYS, S.E., SUTTON, J.R. 1984. Muscle fiber number in biceps brachii in bodybuilders and control subjects. In *Journal of Applied Physiology*, 1984. 57 (5): 1399-1403.
- MÁČEK, M. 2001. Pohybová aktivita při chronických chorobách dýchacího ústrojí u dětí a dospělých. In *Med. Sportiva Bohemica & Slovaca Vol 10*, 2001/1. s. 1 – 10. ISSN 1210-5481.
- MADSEN, K.L., ADAMS, W.C., Van LOAN, M.D. 1998. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol. 30*, 1998/1. s. 114 – 120. ISSN 0195-9131.
- MARKS, B.J., WARD, A., MORRIS, D.H., CASTELLANI, J., RIPPE, J.M. 1995. Fat free mass is maintained in women following a moderate diet and exercise program. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol. 27*, 1995/9. s. 1243 – 1251. ISSN 0195-9131.
- MASOPUSTOVÁ, K. et al. 1998. *Basic - licence "B"* Praha: 1998. 96 s.
- MASTNÁ, B. 1999. *Nadváha a obezita. Proč a jak tloustneme – boj s obezitou*. Praha: Triton, 1999. 47 s. ISBN 80-7254-067-X.
- MASUDA, K., CHOI, J.Y., SHIMOJO, H., KATSUTA, S. 1999. Maintenance of myoglobin concentration in human skeletal muscle after heavy resistance training. In *Eur. J. of Appl. Physiol. Vol. 79*, 1999/4. s.347 – 352. ISSN 1432-1025 (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).
- McCALL, G.E., BYRNES, W.C., DICKINSON, A. PATTANY, P.M., FLECK, S.J. 1996. Muscle fiber hypertrophy, hyperplasia, and capillary density in college men after resistance training. In *Journal of Applied Physiology*, 1996 81(5): 2004- 2012.
- McCARTNEY, N. 1998. Role of resistance training in heart disease. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol.30*, 1998/10. Supplement, s. S396 – S402. ISSN 0195-9131.
- McCARTNEY, Neil. 1999. Acute responses to resistance training and safety. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol. 31*, 1999/1. s.31 – 37. ISSN 0195-9131.
- McCORD, P., NICHOLS, J., PATTERSON, P. 1989. The effect of low impact dance training on aerobic capacity submaximal heart rates and body composition of college-age females. In *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, Vol 29*, 1989/2. s. 184 – 188.
- McDONAGH, M.J.N., DAVIES, C.T.M. 1984. Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. In *Eur. J. of Appl. Physiol.* 1984. No 52, s. 139 – 155.
- McDONALD, L. 2008. *The Stubborn Fat Solution. Salt Lake City: Lee McDonald* 2008. 93 s.
- MĚKOTA, K., BLAHUŠ, P. 1983. *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha, SPN: 1983. 336 s.

- MELICHA, J. et al. 1995. *Fyziologie tělesné zátěže II.: Speciální část – 2. díl* Praha: Karlova univerzita, 1995. 162 s. ISBN: 80-7184-039-4.
- MENCÁK, L. 1990. Pohybová aktivita – klíč k telesnej rovnováhe. In *Tréner* 34, 1990/6. s. 338 – 342.
- MESSONNIER, L., KRISTENSEN, M., JUEL, C., DENIS, C. 2007. Importance of pH regulation and lactate/H⁺ transport capacity for work production during supramaximal exercise in humans In *J. of Appl. Physiol*, 2007. 102, 1936-1944.
- MINAROVJECH, V. 1988. *Pohybom k aktívne mu zdraviu*. Bratislava: Šport, 1988. 156 s.
- MIŠÚROVÁ, E. 1993. *Molekulárna biológia*. Košice: UPJŠ, Prírodovedecká fakulta 1993.
- MOHR, M., NORDSBORG, N., NIELSEN, J.J., PEDERSEN, L.D., FISCHER, C., KRUSTRUP, P., BANGSBO, J. 2004. Potassium kinetics in human muscle interstitium during repeated intense exercise in relation to fatigue. In *Pflügers Archiv Eur. J. of Physiol.* 2004. 448 (4): 452-456. ISSN: 1432-2013 (Online) <http://jp.physoc.org/content/554/3/857.full>.
- MORAVEC, R., KAMPMILLER, T., SEDLÁČEK, J. a kol. 1996. *Eurofit*. Bratislava: 1996. 180 s. ISBN 80-967487-1-8.
- MORGANTI, CH.M., NELSON, M.E, FIATARONE M.A. et al. 1995. Strength improvements with 1 yr of progressive resistance training in older women. In *Med. Sci. in Sport and Exerc.* 27, 1995. s. 906 – 912. ISSN 0195-9131.
- NEČÁSEK, J., CETL, I. et. al. 1979. *Obecná genetika*. Praha: SNP, 1979. 565 s.
- NICKLAS , T.A., BARANOWSKI, T., CULLEN, K.W., BERENSON, G. 2001. Eating Patterns, Dietary Quality and Obesity. In *J. of the Am. College of Nutr.* Vol.20, Issue 6, 2001.
- NIELSEN, J.J. et al. 2004. Effects of high-intensity intermittent training on potassium kinetics and performance in human skeletal muscle. In *J. of Physiol.* 2004. ISBN 554-857-870.
- NIEMAN, D.C. 1990. *Fitness and sports medicine: An introduction*. Palo Alto, Bull Publishing Company: 1990. 566 s.
- NIEMAN, D.C. 1992. Exercise, Immunity and Respiratory Infections. In *Gatorade Sports Science Institute, Vol. 5*, 1992/4. s. 39.
- NILSEN, S.T. 2009. *Rowing*. FISA Development program 2009.
- NOTOMI, T., OKOZAKI, L., OKIMOTO, N. et al. 2001. A comparison of resistance and aerobic training for mass, strength and turnover of bone in growing rats. In *Eur. J. of Appl. Physiol.* Vol. 83, 2001/6. s. 469 – 474. ISSN 1439-6327 (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).

- O'HAGAN , F.T., SALE, D.G., MacDOUGALL, D.J., GARNER, S.H. 1995. Comparative effectiveness of accommodating and weight resistance training modes. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol. 27*, 1995/8. s. 1210 – 1219. ISSN 0195-9131.
- OLSON S.L., EDELSTEIN E. 1968. *Spot Reduction of Subcutaneous Adipose Tissue*. American Association for Health, Physical Education and Recreation 1968.
- PAVLÍK, J. 1996. *Silové schopnosti člověka*. Antologie publikovaných zahraničních prací s komentářem. Brno: 1996. 56 s. ISBN 80-210-1462-8.
- PETRELLA, J.K.· KIM, J., MAYHEW, D.L., CROSS, J.M., BAMMAN, M.M. 2008. Potent myofiber hypertrophy during resistance training in humans is associated with satellite cell-mediated myonuclear addition: a cluster analysis. In *J. of Appl.Physiol.* 2008. 104: 1736-1742.
- POLLOCK, M.L., WILMORE, J.H., FOX, S.M. 1984. *Exercise in Health and Disease*. Philadelphia: 1984. s. 68 – 74.
- POLLOCK, M.L., EVANS, W.J. 1999. Resistance training for health and disease: introduction. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol.31*, 1999/1. s. 10 – 11. ISSN 0195-9131.
- PRICE, T.B. - KENNAN, R.P. - GORE, J.C. 1998. Isometric and dynamic exercises studied with echo planar magnetic resonance imaging. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol. 30*, 1998/9. s. 1374 – 1380. ISSN 0195-9131.
- ROBERGS, R.A., GHIASVAND, F., PARKER, D. 2004. Biochemistry of exercise- induced metabolic acidosis. In *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2004. 287 (3): 502 – 516.
- ROKYTA, R. et al. 2000. *Fyziologie*. Praha: ISV 2000. 359 s. ISBN: 80-85866-45-5.
- RUTHERFORD, O.M., JONES, D.A. 1986. The role of learning and coordination in strength training. In *Eur. J. of Appl. Physiol. Vol. 55*, 1986/1. s. 100-105. ISSN 1432-1025 (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).
- SALE, D.G., MacDOUGALL, J.D., ALWAY, S.E., SUTTON, J.R. 1987. Voluntary strength and muscle characteristics in untrained men and female and male bodybuilders. In *Journal of Applied Physiology*, Vol. 62, 1987. s. 1786 – 1793.
- SALE, D.G. 1988. Neural adaptation to resistance training. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol 21*, 1988/5. Supplement, s. S135 – S145. ISSN 0195-9131.
- SALE, D.G., MARTIN, J.E., MOROZ, D.E. 1992. Hypertrophy without increased isometric strength after weight training. In *Eur. J. of Appl.Physiol. Vol. 64*, 1992/1. s. 51 - 55. ISSN 1432-1025 (<http://proquest.umi.com /pqdweb?RQT>).
- SANBORN, CH.F. 1990. Exercise, Calcium and Bone Density. In *Gatorade Sports Science Institute, Vol. 3*, 1990/4. s. 24.

- SELIGER, V., CHOUTKA, M. 1982. *Fyziologie sportovní výkonnosti*. Praha: Olympia, 1982. 120 s.
- SELIGER, V., HAVLÍČKOVÁ, L., NOVOTNÝ, V. et al. 1976. Výsledky měření ukazatelů fyzické zdatnosti populace ČSSR ve věku 12 – 55 r. In *TaP TV 24*, 1976/6. s. 328 – 333.
- SELIGER, V., VINAŘICKÝ, R., TREFNÝ, Z. 1980. *Fysiologie tělesných cvičení*. Praha: Avicenum 1980. 347 s.
- SHEEHAN, M.S., TATSUMI, R., TEMM-GROVE, C.J., RONALD, E., ALLEN, R.E. 2000. HGF is an autocrine growth factor for skeletal muscle satellite cells in vitro. In *Muscle & Nerve*, 2000. 23 (2): 239 – 245.
- SHEPHARD, R.J., BOUCHARD, C. 1995. Relationship between perception of physical activity and health-related fitness. In *J. of Sports Med. and Phys. Fitness*, Vol 35, 1995/3. s. 149 – 158.
- SHINOHARA, M., KOUZAKI, M., YOSHIHISA, T., FUKUNAGA, T. 1997. Efficacy of tourniquet ischemia for strength training with low resistance. In *Eur. J. of Appl. Physiol. Vol. 77*, 1997/1-2. s. 189 – 191. ISSN 1432-1025 (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).
- SCHLUNDT, D.G., HILL, J.O., SBROCCO, T., POPE-CORDLE, J., SHARP, T. 1992. The role of breakfast in the treatment of obesity: a randomized clinical trial. In *Am J Clin Nutr March 1992 vol. 55 no. 3* 645-65.
- SCHNECK, D.J. 1994. *Mechanics of Muscle*. New York University Press: Biomedical Engineering series, 1994. 353 s. ISBN 0-8147-7935-2.
- SIDERS, W.A., BOLONCHUCK, W.W., LUKASKI, H.C. 1991. Effects of participation in a collegiate sport season on body composition. In *J. of Sport Med. and Phys. Fitness*, Vol. 31, 1991/4. s. 571 – 577.
- SILBERNAGL, S., DESPOPOULUS, S. 1993. *Atlas fyziologie člověka*. Praha: Avicenum, 1993. ISBN: 80-85623-79-X.
- SJØGAARD, G. 2003. Potassium and fatigue: the pros and cons. In *Acta Physiologica Scandinavica* 156 (3): 257 – 264.
- SKOPOVÁ, M., BLAHUŠOVÁ, E. 1991. *Rytmické druhy gymnastiky v pohybové rekreaci*. Praha: UK, 1991. 136 s.
- SMITHOVÁ, K. 1995. *Walk fit. Chôdzou ku zdraviu*. Bratislava: 1995. 165 s. ISBN 80-88799-02-3.
- SORICHTER, S., MAIR, J., KOLLER, A. et al. 1997. Muscular adaptation and strength during the early phase of eccentric training: influence of training frequency. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol. 29*, 1997/12. s.1646 – 1652. ISSN 0195-9131.
- SOUMAR, L. 1998. *Kondice a zdraví*. Průvodce aerobním cvičením. Praha: 1998. 102 s.

- SPIERING, B.A., KRAEMER, W.J. et al. 2009. Elevated endogenous testosterone concentrations potentiate muscle androgen receptor responses to resistance exercise. In *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 2009. 114 (3-5): 195-199.
- SPRIET, L.L., LINDINGER, M.I., MCKELVIE, R.S., HEIGENHAUSER, G.J., JONES, N.L. 1989. Muscle glycogenolysis and H⁺ concentration during maximal intermittent cycling. In *Journal of Applied Physiology*, 1989. 66 (1): 8-13.
- STALLKNECHT, B., DELA, F., HELGE, J.W. 2006. Are blood flow and lipolysis in subcutaneous adipose tissue influenced by contractions in adjacent muscles in humans? In *American Journal of Physiology*, 2006.
- STANFORTH, D., STANFORTH, P.R. 1993. Aerobic requirement of bench stepping. In *International Journal of Sports Medicine*, Vol 14, 1993. s. 129-133.
- STARKEY, D.B., POLLOCK, M.L., ISHIDA, Y. et al. 1996. Center for Exercise Science, Department of Medicine and Exercise and Sport Sciences, University of Florida. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol. 28*, 1996/10. s. 1311 – 1320. ISSN 0195-9131.
- STARON, R.S., MALICKY, E.S., LEONARDI, M.J. et al. 1990. Muscle hypertrophy and fast fiber type conversions in heavy resistance-trained women. In *Eur. J. of Appl. Physiol. Vol. 60*, 1990. s. 71 – 79.
- STEFFEN, P.R. et al. 2001. Effects of exercise and weight loss on blood pressure during daily life. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol. 33*, 2001/10. s. 1635 – 1640. ISSN 0195-9131.
- STIFF, M., VERKHOSHANSKY, J. 2004. *Superentrenamiento*. Barcelona: Editorial Paidotribo, 2004. 563 s. ISBN: 84-8019-465-0.
- STONE, W.J., COULTER, S.S. 1994. Strength/endurance effects from three resistance training protocols with women. In *Journal Strength Conditioning Research*, Vol.8, 1994, s. 231 – 234.
- SUKOP, J. 1997. Zavislost vyvojových zmien svalovej sily na somatickeom rozvoji. In *Těľ Vých. Sport. Mlád.*, 63, 1997/3 s. 40 – 42.
- SÝKORA, F., KOSTKOVÁ, J. et al. 1985. *Didaktika tělesné výchovy*. Praha: SPN, 1985. 216 s.
- SÝKORA, F. et al. 1995. *Telesná výchova a šport*. Terminologický a výkladový slovník. 2.zv. Ed: Ďurič, L. a kol. Bratislava: FF UK, FTVŠ UK, FR & spol. s.r.o., 1995. 402 s.
- SZAJEWSKA, H., RUSZCZYNSKI, M. 2010. Systematic review demonstrating that breakfast consumption influences body weight outcomes in children and adolescents in Europe. In *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2010 Feb;50(2):113-9. doi: 10.1080/10408390903467514.
- ŠIMONEK, J. 1993. Model pohybovej aktivity dospelého človeka a pre zdravie. In *Bulletin ŠPV č. 8: Pohybová aktivita v postproduktívnom veku*. Bratislava: SZ RTVŠ 1993. s. 9 – 14.

- ŠIMONEK, J. 1996. Východiská tvorby kondičných programov pre dospelých. In *Bulletin ŠPV č. 16: Cesta k zdraviu*. Bratislava: SZ RTVŠ, 1996. s. 39 – 45.
- ŠIMONEK, J. 1998. Silové cvičenia v programe pohybovej aktivity mužov. In *Bulletin Šport pre všetkých č. 19: Aktivity dňa športu a rozvoj zdatnosti*. Bratislava: SZ RTVŠ 1998. s. 50 – 54.
- ŠIMONEK, J. 1999. Aeróbne pohybové aktivity a zdravie. In *Bulletin Šport pre všetkých č. 21: Pohyb ako prevencia kardiovaskulárnych porúch*. Bratislava: SZ RTVŠ 1999. s. 41 – 47.
- ŠTULRAJTER, V., SCHOLTZOVÁ, A. 1999. Vonkajšie prejavy srdcovej činnosti a ich využitie v praxi. In *Bulletin Šport pre všetkých č. 21: Pohyb ako prevencia kardiovaskulárnych porúch*. Bratislava: SZ RTVŠ 1999. s.17 – 26.
- ŠVARC, H. 1998. Sto a jeden dôvod proč se nebát posilovny. In *Těl. Vých. Sport Mlád.*, 64, 1998/2. s. 32 – 33. ISSN 1210-7689.
- TATSUMI, R., ANDERSON, J.E., NEVORET, C.J., HALEVY, O., ALLEN, R.E. 1997. HGF/SF Is Present in Normal Adult Skeletal Muscle and Is Capable of Activating Satellite Cells. In *Developmental Biology*, 1998. 194 (1): 114-128.
- TERJUNG, R.L. 1995. Muscle adaptation to aerobic training. In *Gatorade Sports Science Institute, Vol. 8*, 1995/1, s. 54 – 55.
- TESCH, P.A., KARLSSON, J. 1985. Muscle fiber types and size in trained and untrained muscles of elite athletes. In *J. of Appl. Physiol.* 1985. 59 (6): 1716-1720.
- THOMSON, J. 1996. *Tone Up Lose Weight Change Shape*. London: Thorsons, 1996. 88 s.
- TIMLIN, M.T., PEREIRA, M.A., STORY, M., NEUMARK-SZTAINER, D. 2008. Breakfast Eating and Weight Change in a 5-Year Prospective Analysis of Adolescents: Project EAT (Eating Among Teens). In *Pediatrics*. Vol. 121 No. 3 March 1, 2008 pp. e638 -e645 (doi: 10.1542/peds.2007-1035).
- TORIOLO, A.L. 1984. Influence of 12 week jogging on body fat and serum lipids. In *British Journal of Sport Medicine Vol. 18*, 1984. s. 13 – 17.
- TOSCHKE, A.M., KÜCHENHOFF, H., KOLETZKO, B., KRIES, R.V. 2005. Meal Frequency and Childhood Obesity. In *Obesity a Research Journal* .Vol. 13, Issue 11, pages 1932–1938.
- TRAPPE, T.A., FLUCKEY, J.D., WHITE, F., LAMBERT, C.P., EVANS, W.J. 2001. Skeletal Muscle PGF_{2α} and PGE₂ in Response to Eccentric Resistance Exercise: Influence of Ibuprofen and Acetaminophen. In *J. of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2001. 86 (10): 5067-5070.
- TROJAN, S. et al. 1999. *Lékařská fyziologie*. Grada 1999. 616 s. ISBN: 80-7169-788-5.
- TRŠKA, J. 1990. Kondičná kulturistika. In *Tréner* 7/1990. s. 409-414.
- TVRZŇÍK, A., SEGEŤOVÁ, J. 1998. *Síla pro všechny*. Praha: 1998. 96 s. ISBN 80-7169-471-1.

- VANĚK, P. 2001. Posilování ve školní tělesné výchově. In: *Tělesná Výchova Sport Mládeže*, 67, 2001/4. s. 20 – 30. ISSN 1210-7689.
- VÍŤAZKA, J. 1974. K problematice výberu, dávkovania a normovania racionálnej fyzickej aktivity všeobecnej populácie. In *Volný čas a športovo – rekreačná aktivita občanov. Príspevky zo seminára Vedeckej rady SÚV ČSZTV*. Bratislava: Šport, 1974. s. 33 – 41.
- VOMÁČKA, V. 1986. *Základy posilování pro posluchače FTVS*. Praha: SPN, 1986. 77 s.
- WAEHNER, P. 2004. *Strength Training for Beginners*. (<http://www.exercise.about.com/cs/exbeginners/a/begstrength1.html>).
- WALLACE, M.B., MOFFATT, R.J., HANCOCK, L.A. 1990. The Delayed Effects of Heavy Resistance Exercise on Plasma Volume Shifts. In *J. of Strength and Condit. Res.* 1990. 4 (4).
- WALKER, M., KLENTROU, P., CHOW, R., PLYLEY, M. 2001. Longitudinal evaluation of supervised versus unsupervised exercise programs for the treatment of osteoporosis. In *Eur. J. of Appl. Physiol. Vol. 83*, 2001/4,5. s. 349 - 355. ISSN 1439-6327 (<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT>).
- WEIDER, J., REYNOLDS, B. 1989. *Joe Weider's Ultimate Bodybuilding*. Chicago - New York: 1989. 508 s. ISBN 0-8092-4715-1.
- WESTERBLAD, H., ALLEN, D.G. 2002. Recent Advances in the Understanding of Skeletal Muscle Fatigue. In *Curr Opin Rheumatol.* 2002. 14 (6).
- WILLIAMS, P. 2000. *Exercise throughout life*. Mainstream publishing company Edinburgh ltd. 2000. s.255. ISBN 1 84018 273 3.
- WILLIAMSON, D.L., GALLAGHER, P.M., CARROLL, C.C., RAUE, U., TRAPPE, S.W. 2001. Reduction in hybrid single muscle fiber proportions with resistance training in humans. In *Appl. Physiol* 2001. 91 (5): 1955-1961.
- WILMORE, J.H. 1974. Alterations in strength, body composition and anthropometric measurements consequent to a 10-week weight training program. In *Med. Sci. in Sport and Exerc. Vol. 6*, 1974/2. s. 133 - 138. ISSN 0195-9131.
- WILMORE, J.H., COSTILL, D.L. 1994. *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics: 1994. 544 s. ISBN 0-87322-693-3.
- WRIGHT, S. 1970. *Klinická fyziologie*. Praha: Avicenum: Zdravotnícke nakladateľstvo, 1970. 677 s.
- ZACIORSKIJ, V.M. 1970. *Tělesné vlastnosti sportovce*. Praha: UK, 1970.159 s.
- ZATSIORSKY, V., KRAEMER, W.J. 2006. *Science and Practice of Strength Training*. Human Kinetics, 2006. 251 s. ISBN: 13: 978-0-7360-5628-1.

ZRUBÁK, A., ŠTULRAJTER, V. et al. 1999. *Fitniss*. Bratislava: UK 1999. 148 s. ISBN 80-223-1366-1.

ZUSKOVÁ, K. 1997. Pohybový program pre manželov, rodičov a rodinu. In *Športová aktivita v rodine. Zborník z celoslovenského vedeckého seminára*. Bratislava: 1997. s. 90 – 95. ISBN 80-88901-08-1.

ZUSKOVÁ, K. 2011. Športová psychologická príprava ako systematická súčasť športového tréningového procesu mladých hráčov vo futbale a volejbale. In *Psychologie sportu v praxi 2011 aneb nedílná součást přípravy sportovce: sborník příspěvků z mezinárodní konference*. Praha, UK: 2011. s. 103-109. ISBN 9788073083755.

ZUSKOVÁ, K. 2013. Psychológia športu v európskom kontexte. In *Psychologie sportu v praxi 2013 aneb kam směřujeme: sborník příspěvků z konference*. Praha, UK: 2013. s. 118-125. ISBN 9788073084943.

VPLYV SILOVÉHO A AERÓBNEHO TRÉNINGU NA REDUKCIU PODKOŽNÉHO TUKU, MNOŽSTVO SVALOVEJ HMOTY A ÚROVEŇ SILOVÝCH SCHOPNOSTÍ

Vedecká monografia

- Autori:** Mgr. Alena Buková, PhD., ÚTVŠ, UPJŠ v Košiciach
doc. Mgr. Rastislav Feč, PhD., ÚTVŠ, UPJŠ v Košiciach
- Vedecký redaktor:** prof. PhDr. Karol Feč, CSc., ÚTVŠ, UPJŠ v Košiciach
- Recenzenti:** doc. PaedDr. Erika Chovanová, PhD., Fakulta športu PU v Prešove
doc. PaedDr. Jaroslav Broďáni, PhD., Katedra TV, PF UKF v Nitre
- Vydavateľ:** Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach
- Umiestnenie:** <http://www.upjs.sk/pracoviska/univerzitna-kniznica/e-publikacia/#utvs>
- Vydanie:** prvé
- Počet strán:** 145

ISBN: 978-80-8152-172-0