

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Organizační formy silového tréninku a jejich vliv na maximální
sílu**

Bakalářská práce

Vedoucí:

PhDr. Radim Jebavý, Ph.D.

Vypracovala:

Tereza Šulcová

2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením pana PhDr. Radima Jebavého, a že jsem uvedla a řádně citovala všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne:

.....

(podpis autora práce)

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své bakalářské práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto bakalářskou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení: Fakulta/katedra: Datum vypůjčení: Podpis:

Poděkování

Především bych ráda poděkovala vedoucímu mé práce panu PhDr. Radimu Jebavému Ph.D., za ochotu, poskytnuté rady a jeho čas, díky čemuž jsem byla schopná závěrečnou práci dokončit. Ráda bych také poděkovala kolegům Sebastianu Klímtovi a Filipu Šírkovi za spolupráci na výzkumu. Velký dík patří také všem zúčastněným, kteří poctivě absolvovali všechny tréninkové protokoly.

Abstrakt

Název: Organizační formy silového tréninku a jejich vliv na maximální sílu

Cíle: Porovnat akutní vliv odlišných organizačních forem silového tréninku na maximální sílu.

Metody: Vybraní jedinci se zúčastnili tří tréninků, kde každý byl zaměřen na jinou organizační formu. Před samotnými protokoly odporového tréninku probandí podstoupili testování 3 RM na zadní dřep a na bench press. Poté po každém tréninku proběhlo měření znovu a sledovaly se změny v maximální síle. Na základě těchto dat byla provedena statistická analýza pomocí programu R studio.

Výsledky: Díky statistické analýze jsem zjistila, že nejsignifikantnější vliv na maximální sílu dřepu měly trojsérie. Těsně za nimi se umístily supersérie. U měření maximální síly bench pressu nebyl zjištěn signifikantní vliv u žádné organizační formy. Oba cviky zaznamenaly nejmenší pokles po tréninku TRAD.

Klíčová slova: odporový trénink, tradiční série, supersérie, trojsérie, maximální síla

Abstract

Title: Organizational forms of strength training and their impact on maximal strength

Objectives: Compare the acute effect of different organizational forms of strength training and their impact on maximal strength.

Methods: The selected individuals participated in three training sessions, each focusing on different organizational form. Prior to the actual resistance training protocols, probands were tested on 3 RMs for the back squat and bench press. Then, after each training session, measurements were taken again and changes in maximal strength were monitored. Based on the data, statistical analysis was performed using R studio software.

Results: Through statistical analysis, I found out that trisets had the most significant impact on back squat strength. Right behind them were supersets. In the measurement of maximum bench press strength, no significant influence was detected for any organizational forms. Both exercises recorded the smallest decline after TRAD training.

Key words: resistance training, traditional sets, supersets, trisets, maximal strength

Obsah

POUŽITÉ ZKRATKY	10
ÚVOD	12
I.TEORETICKÁ VÝCHODISKA	13
1 Rešerše literatury	13
2 Silové schopnosti.....	16
2.1 Fyziologické faktory ovlivňující svalovou sílu	18
2.1.1 Velikost svalu a síla	18
2.1.2 Specifické napětí	18
2.2 Metody silového tréninku	18
2.3 Zátěžové parametry silového tréninku	19
2.4 Maximální síla	19
2.5 Fyziologie tréninku maximální síly	22
2.6 Neuromuskulární koordinace	23
2.7 Metody pro rozvoj síly	24
2.7.1 Metoda maximálního úsilí (maximal effort, ME).....	24
2.7.2 Metoda submaximálního úsilí a metoda opakovaných úsilí (repetitive effort, RE) 24	
2.7.3 Metoda dynamického úsilí (dynamic effort, DE)	24
3 Metody odporového tréninku	26
3.1 Tradiční odporový trénink	26
3.2 Gigantické série	27
3.3 Supersérie	27
3.3.1 Antagonistické párování	27
3.3.2 Agonistické párování	28
3.4 Myoreps	28
3.5 Shazované série	28

3.6 Vlnový způsob rozdělení	29
3.7 Trojsérie.....	29
3.8 Kruhový trénink.....	31
3.9 Cluster série	31
4 Ontogeneze.....	32
4.1 Rozvoj silových schopností	34
5 Periodizace	36
II. METODOLOGICKÁ ČÁST	41
6 CÍL, ÚKOLY PRÁCE A HYPOTÉZY	41
6.1 Cíl práce.....	41
6.2 Úkoly práce.....	41
6.3 Hypotézy.....	42
7 METODIKA PRÁCE.....	43
7.1 Design studie	43
7.2 Protokol odporového tréninku	43
7.2.1 Vstupní měření a stanovení zátěže.....	44
7.2.2 Organizační formy	44
7.2.3 Rozcvičení před protokolem	45
7.3 Výzkumný soubor/charakteristika skupiny	45
7.4 Použité metody měření	46
7.5 Analýza dat.....	47
8 VÝSLEDKY	48
8.1 Vliv organizačních forem na maximální sílu (zadní dřep).....	49
8.2 Vliv organizačních forem na maximální sílu (bench press).....	50
9 DISKUSE	52
10 ZÁVĚR.....	55
11 LITERATURA.....	56

PŘÍLOHY..... 61

POUŽITÉ ZKRATKY

CMJ – counter movement jump/dřep s protipohybem

FTVS – Fakulta tělesné výchovy a sportu

HDL – high density lipoprotein/lipoprotein s vysokou hustotou

IO – interval odpočinku

LDL – low density lipoprotein/lipoprotein s nízkou hustotou

RM – opakovací maxima/repetition maximum

RPE – rating of perceived exertion/hodnota vnímaného úsilí

RTC – roční tréninkový cyklus

SD – standard deviation/směrodatná odchylka

SF – srdeční frekvence

SS – supersérie

TRAD – tradiční odporový trénink

TRI – trojsérie

TUT – time under tension/čas pod napětím

H – hypotéza

h – hodina

kg – kilogram

m – metr

min – minuta

s – sekunda

ÚVOD

Téma silového tréninku je mi velmi blízké. Věnuji se mu již více jak 7 let, kdy vše začalo na sportovním gymnáziu, kde jsme měli posilovnu jako nezbytný doplněk k volejbalu. Silový trénink vždy vypadal obdobně – kruhové tréninky ze cviků na všechny svalové partie, po kterých následovaly výběhy a výskoky schodiště. První dva roky mého studia vedl silové tréninky volejbalový trenér. Rozhodně nemůžu říct, že by byly koncipovány nesprávně. Ale následující dva roky, kdy posilovnu převzal kondiční trenér, který byl odborníkem ve svém oboru, začalo mě posilování bavit a začala jsem pozorovat progres. Jak v hmotnosti zvedaného závaží, tak ve zlepšení kondice na volejbalovém hřišti.

Silová příprava má rozhodně důležitost ve většině sportovních odvětvích. Je dobře, že v poslední době, jak týmové sporty, tak jednotlivci, více projeví zájem zařazovat silový trénink do sportovní přípravy. Správně koncipovaná příprava v posilovně zaručí sportovci lepší výkon v jeho specializaci. Ať už je to sprinter, plavec nebo basketbalista. Každý je unikátní a každému by měl být posilovací plán napsán na míru s ohledem na jeho odlišnosti. Správně zvolené parametry zatížení, vhodné prostředí, jaké metody pro rozvoj konkrétních schopností zvolit a mnoho dalšího hraje roli v tom, jak se zařazení posilování odrazí ve sportovcově specializaci.

Maximální síla může být jedním ze základních pilířů pro rozvoj dalších schopností (např. pro rozvoj výbušné síly, která je potřeba pro kvalitní výskok, akceleraci). Existují také sporty, kde je maximální síla stěžejní pro výhru. Zde bych zmínila například silový trojboj, kde vedle techniky hraje maximální síla hlavní roli.

Jak se dále budeme bavit, jsou určitá specifika, která se pro úspěšný rozvoj maximální síly musí dodržet. Proto mě téma organizačních forem zaujalo. Zajímá mě, zda lze maximální sílu rozvíjet stejně dobře, když je tréninková forma v podobě tradičních sérií, jako například v trojsériích, kdy je intenzita cvičení vyšší.

Na výzkumu jsem spolupracovala spolu s kolegy, kteří zkoumali jiné vlivy. Kliment Sebastian zkoumal vliv na hladinu krevního laktátu, SF a RPE a Šírek Filip zkoumal vliv na výbušnou sílu.

I. TEORETICKÁ VÝCHODISKA

1 Rešerše literatury

Jako podklad bakalářské práce byla použita jedna primární studie. Dále jsem analyzovala studie, které se věnují problematice organizačních forem silového tréninku a (nebo) maximální síle. Veškeré studie jsem hledala v databázích *Web of Science*, *Scopus*, *PubMed*, *Research Gate* a *ScienceDirect*.

Hlavní studie s názvem *The effects of traditional, superset, and tri-set resistance training structures on perceived intensity and physiological responses* měla za cíl vyšetřit akutní a krátkodobý (tj. 24 h) efekt tradičního odporového tréninku, supersérie a trojsérie na vnímání intenzity a fyziologických reakcí. Jednalo se o randomizovanou crossover studii, které se účastnilo čtrnáct univerzitních hráčů ragby. Každý z nich absolvoval seznamovací sezení a 3 protokoly odporového tréninku (tradiční série, supersérie a trojsérie) (Jonathon J. S. Weakley a kol., 2017).

Ve studii *Effects of velocity loss during resistance training on performance in professional soccer players*, si autoři dali za cíl zjistit účinky dvou odlišných programů odporového tréninku, které využívaly totéž relativní zatížení, ale různý objem opakování, přičemž byla použita veličina ztráty rychlosti v průběhu setu jako hodnota nezávislé proměnné: 15 % (VL15) vs 30 % (VL30). Studie se účastnilo šestnáct profesionálních hráčů fotbalu se zkušenostmi s odporovým tréninkem. Byli náhodně rozděleni do dvou skupin: VL15 (n = 8) nebo VL30 (n = 8) a prošli 6týdenním (18 tréninků) tréninkovým programem dřepů založeným na rychlosti. Rychlost pohybu byla monitorována během celého tréninku. Testování před a po tréninku zahrnovalo: odhadované maximum na jedno opakování (1 RM) a změnu průměrné propulzní rychlosti („average mean propulsive velocity“; AMVP) oproti zatížení v tréninku; countermovement jump (CMJ); sprint na 30 metrů (T30); Yo-yo test s přerušovaným zotavením (YYIRT). Bylo provedeno i testování významnosti nulové hypotézy a statistické analýzy založené na inferenci velikosti (Fernando Pareja-Blanco a kol., 2016).

Studie *Comparison of acute responses to four different hypertrophy-oriented resistance training methodologies* porovnávala akutní odpověď organismu na čtyři hypertroficky zaměřené metodiky odporového tréninku. Sedmnáct účastníků, kteří měli zkušenosti se silovým tréninkem, během čtyř týdnů jednou týdně provádělo odporový trénink s odlišnou metodikou (tradiční, pyramidové, agonistické supersety a reciproční supersety). Akutní odpovědi byly

měřeny pomocí koncentrace laktátu, ztráty rychlosti, hodnocení vnímané námahy a počtu asistovaných opakování (Rafael Sabido a kol., 2016).

Ve studii *Comparision of resistence training progression models on maximal strength in sub-elite adolescent rugby union players* skupina autorů zkoumala změny v maximální síle mezi dvěma rozdílnými modely progresu odporového tréninku, tradičním lineárním (LP) a netradičním denním zvlněným (undulating; DUP), během 12týdenního odporového tréninkového programu u dospívajících hráčů ragby nižší úrovně. Jednalo se o kvazi-experimentální studii. Po základním testování byly účastníci z 1. skupiny náhodně rozděleni do skupiny LP nebo DUP, účastníci z 2. skupiny tvořili nerandomizovanou kontrolní skupinu. Sportovci podstoupili testování na začátku a po 12týdnech intervence. Testování zahrnovalo dosed na bednu (box squat) a bench press. Oba cviky byly prováděny na 5 RM. Zjišťovala se výška, tělesná hmotnost, hmotnost kosterního svalstva, procento tělesného tuku a stav vyspělosti (Simon K. Harries a kol., 2016).

Kraemer a kol. ve studii s názvem *Effects of Single vs Multiple Sets of Weight Training: Impact of Volume, Intensity, and Variation* zkoumal účinky jedné série silového cviku do selhání a 2 protokoly s více sériemi (ne do selhání) na 1 RM paralelního dřepu. Čtyřiceti třem mužům byl náhodně přidělen jeden ze tří protokolů silového tréninku, který kladl důraz na sílu dolních končetin a boků: SS = jedna série 8-12 opakování do selhání; MS = 3x10 opakování; MSV = více sérií využívajících různorodou sadu a schéma opakování. Relativní intenzita (% počátečního 1 RM), intenzita (průměrná nazvedaná hmotnost) a objem se mezi skupinami v průběhu 14týdnů lišily (James B. Kramer a kol., 1997).

Cílem studie *Postexercise Hypotension and Heart Rate Variability Responses Subsequent to Traditional, Paired Set, and Superset Resistance Training Methods* bylo porovnat reakce objemu tréninku, potréinkové hypotenze (PEH) a srdeční frekvence na různé druhy silového tréninku. Studie se zúčastnilo třináct trénovaných mužů. Byly provedeny tři tréninkové protokoly v randomizovaném designu, které obsahovaly: Tradiční set (TS) – 3 po sobě jdoucí série: bench press (LBP), stahování horní kladky (LPD), bench press na šikmé lavici 45° (BP45), přitahování kladky v sedě s úzkým úchopem (SCR), tricepsová extenze (TE) a bicepsová zdvihy (BC) s 90 s intervalem odpočinku mezi sériemi a cviky; Párované série (PS) – 3 párované série pro LBP-LPD, BP45-SCR a TE-BC s 90 s intervalem odpočinku mezi sériemi a cviky; a Supersérie (SS) – 3 supersérie pro LBP-LPD, BP45-SCR, a TE-BC. Během supesérie nebyl odpočinek mezi párovanými cviky povolen. Po dokončení páru následoval interval odpočinku 180 s. U všech cviků byla použita zátěž 10 OM. Krev a HRV byly měřeny

na začátku, bezprostředně po cvičení a v desetiminutových intervalech až do 60. min po tréninku. (Gabriel A. Paz a kol., 2019).

Seasonal Changes in Strength and Power in Elite Rugby League: A Systematic Review and Meta-Analysis – účelem tohoto přezkoumání bylo určit velikost změny ve svalové síle a výkonu během různých fází sezóny elitní ragbyové ligy. Metaanalýza obsahovala 12 studií; šest z nich hlásilo změny po předsezónní přípravě, dvě během soutěžní fáze a čtyři zkoumaly změny v průběhu více sezón (Kellyanne J. Redman a kol., 2021).

Rest-pause and drop-set training elicit similar strength and hypertrophy adaptations compared to traditional sets in resistance-trained males – cílem této práce bylo porovnání vlivu drop-setu (DS) a rest-pause (RP) oproti tradičnímu odporovému tréninku (TRT), přičemž celkový tréninkový objem byl vyrovnaný na maximální dynamickou sílu (1RM) a tloušťkou stehenního svalu (MT). Dvacet osm trénovaných mužů bylo náhodně rozděleno do protokolů RP (n = 10), DS (n = 9) nebo TRT (n = 9), které byly prováděny dvakrát týdně po dobu 8 týdnů (Alysson Enes a kol., 2021).

Strength and Power Characteristics in National Amateur Rugby Players – studie se zaměřila na zjištění charakteristik síly a výkonu (SPC) během dřepu (SQ) a bench pressu (BP) u národních amatérských hráčů ragby a analyzovat pohlavní rozdíly a rozdíly související s pozicí. Studie se zúčastnilo čtyřicet-sem hráčů (třicet mužů a sedmnáct žen). Jedno RM na dřep a bench press bylo získáno na Smith Machine. Poté probandi prováděli jednu sérii o pěti opakováních dřepu a bench pressu (Diego Alexandre Alonso-Aubin a kol., 2021).

2 Silové schopnosti

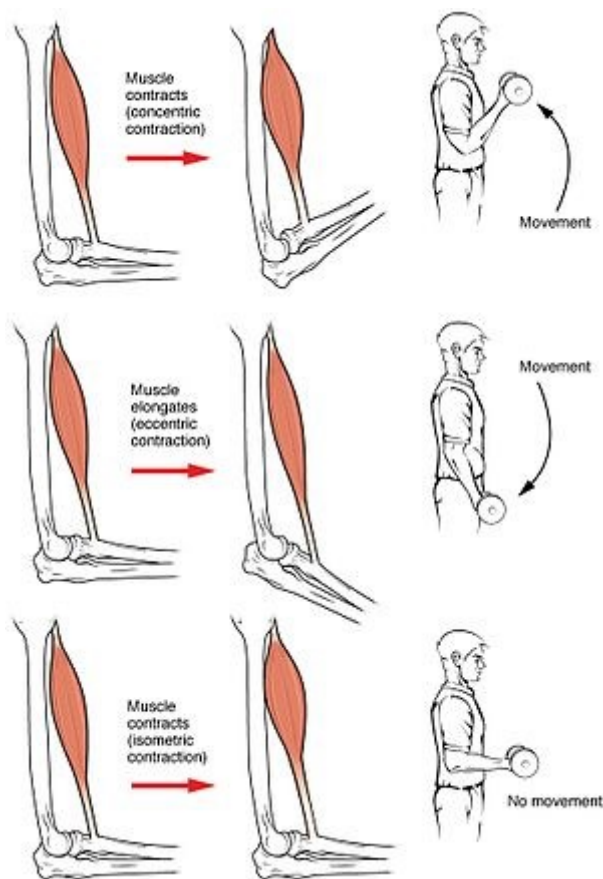
Sílu můžeme definovat jako schopnost nervosvalového systému překonávat vnější a vnitřní odpor (Bompa, 1999). Suchomel a kol. (2018) definují sílu jako schopnost produkovat sílu proti externímu odporu. Zatsiorsky a kol. (2014) uvádí, že svalová síla je schopnost maximálně vyvinout maximální sílu F . Perič a Dovalil (2010) definují silové schopnosti jako schopnost svalovou kontrakcí překonávat či udržovat vnější odpor. Kalus (2021) zmiňuje, že z hlediska fyzikálního se síla projeví tak, že buď vyvolá pohyb těla (činky, kettlebellu, soupeře) nebo dojde k deformaci objektu.

Druhy silových schopností

Druhy silových schopností vychází z typu svalové kontrakce. Na obrázku 1 jsou kontrakce znázorněny.

Kontrakce dělíme podle délky svalu a podle napětí svalu (Perič, 2010):

- a) Izometrická, statická – napětí se zvyšuje, délka zůstává stejná
- b) Izotonická, dynamická – napětí zůstává přibližně stejné po celou dobu, délka svalu se mění. Kontrakce se dále dělí na:
 - a. Koncentrickou – zkrácení svalu, napětí stejné
 - b. Excentrickou, brzdívou – protažení svalu, napětí stejné



Obrázek 1 Typy svalové kontrakce (OpenStax, 2016)

Statická síla

Statická síla se projevuje izometrickou kontrakcí a úsilí není projeveno pohybem. Jedná se především o držení břemene nebo udržení těla v určité poloze.

Dynamická síla

Charakterizována je izotonickou kontrakcí. Projevuje se pohybem celku nebo částí hybného systému. Dále se dynamická síla dělí na:

- a) Výbušnou (explozivní) sílu – podstatou je maximální zrychlení a nízký odpor (odrazy, hody, kopy)
- b) Rychlou sílu – nemaximální zrychlení a nízký odpor (starty, běh přes překážky)
- c) Vytrvalostní sílu – nízký odpor a nevelká stálá rychlost (veslování, silniční cyklistika)
- d) Maximální sílu – vysoký až hraniční odpor a malá rychlost (vzpírání, zápas), tvoří základ pro ostatní druhy silových schopností

Ještě zde zmíním sílu absolutní a relativní. Absolutní sílu můžeme určit např. jako nejvyšší zátěž zvednutého břemene. Relativní síla je uváděna jako nejvyšší hmotnost zvednutého břemene dělená hmotností jedince.

2.1 Fyziologické faktory ovlivňující svalovou sílu

Rozvoj svalové síly je podmíněn kombinací několika morfologických a nervových faktorů. Mechanismy, které ji zlepšují, jsou však považovány za multifaktoriální a mohou být ovlivněny dalšími faktory, jako je například počáteční síla, stav trénovanosti a genetické předpoklady (Suchomel a kol., 2018).

2.1.1 Velikost svalu a síla

Každé svalové vlákno obsahuje miliony sarkomer (jednotky, vytvářející svalovou sílu), které jsou uspořádány sériově (od konce ke konci v myofibrilách) a paralelně (myofibrily vedle sebe). Maximální teoretická síla, kterou je svalové vlákno schopno vykonat, závisí na počtu sarkomer, které jsou ve svalu uspořádány paralelně (Gans & Bock, 1965). V návaznosti na to maximální síla, kterou může sval vyvinout, je úměrná počtu svalových vláken, která leží paralelně vedle sebe. Díky této asociaci můžeme sílu svalu odhadnout anatomicky změřením jeho průřezu (Roy & Edgerton, 1991).

2.1.2 Specifické napětí

Dalším z faktorů ovlivňující sílu, je vnitřní schopnost svalových vláken generovat sílu. Tato vlastnost je známá pod pojmem *specifické napětí* (angl. specific tension) a je vyjádřena jako síla, kterou může svalové vlákno vyvinout na jednotku plochy průřezu ($N \cdot cm^{-2}$). K tomuto měření u lidí je potřeba provést invazivní svalovou biopsii (Larsson & Salviati, 1992).

2.2 Metody silového tréninku

Zatsiorsky a Kraemer (2006) uvádějí tři způsoby, jak vyvinout maximální svalové napětí:

1. Vzpírání maximální zátěže – metoda maximálního úsilí
2. Vzpírání nemaximální zátěže do selhání – metoda opakovaných úsilí
3. Vzpírání (vrhání) nemaximální zátěže co nejvyšší možnou rychlostí – metoda dynamického úsilí

Dovalil a kol. (2009) člení metody stimulace silových schopností podle odporu a rychlosti provedení následovně. Podle:

- a) Maximálního odporu
- b) Nemaximálního odporu s nemaximální rychlostí
- c) Nemaximálního odporu s maximální rychlostí

2.3 Zátěžové parametry silového tréninku

Mezi základní metodotvorné činitele patří počet opakování, velikost odporu, rychlost kontrakce a interval odpočinku. Díky nim jsme schopni udržet tréninky variabilní a vytvořit pevný základ pro stavbu každého odporového tréninku. Dalšími zátěžovými parametry jsou výběr, počet a pořadí cviků v tréninku (Petr, Šťastný 2012).

Výběr cviků

Výše zmínění autoři rozdělují posilovací cviky takto:

- 1) Dle významnosti z hlediska daného cíle:
 - a. Cviky primární (hlavní) – zatěžují hlavní svaly vzhledem k danému pohybu (tzv. velké hybače)
 - b. Cviky pomocné (podpůrné) – zatěžují menší svalové skupiny, které pomáhají při pohybu velkým svalům
- 2) Dle komplexnosti pohybu:
 - a. Cviky strukturální (multikloubní) - cviky, které zapojují svaly v rámci dvou a více kloubů; řadí se sem cviky komplexní (dřep, mrtvý tah, trh...), které jsou náročné na koordinaci
 - b. Cviky jednokloubní – svalová práce je omezena jen na jeden kloub; řadí se sem např. bicepsový zdvih, přednožování

Počet opakování (a velikost odporu)

Velikost odporu a počet opakování mezi sebou mají negativní vztah – to znamená, že když se provádí více opakování, velikost odporu musí být nižší a naopak, když provádíme méně opakování, velikost odporu může být vyšší.

Jak tyto parametry v tréninku nastavíme záleží na tom, co je naším cílem. V případě, že chceme rozvíjet maximální sílu, odpor bude vysoký (minimálně 85 % 1 RM) a to nám umožní provést tak 5 opakování při tempu 3010 (Šťastný, 2012).

Čas pod napětím

TUT („time under tension“) neboli čas pod napětím je ukazatelem úsilí a rovná se celkovému součtu koncentrické, excentrické a izometrické fáze opakování (Wilk a kol., 2020).

2.4 Maximální síla

Maximální síla, kterou je sportovec schopen vyprodukovat, závisí na biomechanických vlastnostech pohybu a velikosti kontrakce zapojených svalů. Dále je maximální síla také funkcí

intenzity impulsu, která určuje počet zapojení motorických jednotek a jeho frekvence (Bompa, 1999).

Maximální síla je rozvíjena zvyšováním tréninkového objemu, a přitom se zvyšuje kontraktilita svalstva. Pokud je tréninková zátěž vyšší než 80 %, zvyšuje se tenze ve svalu a způsobuje rekrutaci rychlých motorických jednotek. Výsledkem je vyšší obsah bílkovin ve svalu prostřednictvím zvětšení tloušťky myozinových vláken (Bompa a kol., 1999).

Jebavý (2017) definoval maximální sílu jako maximální silový potenciál jedince, který je možné změřit v izometrické kontrakci pomocí maximálního volního úsilí, kdy nejsou silové schopnosti omezeny časovým limitem. Jinou z možností měření je vyjádřit limit pomocí překonaného odporu, RM.

Pro výpočet teoretického maximálního silového výkonu lze využít následující rovnice (Mackenzie, 2000):

Brzycki (1993):

$$1 \text{ RM} = \text{překonaná hmotnost} / (1,0278 - (0,0278 \times \text{počet opakování}))$$

Lander (1985):

$$1 \text{ RM} = \text{překonaná hmotnost} / (1,013 - (0,0267123 \times \text{počet opakování}))$$

Epley (1985):

$$1 \text{ RM} = \text{hmotnost} \times (1 + (0,033 \times \text{počet opakování}))$$

Maximální síla hraje hlavní roli ve sportech, jako je atletika, zejména disciplínách hodu kladivem, vrhu koulí nebo vzpírání, kde je potřeba překonat velký vnější odpor. Její význam jakožto faktoru určující sportovní výkon klesá s rostoucí dobou trvání závodu. To znamená, že např. plavání na 50 m vyžaduje větší maximální sílu než plavání na 1500 m. Jak ukazuje tabulka 1, požadavky na sílu se u jednotlivých sportů značně liší. Sporty, které mají přerušovaný charakter (např. raketbal) vyžadují intenzivní výkony střídané intervaly odpočinku s nízkou intenzitou. Tyto sporty jsou také závislé na vysoké úrovni maximální síly (Poliquin, 1989).

Maximální silové výkony různých sportů a různých úrovní (upraveno od Ltzelter, 1986; Poliquin 1988)

<u>Disciplína</u>	<u>Úroveň</u>	<u>Dřep</u>	<u>Bench press</u>
Vzpírání (100 kg)	220 kg nadhoz	285 kg	170 kg
Vrh koulí	20 m	235 kg	200 kg
Hod kladive,	72 m	225 kg	190 kg
Sprint	9,78 s	200 kg	190 kg
Cyklistika	Sprint	205 kg	97,5 kg
Závodní bob	Olympijský tým	200 kg	140 kg
Hod kladivem	60 m	180 kg	150 kg
Judo (86 kg)	Olympijský tým	180 kg	140 kg
Alpské lyžování	Národní tým	170 kg	80 kg
Rychlobruslené	40,5 s	150 kg	
Vrh koulí	14 m	140 kg	115 kg
Desetiboj	8000 bodů	145 kg	110 kg
Desetiboj	7500 bodů	130 kg	95 kg
Veslování	Národní třída	140 kg	90 kg
Badminton	Národní liga	95 kg	65 kg

Tabulka 1 Maximální silové výkony sportovců (Poliquin, 1988)

Poliquin ve své knize *The Poliquin Principles (1997)* publikoval přepočtovou tabulku, ve které uvádí vztah mezi submaximální zátěží (% 1 RM) a počtem opakování proveditelných s touto zátěží. To znamená, že se 100 % 1 RM je sportovec schopen provést jedno opakování.

Počet opakování	% maximálního odporu	Doba svalové tenze (TUT)	Převažující efekt
1	100		
2	94,3		
3	90,6	do 20 s	Rozvoj maximální síly
4	88,1		
5	85,6		
6	83,1		
7	80,7	20 – 40 s	Svalová hypertrofie
8	78,6		
9	76,5		
10	74,4		
11	72,3	40 – 70 s	
12	70,3		
13	68,8		
14	67,5		
15	66,2		
16	65,0		
17	63,8	Nad 70 s	Svalová vytrvalost
18	62,7		
19	61,6		
20	60,6		

Tabulka 2 Přepočtová tabulka (Blažek), modifikované (Poliquin 1997)

2.5 Fyziologie tréninku maximální síly

Schopnost sportovce vyvinout maximální sílu závisí na třech faktorech:

Průměr neboli plocha průřezu svalu

Ačkoliv velikost svalu závisí na délce trvání fáze hypertrofického tréninku, průměr myozinových vláken závisí na objemu a délce trvání fáze tréninku maximální síly. Důvod tohoto je, že právě trénink maximální síly je zodpovědný za zvýšení obsahu bílkovin ve svalech.

Schopnost rekrutace rychlých svalových vláken

Tato schopnost závisí z velké části na obsahu tréninku. Využívání maximální zátěže s vynaložením síly proti vnějšímu odporu je jediný typ tréninku, který kompletně zapojuje rychlé motorické jednotky.

Schopnost úspěšně synchronizovat všechny svaly zapojené do pohybu

Vyvíjí se v průběhu času v závislosti na učení, které je založeno na schopnosti provést mnoho opakování stejného cviku s vysokou zátěží. Zanedbávání tréninkové přístupu má za následek nedostatečnou rekrutaci rychlých svalových vláken a proto výsledky, kterých

kulturisté dosáhnou, nejsou chronické. Růst je z velké části způsoben přemístěním tekutiny ve svalech, nikoli zesílením svalových vláken.

Maximální síla vykazuje zlepšení jako výsledek vytváření vysokého napětí ve svalu. Tohoto napětí může být dosaženo pouze využíváním maximální zátěže, což vede k rekrutaci rychlých motorických jednotek (zátěž vyšší než 85 % z 1 RM).

2.6 Neuromuskulární koordinace

Funkční jednotkou neuromuskulárního systému je motorická jednotka, která může inervovat menší nebo větší počet svalových vláken. Při potřebě maximální síly musí být ve svalu aktivovány všechny dostupné motorické jednotky (Haff a kol., 2016).

Existují tři možnosti, jak může nervový systém měnit vyvíjenou svalovou sílu:

- Rekrutace (gradování absolutní svalové síly pomocí aktivace a deaktivace motorických jednotek)
- Frekvence (může měnit vybíjecí frekvenci motorických jednotek)
- Synchronizace (současná aktivace motorických jednotek)

Benefity silového tréninku

Odporový trénink vede ke zvýšení svalové síly a výkonu v důsledku neuromuskulárních adaptací. Výsledkem je náhlý nárůst síly u jedince, který se cvičením začíná. Poté se progres zpomaluje (Hughes a kol., 2018).

Mezi benefity silového tréninku patří zlepšení fyzické výkonnosti, kontroly pohybu, zlepšení kognitivních schopností a zvýšení sebevědomí. Odporový trénink také může být nápomocný v prevenci a léčbě diabetu 2. typu snížením viscerálního tuku a zlepšením inzulínové senzitivity. Může zlepšovat kardiovaskulární zdraví tím, že snižuje klidový krevní tlak, snižuje hladinu LDL cholesterolu a zvyšuje hladinu HDL cholesterolu (Westcott, 2012).

Je zřejmé, že pravidelným silovým tréninkem s maximálním zatížením zvýšíme svalovou sílu, zlepšíme výkonnost ve sportovních odvětví (např. atletika, volejbal, hokej), které kladou důraz na výbušnost. Budeme předcházet zraněním, z důvodu lepší ochrany šlach a kloubů a zvýšené kontroly pohybu. Navíc můžeme tréninkem maximální síly podpořit spalování tuků a zlepšení celkové tělesné kompozice.

2.7 Metody pro rozvoj síly

2.7.1 Metoda maximálního úsilí (maximal effort, ME)

Tato metoda je vhodná pro vytváření co největšího nárůstu síly (Zatsiorsky a kol., 2006).

U metod, kdy pracujeme s maximálním odporem musí být již od začátku rekrutovány všechny dostupné jednotky, které je jedinec s ohledem ke své nervové adaptaci schopen rekrutovat. Rychlé motorické jednotky mají nejnižší vytrvalostní kapacitu, a proto jsou téměř ihned vyčerpány. To nám neumožní provést další opakování. Poté se populace motorických jednotek znovu rozdělí na dvě skupiny – zapojená vyčerpaná a zapojená nevyčerpaná (Šťastný a kol., 2012).

Při této metodě se pracuje se zátěží nad 85 % z 1 RM, většinou v 1-8 pracovních sériích s 1-5 opakováními. Intervaly odpočinku jsou zde v řádu minut (2-5 min), aby došlo k dostatečné regeneraci a sportovec byl znovu schopný činku zvednout. Pozitivní fázi pohybu (tedy zvednutí) se snažíme provést co největší možnou rychlostí, i když ta samozřejmě vzhledem k hmotnosti nebude nijak závratná.

Maximální síla je stěžejní nejen pro zvyšování našeho RM v posilovně. Ale z toho, kolik jsme schopni zvednout se odvíjí rychlost sprintu, akcelerace, výška výskoku, decelerace nebo změna směru. Zároveň, být dostatečně silný a odolný, je vhodná prevence zranění (Kalus, 2021).

2.7.2 Metoda submaximálního úsilí a metoda opakovaných úsilí (repetitive effort, RE)

Tyto dvě metody se liší pouze v počtu opakování, které sportovec provede v první sérii. Při metodě submaximálního úsilí se jedná o střední úroveň a při metodě opakovaných úsilí o maximální úroveň (do selhání). Pokud se při cvičení nedosáhne maximálního možného počtu opakování, zmenšuje se objem mechanické práce. Pokud se objem práce maximu blíží, pak je tento rozdíl zanedbatelný (Zatsiorsky a kol., 2014).

V rámci RTC je vhodné zařadit metodu do první fáze přípravy, kdy se soustředíme na tréninkový objem a zátěž se pohybuje v rozsahu 65-80 % z RM, počet sérií 4-8 a počet opakování 3-12. Používá se jako hypertrofický trénink (Kalus, 2021).

2.7.3 Metoda dynamického úsilí (dynamic effort, DE)

Metoda se nepoužívá k rozvoji maximální síly, ale jen k nárůstu síly a výbušné síly.

Zátěž je v rozmezí 30-70 % z RM. U této metody se volí krátký interval odpočinku přibližně 30-45 s, což nezajistí dostatečnou regeneraci, takže se musíme spoléhat na svalová vlákna a MJ, které běžně nevyužíváme. Rozvíjíme tak pracovní kapacitu jedince.

Dynamická metoda nám pomáhá nejefektivněji využít sílu, díky práci svalových vláken, která při „běžném posilování“ nevyužíváme.

Podle Zatsiorkého a kol. (2014) lze maximální sílu zvyšovat kombinacemi metod, které zobrazuje tabulka 2:

Metoda	Dosažený výsledek
Maximálního úsilí (opakovaného úsilí síly až v druhé řadě)	Zlepšení nervosvalové koordinace <ul style="list-style-type: none"> - Rekrutace MJ - Frekvence - Synchronizace MJ - Pohybová koordinace
Opakovaného úsilí (a submaximálního úsilí nebo obojí)	Stimulace svalové hypertrofie
Opakovaného úsilí	Zvětšení koridoru rekrutovaných a trénovaných MJ

Tabulka 3 Metody zvyšování maximální síly (Zatsiorsky a kol., 2014)

3 Metody odporového tréninku

Odporový trénink je cvičení prováděné proti progresivnímu odporu. Záměrem je zlepšit svalovou sílu, vytrvalost, výbušnost nebo jejich kombinaci (Busch a kol., 2014).

Metody odporového tréninku jsou charakterizovány manipulací s proměnnými s cílem optimalizace svalové síly, výkonu, lokální vytrvalosti a nárůstu hypertrofie (Gabriel Paz a kol., 2019).

V následujícím schématu jsem sepsala vybrané organizační formy. Níže v textu jsou podrobně rozebrány.

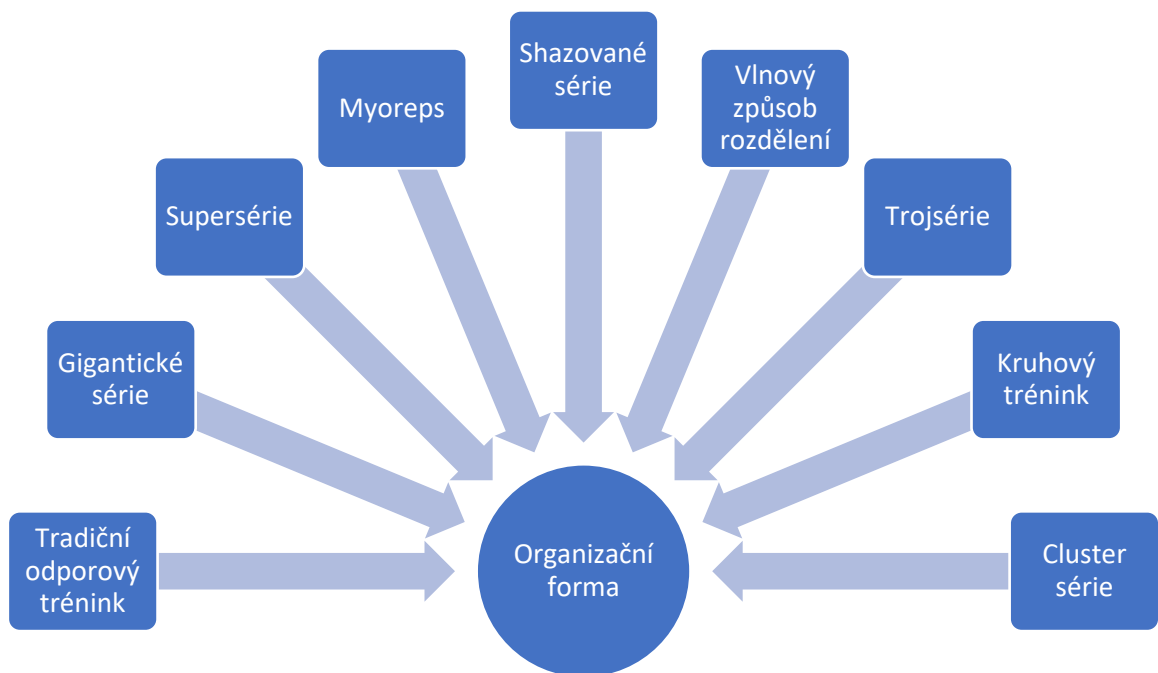


Schéma 1 Organizační formy silového tréninku

3.1 Tradiční odporový trénink

Funguje na principu provedení série opakování následovaných intervalem odpočinku před dalšími sériemi stejného cviku. Počet sérií a opakování je daný a v průběhu tréninkové jednotky se nemění. Doba odpočinku se liší podle toho, zda se jedná o cvik velké svalové skupiny, či je práce izolovaná na jedné svalové skupině. Zatímco práce jedné svalové skupiny si vystačí s několika desítkami sekund (např.: 30 s), práce velkých svalových skupin vyžaduje interval odpočinku i několik min (doporučuje se rozmezí 2-4 min). Zároveň by nás u dalších sérií nemělo omezovat „zadýchání“, pokud mluvíme o rozvoji maximální síly nebo hypertrofie (Kalus, 2021).

3.2 Gigantické série

Jednoduše tato metoda funguje tak, že si určíme počet opakování cviku, kterého chceme dosáhnout. Poté se k tomuto počtu snažíme s danou zátěží dostat pomocí více sérií. Vždy provedeme takový počet opakování v sérii, který jsme schopni zvládnout (Kalus, 2021).

3.3 Supersérie

Jsou definovány jako dva po sobě prováděné cviky bez intervalu odpočinku. V kulturistice jsou dlouho využívány, protože je možné, že zkrácení intervalu odpočinku mezi sériemi zvyšuje svalovou únavu a metabolický stres, což může zvyšovat hypertrofii.

Nejčastěji využívaná forma supersérií je kombinace cviků agonista-antagonista. Několik studií prokázalo, že kontrakce antagonistického svalu zvyšuje silový výkon při následné kontrakci agonisty (Grabiner, 1994). Příčinou byla snížená inhibice antagonistů a/nebo zvýšení uložené energie v komplexu sval-šlacha (Baker, 2005). Vyšší mechanické napětí vyvolané agonistou by potenciálně mohlo vést k většímu svalovému růstu. Existují evidence, že výhody asociované s předpětím mohou být omezeny u rychlejších pohybů, což naznačuje, že hypertrofie by byla optimální prováděním koncentrické fáze explozivně u druhého cviku v supersérii.

Podle Kaluse (2021) se jedná pravděpodobně o nejčastěji využívanou intenzifikační techniku v silovém tréninku. Zakládá se na vložení dvou cviků do jedné série, kdy mezi jejich prováděním není téměř žádný interval odpočinku (ten následuje až po jejich provedení). Doba, po kterou vykonáváme práci (time under tension) je delší nežli doba odpočinku. Delší TUT může vyvolat metabolické přepětí a vylučování faktorů, které podporují svalový růst.

Tato forma je využitelná spíše pro budování svalové objemu nežli maximální síly.

Oproti tradičnímu odporovému tréninku je časově efektivnější, díky kratšímu intervalu odpočinku (Iversen a kol., 2021).

Podtypy supersérií:

3.3.1 Antagonistické párování

Tento podtyp využívá proti sobě působící svalové skupiny nebo opačné pohybové vzory. Párují se například cviky na bázi tahu a tlaku nebo jeden z cviků rozvíjí sílu kvadricepsu, zatímco druhý stimuluje zadní stranu stehen.

V praxi bychom se mohli bavit o kombinaci bench pressu (kde bychom pracovali s vysokou zátěží) a tahového cviku (např.: veslování). Ihned po provedení určených opakování bench pressu (např.: 8 opakování) bychom se přesunuli na veslovací trenažer (10-12 opakování), po kterém by následoval interval odpočinku zhruba 2 min. Dohromady je interval odpočinku před započítáním další série bench pressu delší než 2 min. To umožní dostatečnou regeneraci svalové skupiny, která bude bench pressem znovu zatížena (Kalus, 2021).

3.3.2 Agonistické párování

Agonistické párování znamená, že v jedné sérii spojíme dva cviky, které jsou zaměřeny na stejnou svalovou partii nebo mají stejný pohybový vzorec. Předpokládáme, že první cvik v páru bude náročnější, aktivuje nervový systém a dostatečně zatíží danou svalovou partii. Druhý cvik ji poté „dorazí“.

3.4 Myoreps

V podstatě se jedná také o supersérie, které jsou nastaveny tak, aby izolovaly pracující svaly. Nebude přítomna vyšší míra únavy nervového systému, ale bude potřeba pouze krátký interval odpočinku, při kterém svalstvo zregeneruje a znovu bude schopno snést zátěž.

Znamená to, že tedy v první sérii provedeme 10-20 opakování a po krátkém intervalu odpočinku (zpravidla několik s) se snažíme provést dalších 5-10 opakování.

Tato metoda se hodí především pro cviky izolované. Například bicepsový zdvih s kladkou. U izolovaných cviků jsme schopni jít blízko ke svalovému selhání, což může být pro svalový růst efektivní (Kalus, 2021).

3.5 Shazované série

Zahrnují provedení série do svalového selhání s danou zátěží, po které následuje okamžité snížení zátěže a s tou se pokračuje do dalšího svalového selhání. Tato technika může způsobit větší svalový růst z důvodu vyvolání větší únavy motorických jednotek (Willardson a kol., 2007). Zvýšená doba pod napětím (TUT) také zvyšuje metabolický stres a ischemii. V jedné sérii je možné provést snížení zátěže vícekrát, což ještě zvýší úroveň únavy a hladinu metabolického stresu.

V praxi se jeví za vhodné stanovit si u každé série minimální počet opakování a volit zátěž tak, abychom se udrželi nad daným počtem. První série by se měla pohybovat mezi 10 a

20 opakováními (při snaze budovat svalovou hmotu), všechny další série pak mezi 5 a 10 opakováními.

Metodu je vhodné zařadit na konec tréninkové jednotky, kdy se nám ve svalu nahromadí metabolity. Opět je to metoda, kterou využijeme pro cviky izolované (Kalus, 2021).

Iversen a kol (2021) uvádí, že obvykle se provede snížení 1-3x se snížením zátěže o 20-25 %, přičemž se všechny série provádějí do svalového selhání. Studie provedena Finkem, kterou Iversen popisuje prokázala, že shazované série mohou vyvolat nárůst hypertrofie i síly přibližně za polovinu tréninkové doby tradičního odporového tréninku.

Shazované série mohou být využitelné jak pro jednokloubové, tak i vícekloubové cviky. Ačkoliv z praktického a bezpečnostního hlediska je doporučeno je využívat pro jednokloubové cviky a není doporučeno využívat je pro cviky, kde využíváme volnou zátěž, jako například dřepy s osou (Iversen a kol., 2021).

3.6 Vlnový způsob rozdělení

Vlna se skládá ze tří sérií, kdy každá následující série je o něco náročnější. Na příkladu budování maximální síly na dřepu:

vlna s počtem opakováním 3/2/1/3/2/1

1. Série – 90 kg x 3 opakování
2. Série – 95 kg x 2 opakování
3. Série – 100 kg x 1 opakování
4. Série – 95 kg x 3 opakování
5. Série – 100 kg x 2 opakování
6. Série – 103-104 kg x 1 opakování

Zátěž v prvních 3 sériích poskytuje mírnou rezervu, zatímco ve 4.-6. sérii pracujeme již s maximem na daná opakování (Kalus, 2021).

3.7 Trojsérie

Trojsérie obsahuje 3 po sobě jdoucí cviky, po kterých následuje interval odpočinku. Trojsérie zvyšují efektivitu tréninku a mohou být účinné pro poskytnutí vhodného podnětu k silovému tréninku v krátkém časovém úseku (Weakley a kol., 2017; Sabido a kol., 2016).

Jedná se o pokročilou tréninkovou techniku praktikovanou pokročilými vzpěrači. Studie, která zkoumala akutní vliv trojsérií na výkon a morfologické reakce, prováděla tři cviky zaměřené na velký prsní sval (pectoralis major) ve dvou odlišných experimentálních

podmínkách – tradiční odporový trénink a trojsérie. Původní hypotéza byla taková, že trojsérie budou vykazovat větší snížení celkového tréninkového objemu a větší nárůst svalového otoku („*muscle swelling*“) ve srovnání s tradičním odporovým tréninkem. Výsledkem bylo potvrzení hypotézy – trénink trojsérií vykazoval nižší tréninkový objem, vyvolal vyšší hodnoty svalového otoku, interní tréninkové zátěže (RPE) a tréninkové efektivity ve srovnání s tradičním odporovým tréninkem (Camargo a kol., 2022).

Ve studii, ze které jsme vycházeli (Weakley a kol., 2017), přímo nezmiňují TUT. V naší studii nebyl TUT sjednocen. Trojsérie vykazovaly nejvyšší čas pod napětím pro jednu sérii a to 90 s. Na rozdíl od tradičních sérií, kde byl pouze 30 s. Proto předpokládám, že trojsérie budou z hlediska svalové únavy nejtěžší.

Ve studii *The Influence of Movement Tempo on Acute Neuromuscular, Hormonal, and Mechanical Responses to Resistance Exercise – A Mini Review* se autoři zajímali o to, jaký vliv má tempo na různé fyziologické a mechanické odpovědi na organismus. Tempo pohybu je popisováno jako kadence cvičení. V odporovém tréninku se zapisuje pomocí čtyř číslic, které určují jednotlivé fáze pohybu: excentrickou, izometrickou, koncentrickou a izometrickou. Například zápis 2-1-X-0 značí, že excentrická fáze bude trvat 2 s, izometrická fáze 1 s, koncentrická bude provedena maximální možnou rychlostí a bez záměrné pauzy na konci koncentrické a před začátkem další excentrické fáze. Niže uvádím, co autoři ve studii zmiňují a je pro účely naší studie významné:

Vliv tempa na maximální zátěž – pomalejší excentrická fáze při hodnocení 1 RM může negativně ovlivnit výkon. Dojde-li ke sjednocení TUT, protokoly s vyšším počtem opakování a kratší dobou opakování vedly ke zvýšeným úrovním únavy (snížená schopnost generovat sílu), což značí větší fyziologickou zátěž během jejich provádění.

Vliv tempa na čas pod napětím (TUT) – TUT je důležitým faktorem při hodnocení objemu tréninku a optimalizaci reakcí na silový trénink.

Vliv tempa na počet opakování – Při použití zátěže 70 % 1 RM během 5 sérií bench pressu se výrazně snížil maximální počet opakování se zvýšením tempa pohybu (2-0-2-0; 5-0-3-0; 6-0-4-0).

Vliv tempa na hodnocení vnímané námahy (RPE) – Vyšší čas pod napětím (a tím vyšší tempo cviku) může ovlivnit RPE. Trénink s tempem 4-0-2-0 vyvolal vyšší RPE ve srovnání s tempem 2-0-2-0.

Vliv tempa na krevní laktát – Trénink s pomalejším tempem a delším TUT vedl k většímu nárůstu krevního laktátu, ve srovnání s rychlejším tempem a kratším TUT.

3.8 Kruhový trénink

Obsahuje cviky, které jsou prováděny za sebou s minimálním intervalem odpočinku. Častější opakování s menším odporem (většinou 40–50 % z 1 RM) působí na kardiovaskulární systém a tím se dosahuje efektu aerobního tréninku (McArdle a kol., 2015).

Zatsiorsky (2014) uvádí, že při této formě se trénuje více motorických schopností najednou. Především síla a vytrvalost. Zmiňuje, že kruhový trénink je nevhodný u silových sportů a sportů, které vyžadují rychlou sílu. Vhodný se ale jeví u sportů, které požadují sílu a vytrvalost (veslování, kajak) a při kondiční přípravě ve sportech, kde síla nedomínuje (tenis, volejbal).

Jeho výhodou je, že ho může provádět více cvičenců najednou. Podle Jebavého a kol. (2017) mohou být na jednom stanovišti až 3 sportovci (v případě kolektivního sportu je to žádoucí) a doba trvání jednoho cviku se pohybuje mezi 20-30 s. Doba trvání se odvíjí od náročnosti cviku a velikosti odporu. Existuje i zdvojený či ztrojený způsob, kdy se odcvičí jeden cvik 2 - 3x za sebou a až pak se sportovec přesune na další stanoviště.

3.9 Cluster série

Metodu Kalus (2021) vysvětluje na příkladu dřepu – pracovní sérii rozdělíme na minisérie. Pokud budeme chtít v jedné sérii provést 4 opakování, aby se zachovala rychlost provedení pohybu, rozdělíme si opakování na následující části: 2 opakování, 15-20 s IO, 1 opakování, 15-20 s IO, 1 opakování, 2-3 min IO. Tím se do značné míry zapojí i rychlá svalová vlákna (vysoce umístěné motorické jednotky), která se aktivují při práci o vysoké intenzitě. Té dosáhneme buď prací s vysokou zátěží nebo pomocí vysoké rychlosti. Nestačí je ale aktivovat, musíme je donutit k růstu tím, že je dostatečně unavíme a zajistíme jejich pozitivní změnu.

Ukázalo se, že je tato metoda vhodná i při rozvoji maximální síly. Pokud u sportovce nastane stagnace s provedením 4 opakování se zátěží kolem 90 % z RM, můžeme sérii rozdělit na 3 minisérie (2+1+1 opakování).

Cílem je tedy rozdělení série na více menších, snadněji proveditelnějších sérií, u kterých jsme schopni udržet správnou techniku a provádět je s vyšší intenzitou (Kalus, 2021).

Každá organizační forma je v něčem odlišná, ať už je to v intenzitě, intervalu odpočinku nebo jiném ukazateli. Proto je dobré brát ohled na potřeby jedince, jeho schopnosti, a to v jakém vývojovém období ontogeneze a ročního tréninkového cyklu se nachází. Ontogenezi se budu věnovat v následující kapitole.

4 Ontogeneze

Ontogeneze je chápána jako individuální vývoj jedince. Každé vývojové období má svá specifika, která je potřeba respektovat a brát na ně ohled během vytváření tréninků (Bartůňková, 2013).

Vývoj jedince je potřeba chápat v souvislosti s vývojem druhu. V rámci zkoumání vývoje motoriky bylo zjištěno, že v období nemluvněte, batolete, předškolního věku a z částí i v začátcích prepubescence nejsou výrazné rozdíly v motorice. Čím jsou jedinci mladší, tím jsou rozdíly v motorice menší. Podobně je tomu i u starších jedinců (Čelikovský a kol., 1979).

Rozdělení věkových období podle Příhody je následující:

- Rozvoj prenatální
- První dětství
 - Období kojence/nemluvně (0-12 měsíců)
 - Období batolete (1-3 roky)
- Druhé dětství
 - Předškolní věk (3-6 let)
 - Prepubescence (6-11 let)
- Období pubescence (11-15 let)
- Období hebetické
 - Postpubescence (15-20 let)
 - Mecítma (20-30 let)
- Životní stabilizace a vyvrcholení (30-45 let)
- Střední věk (45-60 let)
- Senium
 - Stáří (60-75 let)
 - Kmetství (>75 let)

Zaměřím se pouze na ta období, která souvisejí s naší cílovou skupinou.

MLADŠÍ ŠKOLNÍ VĚK – PREPUBESCENCE

V tomto věku není zakřivení páteře trvalé, a proto se musí dbát na správné držení těla. Ve druhé třídě nejsou rozdíly ve výkonnosti mezi dívkami a chlapci signifikantní, zatímco ve 4. třídě se začínají postupně zvětšovat.

Podle Buytendijka (1965) patří mezi základní rysy dětské motoriky to, že jim chybí schopnost provádět pohyb úsporně, jako tomu je u dospělých jedinců. Jejich pohyby obsahují neúčelné souhyby. Od 6 let jsou potom pohyby plynulejší (Čelikovský a kol., 1979).

POHYBOVÝ VÝVOJ

Mladší školní věk

Toto období je nejvíce charakteristické spontánní pohybovou aktivitou. Rychle a lehce se děti učí novým dovednostem, které pokud nejsou dostatečně často opakovány, nemají dlouhodobou trvalost a jsou rychle zapomenuty. Období je také nazýváno jako „zlatý věk motoriky“, právě z důvodu rychlého učení. V tomto období musí v tréninku převládat herní princip. To znamená, že všechny činnosti by měly mít radostný charakter (Perič a kol., 2012).

Starší školní věk

Období se vyznačuje velkými biologickými a psychickými změnami. Pohybové možnosti jsou ovlivněny nerovnoměrností vývoje. Toto období se považuje za vrchol všeobecného vývoje. Začíná převažovat účelnost a ekonomičnost pohybu. Vysoké úrovně dosahuje rychlost chápání a schopnost učení nových pohybových dovedností. Ve druhém období staršího školního věku dochází ke zhoršení koordinace. V tomto období se pohybová činnost stává povinností (Perič a kol., 2012).

FORMY TRÉNINKU

Co se týče organizačních forem tréninkových jednotek dětí, nejčastěji využívanou je kruhový trénink. Děti jsou rozděleny na skupinky a každé je přiřazeno jedno stanoviště, kde se plní určitý úkol. Po jeho splnění nebo po uplynutí určeného časového limitu se skupinky posouvají na další stanoviště.

Sociálně-interakčními formami, využívanými v tréninku dětí jsou skupinová, hromadná a individuální.

Při sportovní přípravě dětí bychom se měli spíše zaměřovat na učení se dovednostem a správnou techniku provedení cviků. Na děti by se neměly aplikovat principy tréninku dospělých. Měly by se dodržovat poznatky o zvláštностech dětí, jak věkových, tak vývojových. Cvičení by měla být účelná a dostatečně složitá.

OBDOBÍ PUBESCENCE

Věkové rozmezí tohoto období je 11-15 let. Považuje se z hlediska motoriky za nejbouřlivější fázi přeměny dítěte v dospělého. Je zde typický nerovnoměrný vývoj – svalstvo, kostra a růst končetin je překotný a dochází k disproporcionalitě. U pubescentů dochází ke zhoršení koordinace (u necvičících je výraznější). V tomto období se silové schopnosti rozvíjejí

na základě růstu těla a tělesnými cvičeními. Ke konci období se rozvíjí především schopnosti staticko-vytrvalostního charakteru (Hájek, 2001).

Charakteristika věkové skupiny 18-25 let

Pro náš výzkum byla jedna z podmínek, že účastníci musí být mužského pohlaví ve věku od 18-25 let, z toho jsme měli jedince od 21 do 25 let, proto se zde této skupině budu věnovat podrobněji.

Cvičenci spadají do období mecitma (20-30 let). Podle Meinela zde muži dosahují nejvyšší úrovně základních pohybových schopností. Koncem pubescence dochází k nejvyššímu rozvoji rychlostních a obratnostních schopností a přibližně v polovině období mecitma má muž nejlepší předpoklady k získání nejvyšší úrovně silových a vytrvalostních schopností. Somatotyp, zaměstnání, trénink a životospráva podmiňuje rozdíly v motorice.

Muži se snaží o vysokou ekonomičnost pohybu, na rozdíl od chlapců.

Rozdíly ve výkonnosti mezi pohlavími jsou zde výrazné. Ty jsou dány anatomickými, funkčními a psychickými odlišnostmi a např. projevy svalové síly u žen jsou průměrně asi 63 % síly mužů.

Co se týče běžné populace, tak výkonnost žen zaostává za muži. Naopak výsledky výkonnostních testů vrcholových sportovců a sportovkyň nebyly jednoznačné. V některých testech vynikaly spíše skupiny mužských sportovců (skok do dálky z místa) a v jiných zase skupiny sportovkyň (opakované předklony s otáčením trupu ve stoji) (Čelikovský a kol., 1979).

4.1 Rozvoj silových schopností

Největší přírůstek silových schopností se objevují v období pubertální akcelerace. Silový přírůstek jednotlivých svalových skupin není rovnoměrný (Čelikovský a kol., 1979).

V období mecitma by měla vrcholit sportovní pohybová aktivita z důvodu plně dospělého organismu, který již může podstoupit nejvyšší tréninkové zatížení (Měkota, 1988).

Podle Periče (2012) je pro rozvoj síly nejdůležitější věk puberty (15–16 let), kdy lze začít s náročnějším silovým tréninkem. V období do 10 let bychom se měli zaměřit na rozvoj cvičení rychlostních a obratnostních, která podporují silový přírůstek. Zaměření směřujeme zejména na velké svalové skupiny (trup, svaly ramenního a kyčelního pletence). Období 10–12 let již umožňuje soustavnější rozvoj silových schopností z důvodu zdokonalování nervové regulace svalové činnosti. Klademe důraz na souměrnost svalového rozvoje a nezaměřujeme se pouze na svaly, které jsou potřebné pro danou specializaci. V období 13-15 let je možné začít se silovým tréninkem systematicky.

Silový rozvoj se zaměřuje na:

a) Nácvik techniky posilování

b) Všeobecnou silovou přípravu

c) Využití speciálních metod rozvoje silových schopností – mezi základní se řadí:

- Metoda rychlostní (malý odpor, maximální rychlost provedení)
- Metoda vytrvalostní (malý odpor, nemaximální rychlost provedení, vyšší počet opakování (nemaximální), delší interval zatížení: 20-30 s)
- Metoda opakovaných úsilí (60 % 1 RM u chlapců, počet opakování kolem 10, rychlejší provedení daného cviku)

Důležité je, aby rozvoj druhů silových schopností byl správně zařazen v rámci RTC. Proto se v následující kapitole zaměřím na jejich aplikaci během roku.

5 Periodizace

Jedním z nejdůležitějších konceptů v tréninku a jeho plánování je periodizace. Zahrnuje dva důležité aspekty. *Periodizace ročního plánu* se dále dělí do menších tréninkových fází, aby bylo jednodušší tréninky plánovat a řídit a zajistit špičkový výkon k vrcholu sezóny. *Periodizace biomotorických schopností* obsahuje strukturování jednotlivých tréninkových fází tak, aby vedly k co nejvyšší úrovni rychlosti, síly a vytrvalosti (Bompa, 1999).

Podle McArdleho (2015) nám periodizace umožňuje měnit intenzitu a objem tréninku tak, abychom vrcholného výkonu dosáhli v hlavní části sezóny. Rozděluje určité období silového tréninku, jako například 1 rok (makrocycklus), na kratší období nebo fáze (mezocykly), které se znovu rozdělují na kratší, týdenní mikrocycly, což ukazuje schéma 2. Tento tréninkový model v podstatě postupně snižuje objem a zvyšuje intenzitu, aby se maximalizoval nárůst svalové síly a výkonu. Tím, že roční tréninkový cyklus rozdělíme do více menších cyklů, umožní nám více způsobů manipulace s intenzitou, objemem, frekvencí, sériemi, opakováními a intervalem odpočinku k zamezení přetrénování. Poskytuje to také větší rozmanitost v trénincích. Může snížit negativní účinky přetrénování nebo stagnace, takže sportovci dosáhnou vrcholných výkonů při soutěžích. Schéma 2 zobrazuje, jakou dobu většinou jednotlivé cykly trvají:

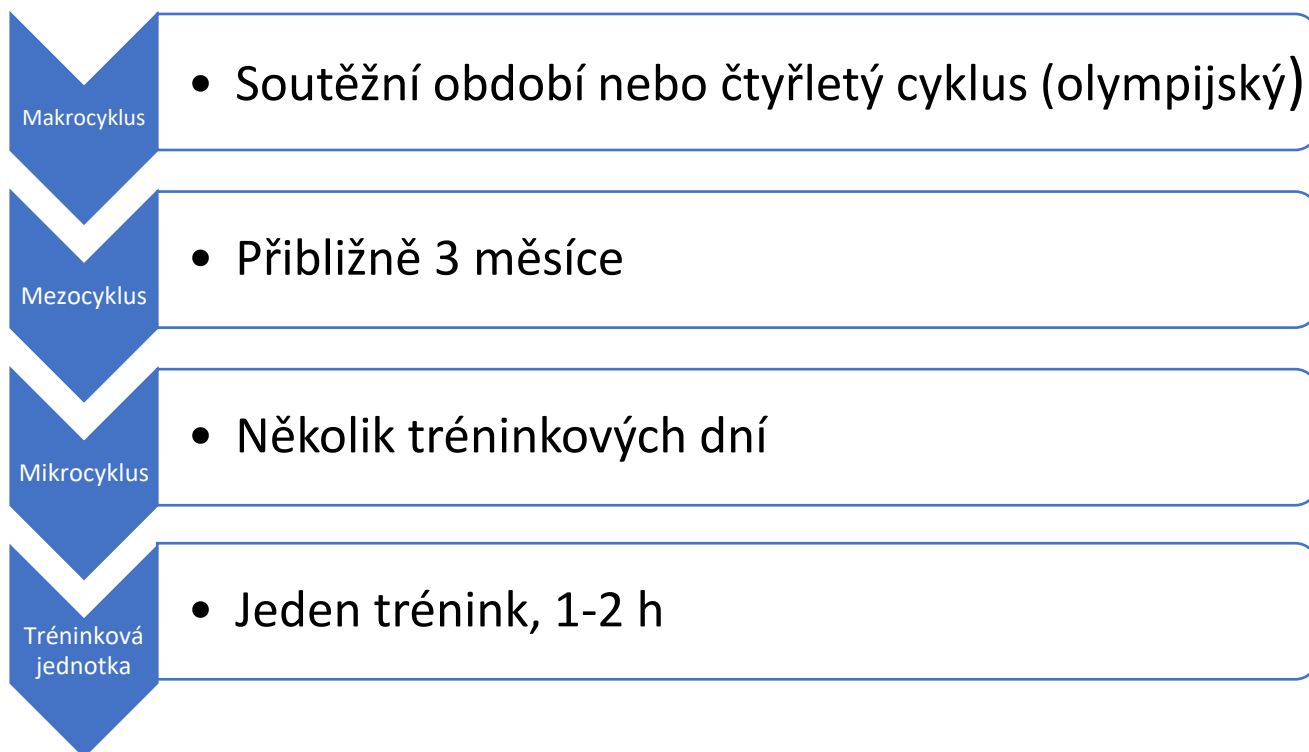


Schéma 2 Doba trvání jednotlivých fází RTC

Makrocyklus

Většinou trvá jednu sezónu, či zabírá celý čtyřletý cyklus (olympijský) (Kalus, 2021).

Cílem makrocyklů je, aby se v období jejich vrcholů (hlavních soutěží) dosahovalo nejvyšších možných výkonů. Proto se během sezóny v přípravných i soutěžních obdobích manipuluje s cvičeními, zátěží a metodami (Zatsiorsky, 2014).

Mezocyklus

Zde se zaměřujeme na rozvoj specifické kvality sportovce, což může být např. síla, hypertrofie, výskok. V té sportovec setrvá přibližně 3 měsíce (Kalus, 2021).

V tréninku maximální síly se v mezocyklech a mikrocyklech vychází ze dvou myšlenek. První je ta, že při zatěžování organismu je potřeba dostatečná regenerace. Druhá spočívá v tom, že je nutné najít rovnováhu mezi nepřetržitým tréninkem (na který jsme schopni se adaptovat) a jeho variabilitou (předejít předčasně adaptaci) (Zatsiorsky, 2014).

Mikrocyklus

Období několika dní tréninků, po kterých následuje odpočinek. Může se jednat o 4 dny tréninku v kuse, po kterých nastává odpočinek či jen lehká fyzická aktivita.

Tréninková jednotka

Jeden konkrétní trénink. Většinou trvá v rozmezí 1-2 hod (Kalus, 2021).

Základem tréninkové jednotky silového tréninku je, že sportovec vykoná co možná nejvíce práce, a přitom bude co nejsvěžejší. Důležitou částí je dobře stanovit intervaly odpočinku, pořadí cviků a intenzitu (Zatsiorsky, 2014).

S blížící se soutěží klesá objem a zvyšuje se intenzita tréninkové zátěže. McArdle (2015) zmiňuje čtyři fáze (mezocykly) periodizace odporového tréninku, tedy jak zařadit sílu do různých období RTC:

Fáze 1. Přípravná fáze (mezocyklus 1)

Klade důraz na mírný rozvoj síly vytrvalostní. Pro tréninky je typický vysoký objem (3-5 sérií, 8-12 opakování) a nízká intenzita (50-80 % z 1 RM, plus rozvoj flexibility a aerobní a anaerobní trénink).

Fáze 2. První přechodná fáze (mezocyklus 2)

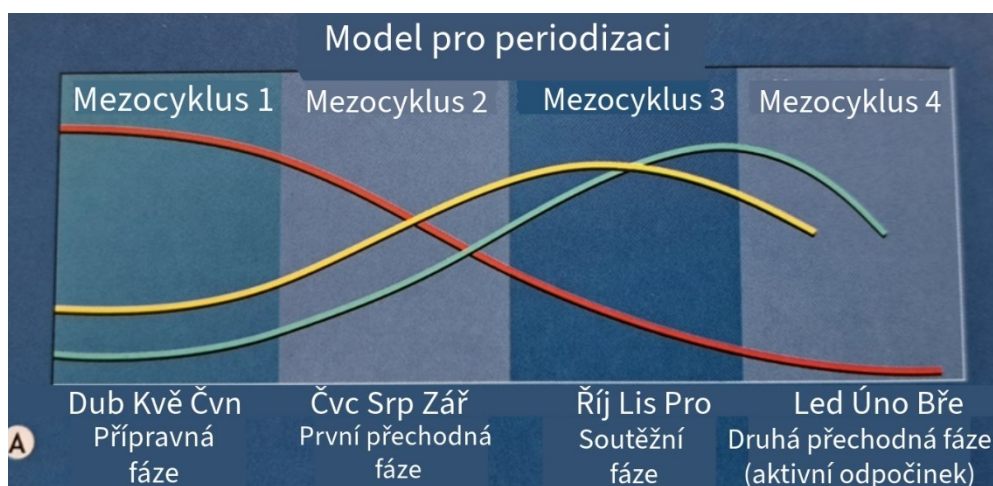
Soustředí se rozvoj síly pomocí tréninků se středním objemem (3-5 sérií, 5-6 opakování) a střední intenzitou (80-90 % z 1 RM, plus rozvoj flexibility a intervalový aerobní trénink).

Fáze 3, Soutěžní fáze (mezocyklus 3)

Dosažení vrcholu v soutěži. Rozvoj síly v této fázi je typický nízkým objemem a vysokou intenzitou (3-5 sérií, 2-4 opakování s 90-95 % z 1 RM, plus krátké tréninkové intervaly, které kladou důraz na pohyby specifické pro sport).

Fáze 4, Druhá přechodná fáze (aktivní odpočinek) (mezocyklus 4)

Obsahuje rekreační aktivity a tréninky v nízké intenzitě, které zahrnují různé činnosti. Ve fázích ročního cyklu se cíle, obsah a metody tréninku síly mění. Tyto změny se odvíjejí od typu síly, kterou daný sport, událost nebo sportovec potřebuje, aby zlepšil svůj herní výkon. Na Obrázku je popsáno, jak se během RTC mění tréninkový objem (červená křivka) a intenzita (žlutá křivka).



Obrázek 2 Model pro periodizaci (McArdle W., 2015)

Anatomická adaptace

Většina sportovců po přechodné fázi trénuje sílu málo, přičemž je vědecky dokázáno, že je to vhodná doba pro zahájení silového programu, aby se anatomie sportovce adaptovala na nový program. Hlavními cíli této fáze je zapojení co největšího počtu svalových skupin, připravit svaly, vazy, šlachy a klouby na následující dlouhodobou a náročnou fázi trénování. Všeobecný silový trénink, obsahující mnoho cviků (9-12), které sportovci pohodlně provádějí bez toho, aniž by tlačili na pilu, je žádoucí. Se zátěží 40–60 % maxima, opakováními 8-12 ve dvou až třech sériích, s nízkou až střední rychlostí provedení a intervalem odpočinku 60–90 s mezi cviky, po dobu 4 až 6 týdnů pomohou dosáhnout cílů této fáze (Bompa, 1999).

Fáze maximální síly

Většina sportů vyžaduje buď výbušnou sílu (např. skok daleký) nebo svalovou vytrvalost (např. plavání 800 až 1500 m) nebo obojí (např. veslování). Jsou ovlivňovány dosaženou úrovní maximální síly. Kvalitní výbušnost nemůžeme budovat bez vysoké úrovně

síly, jelikož výbušnost je produktem rychlosti a maximální síly. Cílem během této fáze je rozvíjet tuto sílu a dosáhnout co nejvyšší možné úrovně sportovcovi kapacity. Doba trvání (1-3 měsíce) závisí na potřebách daného sportu či sportovce. Může trvat déle (3 měsíce), jako je tomu u vrhačů nebo hráčů fotbalu. Hokejista může potřebovat pouze jeden měsíc (Bompa, 1999).

Samozřejmě v různých sportech se bude období rozvoje síly lišit. Například v ledním hokeji. V tomto sportu se primárně soustředí na rozvoj výbušné síly, která je nejvíce využita při startech, změnách směru a střelách. Při souboji se soupeřem se uplatňuje síla maximální a vytrvalostní, a to převážně v její izometrické kontrakci (statická síla). V následujících odstavcích krátce popíšu roční tréninkový cyklus přípravy ledního hokeje podle Jebavého, Hojky a Kaplana (2017).

Přípravné období

V prvním měsíci se sportovci zaměřují na rozvoj síly všeobecné a využívá se metody opakovaných úsilí. Snažíme se o nárůst vytrvalostní síly a hypertrofie. Obecně se zařazují 3-4 tréninkové jednotky týdně s dobou trvání 45-90 min. Tím, že je více silových jednotek během týdne, považuje se za vhodné střídání jednotlivých partií. Příkladné rozdělení může být, že pokud bude pondělní trénink zaměřen na dolní končetiny, druhá jednotka týdně bude cílená na trup a horní končetiny.

Vhodná organizační forma je kruhový trénink, protože umožňuje cvičení více hráčů najednou.

Maximální síla dominuje v druhé a třetí části přípravného období, kdy se zařazují metody s vyšší až maximální intenzitou (odpor 80-100 % z RM) a později je kombinujeme s metodami s maximálním rychlostním projevem. Vysoká intenzita zátěže je důležitá pro stimulace rychlých bílých vláken a pro nábor vysokoprahových motorických jednotek. Vhodné je vybrat 1-3 hlavní komplexní cviky, zaměřující se na velké svalové skupiny (např. dřep, přemístění) a doplnit je o cviky na menší svalové skupiny, které budou provedeny například metodou opakovaných úsilí. Hlavní cviky je vhodné provést formou tradičních sérií, kdy odcvičíme postupně všechny série jednoho cviku a poté se přesuneme k dalšímu. Doplnkové cviky je možné provést formou kruhového tréninku.

Po přípravném období hokejistů tradičně následuje dovolená, kdy se nedoporučuje úplný klidový režim, ale zařadit alespoň krátkou 30 min jednotku 3x týdně se střední až vysokou intenzitou.

Předsoutěžní období

Začátkem tohoto období bývá krátké zapracování po dovolené (po dobu jednoho týdne) formou metody vytrvalostní a pro udržení maximální síly metodu opakovaných úsilí a v závěru metodou kontrastní. Následuje přechod na sílu speciální a metody, které jsou typicky prováděné maximální možnou rychlostí. V této fázi přípravy je na prvním místě intenzita, nikoliv objem.

Často je využívána tzv. plyometrická metoda, pro kterou je charakteristická maximální rychlost provedení s minimální dobou kontaktu s podložkou. Využívá „svalového předpětí“ pomocí seskoků a okamžitým výskokem nebo odhozením břemene. Je cílena na velké svalové skupiny, především na dolní končetiny.

Další využívanou metodou v tomto období je metoda rychlostní neboli metoda dynamického úsilí. Zde se může jednat o provedení dřepu v tempu 3-1-X-1, kdy X značí maximální možnou rychlost pohybu nahoru.

Soutěžní období

Před začátkem soutěžního období se snižuje objem i intenzita tréninků. Cílem v této fázi je udržení co nejvyšší úrovně hlavních pohybových schopností. Co se síly týče, jedná se zde hlavně o sílu rychlou. Aby se výbušnost udržela na stabilní úrovni, je doporučeno zařadit 1-2 krátké silové jednotky týdně a alespoň jednou týdně zařadit jeden nebo dva udržovací silové cviky na hlavní svalové partie. Například jeden bilaterální komplexní cvik (přemístění, trh) a jeden až dva unilaterální cviky na dolní končetiny se zaměřením na maximální sílu.

Jednotka orientovaná na maximální sílu by se měla zařadit nakonec specifického tréninku. Před tréninkem je možný rozvoj výbušné a rychlé síly.

Když se zrovna nesoutěží, nastává reprezentační přestávka, doporučuje se v prvním týdnu zintenzivnit silové tréninky. Měly by být častěji využívány metody podporující maximální sílu. To znamená zařadit 1-2 cviky metodou maximálních úsilí a doplňkové cviky rychlostního nebo silově-vytrvalostního charakteru nedominantních svalových skupin.

Přechodné období

Hráči by neměli být zatěžováni náročnými fyzickými aktivitami obsahující silový trénink. Po sezóně náročné jak fyzicky, tak psychicky, musí dojít během několika týdnů k zotavení. Považuje se zde za vhodný dostatečný odpočinek a mentální relaxace sportovců. V tomto období se nerozvíjí kondice, ale zaměřujeme se spíše např. na doléčení zranění a kompenzační cvičení na vyrovnání dysbalancí. Při nedostatečném zotavení by mohlo dojít k přetrénování nebo k únavovým zlomeninám.

Na základě nastudované literatury vyvstaly otázky, jaké organizační formy jsou pro rozvoj maximální síly u sportovců nejefektivnější volbou. V následující metodologické části se budeme snažit odpovědět.

II. METODOLOGICKÁ ČÁST

6 CÍL, ÚKOLY PRÁCE A HYPOTÉZY

6.1 Cíl práce

Komparace vybraných organizačních forem silového tréninku a jejich vliv na maximální sílu u předem zvolených cviků.

6.2 Úkoly práce

1. Nalézt a prostudovat odbornou literaturu zabývající se organizačními formami.
2. Provést rešerši odborné literatury zabývající se maximální silou.
3. Navrhnout design studie.
4. Zajistit vyjádření etické komise.
5. Oslovit a vybrat vhodné jedince pro účast ve výzkumu.
6. Uskutečnění experimentu.
7. Zpracování dat.

Pro lepší přehlednost můžete na schématu 3 vidět design výzkumu.

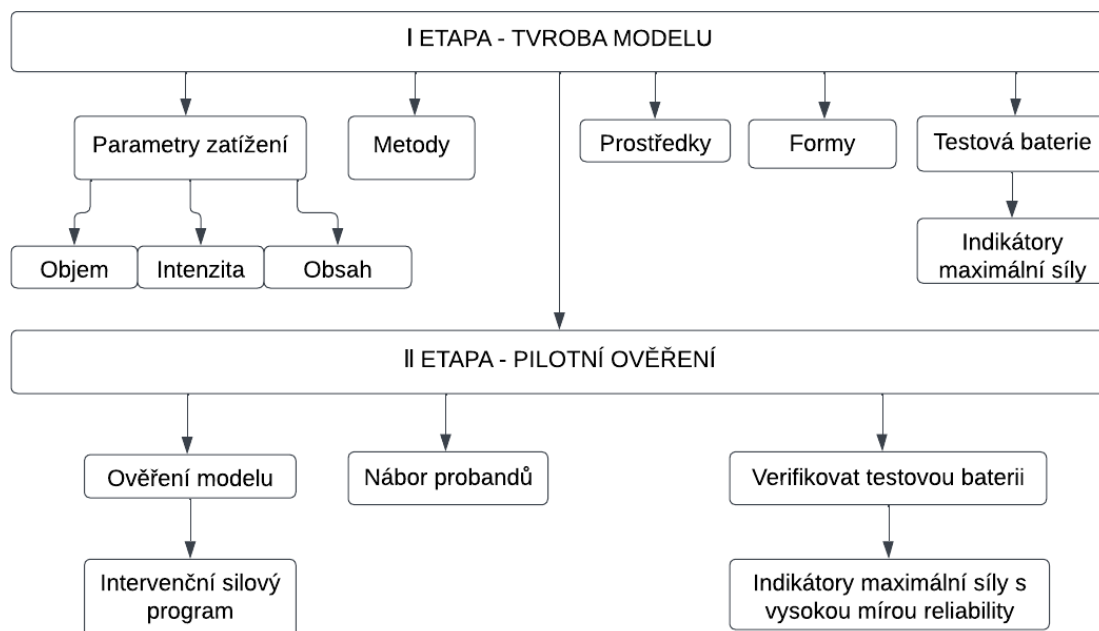


Schéma 3 Design výzkumu

6.3 Hypotézy

H1:

Předpokládáme, že pro rozvoj maximální síly bude nejvhodnější tradiční odporový trénink.

H2:

Předpokládáme, že největší rozdíl bude mezi hodnotami vstupního měření a hodnotami naměřených po tréninku trojsériích oproti ostatním organizačním formám.

7 METODIKA PRÁCE

7.1 Design studie

Výzkum byl prováděn jako pilotní studie s crossover designem. Hlavní studie, ze které náš výzkum vycházel, byla od autorů Weakley a kol. (2017). Celkem se uskutečnily 3 tréninkové protokoly a jedno vstupní měření. Vstupní měření 3 RM na cviky, které byly zařazeny do tréninkových protokolů a následné plnění jednoho tréninkového protokolu jednou týdně. Vše probíhalo v posilovně UK FTVS v brzkých odpoledních hodinách. Účastníci byli seznámeni s výhradami, čeho se vyvarovat během celého výzkumu. Zahrnovalo to absenci náročných fyzických aktivit 24 hodin před začátkem protokolu, minimálně 7 h spánku, dodržování svého standardního jídelníčku a pitného režimu a konzumace jídla naposledy dvě hodiny před začátkem protokolu. Technika provedení byla u všech probandů kontrolována trenéry, aby se eliminovaly chyby. V průběhu studie byla tolerována 5denní zdravotní indispozice probandů. Pokud by přetrvávala déle, byli bychom nuceni jedince ze studie vyřadit.

V prvním týdnu byli jedinci seznámeni s průběhem celého výzkumu, po kterém následovalo měření maximální síly 3 RM na cviky zahrnuté v tréninkových protokolech.

Tréninkové protokoly byly tři a každý se zaměřoval na odlišnou organizační formu. Byly to tradiční série, supersérie a trojsérie.

Probandi byli na základě vstupního měření rozděleni do tří skupin tak, aby v jedné skupině vždy byli jedinci s podobnými hodnotami.

Ve výzkumu byly měřeny a hodnoceny tyto ukazatele:

- Maximální síla
- Výbušná síla
- Hladina krevního laktátu
- SF
- RPE

Na výzkumu jsem spolupracovala společně se dvěma kolegy. Sebastian Klimt se ve své práci věnuje změnám hladiny krevního laktátu, SF a hodnotám RPE. Filip Šírek zkoumal hodnoty výbušné síly pomocí CMJ s trap bar osou. Ve své práci se těmto hodnotám nebudu nadále věnovat a práce bude zaměřena pouze na maximální sílu.

7.2 Protokol odporového tréninku

Všechny protokoly obsahovaly totožné cviky. Jednalo se o zadní dřep, bench press, rumunský mrtvý tah, tlaky na ramena v sedě s jednoručkami, přitahy osy v předklonu a přitahy

osy k bradě. Cviky byly vždy uskutečněny ve stejném pořadí, jak je uvedeno výše, ve všech organizačních formách.

U každého cviku byly prováděny 3 série o 10 opakováních. Tempo cviku bylo určeno následovně: 2 s excentrická fáze a 1 s koncentrická fáze (2-0-1-0).

Níže vám popíšu, jak probíhaly jednotlivé protokoly.

7.2.1 Vstupní měření a stanovení zátěže

Ve vstupním měření se zjišťovala maximální síla na 3 RM u všech výše zmíněných cviků v uvedeném pořadí. Naměřené hodnoty byly dále využity pro stanovení zátěže v tréninkových protokolech. Počet opakování byl stanoven na 10 opakování v jedné sérii se zátěží 65 % z naměřených 3 RM. U probandů byla taktéž změřená výška a tělesná hmotnost.

7.2.2 Organizační formy

Protokol zaměřen na tradiční série spočíval v dokončení jedné série cviku o 10 opakováních, po které následoval IO pasivní formou. Z výchozí studie byl určen na 120 s.

V protokolu supersérií se jednalo o splnění jedné pracovní série jednoho cviku o 10 opakováních s okamžitým přesunem na druhý cvik a taktéž o dokončení jedné série o 10 opakováních. Mezi cviky byl odpočinek omezen na minimum, jednalo se pouze o přesun na druhý cvik. Po dokončení prvních sérií této dvojice následoval pasivní IO s trváním 120 s.

Protokol trojsérií fungoval na základě dokončení jedné série o 10 opakováních u prvního cviku s následným přesunem na první sérii druhého cviku a po dokončení přesun na první sérii třetího cviku. IO mezi cviky byl téměř nulový, znovu pouze čas, který zabral přesun mezi cviky. Po dokončení tří prvních sérií u tří cviků následoval IO 120 s.

TUT bylo u všech cviků u všech organizačních forem stanoveno následovně: 2 s excentrická fáze a 1 s koncentrická fáze (zápis 2-0-1-0). To znamená, že jedna série u protokolu TRAD trvala 30 s, u protokolu SS trvala 60 s a série u protokolu TRI se vyšplhala až na 90 s.

Schéma 4 přehledně zobrazuje pořadí cviků a graficky znázorňuje, kde se nacházely intervaly odpočinku.

Tabulka 4 ukazuje vybrané parametry zatížení.

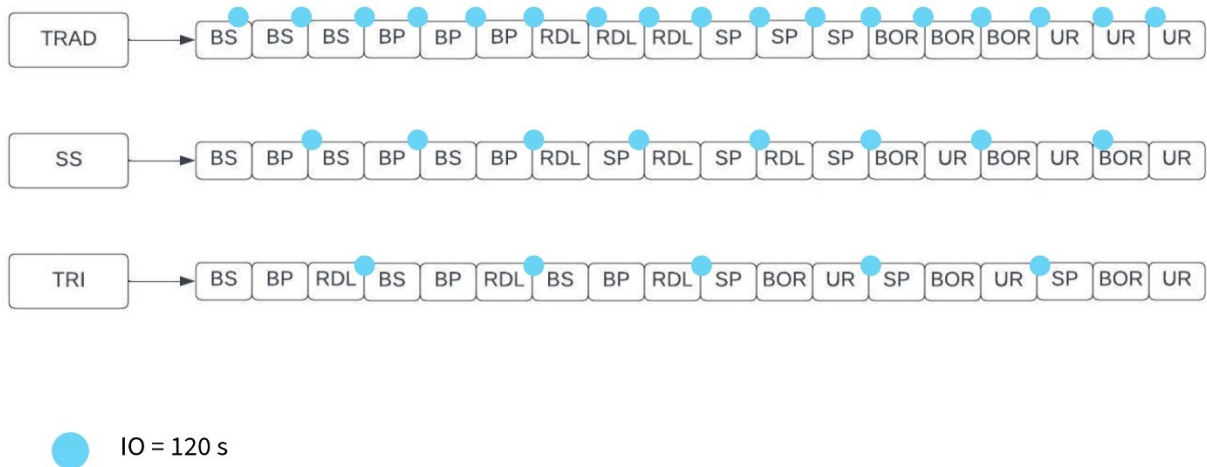


Schéma 4 Přehled pořadí cviků a intervaly odpočinku

	Tempo cviků	TUT (s) první série cviků	IO (s) první série cviků	IO (min) celkem	Charakter odpočinku
TRAD	2-0-1-0	30	120	34	Pasivní
SS	2-0-1-0	60	120	16	Pasivní
TRI	2-0-1-0	90	120	10	Pasivní

Tabulka 4 Vybrané parametry zatížení

7.2.3 Rozcvičení před protokolem

Každému tréninkovému protokolu předcházelo standardizované rozcvičení vedené vedoucími výzkumu. Bylo složeno ze zahřátí organismu následovaného mobilizací velkých kloubních struktur, dynamického strečinku a aktivací velkých svalových skupin. Rozcvičení zabralo přibližně 15 min před samotným tréninkovým protokolem.

7.3 Výzkumný soubor/charakteristika skupiny

Pilotní studie se zúčastnilo 7 probandů. Podmínky pro participaci byly následující: minimálně 5 let zkušeností s odporovým tréninkem, bez zdravotních problémů a věk v rozmezí 18–25 let.

V rámci mé bakalářské práce jsem se snažila dosáhnout co největší homogenity mezi účastníky výzkumu. Nicméně, v důsledku omezených možností a dostupnosti účastníků jsem nakonec byla nucena vybrat probandy z různých sportovních odvětví.

V Tabulce 5 je uvedena charakteristika všech účastníků výzkumu.

Věk (roky)	22.7 ± 1.3	BP 3 RM (kg)	87.1 ± 9.9
Výška (m)	1.8 ± 0.07	RDL 3 RM (kg)	131.4 ± 14.6
Tělesná hmotnost (kg)	75.3 ± 10.2	SP 3 RM (kg)	26.7 ± 2.4
Tréninkový věk (roky)	4.4 ± 1.4	BOR 3 RM (kg)	77.9 ± 9.9
BS 3 RM (kg)	108.1 ± 13.7	UR 3 RM (kg)	44.3 ± 7.3

Tabulka 5 Charakteristika probandů

V Tabulce 6 je uveden věk, tělesná výška a tělesná hmotnost každého z probandů.

PROBAND	VĚK	TĚLESNÁ VÝŠKA (cm)	TĚLESNÁ HMOTNOST (kg)
Proband 1	21	168	60
Proband 2	22	176	70
Proband 3	22	179	72
Proband 4	22	190	92
Proband 5	23	183	73
Proband 6	24	185	88
Proband 7	25	176	72

Tabulka 6 Charakteristika jednotlivých probandů

7.4 Použité metody měření

Pro měření maximální síly jsem zvolila metodu 3 RM na cviky zadní dřep a bench press, které byly součástí tréninkových protokolů.

Maximální síla na 3 RM u cviků, které jsou popsány výše, se měřila před zahájením tréninkových protokolů na tréninkové jednotce. Výsledky na dřep a bench press se použily jako výchozí pro měření po ukončení každého tréninkového protokolu.

Jako první jsem měřila 3 RM na zadní dřep. Začalo se 5 min po ukončení jednotky. Každý jedinec měl možnost 3x navýšit (či snížit) zátěž, ale většina skončila prvním pokusem.

Úspěšný pokus byl, když byla stehenní kost v rovnoběžné poloze se zemí ve všech třech opakováních. Tempo opakování bylo stejné jako tempo během všech protokolů, tedy 2-0-1-0.

Koeficient spolehlivosti podle Měkoty a Blahuše (1983) je $r_{stab} = 0,90$.

Bench press následoval. Podmínky byly stejné jako u dřepu, tempo 2-0-1-0. Za úspěšný pokus bylo považováno spuštění osy k hrudníku a vracení zpět do uzamčené polohy.

Koeficient spolehlivosti podle Měkoty a Blahuše (1983) je $r_{stab} = 0,90$.

V následující tabulce jsou uvedeny vstupní naměřené hodnoty na zadní dřep a bench press.

Vstupní hodnoty

PROBAND	ZADNÍ DŘEP 3 RM	BENCH PRESS 3 RM
Proband 1	77	75
Proband 2	105	90
Proband 3	120	95
Proband 4	120	100
Proband 5	115	75
Proband 6	110	100
Proband 7	110	80

Tabulka 7 Hodnoty vstupního měření

7.5 Analýza dat

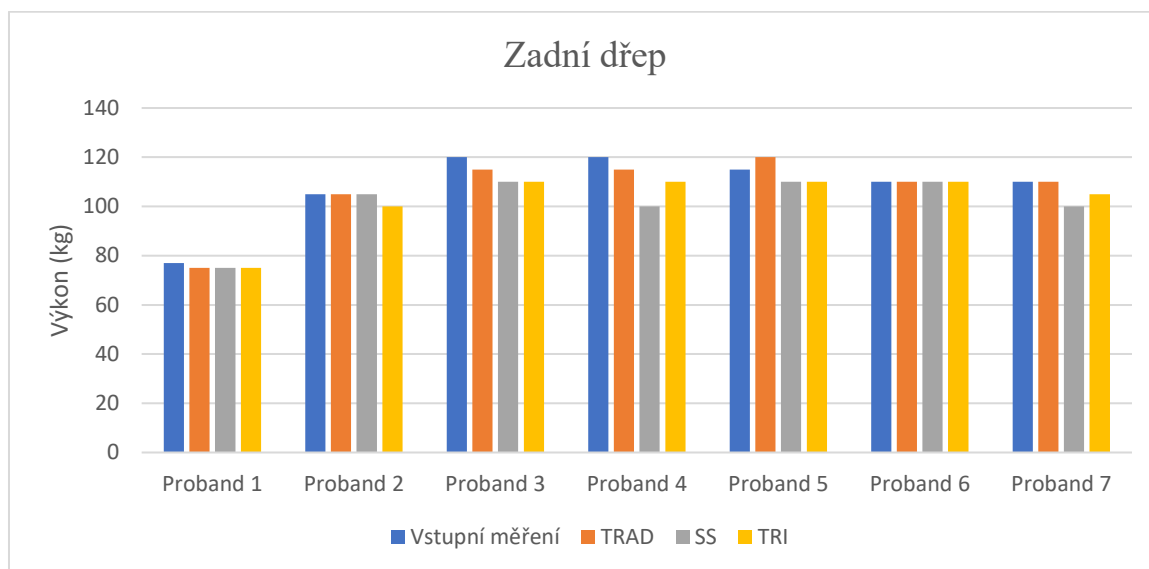
Vyhodnocení dat bylo provedeno v softwaru R verze 4.0.4 (R core team, 2021). Byl testován vliv silového tréninku odlišných organizačních forem na maximální sílu. Jednalo se o tradiční sérii, supersérii a trojsérii. Hodnoty, které jsem pozorovala, byly maximální síla na 3 RM na zadní dřep a bench press. Porovnávaly se hodnoty získané při vstupním měření s hodnotami, získanými při měření po každé organizační formě (TRAD, SS a TRI). Data byla analyzována pomocí párového t-tesu (Hendl a Remr, 2017).

Zvolená statistická významnost se nacházela na hladině $p < 0,05$ (Hendl a Remr, 2017). V případě, kdyby byly hodnoty vyšší, nulové hypotézy nebyly zamítnuty. Všechny hodnoty jsou přehledně znázorněny pomocí krabicových grafů, ve kterých je pozorovatelný pokles výkonů po absolvování odporových protokolů.

8 VÝSLEDKY

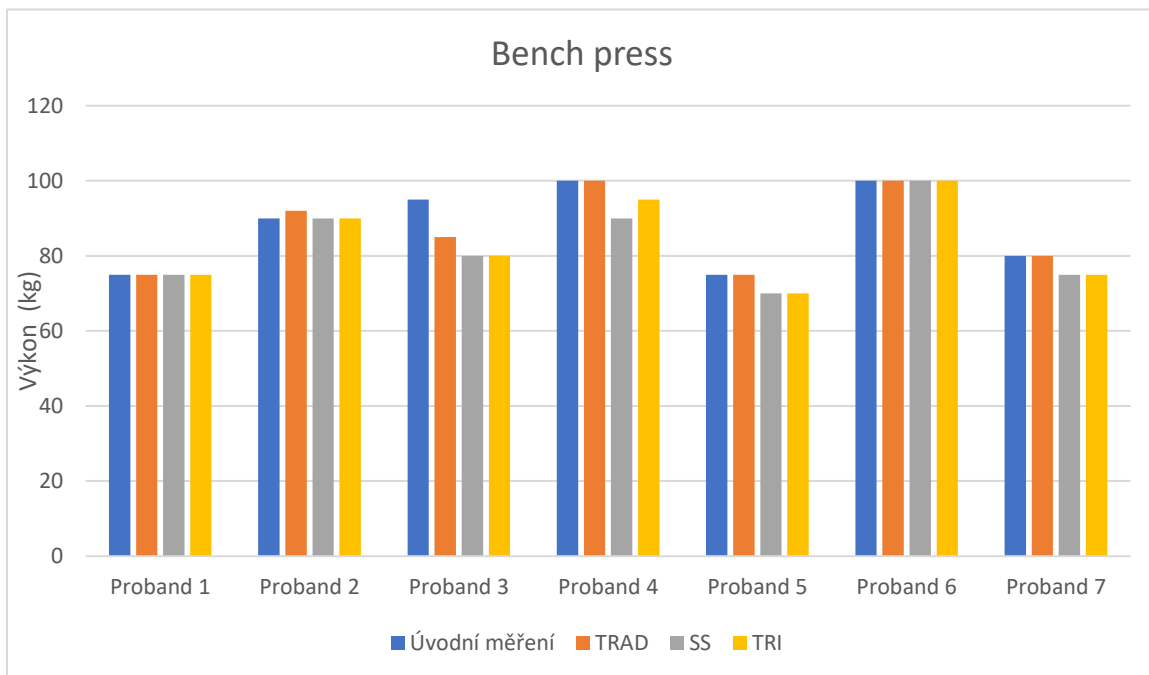
Hlavním úkolem bylo zjistit, jaký mají odlišné organizační formy (TRAD, SS, TRI) vliv na maximální sílu. Na základě hypotézy jsme předpokládali, že nejlepší organizační formou pro trénink maximální síly bude protokol tradičních sérií.

V následujících grafech jsou přehledně zobrazeny výkony jednotlivých probandů jak při vstupním měření, tak po absolvování všech organizačních forem.



Graf 1 Výkony zadní dřep

V grafu 1 porovnáváme získané hodnoty probandů na zadní dřep. Můžete vidět, že největší rozdíly mezi vstupním měřením a organizačními formami jsou u probanda 3 a 4. Naopak u probanda 6 nepozorujeme žádný rozdíl ve výkonech.

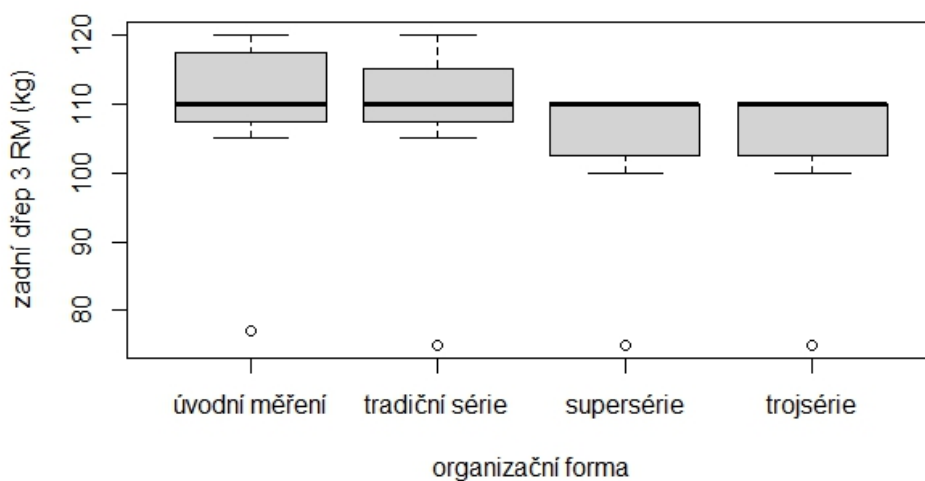


Graf 2 Výkony bench press

V grafu 2 vidíme rozdíly v získaných hodnotách u bench pressu. Největší rozdíl mezi vstupním měřením a organizačními formami je u probanda 3. Naopak proband 1 a proband 6 mají identické výkony získané během vstupního měření a organizačních forem.

8.1 Vliv organizačních forem na maximální sílu (zadní dřep)

Statistická analýza provedena pomocí párového t-testu zjistila následující:



Graf 3 Porovnání vlivu organizačních forem na zadní dřep

Graf číslo 3 přehledně zobrazuje průměrné hodnoty zadního dřepu vstupního měření a jednotlivých organizačních forem.

Mezi vstupním měřením a měřením po tradičních nebyl zjištěn signifikantní rozdíl mezi středními hodnotami ($p = 0,474$).

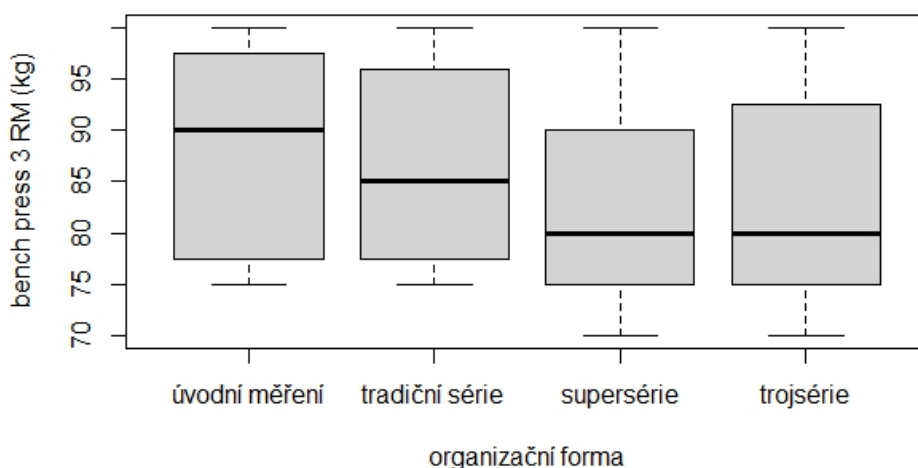
Mezi vstupním měřením a měřením po supersériích byl zjištěn signifikantní rozdíl mezi středními hodnotami ($p = 0,0251$). Po tréninkovém protokolu došlo k poklesu výkonu. Průměrný výkon při vstupním měření byl 108,143 kg a po tréninku SS klesl na 102,857 kg. Největší rozdíl ve výkonu byl u probandů 3 a 7, který činil pokles o 10 kg.

Mezi vstupním měřením a měřením po trojsériích byl zjištěn signifikantní rozdíl mezi středními hodnotami ($p = 0,0095$). Oproti vstupnímu měření, kde byl průměrný výkon 108,143 kg, po dokončení tréninku TRI klesl průměrný výkon na 102,857 kg. Nejvyšší pokles byl opět o 10 kg, tentokrát u probandů 3 a 4.

Můžeme vidět, že průměrný výkon po tréninku SS a TRI je naprosto stejný. Výkon jednotlivých probandů se nikdy nelišil o více jak 10 kg. Například proband 6 podal jak při vstupním měření, tak i po všech tréninkových protokolech, stejný výkon a to 110 kg.

8.2 Vliv organizačních forem na maximální sílu (bench press)

Statistická analýza provedena pomocí párového t-testu zjistila následující:



Graf 4 Porovnání vlivu organizačních forem na bench press

Graf číslo 4 ukazuje průměrné hodnoty bench pressu vstupního měření a jednotlivých organizačních forem a porovnává je.

Mezi vstupním měřením a měřením po tréninku TRAD nebyl zjištěn signifikantní rozdíl mezi středními hodnotami ($p = 0,4758$).

Mezi vstupním měřením a měřením po tréninku SS nebyl zjištěn signifikantní rozdíl mezi středními hodnotami ($p = 0,6183$).

Mezi vstupním měřením a měřením po tréninku TRI nebyl zjištěn signifikantní rozdíl mezi středními hodnotami ($p = 0,7814$).

Největší rozdíl v průměrném výkonu byl mezi vstupním měřením a po tréninku SS. Při vstupním měření dosahoval 87,857 kg a po tréninku SS 82,857 kg.

9 DISKUSE

V literatuře se uvádí, že za účelem rozvoje maximální síly v tréninku se využívá nižší počet opakování a vyšší velikost odporu ($> 85 \% 1 \text{ RM}$). Interval odpočinku se pohybuje mezi 3-5 min. Tato studie se snažila zjistit, jaký bude akutní vliv jednotlivých organizačních forem na maximální sílu zadního dřepu a bench pressu.

Ukázal se signifikantní rozdíl ve výkonu na zadní dřep mezi vstupním měřením a měřením po trénincích typu SS a TRI. Došlo k poklesu výkonu 3 RM u většiny probandů. U TRAD nebyl zjištěn signifikantní vliv na maximální sílu, ale i zde došlo k poklesu výkonu, který nebyl markantní. U jednoho z probandů zůstal výkon při všech měřeních stejný.

Následující studie porovnávala efekt drop-setu (DS), „rest-pause“ systému (RP) a tradičního odporového tréninku (TRT) se stejným objemem práce na maximální dynamickou sílu (1 RM) a tloušťku stehenního svalu. Post hoc srovnání ukázalo, že skupina RP prokázala zlepšení v 1 RM na zadní dřep oproti TRT (Enes a kol., 2021).

Vzhledem k odlišnému intervalu odpočinku mezi organizačními formami, bylo očekáváno, že tradiční série nebudou bezprostřední výkon po tréninku ovlivňovat natolik, aby byl pokles výkonu signifikantní. Celkově tvořil interval odpočinku přibližně 17 min. Oproti tréninku supersérií, kde dosáhl pouze 8 min. U trojsérií klesl na 5 min. Ve studii *Freitas de Salles a kol. (2009)* potvrdili, že delší interval odpočinku (3 min, 5 min) mezi sériemi měl pozitivní vliv na maximální sílu, na rozdíl od intervalu kratšího (1 min). Ve studii *Laurent a kol. (2016)* porovnávali účinnost silového tréninku 3/7 (ten se skládal z 5 sérií o opakováních od 3 do 7 s intervalem odpočinku 15 s mezi sériemi) s tradičnějšími designy (4 série o 6 opakováních a 8 sérií o 6 opakováních, interval odpočinku 150 s) na zvýšení maximální síly bench pressu. Ve všech protokolech pracovali se stejnou intenzitou a to 70 % 1 RM. Po 8 týdnech došli k závěru, že trénink 3/7 je účinnou metodou pro zvýšení maximální síly. V důsledku velmi krátkých intervalů odpočinku došlo ke zvýšení metabolického stresu, tedy nahromadění metabolitů, jako reakce na nedostatek energie a kyslíku.

Ve studii *Sabido a kol. (2016)* porovnávali akutní účinky čtyř odlišných metodik silového tréninku zaměřených na hypertrofii. Jedním ze zkoumaných ukazatelů byla maximální rychlost bench pressu. Všechny metody (tradiční série, pyramidový trénink, antagonistické a agonistické supersérie) vedly k významnému poklesu výkonu při porovnání hodnot před a po tréninkových protokolech.

V naší studii u bench pressu nedošlo k signifikantním rozdílům mezi vstupním měřením a žádnou organizační formou. Došlo k mírnému poklesu výkonu u většiny probandů.

Studie *Paz a kol. (2015)* zjišťovala akutní účinky tradičních sérií (TS) a antagonisticky párovaných supersérií („*paired-set*“, PS) na objemovou zátěž a nervosvalovou únavu. Došli ke zjištění, že jak pro bench press (BP) tak pro široké přitahy kladky v sedě (SR) dochází ke zvýšení objemové práce za kratší čas u PS ve srovnání s TS. Také byl zvýšený únavový index (EMG) pozorovaný u opačných svalových skupin v rámci protokolu PS. To naznačuje, že pro PS v porovnání s TS to může znamenat signifikantní nárůst v akutním svalovém výkonu. V protokolu PS činil interval odpočinku mezi BP a SR pouze přibližně 10 s, po páru cviků následoval odpočinek 2 min. V protokolu TS byl interval odpočinku mezi každou sérií 2 min. Tedy předvyčerpání antagonistických svalových skupin a delší interval odpočinku nezapříčinil tak vysoké svalové vyčerpání.

První hypotéza byla potvrzena a protokol tradičních sérií bude nejvhodnější volbou pro trénink maximální síly. A to hlavně z důvodu delších intervalů odpočinku. Přestože byla hypotéza potvrzena, musíme brát v úvahu individuální odlišnosti mezi jednotlivými sportovci, jejich zkušenosti a úrovní trénovanosti.

Druhá hypotéza, kterou jsem představila, navrhuje, že největší rozdíl bude mezi hodnotami vstupního měření a hodnotami naměřených po tréninku trojsérií oproti ostatním organizačním formám. Při porovnání vstupních a výstupních hodnot lze říct, že u většiny probandů byl pokles výstupních dat téměř totožný, jak po tréninku supersérií, tak i trojsérií. A to u bench pressu i zadního dřepu. Výjimku tvořili proband 4 (bench press i zadní dřep) a proband 7 (zadní dřep), u kterých byla diference ve vstupních a výstupních hodnotách větší v rámci tréninku supersérií. Můžeme vidět, že proband 7 dosáhl při vstupním měření výkonu 110 kg na zadní dřep, po tréninku supersérií výkon spadl na 100 kg a po tréninku trojsérií znovu vzrostl na 105 kg. Další výjimkou byl proband 2, jehož diference ve výkonech byla nejmarkantnější při porovnání vstupních hodnot a hodnot po tréninku trojsérií. Jediný tedy potvrdil moji hypotézu.

Je zde nutné reflektovat faktory, které mohou ovlivňovat výsledky. Za hlavní limitace této studie považuji rozdílnost probandů. I když jsem původně dala požadavky na znaky homogenity, nebyly tyto podmínky výběru dostatečné. Heterogenita je výrazná. Variabilita v tělesné hmotnosti a výšce vedla k podstatným rozdílům ve výkonech maximální síly. Rozdíly v tělesné konstituci představují důležitý faktor při interpretaci výsledků. Zejména s ohledem na rozdílnost rozložení svalové hmoty a biomechaniky pohybu. Každý z jedinců se věnuje jinému sportovnímu odvětví, které vykonává na jiné úrovni a jejich výkonnost se tudíž neshodovala. Limitace vztahující se k účastníkům je také jejich počet. Dělat jasný závěr ze statistické analýzy sedmi probandů není příliš racionální. Jednou z dalších limitací je TUT, které se neshodovalo

pro všechny organizační formy. Například TUT u trojsérií činilo pro jednu sérii 90 s na rozdíl od tradičních sérií, kde bylo pouze 30 s. Což mohlo zapříčít vyšší únavu po tréninku, která se mohla odrazila na testu maximální síly po tréninku SS a TRI.

V další studii by bylo dobré se zaměřit na sjednocení TUT a zamezit tak případným nepřesnostem. Budoucí studie, které by se tímto tématem zabývaly by měly klást větší důraz na homogenitu účastníků výzkumu a hojnější počet. Vybírat probandy, jejichž tělesná výška a hmotnost se nebude významně lišit, takže jejich maximální silové výkony při vstupním měření nebudou mít velkou diferenci.

10 ZÁVĚR

V rámci mé závěrečné práce byl zjištěn signifikantní vliv organizačních forem silového tréninku na maximální sílu zadního dřepu a bench pressu. Byl zjištěn konkrétně u testování zadního dřepu po dokončení protokolů supersérií a trojsérií, kde nastal pokles v maximální síle. U protokolu tradičních sérií byl pozorován nesignifikantní pokles výkonu. Testování bench pressu neukázalo signifikantní rozdíl po žádné organizační formě, avšak pokles byl zaznamenán u všech. I zde měly tradiční série nejméně pozorovatelný pokles maximální síly oproti vstupnímu měření.

Závěr tedy zdůrazňuje, že z testovaných organizačních forem se pro rozvoj maximální síly jako nejvhodnější jeví tradiční série, následované supersériemi a trojsériemi.

V kontextu studie byly také zmíněny organizační formy, jejichž vliv na maximální sílu nebyl zkoumán. Například kruhový trénink. Kruhový trénink je specifický svým zaměřením na vytrvalost a celkovou kondici, a proto si nemyslím, že není nejlepší volbou pro rozvoj maximální síly. Rychlý přechod mezi cviky a krátký interval odpočinku nenabízí ideální podmínky pro dosažení požadovaných stimulů pro rozvoj maximální síly. Ukazuje se jako vhodná metoda pro včlenění do přípravného období v rámci RTC, kdy se klade důraz na rozvoj celkové připravenosti. Cílem je zvýšení všeobecné kondice a nekladou se primární požadavky na sportovně specifický výkon. Tato organizační forma nachází uplatnění zejména ve sportech, jako je basketbal či fotbal, kde je vyžadována komplexní fyzická kondice a schopnost rychlé adaptace na variabilitu pohybů a změny situací během herní činnosti. Je možné zde implementovat cvičení, která stimulují specifické pohyby spojené s těmito sporty a přispívají tak ke zlepšení herního výkonu.

Zmiňovala jsem i shazované série, které také nejsou nejvhodnější volbou pro rozvoj maximální síly. Vedou k rychlé únavě svalů v důsledku opakovaného snižování zátěže. Jedinec tak nemá dostatečný čas na obnovu síly mezi sériemi. Tím, že snižujeme zátěž, snižuje se tak intenzita tréninku. Proto se jedná spíše o formu pro rozvoj hypertrofie než síly maximální.

11 LITERATURA

Elektronické články:

ALONSO-AUBIN, Diego Alexandre, Moisés PICÓN-MARTÍNEZ a Iván CHULVI-MEDRANO. Strength and Power Characteristics in National Amateur Rugby Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. 2021, 18(11) [cit. 2023-04-09]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph18115615

BAKER, Daniel a Robert U. NEWTON. Acute effect on power output of alternating an agonist and antagonist muscle exercise during complex training. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2005, 19(1) [cit. 2023-04-09]. Dostupné z: doi:10.1519/1533-4287(2005)19<202:AEOPPO>2.0.CO;2

BRZYCKI, Matthew. Strength Testing—Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. Online. *Journal of Physical Education, Recreation a Dance*. 1993, roč. 64, č. 1, s. 88-90. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/07303084.1993.10606684>. [cit. 2023-12-11].

BUSCH, Angela J, Sandra C WEBBER, Rachel S RICHARDS, et al. Resistance exercise training for fibromyalgia. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. [cit. 2023-04-12]. ISSN 14651858. Dostupné z: doi:10.1002/14651858.CD010884

CAMARGO, Júlio B B DE a ZARONI, Rafael S. Tri-Set Training System Induces a High Muscle Swelling with Short Time Commitment in Resistance-Trained Subjects: A Cross-Over Study. Online. *International Journal of Exercise Science*. 2022, roč. 15, č. 3, s. 561-569. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35516414/>. [cit. 2024-04-06].

JÚLIO B. B. DE, Camargo; RAFAEL S., Zaroni a ANTONIO C. T., Júnior. Tri-Set Training System Induces a High Muscle Swelling with Short Time Commitment in Resistance-Trained Subjects: A Cross-Over Study. Online. *International Journal of Exercise Science*. 2022, roč. 15, č. 3, s. 561-569. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9022705/>. [cit. 2024-03-08].

EDGERTON, V. a ROY, R. Regulation of skeletal muscle fiber size, shape and function. Online. *Journal of Biomechanics*. 1991, č. 24, s. 23-33. Dostupné z: [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0021-9290\(91\)90383-x](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0021-9290(91)90383-x). [cit. 2023-11-18].

ENES, Alysson, Ragami C. ALVES a Brad J. SCHOENFELD. Rest-pause and drop-set training elicit similar strength and hypertrophy adaptations compared with traditional sets in resistance-trained males. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* [online]. 2021, 46(11), 1417-1424 [cit. 2023-04-09]. Dostupné z: doi:10.1139/apnm-2021-0278

EPLEY, B. (1985) *Poundage Chart*. Boyd Epley Workout. Lincoln, NE: Body Enterprises.

FREITAS DE SALLES, Belmiro, Roberto SIMAO, Humberto MIRANDA, Martim BOTTARO, Fabio FONTANA a Jeffrey M. WILLARDSON. Strength increases in upper and lower body are larger with longer inter-set rest intervals in trained men. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2010, **13**, 429-433.

GRABINER, M. D. Maximum rate of force development is increased by antagonist conditioning contraction. *Journal of Applied Physiology* [online]. 1994, **77**(2), 807-811 [cit. 2023-04-09]. ISSN 8750-7587. Dostupné z: doi:10.1152/jappl.1994.77.2.807

HUGHES, David C. a ELLEFSEN, Stian. Adaptations to Endurance and Strength Training. Online. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*. 2018, roč. 8. Dostupné z: <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a029769>. [cit. 2024-04-10].

HARRIES, Simon K. a David R. LUBANS. Comparison of resistance training progression models on maximal strength in sub-elite adolescent rugby union players. *Journal of Science and Medicine in Sport* [online]. 2015, **19**(2), 163-169 [cit. 2023-04-08]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.01.007>

IVERSEN, Vegard M., Martin NORUM, Brad J. SCHOENFELD a Marius S. FIMLAND. No Time to Lift? Designing Time-Efficient Training Programs for Strength and Hypertrophy: A Narrative Review. *Sports Medicine* [online]. 2021, **51**(10), 2079-2095 [cit. 2023-04-20]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-021-01490-1

KRAEMER, James B. a Michael H. STONE. Effects of Single vs. Multiple Sets of Weight Training: Impact of Volume, Intensity, and Variation. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 1997, **11**(3), 143-147 [cit. 2023-04-08]. Dostupné z: https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/1997/08000/effects_of_single_vs_multiple_sets_of_weight.2.aspx

LANDERS, J. (1985). Maximums Based on Reps. *National Strength and Conditioning Association Journal*. 6: 60-61.

LARSSON, L. a SALVIATI, G. A technique for studies of the contractile apparatus in single human muscle fibre segments obtained by percutaneous biopsy. Online. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1992, roč. 146, č. 4, s. 485-95. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1992.tb09450.x>. [cit. 2023-11-18].

LAURENT, C., F. PENZER, B. LETROYE, A. CARPENTIER, S. BAUDRY a J. DUCHATEAU. Effect of a strength training method characterized by an incremental number of repetitions across sets and a very short rest interval. *Science & Sports* [online]. 2016, **31**(5),

- 115-121 [cit. 2023-11-12]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0765159716300296metabo>
- MACKENZIE, B. *BrainMac Sports Coach*. Online. 2000. Dostupné z: <https://www.brianmac.co.uk/maxload.htm>. [cit. 2023-12-11].
- MAIA, Marianna de Freitas a PAZ, Gabriel Andrade. Maximal repetition performance, rating of perceived exertion, and muscle fatigue during paired set training performed with different rest intervals. Online. *Journal of Exercise Science and Fitness*. 2015, č. 13, s. 104-110. [cit. 2023-11-19].
- PAREJA-BLANCO, Fernando a Luis SÁNCHEZ-MEDINA. Effects of Velocity Loss During Resistance Training on Performance in Professional Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance* [online]. 2016, 12(4), 512-519 [cit. 2023-04-08]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0170>
- PAZ, Gabriel A. a Eliseo IGLESIAS-SOLER. Postexercise Hypotension and Heart Rate Variability Responses Subsequent to Traditional, Paired Set, and Superset Resistance Training Methods. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2019, 33(9), 2433-2442 [cit. 2023-04-08]. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000002353
- POLIQUIN, Charles a PATTERSON, Paul. Classification of strength qualities. Online. *NSCA Journal*. 1989, roč. 11, č. 6, s. 48-52. Dostupné z: https://journals.lww.com/nsca-scj/citation/1989/12000/terminology_classification_of_strength_qualities.13.aspx. [cit. 2023-12-12].
- REDMAN, Kellyanne J., Vincent G. KELLY a Emma M. BECKMAN. Seasonal Changes in Strength and Power in Elite Rugby League: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Sports Science and Medicine* [online]. 721-731 [cit. 2023-04-09]. ISSN 1303-2968. Dostupné z: doi:10.52082/jssm.2021.721
- ROBBINS, Daniel W, Warren B YOUNG a David G BEHM. The Effect of an Upper-Body Agonist-Antagonist Resistance Training Protocol on Volume Load and Efficiency. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2010, 24(10), 2632-2640 [cit. 2023-04-09]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e3181e3826e
- SABIDO, Rafael a Marcelo PEÑARANDA. Comparison of acute responses to four different hypertrophy-oriented resistance training methodologies. *European Journal of Human Movement* [online]. 2016, 37, 109-121 [cit. 2023-04-08].

SUCHOMEL, Timothy J. a Sophia NIMPFIUS. The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Med* [online]. 2018, **48**, 765-785 [cit. 2023-04-09]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>

WEAKLEY, Jonathon J.S. a Kevin TILL. The effects of traditional, superset, and tri-set resistance training structures on perceived intensity and physiological responses. *European Journal of Applied Physiology* [online]. 2017, **117**, 1877-1889 [cit. 2023-04-08]. Dostupné z: doi:10.1007/s00421-017-3680-3

WESTCOTT, Wayne L. Resistance Training is Medicine: Effects of Strength Training on Health. Online. *Current Sports Medicine Reports*. 2012, roč. 11, č. 4, s. 209-216. Dostupné z: <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31825dabb8>. [cit. 2024-04-10].

WILK, Michal; TUFANO, James J. a ZAJAC, Adam. The Influence of Movement Tempo on Acute Neuromuscular, Hormonal, and Mechanical Responses to Resistance Exercise – A Mini Review. Online. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2020, roč. 34, č. 8, s. 2369-2383. Dostupné z: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003636>. [cit. 2024-04-06].

WILLARDSON, Jeffrey M. The Application of Training to Failure in Periodized Multiple-Set Resistance Exercise Programs. *The Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2007, **21**(2), R-20426 [cit. 2023-04-09]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/R-20426.1

Knihy:

BARTUŇKOVÁ, Staša a a kol. *Fyziologie pohybové zátěže*. Praha: UK, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2013. ISBN 978-80-87647-06-6.

BOMPA, Tudor O. *Periodization Theory and Methodology of Training*. 4. Human Kinetics, 1999. ISBN 0-88011-851-2.

ČELIKOVSKÝ, Stanislav. *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1979. Učebnice pro vysoké školy (Státní pedagogické nakladatelství).

DOVALIL, Josef. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia, 2009. ISBN 978-80-7376-130-1.

GANS, Carl a BOCK, Walter. *The functional significance of muscle architecture*. 38. Springer-verlag, 1965.

HÁJEK, Jeroným. *Antropomotorika*. Praha: Univerzita Karlova, 2001. ISBN 80-7290-063-3.
HENDL J., REMR J., 2017: Metody výzkumu a evaluace. Portál, 376 s.

JEBAVÝ, Radim, Vladimír HOJKA a Aleš KAPLAN. *Kondiční trénink ve sportovních hrách*. Praha: Grada, 2017. ISBN 978-80-247-4072-0.

KALUS, Jakub. *Moderní kondiční trénink*. Brno: pro Jakuba Kaluse vydal Jakub Gottvald, 2021. ISBN 978-80-905652-9-6.

MCARDLE, William D.; KATCH, Frank I. a KATCH, Victor L. *Exercise Physiology - Nutrition, Energy and Human Performance*. 8. Wolters Kluwer Health, 2015. ISBN 978-1-4511-9383-1.

MĚKOTA, K. a KOVÁŘ, R. *Antropomotorika II*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1988.

MĚKOTA, K. a BLAHUŠ, P. (1983). *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha: SPN

PERIČ, Tomáš a Josef DOVALIL. *Sportovní trénink*. Praha: Grada, 2010. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-2118-7.

PERIČ, Tomáš a DOVALIL, Josef. *Sportovní příprava dětí*. Nové, aktualizované vydání. Grada Publishing, 2012. ISBN 978-80-247-4218-2.

PETR, Miroslav a Petr ŠŤASTNÝ. *Funkční silový trénink*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2012. ISBN 978-80-86317-93-9.

ZATSIORSKY, Vladimir M. a William J. KRAEMER. *Silový trénink: praxe a věda*. Praha: Mladá fronta, 2014. ISBN 978-80-204-3261-2

ZATSIORSKY, Vladimir M. a KRAEMER, William J. *Science and Practise of Strength Training*. 3. Human Kinetics Publishers, 2006. ISBN 978-1-4925-9200-6.

Obrázky a tabulky

Obrázek 1: Typy svalové kontrakce (OpenStax, 2016)

Obrázek 2: Model pro periodizaci (McArdle W., 2015)

Obrázek 3: Úkoly výzkumu

Tab 1: Zdroj: ZATSIORSKY, Vladimir M. a William J. KRAEMER. *Silový trénink: praxe a věda*. Praha: Mladá fronta, 2014. Edice Českého olympijského výboru. ISBN 978-80-204-3261-2.

Tab 2: Zdroj: BLAŽEK, Dušan. *Diagnostika, diagnostika síly, síla dětí a mládeže*. Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy.

PŘÍLOHY

Příloha 1 – Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS, vyjádření Etické komise UK FTVS

Příloha 2 – Informovaný souhlas

Příloha 3 – Seznam grafů

Příloha 4 – Seznam tabulek

Příloha 5 – Seznam obrázků

Příloha 6 – Obrázky hlavních cviků tréninkového protokolu a popis jejich provedení

Příloha 1 – Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS, vyjádření Etické komise UK FTVS

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

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Organizační formy silového tréninku (laktát, energetická náročnost, výbušná síla, maximální síla)

Forma projektu: výzkumná práce - bakalářská práce

Období realizace: Listopad 2022 - Prosinec 2022

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

Předkladatel: Šulcová Tereza

Hlavní řešitel: Klimt Sebastian

Místo výzkumu (pracoviště): Posilovna UK FTVS

Spoluřešitel(ě): Šulcová Tereza, Šírek Filip

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

Finanční podpora: -

Popis projektu: Cílem projektu je zjistit akutní a krátkodobou odezvu organismu na odlišné organizační formy silového tréninku z hlediska koncentrace laktátu, výbušné síly, maximální síly a tepové frekvence. Bude se jednat o terénní testy, které budou probíhat v posilovně UK FTVS v podobě 3 tréninkových protokolů, které mezi sebou budou mít rozestup vždy 7 dní. Každý protokol bude zaměřen na jinou organizační formu silového tréninku. Organizační formy budou: tradiční série, supersérie a trojsérie.

Tradiční série odporového tréninku odkazovaly na dokončení série cviku (10 opakování), následované intervalem odpočinku (2 min). Všechny série (3) byly poté dokončeny před dokončením jakéhokoliv cviku.

V supersériích budou dokončeny 2 různé cviky po sobě (např. zadní dřep + soupažný tlak v lehu na rovné lavici s osou) následované intervalem odpočinku (2 min). Dva rozdílné cviky byly poté opakovány, dokud nebyl dokončen požadovaný počet sérií (3 u každého cviku).

Trojsérie bude zahrnovat další přidání cviků a sérií (tj. tři po sobě jdoucí série různých cviků) následované intervalem odpočinku (2 min). Např. tedy 3 cviky zadní dřep + soupažný tlak v lehu na rovné lavici s osou + rumunský mrtvý tah s osou - odvíčí se jedna série zadního dřepu o 10 opakováních, pak ihned jedna série soupažného tlaku v lehu na rovné lavici s osou o 10 opakováních, pak ihned jedna série rumunského mrtvého tahu s osou o 10 opakováních - potom bude následovat interval odpočinku (2 min).

Skládat se budou z 6 cviků (back squat - zadní dřep bench press - soupažný tlak v lehu na rovné lavici s osou, romanian deadlift - rumunský mrtvý tah s osou, DB shoulder press - tlaky na ramena s jednoručkami v sedě na lavici, bent-over row - přitahy osy v předklonu, upright row - přitahy osy k bradě). Před začátkem tréninkové jednotky provedeme měření hmotnosti, výšky, maximální a výbušné síly, následně dojde k odebrání krve ze špičky prstu za účelem zjištění hodnoty koncentrace laktátu. Probandům budeme s jejich souhlasem tykat a oslovovat křestním jménem. Pokud by s tím probandí nesouhlasili, vykali bychom a oslovovali příjmením.

Charakteristika účastníků výzkumu: Počet jedinců je stanoven na 20 účastníků (mužské pohlaví), ve věkovém rozmezí 18 - 25 let, a kteří musí mít minimálně 5 let zkušeností se silovým tréninkem na amatérské úrovni.

Vzhledem k průběhu výzkumu bude vyžadována platná zdravotní prohlídka bez omezení způsobilosti k vybraným sportovním aktivitám u všech zúčastněných. Kontraindikace silového tréninku: horečka; změny tepové frekvence; exacerbace (zhoršení) chronického onemocnění; akutní zejména infekční onemocnění; jakékoliv onemocnění či omezením pohybového aparátu či osoby trpící epileptickými záchvaty a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

Na základně kontraindikací bude vybírat účastníky odborník PhDr. Radim Jebavý, Ph.D. Účastníky budeme oslovovat pomocí inzerátu na sociálních sítích nebo osobně z řad přátel či spolužáků. Další komunikace bude probíhat prostřednictvím emailu, mobilního telefonu nebo sociální sítě, dle preferencí účastníků a s ohledem na ochranu jejich soukromí.

Zajištění bezpečnosti: Vzhledem k povaze výzkumu může dojít ke svalovému zranění, a proto bude přítomen PhDr. Radim Jebavý, Ph.D., vedoucí katedry atletiky a kondiční trenér, který bude zajišťovat a dohlížet nad bezpečností probandů. Před zahájením tréninkových protokolů budou účastníci seznámeni s řádem posilovny UK FTVS. Dále budou seznámeni s realizací jednotlivých protokolů (postup a provedení cviků) a následně všichni před každým protokolem podstoupí důkladné rozecvičení. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem. Odběr kapilární krve, za účelem zjištění hladiny laktátu, bude provádět kvalifikovaný zdravotník. Jelikož se jedná o invazivní metodu sběru dat, budou odběry prováděny standardním postupem. Likvidace biologického materiálu bude zajištěna standardním způsobem příslušnou firmou, která odváží biologický odpad. Neinvazivní metoda se bude aplikovat u získání hodnot tepové frekvence, výbušné a maximální síly.

Příloha 2 – Informovaný souhlas

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

INFORMOVANÝ SOUHLAS k žádosti 199/2022

Vážený pane,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci *bakalářské práce*, s názvem Organizační formy silového tréninku prováděné v posilovně UK FTVS (Josef Martího 269, 162 52 Praha 6)

Projekt bude probíhat v období: Listopad 2022 – Listopad 2022

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

Projekt není financován.

Cílem výzkumného projektu je zjistit akutní a krátkodobou odezvu organismu na odlišné organizační formy silového tréninku z hlediska koncentrace laktátu, výbušné síly, maximální síly a tepové frekvence. Způsob zásahu bude invazní a neinvazivní formou.

Celkem se zúčastníte 4 tréninkových protokolů, které budou mít mezi sebou rozestup 7 dní. Před začátkem tréninkové jednotky provedeme měření tělesné hmotnosti, tělesné výšky, maximální a výbušné síly, následně dojde k odebrání krve ze špičky prstu (odběr kapilární krve) za účelem zjištění hodnoty koncentrace laktátu (odběr bude provádět kvalifikovaný pracovník). Toto měření bude následovat i po absolvování tréninkové jednotky. Každý protokol bude zaměřen na jinou organizační formu silového tréninku. Organizační formy budou: tradiční série, supersérie, trojsérie a kruhový trénink. Skládat se budou z 6 cviků (back squat, bench press, romanian deadlift, DB shoulder press, bent-over row, upright row).

Během tréninkových jednotek bude zajištěna lehká svačina v podobě ovoce a vody.

Výzkum bude probíhat 4 týdny. Tréninková jednotka bude probíhat vždy jednou týdně po dobu maximálně 2 hodin.

Vzhledem k povaze výzkumu může dojít ke svalovému zranění, a proto bude přítomen PhDr. Radim Jebavý, Ph.D., vedoucí katedry atletiky a kondiční trenér, který bude zajišťovat a dohlížet nad Vaší bezpečností. Před zahájením tréninkových protokolů budete seznámen s řádem posilovny UK FTVS. Dále budete seznámen s realizací jednotlivých protokolů (postup a provedení cviků) a následně všichni před každým protokolem podstoupí důkladné rozcvičení. Budou Vám zajištěny adekvátní podmínky prostředí. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem.

Odběr kapilární krve, za účelem zjištění hladiny laktátu, bude provádět kvalifikovaný zdravotník. Jelikož se jedná o invazivní metodu sběru dat, budou odběry prováděny standardním postupem. Likvidace biologického materiálu bude zajištěna standardním způsobem.

Neinvazivní metoda se bude aplikovat u získání hodnot tepové frekvence, výbušné a maximální síly.

Kontraindikace silového tréninku: horečka; změny tepové frekvence; exacerbace (zhoršení) chronického onemocnění; akutní zejména infekční onemocnění; jakékoliv onemocnění či omezení pohybového aparátu či osoby trpící epileptickými záchvaty a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

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

Přínosem tohoto výzkumného projektu pro Vás bude obohacení o znalosti vlivu odlišných silových forem tréninku a jejich výsledek, praktické zkušenosti s měřením výbušné a maximální síly, či osobní zkušenost s odběrem krve na základě zjištění koncentrace laktátu.

Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocena.

Data budou shromažďována a zpracována v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: jméno, e-mail/telefon, věk, hmotnost, výška, data získaná výše uvedenými metodami - které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít PhDr. Radim Jebavý, Ph.D., Klímt Sebastian, Šírek Filip, Šulcová Tereza. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracována, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v bakalářské práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Během výzkumu nebudou pořizovány žádné audionahrávky ani videozáznamy. Za účelem dokumentace o provedení jednotlivých cviků a přístrojů, které jsou potřebné k měření, budou pořizovány fotografie. **Fotografie:** Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít PhDr. Radim Jebavý, Ph.D., Šulcová Tereza, Klímt Sebastian, Šírek Filip a budou do 3 dnů po testování smazány. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit na emailové adrese: sirekf@gmail.com

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

Jméno a příjmení předkladatele projektu: Tereza Šulcová Podpis:

Jméno a příjmení hlavního řešitele a spoluřešitelů: Sebastian Klímt, Filip Šírek

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

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že mám platnou zdravotní prohlídku bez omezení způsobilosti k vybraným sportovním aktivitám a že mám minimálně 5 let zkušeností se silovým tréninkem na amatérské úrovni.**

Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis:

Příloha 3 – Seznam grafů

Graf 1 Výkony zadní dřep	48
Graf 2 Výkony bench press	49
Graf 3 Porovnání vlivu organizačních forem na zadní dřep	49
Graf 4 Porovnání vlivu organizačních forem na bench press	50

Příloha 4 – Seznam tabulek

Tabulka 1 Maximální silové výkony sportovců (Poliquin, 1988).....	21
Tabulka 2 Metody zvyšování maximální síly (Zatsiorsky a kol, 2014).....	25
Tabulka 3 Vybrané parametry zatížení	45
Tabulka 4 Charakteristika probandů	46
Tabulka 5 Charakteristika jednotlivých probandů	46
Tabulka 6 Hodnoty vstupního měření	47

Příloha 5– Seznam obrázků

Obrázek 1 Typy svalové kontrakce (OpenStax, 2016).....	17
Obrázek 2 Model pro periodizaci (McArdle W., 2015).....	38

Příloha 6 – Obrázky a popis provedení cviků

a) Zadní dřep (BS)

Cvik byl prováděn a osou položenou na horním trapézovém svalu. Rozsah pohybu byl určen tak, že horní část stehenní kosti byla rovnoběžně s podlahou.

Tempo: 2-0-1-0



b) Bench press (BP)

Šíře úchopu byla individuální. Osa byla spuštěna k hrudníku a vrácena zpět do uzamčené polohy.

Tempo: 2-0-1-0



c) Rumunský mrtvý tah (RDL)

Byl udržován mírný ohyb v kolenním kloubu. Osa byla spuštěna na úroveň těsně pod česku.

Tempo: 2-0-1-0



d) Tlaky na ramena (SP)

Výchozí poloha byla pažemi držícími činky tak, aby úhel v loketním kloubu svíral úhel 90° v linii lebky. Paže byly nataženy a spuštěny tak, že se vrátily do úhlu 90° v loketních kloubech.

Tempo: 2-0-1-0



e) Přítahy osy v předklonu (BOR)

Přítahy byly prováděny nadhmatem. Osa byla přitahována ke spodní části hrudní kosti a trup byl udržován rovnoběžně se zemí.

Tempo: 2-0-1-0



f) Přítahy osy k bradě

Úchop byl určen na šíři ramen. Osa byla z výchozí polohy zvednuta k linii bradavek a poté vrácena do závěsné polohy. Pohyb byl prováděn bez souhybů nohou.

Tempo: 2-0-1-0

