

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**  
**FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU**

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

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Filip Šírek

Vedoucí práce: PhDr. Radim Jebavý, Ph.D.

2023

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ph.Dr. Radima Jebavého, PhD., a že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne:

.....

(podpis autora práce)

### Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

---

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce PhDr. Radimu Jebavému Ph.D., za ochotu, odborné rady a cenný čas, který mi věnoval po celou dobu zpracování této práce.

## **Abstrakt**

**Název:** Organizační formy silového tréninku a jejich vliv na explozivní sílu.

**Cíle práce:** Pomocí statistické analýzy posoudit bezprostřední vliv odlišných organizačních forem silového tréninku na explozivní sílu.

**Metody:** Vybraní probandi podstoupili tři odporové tréninky s odlišnými organizačními formami. Před zahájením a po ukončení silového tréninku všichni účastníci podstoupili testování v podobě výskoku s trap barem. Výstupní informací z testu byla maximální a střední rychlost. Na základě získaných dat byla provedena statistická analýza pomocí programu R studio.

**Výsledky:** Nejvýznamnější vliv na explozivní sílu mají dle statistické analýzy trojsérie. Poté následovaly supersérie a nejmenší rozdíl v explozivní síle před a po tréninku byl zaznamenán u tradičních sérií. Nejvyšší pokles střední rychlosti byl zaznamenán po absolvování odporového tréninku s trojsériemi. V případě maximální rychlosti byl nejvyšší pokles u supersérií, ale trojsérie zaostávaly pouze o 0,1 %. Nejmenší vliv v obou případech byl u tradičních sérií.

**Klíčová slova:** odporový trénink, série, střední a maximální rychlost

## **Abstract**

**Title:** Organizational forms of strength training and their impact on explosive power.

**Thesis:** Using statistical analysis to assess the immediate effect of different organizational forms of strength training on explosive power.

**Methods:** Selected probands underwent three resistance training sessions with different organizational forms. Before and after the strength training sessions, all participants underwent trap bar jump testing. The output from the test was maximum and mean velocity. Based on the data obtained, statistical analysis was performed using R studio software.

**Results:** According to the statistical analysis, the most significant influence on the explosive power is the following trisets. This was followed by supersets, and the smallest difference in explosive power before and after training was observed with traditional sets. The highest decrease in mean velocity was observed after completing resistance training with trisets. In the case of maximal velocity, the highest decrease was for supersets, but the trisets lagged behind by only 0.1 %. The smallest effect in both cases was for the traditional sets.

**Keywords:** Resistance training, sets, mean and maximal velocity

# Obsah

Úvod.....	1
I. Teoretická část .....	2
1 Literární rešerše .....	2
2 Silové schopnosti.....	11
2.1 Maximální síla .....	11
2.2 Vytrvalostní síla.....	11
2.3 Explosivní síla .....	12
2.3.1 Rozvoj explosivní síly.....	13
3 Metodotvorné činitele silového tréninku .....	17
3.1 Organizační formy silového tréninku .....	19
3.1.1 Tradiční série.....	19
3.1.2 Supersérie .....	20
3.1.3 Trojsérie .....	20
3.1.4 Cluster série.....	21
3.1.5 Pyramidové série .....	21
3.1.6 Kruhový trénink .....	22
4 Senzitivní období.....	24
4.1 Senzitivní období výbušné síly .....	24
5 Periodizace sportovního tréninku .....	26
5.1 Mikrocyklus .....	26
5.2 Mezocyklus .....	27
5.3 Roční tréninkový cyklus .....	28
II. Praktická část.....	33
6 Cíle, úkoly a hypotézy práce .....	33
6.1 Cíle práce .....	33
6.2 Hypotéza .....	33

6.3 Úkoly .....	33
7. Metodika.....	35
7.1 Design studie.....	35
7.1.1 Protokol odporového tréninku.....	35
7.1.2 Stanovení velikosti odporu.....	36
7.1.3 Testování CMJ s trap barem .....	37
7.1.4. Charakteristika skupiny.....	38
7.1.5 Statistická analýza .....	39
8 Výsledky.....	40
8.1 Vliv tradičních sérií na výkon.....	40
8.2 Vliv supersérií na výkon .....	41
8.3 Vliv trojsérií na výkon .....	42
9 Diskuze .....	45
10 Závěr.....	48
11 Přehled literatury a použitých zdrojů .....	49
12 Seznam příloh.....	54
13 Přílohy .....	55



## **Seznam použitých zkratk**

cm: centimetr

CMJ: výskok s protipohybem

ESD: deficit explozivní síly

h: hodina

kg: kilogram

m/s: rychlost – metry za sekundu

m: metr

min: minuta

RM: maximum opakování

s: sekunda

SD: směrodatná odchylka

SS: supersérie

TRAD: tradiční série

TRI: trojsérie

TUT: čas pod napětím

## Úvod

Všechna sportovní odvětví se vyvíjí a jsou čím dál tím více náročnější z pohledu fyzické kondice. S tím souvisí i narůstající nároky na sportovce, jelikož jejich výkony jsou pro rozvoj sportu stěžejní. V každé zemi, kde je úspěšný jedinec v určitém sportu, je zároveň úspěšné i dané sportovní odvětví, jelikož se mu dostává vysoké publicity.

S rostoucími požadavky na sportovce zároveň roste i odpovědnost trenéra nebo kondičního trenéra, který by měl co nejlépe připravit jedince na závodní období. Z hlediska vysokých výkonů, které dokáží závodníci podat, klesá prostor pro možné chyby trenéra. Ten by měl být odborníkem ve svém zaměření.

Kondiční příprava sportovců se v posledním desetiletí poměrně změnila. Jedna z mnoha změn je aplikace posilovny. Rozvoj silových schopností začal být velmi populární skrze různorodé sporty, dokonce i takové, které nemusí být rozšířené celosvětově. Začíná docházet k zařazení této složky i u klubů a sportovců, kteří se neúčastní nejvyšší úrovně ve svém sportovním zaměření. Rozvoj silových schopností není důležitý pouze pro maximální sílu nebo hypertrofii, ale také pro výbušnou sílu. Důvodem je to, že odporový trénink, který má za úkol zvýšit maximální sílu, také cílí na rychlá svalová vlákna. Není zaručeno, že jedinec s vysokou maximální silou bude automaticky dobrý v oblasti výbušné síly, má k tomu však určité předpoklady.

Jak jsem již avizoval, ubývá prostoru k možným chybám v tréninkovém plánu, a proto jsou pro trenéry důležité studie, které dané téma objasní. Proto vznikla i tato bakalářská práce, která se snaží přiblížit a pochopit reakci organismu nejen na odporový trénink jako takový, ale také na jeho různé organizační formy. V jednotlivých obdobích ročního tréninkového cyklu není vždy prostor na dlouhé posilování. V takovém případě je vhodné vzhledem k vytíženosti sportovce aplikovat kratší trénink o stejné účinnosti. Na druhou stranu může vzniknout problém v podobě náročnější regenerace.

# I. Teoretická část

## 1 Literární rešerše

V této kapitole jsem se zabýval rešerší a shrnutím odborných článků zaměřujících se na vztah mezi odporovým tréninkem a výbušnou silou.

Ve studii Stone et al. (2003) bylo cílem zjistit vztah silových schopností a výbušnosti dolních končetin. Konkrétně vztah maximální síly v podobě 1 opakování (1 RM) na dřep a vertikálního výskoku se závažím z pozice dřepu. Celkem 22 účastníků ( $22,2 \pm 3,8$  let,  $87,0 \pm 15,3$  kg) se podrobilo testu maximální síly a následně byli rozděleni do dvou skupin.

Hloubka dřepu byla stanovena tak, aby přímka mezi bodem č. 1 (oblast třísla) a bodem č. 2 (horní část česky) byla rovnoběžná se zemí. Díky přístroji V-scope 120 byla změřena síla výskoku. Měření výskoku proběhlo 2x s odstupem 1 týdne, aby se minimalizoval faktor únavy. V prvním měření jedinci provedli výskok ze statického dřepu, naopak ve druhém měření samotnému výskoku předcházela protipohyb. Hmotnost závaží se zvyšovala o 10–20 kg, následně při 90 % 1 RM došlo ke snížení na přídavek o hmotnosti 2,5–5 kg, tím pádem procentuální rozmezí bylo stanoveno od 10 % do 100 % 1 RM dřepu.

Výsledkem studie je silný vztah mezi maximálním úsilím na dřep a výskokem s protipohybem, či ze statické pozice bez protipohybu. Při vyšší intenzitě docházelo ke klesání výkonu, přičemž nejvyšší hodnoty byly naměřeny při 10 % 1 RM, ale při srovnání obou skupin je zřejmé, že s rozvojem maximální síly se také zvyšuje 1 RM, tím pádem dochází k nejvyšším výkonům v rozdílných hodnotách (40 % vs. 10 % 1 RM). Závěrem výsledky poukazují na rozvoj maximální síly jako na nedílnou součást tréninkové složky pro rozvoj výbušnosti (Stone et al., 2003).

Meta-analýza Morrise et al. (2022) se zabývá porovnáním odlišných tréninkových metod a jejich vlivem na výšku výskoku, rychlost ve sprintu, změny směru běhu a maximální sílu, kdy ve většině zmíněných je zapotřebí vysoké úrovně výbušnosti dolních končetin. Porovnávané tréninkové metody byly plyometrie, vzpírání a tradiční silový trénink. Cílem bylo zjistit, jestli jedna ze zmíněných metod má větší vliv na rozvoj již zmíněných parametrů.

Důvodem častého problému v mnoha výzkumech je málo účastníků, a proto tato studie sjednotila 16 studií, které zahrnovaly celkem 427 účastníků. Účastníci byli většinou muži o průměrném věku 20 let.

Vzpírání v porovnání se silovým tréninkem může být efektivnější v rozvoji rychlosti na krátkou vzdálenost nebo výšky výskoku, ale zmiňované výsledky nebyly natolik závažně rozdílné. Dále při porovnání vzpírání s plyometrií došlo k téměř jednotným výsledkům. Je zřejmé, že nároky na techniku ve vzpírání jsou vyšší než například u plyometrie nebo u tradičního silového tréninku, takže díky delšímu nácviku správného provedení v přípravném období může být ve výsledku efektivnější zařadit silový trénink nebo zmiňovanou plyometrii. V neposlední řadě vzpírání a plyometrická metoda jsou náročné na pohybový aparát, a proto se nejčastěji aplikují až po základní silové průpravě jedince (Morris et al., 2022).

Výzkum Gahremana et al. (2020) se zabýval postaktivačními účinky po odcvičení dřepu, mrtvého tahu nebo kombinace obou cviků ve formě supersérie na výskok. Účastníci o celkovém počtu 15 členů byli náhodně rozděleni do 3 skupin, přičemž každá skupina podstoupila vybraný cvik (popřípadě supersérii) a po následných 8 min odpočinku provedli opakovaný výskok, ze kterého se zaznamenával výkon, index reaktivní síly, doba letu a kontaktu.

Účastníci jsou řecko-římský zápasníci, což je individuální sport, který často obsahuje explozivní pohyby, kdy síla dolních končetin je řetězena vzhůru do horní poloviny těla, a proto se u zahřívací části aplikuje aktivita zvyšující postaktivační potenciaci, například submaximální kontrakce. Ačkoliv dobrovolníci byli věkem stále mladiství (věk  $15,8 \pm 1,0$  let), všichni měli minimálně 3 roky zkušeností s cvičením zadního dřepu a mrtvého tahu, dále týdně podstupovali tři wrestlingové a tři odporové tréninky.

Výsledky studie poukazují na zlepšení výkonu u výskoku po cvičení zadních dřepů. Pozitivní účinek měla i kombinace cviků zadního dřepu a mrtvého tahu (supersérie), ačkoliv toto zlepšení nebylo tak významné jako u první skupiny. Žádné změny se nedostavily po odcvičení mrtvého tahu a následného opakovaného výskoku. Závěrem můžeme říct, že cvičení zadního dřepu s maximálním závažím (90 % 1RM) je účinná cesta, jak zlepšit výkonnost výskoku (Gahreman et al., 2020).

Ve studii Bernardo et al. (2011) bylo cílem prověřit a charakterizovat velikost vztahu mezi balistickým a tradičním provedením dřepu s maximálním sprintem na různé

vzdálenosti a vertikálním výskokem. Studie se účastnilo 21 zkušených sprinterů, kteří podstoupili 2 typy dřepů (balistický a tradiční) s různou velikostí zátěže, aby se mohl stanovit maximální a průměrný výkon a úroveň maximální zátěže na jedno opakování. Následně byly testovány vertikální výskoky s protipohybem a časy běžeckých úseků na vzdálenosti 10, 20, 30, 40, 60 a 80 m.

Po obdržení instrukcí zahájily subjekty výchozí polohu ve stoje a započaly excentrický pohyb do polohy, kdy kolena svírala úhel cca 100°. V dolní poloze musely vždy setrvat 2 s a následně provedly maximálním volným úsilím koncentrickou kontrakci dolních končetin do výchozí polohy, u balistické varianty subjekty přešly do výskoku. Oba typy cviku byly prováděny ve stroji Smith.

Maximální vertikální výskok s protipohybem byl prováděn na kontaktní platformě. Z přímého postroje se každý snížil do polohy, aby kolena svírala 90° úhel a následoval maximální výskok. Hodnota výšky skoku byla stanovena pomocí doby letu. Každý podstoupil 5 skoků s dvouminutovým odpočinkem mezi jednotlivými skoky.

Časy běžeckého úseku na vzdálenost 80 m byly měřeny prostřednictvím fotobuněk. Sprinteři podstoupili 20 min individuálního rozcvičení a poté každý z běžců měl celkem 4 pokusy s intervalem odpočinku 5 až 8 min. Nejlepší výkon byl použit pro další statistickou analýzu.

Ve studii došli k zajímavému závěru, že tradiční provedení dřepu nekoreluje s výškou výskoku s protipohybem, na rozdíl od balistické varianty. Můžeme odvodit možnost, že maximální síla vyprodukovaná v tomto cviku nemusí být předpokladem pro výšku výskoku. Vyšší korelace se objevily mezi sprintovým výkonem ve většině určených vzdáleností a hodnotami naměřenými po cvičení dřepu.

Studie Hiscocka et al. (2017) se zabývala vlivem intenzity a objemové zátěže silového tréninku na výskok s protipohybem, endokrinní reakci a posouzení obtížnosti tréninkové jednotky.

Z týmových sportů bylo vybráno 12 dospělých mužů ve věku  $25 \pm 3,3$  let s minimálně 12měsíčními zkušenostmi silového tréninku. Výsledky byly zaznamenávány po dobu 3 týdnů, kdy jedinci podstoupili 4 cviky (mrtvý tah, bench press, zadní dřep a přitah osy k hrudníku na lavici) v odlišných 3 tréninkových jednotkách. První tréninková sada obsahovala 3 série o 6 opakování s 45 % 1RM na každý cvik, mezi sériemi byl stanoven interval odpočinku na 3 min (POW). V druhé variantě zůstaly shodně 3 série s 3 min

intervalem odpočinku, ale došlo ke snížení počtu opakování na 3 a naopak byla zvýšena intenzita na 90 % 1RM (ST). V poslední obměně byl zvýšen počet opakování na 10, snížila se intenzita na 70 % 1RM a interval odpočinku na 1 min mezi sériemi (HYP).

Výskok s protipohybem a endokrinní reakce byly pozorovány před a okamžitě po tréninku a následně s odstupem 12, 24, 48 a 72 h po tréninkové jednotce. Dotaz ohledně obtížnosti tréninku následoval 30 min po cvičení. Výsledky CMJ poukazují na horší výkon u všech typů tréninkových sad s časovým rozdílem. Obnovení plného výkonu nastal 12 h po POW, 24 h po ST a 72 h po HYP, což poukazuje na rozdílný čas zotavení u odlišných odporových cvičení. Předpokládá se, že delší doba zotavení nastává díky vyššímu nervovému narušení, které je způsobené větším objemovým zatížením nebo náročnější intenzitou při stejné době zatížení. Zároveň u varianty HYP účastníci uvedli, že tento typ tréninku pro ně byl nejnáročnější, což koreluje i s endokrinní odezvou, kdy těsně po ukončení cvičení byla naměřena nejvyšší úroveň testosteronu oproti typu ST a POW. Dále byl objeven znatelnější výskyt metabolitů jako jsou například laktát, kreatin a podobně, což opět naznačuje vyšší narušení homeostázy.

Závěrem lze konstatovat, že vyšší objemové zatížení a čas pod napětím ovlivňuje úroveň pocitové náročnosti tréninku, koncentraci hormonů ve slinách a snížení výkonnosti CMJ po tréninkové jednotce, což pomůže trenérům pochopit reakci organismu na odlišnou zátěž a přizpůsobit tomu periodizaci ročního tréninkového cyklu.

K podobnému výsledku se dopracoval předchozí výzkum Sanchez-Medina et Gonzalez-Badillo (2011), který cílil na odlišnou skupinu účastníku. Subjekty byly profesionální nebo poloprofesionální hasiči, kteří se zabývali minimálně 3 roky odporovému tréninku. Osmnáct mužů ve věku  $25,6 \pm 3,4$  let bylo rozřazeno do dvou skupin, kdy první skupina odevíčila nejdříve bench press (BP) a druhá skupina naopak zadní dřep (SQ). Dobrovolníci se účastnili dvou sezení týdně během tří měsíců před začátkem studie, aby byli připraveni provádět technicky správně zadané cviky, následně po dobu osmi týdnů proběhlo 21 setkání, kde bylo nejdříve stanoveno 1 RM na bench press a dřep. Poté jedinci podstoupili pět testů, kde bylo cílem maximální počet opakování do selhání a v následující fázi studie došlo k 15 cvičením s odlišným počtem opakování. Každé cvičení bylo prováděno po 48 h nebo u náročnějších sezení po 72 h, důvodem byl dostatečný čas na zotavení.

Ve výzkumu byly pozorovány údaje o hladině amoniaku a laktátu, ztrátě rychlosti a pouze u skupiny SQ i o vlivu na výšku výskoku s protipohybem. Laktát v reakci na fyzickou námahu vzrostl a zvyšovala se jeho hodnota s blížícím se maximálním počtem opakování. Pro jakýkoliv počet opakování byla úroveň laktátu vyšší u skupiny SQ oproti skupině BP. To platí i pro koncentraci amoniaku s rozdílem, že nebyly nalezeny významné rozdíly mezi skupinami. Vysoké korelace byly nalezeny mezi ztrátou rychlosti a výšky výskoku s protipohybem. Ztráta rychlosti a výšky CMJ byla pozorována u všech typů tréninkových jednotek, tento pokles výkonnosti vzrůstal se zvyšujícími se počty opakování. Vzájemný vztah se objevil i mezi rychlostí a CMJ s koncentrací laktátu, naopak amoniak měl spíše křivočarý směr pohybu vůči těmto měřením.

Souhrn výsledků poukazuje na korelaci intenzity cvičení a narušení homeostázy nebo ztráty rychlosti, což může být klíčové pro optimální zařazení odporového tréninku do ročního tréninkového cyklu. Odlišný vývoj úrovně amoniaku vůči hodnotám rychlosti by mohl napovědět dobu pro ukončení tréninku, pokud je prioritou rozvoj silových schopností (přesněji maximální síly) nebo rychlosti.

Výsledky z předchozí studie se zcela neztotožňují s výstupy výzkumu Costa et al. (2021), kde bylo cílem objasnit vliv dvou rozdílných forem odporových cvičení na výkon výskoku s protipohybem a pocitovou úroveň námahy podle Borgovy škály.

Bylo vybráno 11 mužů ve věku  $23.8 \pm 2.3$  let, kteří jsou fyzicky aktivní a mají víceleté zkušenosti s odporovým tréninkem. Podmínkou byla absence zranění svalů a kloubů, užívání suplementů pro zvýšení výkonu, dále zdržení se dalších fyzických aktivit během studie a zachování denních návyků.

Před experimentem se všichni podrobili testu maximální zátěže na 10 opakování (10 RM) pro vybraný cvik, změření výšky a tělesné hmotnosti. Na druhém sezení účastníci podstoupili opět test na 10 RM, aby se stanovila správná doba zotavení mezi experimenty a správnost údajů z předchozího měření. Hodnota CMJ byla změřena těsně před tréninkem, poté 15 s a 30 min po tréninku a za dalších 30 min byli jedinci dotazováni na úroveň vnímané námahy. Obsahem první varianty tréninkové jednotky byla extenze dolních končetin do selhání (RF), kdy dotyčný nedokázal provést další opakování. Počet opakování byl stanoven na 10 ve třech sériích s 3 min intervalem odpočinku mezi sériemi. U druhého experimentu bylo cvičení naopak ukončené před selháním (RNF), což

odpovídalo 6 sériím po 5 opakování a 80 s intervalem odpočinku. Rozdílný počet opakování, sérií a délky intervalu odpočinku je kvůli zachování totožné doby cvičení.

Výsledky studie prokázaly, že RF je z hlediska vnímané námahy náročnější než RNF. Dále se ve studii dopracovali k zajímavému výsledku, jelikož ani jeden z experimentů významně neovlivnil výkon CMJ. U varianty RF došlo k poklesu o 3,6 %, ale u RNF se naopak účastníci zlepšili v průměru o 3,4 %. Lze polemizovat o možnosti, že jedno kloubní varianta cviku nemusí způsobit významný pokles výkonnosti na rozdíl od více kloubního posilování, i když absolvujeme maximální počet opakování. Na druhou stranu délka intervalu odpočinku ovlivňuje zotavení a může působit kladně na únavu, což by způsobilo udržení výkonnosti. Výsledek také mohlo ovlivnit zvolení pouze jednoho cviku v experimentu, což by nemuselo vyvolat dostačující únavu, na jejíž základě by následně došlo k poklesu výkonnosti v CMJ.

Cílem studie Wisloff et al. (2004) bylo objasnění vztahu mezi maximální silou, výkonem ve sprintu a vertikálním skokem. Fotbalový klub Rosenborg FC uvolnil 17 hráčů, kteří byli profesionálními fotbalisty na plný úvazek. Téhož času byl fotbalový klub sídlící v Trondheimu nejkvalitnějším týmem v Norsku, dokonce se opakovaně účastnil turnaje Ligy mistrů (UEFA). Experiment byl rozdělen do dvou dnů s tří denním odstupem, kvůli času pro dostatečné zotavení.

První den došlo k měření vertikálního skoku, který se posuzoval na základě změny těžiště těla po výskoku. Účastníci podstoupili tři skoky, mezi kterými měl každý jednu minutu času na odpočinek. Nejlepší pokus byl použit pro zpracování dat. Následně proběhlo testování 1 RM na poloviční dřep (kolenní klouby svíraly úhel 90°) s olympijskou osou. Po dalším 20 min odpočinku šli hráči běhat na běžecký pás při 50–60 % VO<sub>2</sub>max, kdy po uplynutí času byly změřeny hodnoty srdeční frekvence a VO<sub>2</sub>max. Následně se rychlost běžeckého pásu postupně zvyšovala, aby se zjistila maximální srdeční frekvence.

Druhý experimentální den všichni absolvovali test běhu maximální rychlostí na 30 m a člunkového běhu o délce 10 m. Nejlepší hodnoty byly zaznamenány pomocí fotobuňky a následně použity pro další zpracování dat.

Ve studii došli k závěru, že se ukázala velmi dobrá korelace mezi testem 1 RM s vertikálním výskokem, sprintem na 30 m a dokonce i člunkovým během. Tím pádem se objevil i vztah výšky vertikálního výskoku s člunkovým během na 10 m a sprintem na



30 m. Mezi člunkovým během a sprintem nebyla vyhodnocena žádná významná souvislost.

Fonseca et al. (2020) aplikovali posilovací cvik, který byl ukončen před vyčerpáním (TNF) nebo naopak jedinci docílili selhání (TF). Následně byl pozorován akutní vliv na výkonnost, který se pozoroval pomocí výsledných hodnot z testů výskoku s protipohybem a vrcholové síly u zadního dřepu (70 % z 12 RM).

Experimentu se zúčastnilo 22 mužů ve věku  $21,4 \pm 2,3$  let, kteří měli zkušenosti s odporovým tréninkem a posilovali alespoň 2–3x týdně. Všichni účastníci museli být zdravotně v pořádku a po dobu 6 měsíců před začátkem studie nesměli užívat žádné látky, které podporují růst svalové hmoty.

Výzkumníci aplikovali náhodný a zkřížený design studie, která měla podobu 5 setkání v 5 týdnech. První shromáždění bylo seznamovací, kdy se účastníci dozvěděli základní informace o náplni a postupech experimentu. V dalších dvou setkání subjekty podstoupily maximální silový test na 12 opakování (12 RM). Replikace testu byla provedena kvůli spolehlivosti dat, která byla důležitá pro další postup v experimentu. Čtvrtý a pátý týden proběhly tréninkové jednotky v randomizované posloupnosti, tím pádem jedna skupina začínala s protokolem TF a druhá skupina naopak odcvičila verzi TNF, po týdnu odpočinku se skupiny vystřídaly. Obsahem obou variant byl zadní dřep se stejnou intenzitou, objemem a intervalem odpočinku.

Uskutečnění testů CMJ a PP, kvůli pozorování akutního účinku, proběhlo před tréninkovou jednotkou, poté 15 s, 10, 20 a 30 min po dokončení cvičení. Závěrem byli jedinci dotazováni na pocitově vnímanou obtížnost protokolu.

Obsahem protokolu TF bylo odcvičení zadního dřepu ve 4 sériích o 12 opakování, aby se zajistil totožný tréninkový objem a intenzita, u varianty TNF se změnil počet sérií na 8 a počet opakování na 6. Oba typy protokolu měly shodný 3 min interval odpočinku mezi sériemi.

Potvrdila se původní hypotéza, kdy se předpokládal vyšší pokles výkonnosti po protokolu TF. U varianty TNF se vrátily hodnoty do původního stavu po 10 minutách, což je výrazně dříve než u druhého typu (po 30 minutách). Pokles výšky výskoku a maximálního výkonu okamžitě po ukončení tréninkové jednotky byl po TF 10 % a TNF 5 %. Jelikož objem práce byl totožný pro obě skupiny, lze předpokládat, že vyšší únavu způsobují jiné determinanty, například doba pod napětím, neboli čas, pod kterým je sval

zatížen. Koncentrická a excentrická fáze při provádění dřepu nebyla vzhledem k času kontrolována, ale vyšší počet opakování naznačuje i delší TUT, což podporuje pokles výkonnosti. Tomu napomáhá dále rozložení intervalu odpočinku, který byl sice shodný (3 min), ale aplikován rozdílně vzhledem k počtu opakování a sérií.

Souhrnem lze říci, že odporový trénink doprovázen svalovým selháním má znatelnější vliv na akutní snížení výkonu oproti tréninku bez svalového vyčerpání, i když byla objemová práce stejná pro oba protokoly, tím pádem TUT a aplikace odpočinku působí na stupeň únavy.

Ve studii Weakley et al. (2017) zkoumali bezprostřední až 24 h vliv odporového tréninku na pokles výkonu, pocit náročnosti a úroveň laktátu. Porovnávali 3 organizační formy: supersérie, tradiční série a trojsérie.

Do výzkumu bylo vybráno 14 mužů hrající rugby, kteří mají minimálně dva roky zkušeností s posilováním, přičemž 6 měsíců před výzkumem podstupovali nejméně tři odporové tréninky týdně. Účastníci byli zdravotně vyšetřeni, aby se předešlo případnému zranění.

Autoři zvolili náhodný zkřížený design, který trval čtyři týdny. Nejdříve byli hráči seznámeni s průběhem experimentu, poté následovaly tři protokoly s týdenním rozestupem, kdy v každém týdnu účastníci náhodně podstoupili jednu ze tří variant odporového tréninku. Po dobu 48 h před tréninkovou jednotkou nesměli provádět náročná cvičení, měnit stravu a byli požádáni, aby spali alespoň 7 h denně. Po experimentu byli všichni vyzváni, aby se zdrželi dalších cvičení po dobu 24 h, důvodem bylo navštívení laboratoře kvůli odběru dat pomocí stanovených testů.

Náplní všech tří protokolů bylo 6 totožných cviků (zadní dřep, bench press, rumunský mrtvý tah, tlak na ramena s jednoručkami, přítah osy v předklonu a přítah osy k bradě), které byly prováděny ve stejném pořadí. Ve variantě TRAD se odcvičily všechny série jednoho cviku, až poté se pokračovalo dalším cvikem, narozdíl od SS a TRI, kde jedinci podstoupili dva (popřípadě tři u varianty TRI) cviky po sobě bez intervalu odpočinku. Hmotnost závaží byla stanovena na 65 % maxima na tři opakování (3 RM), tyto údaje byly získány na základě testování maximální síly v prvním týdnu. Účastníkům byla odebrána krev a vzorek slin pro získání úrovně kortizolu, testosteronu, laktátu a kreatinkinázy. Následně účastníci povedli před každým protokolem vždy stejné zahřátí organismu a rozcvičení. Po rozcvičení absolvovali test CMJ, každý měl tři pokusy,

z nichž byl vybrán ten nejlepší. Výstupy z tohoto testu byly doba letu, výkon vzhledem k hmotnosti těla a výška výskoku. Mezi jednotlivými pokusy byl 60 s odpočinek. Po dokončení protokolu byl test CMJ použit znovu a následně také 24 h poté.

Výsledky nám naznačují, že protokoly TRI a SS jsou pravděpodobně efektivnější než TRAD, díky větší zvednuté hmotnosti vůči času (minutám). Okamžitě po dokončení varianty TRAD měla nejvyšší ztrátu ve výkonu CMJ, na druhou stranu po 24 h vykazovala nepatrné až pozitivní změny v testu výskoku s protipohybem, oproti zbylým protokolům, kde byl stále vyšší pokles výkonnosti. Toto zjištění je v souladu s vyšší koncentrací laktátu po SS a TRI.

Bohužel jsem nedohledal české autory, kteří se zaměřují na tuto problematiku, proto jsou uvedeny v literární rešerši pouze zahraniční studie. V následující kapitole si představíme silové schopnosti a jejich druhy se zaměřením na výbušnou sílu, která je stěžejní pro tuto bakalářskou práci.

## 2 Silové schopnosti

Sílu obecně rozlišujeme ze tří hledisek. První je z pohledu fyzikální veličiny, pro druhou variantu je důsledkem pohyb a třetí lze brát z hlediska biologického. Biologické hledisko chápeme jako souhrn fyziologických znaků svalu, motorických schopností a psychických vlivů. Z pohledu pohybových schopností je umožněn pohyb právě díky spolupráci jednotlivých svalů (Lehnert et al., 2010).

V silovém tréninku je pro drtivou většinu sportů důležité zařadit cviky, které jsou komplexně zaměřené. To jsou například dřepy, mrtvé tahy a podobně. Důvodem je, že izolované cvičení, typu rozvoj svalové síly bicepsu, není tolik prospěšné pro většinu sportovních odvětví. Dále by se mělo v odporovém tréninku objevit cvičení, které se provádí v různých směrech, to je směrem k tělu, od těla nebo formou rotace (Jebavý et al., 2017).

Síla se dělí na dva typy, kterými jsou statická a dynamická síla. Druhá zmiňovaná síla se dále dělí na pomalou, střední a rychlou sílu. Toto dělení vzniklo na základě svalové kontrakce, neboli smrštění svalu. Svalové kontrakce opět dále dělíme na izometrickou (statickou) a izotonickou (dynamickou). Izotonická kontrakce má dvě podoby. První je koncentrická kontrakce, kde dochází ke zkracování svalu, a naopak u excentrické kontrakce je typické svalové prodloužení. Statická síla se dále člení na maximální, rychlou a vytrvalostní sílu. Toto členění je stejné i u dynamické síly s rozdílem u vytrvalosti, která je rozdělena na aerobní a anaerobní (Jebavý et al., 2019).

### 2.1 Maximální síla

### 2.2 Vytrvalostní síla

U této silové schopnosti dochází k opakovanému překonání menšího odporu, ale na základě delší doby trvání. Velikost odporu se zvolí podle úrovně maximální síly, což znamená, že například u metody opakovaných úsilí se aplikuje 50 % 1 RM, ale zvýšíme počet opakování na 20 až 50 a více. Během cvičení dochází ke změně typu zapojených vláken, tím pádem se z části mění adaptační efekt (Dovalil et al, 2009). To znamená, že silová vytrvalost má nejen vliv na nervosvalový systém, ale i na systém srdečně-oběhový. Nejužívanější organizační forma je kruhový trénink (Perič et al., 2010).

## 2.3 Explosivní síla

Velké zastoupení sportovců se věnuje více posilování, aby zvýšili svoji maximální sílu, ale na úkor rozvoje výbušné síly, přičemž se považuje za jednu z nejdůležitějších složek tréninkového programu. Síla by měla být, vzhledem k požadavkům většiny sportovních aktivit, trénována tak, aby jedinec byl schopný produkovat explozivní a rychlé úkony (Boyle, 2016). U tréninku výbušné síly je často využíván mechanismus, při kterém lidský organismus reaguje na excentrickou fázi svalové činnosti. Tato reakce se označuje pojmem protahovací-zkracovací cyklus nebo myotatický reflex. Je dokázáno, že pokud nejdříve dojde k protažení svalů, následná koncentrická fáze je rychlejší (Hansen et Kennelly, 2019).

### **Protahovací-zkracovací cyklus**

Pokud nastane výrazné zkrácení svalů a šlach, což může nastat například při maximálním koncentrickém pohybu, naše centrální nervová soustava reaguje zapojením více motorických jednotek (MJ) kvůli získání větší síly k pohybu mířenému druhým směrem (Hansen et Kennelly, 2019). Paralelně se svalovými vlákny jsou v kosterním svalstvu uložena svalová vřetenka, která umožňují registrovat rychlé prodloužení svalů a šlach buď samotným prodloužením svalu, nebo díky takzvanému gama-systému. Pokud se tak stane, vyše se vzruch zadními míšními rohy k předním míšním rohům přes alfa-motoneuron až na motorickou ploténku svalu (Mourek, 2012). Následně dochází k odpovědi v podobě koncentrické kontrakce, čímž je chráněno svalové vlákno proti případnému poškození, což je jeho hlavním úkolem. Tato automatická reakce velkého množství zapojení motorických jednotek za minimální dobu zajistí, že samotný sval se prodlouží pouze do určité bezpečné míry před jeho zkrácením. Odborníci zjistili, že speciálním tréninkovým programem lze tuto reakce trénovat, což má za následek zvýšený výkon sportovce (Hansen et Kennelly, 2019).

Ve studii Afilal et al. (2001) zkoumali účinnost ideálního modelu aktivace myotatického reflexu, tento model byl následně použit pro kontrolu na izokinetickém stroji. Výsledkem bylo zlepšení svalové síly v izokinetickém a izometrickém provedení kontrakce. Zmíněný reflex je klíčovým prvkem v protahovacím-zkracovacím cyklu a ke stimulaci explozivní síly ve většině tréninkových programů. Jak již bylo avizováno vyvinutá síla aktivuje více motorických jednotek. Studie zjistili, že na základě reflexu

dochází k zapojení především rychlých MJ a naopak k deaktivaci pomalých MJ (Afilal et al. 2001). Zvýšenému výkonu také napomáhá uvolnění nahromaděné energie ze svalů a šlach (Irawan, 2017).

### 2.3.1 Rozvoj explozivní síly

Vysoká úroveň explozivní síly je nepostradatelnou komponentou většiny kondičních programů, jelikož pro mnohé sportovce je výbušnost klíčovým faktorem pro podání maximálního výkonu (Šťastný et Petr, 2012). Při tréninku výbušnosti dochází k vyvinutí maximální síly v co nejkratším čase. Tento čas pro vyvinutí maximální síly je odlišný pro každé sportovní odvětví. Pokud tedy cílíme přímo na specializaci sportovce, měli bychom vzít v potaz jedincem strávenou dobu pohybu. Vynaložený čas pro daný pohyb se zkracuje s rostoucí výkonností sportovce, takže pro vrcholový výkon je důležitým předpokladem schopnost vyvíjení větší síly.

Pokud se sníží odpor, klesá i čas provedení pohybu, tím pádem roste rozdíl mezi silovým výkonem za existujících podmínek ( $F_m$ ) a výkonem v oblasti určitých testů ( $F_{mm}$ ). Jejich rozdíl nazýváme deficit explozivní síly (ESD), který určí procentuální hodnotu silového předpokladu, jestliže nebyl nabit za daných podmínek. Například vrhači koulí dokáží vyvinout sílu na kouli o velikosti 500 až 600 N, jelikož při bench pressu dokáží docílit nejvyšších hodnot kolem 220–240 kg (110–120 kg jedna paže), vyplývá z toho, že vrhači koulí mají hodnotu okolo 50 %  $F_{mm}$ .

V podstatě jsou dvě možnosti, jak zvýšit vyvíjení síly při výbušných pohybech. První varianta je rozvoj  $F_{mm}$ , což je velice efektivní metoda především u začátečníků, kdy například dochází ke zlepšení výkonu na bench press, který zároveň pomůže podat vyšší výkon při vrhu koulí. To neplatí u vrcholových vrhačů, jelikož by posun výkonu v bench pressu vyžadoval dlouhý trénink, který by mohl vést ke stagnaci. Jelikož jedinec nedokáže vyvinout maximální sílu v tak krátkém čase, musí se zaměřit na rozvoj explozivní síly, aby dokázal maximalizovat zrychlení daného pohybu (Zatsiorsky et Kraemer, 2006).

Rozvoj výbušné síly patří mezi tři základní typy. Další z typů jsou reaktivní a rychlá síla. Ačkoliv společně rozvíjí rychlostně silové schopnosti, mají odlišný průběh. Také se označují jako reaktivní, nebalistická a balistická síla (Jebavý et al., 2019).

## **Rychlá síla**

U rychlé síly je pohyb proveden maximální rychlostí s možným odporem 30–60 % (1 RM), počet opakování je stanoven na 6–12 v každé sérii, přičemž interval odpočinku mezi sériemi by měl být 3–5 min (Perič et Dovalil, 2010). Dle Jebavého et al. (2019) může být velikost odporu až 70 % (1 RM), což sníží počet opakování na 4–5 v každé sérii. Dále autoři označují rychlou sílu za pohyb, při kterém dochází k velkému zrychlení, ale díky deceleraci v závěrečné fázi cviku není dosaženo maximální rychlosti.

## **Výbušná síla**

Výbušná síla je typický jednorázový pohyb, kdy jedinec vyvine maximální sílu za co nejkratší dobu, například dřep s výskokem. Úroveň odporu je kolem 30–60%, což se rovná hodnotě v rychlostní metodě dle Periče et Dovalila (2010). Počet opakování se pohybuje v rozmezí od 1 do 10 v závislosti na velikosti odporu (Jebavý et al., 2019).

## **Reaktivní síla**

Ve spojitosti s reaktivní silou je spojen termín „plyometrie“, který byl poprvé použit v 70. letech minulého století běžcem Fredem Wiltem (Hansen et Kennelly, 2019). Avšak plyometrie se ve východoevropské části a zejména v Rusku používala dávno před prvním označením Fredem Wiltem. Samotný termín je spojení dvou řeckých slov plyo a metric, neboli „více“ a „měřit“ (Davies et al., 2015). Abychom hovořili o plyometrickém tréninku musíme dodržet zásadu o takzvaném svalovém předpětí, díky kterému dochází k nahromadění energie, jež je následně využita pro koncentrickou kontrakci. Důsledkem musí být co nejkratší doba dotyku s podložkou a to do 200 ms (Jebavý et al., 2019). Jak již bylo avizováno, díky využití protipohybu a vysoké akceleraci po předchozí excentrické fázi má plyometrický trénink pozitivní vliv na výbušnost a sílu, což jsou důležité komponenty v atletických sportech (Kraemer et Newton, 2000). Zejména tam, kde se objevují skoky, hody, běhy a podobně. Nicméně velké zastoupení sportovních odvětví se snaží naopak osvojit, jak nejvíce zkrátit myotatický reflex, jelikož není žádoucí pro jejich aktivitu, například při úderu v bojových sportech, startu v plavání a podobně (Hansen et Kennelly, 2019).

Plyometrický program nerozvíjí pouze rychlostně silové schopnosti, ale také může napomoci k ekonomice běhu a maximálnímu příjmu kyslíku (VO<sub>2</sub>max), tyto parametry jsou důležitou částí rozvoje výkonnosti v týmových sportech. Ve studii Ramadan et Elsayed (2022) zjistili, že dvanáctitýdenní plyometrický program pro házenkáře má pozitivní vliv na maximální příjem kyslíku a běžeckou ekonomiku, což vede k pozitivnímu vlivu na vytrvalost.

Mnoho vědců shledává plyometrický trénink jako nebezpečný pro sportovce, kteří nemají dostatečnou sílu dolní poloviny těla. Doporučují, aby před zařazením takového programu byli jedinci schopni provést dřep s dvojnásobkem vlastní hmotnosti těla nebo alespoň podstoupení 8týdenního silového programu. Obě varianty by byly značně časově náročné a z hlediska ročního tréninkového cyklu nedávají smysl pro většinu sportovců, a proto je výhodné zařazení progresivní plyometrie, kdy se postupuje od nejlehčích až po náročná skoková cvičení (Boyle, 2016). To je v rozporu s tvrzením Šťastného et Petra (2012), kteří apelují na rozvoj maximální síly jako na podmínku před aplikací metod zaměřujících se na výbušnou sílu, jelikož u tréninkových programů cílených na maximální sílu se zapojují podobné motorické jednotky, které se aktivují následně u explozivních aktivit. Cílem studie Ramírez-Campillo et al. (2015) bylo porovnat progresivní (PPT) a nepokrokový (NPPT) plyometrický program a standartní fotbalový trénink (CG). Účastníci byli testováni horizontálním a vertikálním skokem s protipohybem, změnami směru v běhu, sprintem na 10 m a maximální rychlosti kopu, Yo-Yo testem a výskokem po předchozím seskoku z 20 cm boxu. Autoři zjistili nejen znatelně vyšší zlepšení u skupin PPT a NPPT oproti skupině CG, ale i větší progres u členů PPT ve srovnání s NPPT. To potvrzuje studie Irawana (2017), kde 32 badmintonistů (21 mužů a 11 žen) bylo rozřazeno do dvou skupin. Experimentální skupina podstoupila šesti týdenní progresivní plyometrický program, naopak kontrolní skupina pokračovala ve svém standartním tréninkovém režimu. Po ukončení experimentu bylo výsledkem zlepšení času v agility testu u experimentální skupiny bez jakéhokoliv zranění.

Boyle (2016) dělí metody na rozvoj výbušné síly pomocí lehkého náčiní, tělesné hmotnosti nebo těžkého náčiní. Pokud jedinec nemá zkušenosti s rozvojem výbušné síly, měl by začít s lehkým náčiním, jelikož u této metody můžeme dobře kontrolovat závaží oproti vlastní hmotnosti. Důvodem je působení gravitace, která znásobí konstantní sílu. Do třetí varianty patří vzpírání, cviky s kettlebely a podobně, což je náročnější z hlediska techniky, která vystavuje cvičence riziku zranění.



Po metodě rychlostní a plyometrické autoři Perič et Dovalil (2012) zmiňují metodu izokinetickou, pro kterou je zapotřebí mít přístup ke speciálním přístrojům. Tyto stroje fungují pouze v reakci na svalovou činnost jedince, s rostoucím úsilím se zvětšuje odpor přístroje. Rychlost vykonávaného pohybu se nezrychluje, jelikož trenažér umožňuje konstantní rychlost (Hongfei et al., 2019). Použití expanderů, činek a podobně neumožňuje konstantní odpor, důvodem může být například setrvačnost v případě činek nebo rozdílná velikost tahu ve fází pohybu u gum (Perič et Dovalil, 2012).

Při aplikaci této metody se doporučuje interval odpočinku stanovit na 3–5 min mezi 5–8 sériemi a v každé sérii odpracovat 6–8 opakování s maximální možnou rychlostí. Abychom vytvořili tréninkovou jednotku musíme si stanovit komponenty tréninku, neboli tak zvané metodotvorné činitele (Perič et Dovalil, 2012).

### 3 Metodotvorné činitele silového tréninku

Obecně je známo, že silový trénink efektivně rozvíjí svalovou sílu a hypertrofii. To je docíleno díky morfologické adaptaci. Za dva důležité parametry v oblasti morfologické adaptace se považuje svalová aktivace a úroveň tréninkového objemu, která přímo souvisí s vyšším rozvojem svalové hypertrofie u silově vyspělých jedinců. Dále důležitou roli v adaptaci po silovém tréninku zastává metabolický stres, tím je myšlena akumulace tekutin, laktátu, anorganického fosfátu a podobně. Z toho vyplývá, že pro nejefektivnější rozvoj silových schopností je důležité aplikovat trénink s určitými parametry, aby optimalizovaly objem tréninku, metabolický stres a nábor motorických jednotek (Wallace et al., 2019).

Pro rozvoj silových schopností používáme různé metody, které mají odlišné parametry. Tyto parametry rozlišujeme a nazýváme jako takzvané metodotvorné činitele, které charakterizují odporový trénink a udávají jeho cíl. Základní metodotvorné činitele dle Dovalila et al. (2009) jsou velikost odporu, rychlost pohybu a počet opakování, viz tab. 1.

Druh síly	Maximální síla	Výbušná síla	Vytrvalostní síla
<b>Velikost odporu</b>	maximální až střední	střední	Nižší
<b>Rychlost pohybu</b>	malá	vysoká	Střední
<b>Počet opakování</b>	nízký	nízký	Vysoký

Tab. 1 Základní metodotvorné činitele (Dovalil et al., 2009)

Autor Jansa et al. (2007) dále uvádí, že lze akceptovat další dva metodotvorné činitele, což jsou interval a charakter odpočinku.

Podle Šťastného a Petra (2012) jsou v zápise nejdůležitější základní zátěžové parametry: velikost odporu, rychlost kontrakce, počet opakování a doba odpočinku. Ty nám umožňují rozsáhlé měnicí varianty tréninku. To potvrzují Jebavý et al. (2012) a uvádějí, že v jednotlivých sportovních odvětví se značně mění zápis, ve kterém by se

obecně měly objevit: název cviku, velikost odporu, počet opakování a sérií, interval a charakter odpočinku mezi sériemi a cviky a rychlost provedení cviku v jednotlivých fázích (Jebavý et al., 2019).

První zmíněný údaj je velikost odporu, což je základní parametr, který udává úroveň zatížení a odvozují se od něho další komponenty. To znamená, že když bude vysoký odpor, počet opakování je malý. Dále díky vysokému odporu cílíme primárně na rozvoj maximální síly (Jansa et al., 2007).

Odpor nemůže být maximální, jestliže je cílem provést víc jak jedno opakování. Je žádoucí, aby poslední opakování bylo prováděno maximálním vypětím sportovce (Jansa et al., 2007).

S počtem opakování úzce souvisí TUT, od kterého se odvíjí rychlost, tudíž celkové tempo kontrakce. Tempo nám určuje, na jaký podmět se má sval adaptovat, jelikož pokud bude kontrakce provedena maximální možnou rychlostí, tak cílí na rozvoj rychlosti a výbušnosti. Rychlost kontrakcí je důležité měnit, protože na stálou rychlost se organismus adaptuje a začne docházet ke stagnaci. U začátečníků je důležité nejprve začínat od kontrolovaných a pomalých k rychlejším až maximálním kontrakcím. Jak již bylo avizováno, rychlost a TUT spolu také souvisí a určují celkovou dobu práce svalu. TUT je ukazatel času, kdy je sval reálně zatížen a neurčuje mezifáze, kdy sval pracuje s nízkou intenzitou. Doba zatížení v tréninkové jednotce nám stanoví, jestli cílíme na rozvoj maximální síly, hypertrofie nebo vytrvalosti (Šťastný et Petr, 2012).

Ačkoliv doba zatížení a intenzita poukazují na specifičnost a cíl tréninkové jednotky, tak nové studie napovídají, že nízká intenzita a delší doba zatížení má podobný efekt na svalovou sílu a hypertrofii. Dále může docházet ke křížení efektu na sílu, hypertrofii a vytrvalost při odporovém a aerobním tréninku (Mang et al., 2022).

Dalším důležitým parametrem je interval a charakter odpočinku (Lehnert et al., 2010). Charakter odpočinku dělíme na aktivní a pasivní. U aktivní varianty dochází k nízké činnosti cvičené partie, naopak při aplikaci pasivního odpočinku je cvičenec v klidu (Perič et al., 2010). Interval odpočinku se nejčastěji udává v souvislosti s dobou mezi sériemi. Jeho celková délka rozhoduje o zotavení nervové soustavy a obnově energetických zásob. Znatelně se mění jednak kvůli zkušenostem cvičence s odporovým tréninkem, ale hlavně kvůli stanovenému cíli, jelikož při rozvoji maximální síly je interval odpočinku znatelně delší než při rozvoji silové vytrvalosti. Silový trénink také

rozlišujeme z hlediska zařazení sérií nebo využití kruhového tréninku, což nám určuje zaměření specifického rozvoje silových schopností (Jebavý et al., 2019).

### 3.1 Organizační formy silového tréninku

Silový trénink se objevuje v odlišných organizačních formách, a proto se musí stanovit cíl, kterého chce jedinec dosáhnout, jelikož každá forma cílí na odlišný výsledek. Nejčastěji se objevují opakované série nebo kruhový trénink. Při rozvoji rychlostních a silových schopností se využívá forma opakovaných sérií, naopak kruhový trénink se využívá, pokud máme za cíl silovou vytrvalost (Šťastný et Petr, 2012).

Vybral jsem šest základních organizačních forem, viz tab. 2, které se často využívají v odporovém tréninku. V následujících kapitolách jsem u všech shrnul jejich podobu a parametry.

Tradiční série
Supersérie
Trojsérie
Cluster série
Pyramidové série
Kruhový trénink

Tab. 2 Organizační formy silového tréninku

#### 3.1.1 Tradiční série

Tradiční série jsou nejpoužívanější formou v oblasti odporového tréninku (Sabido et al., 2016). Po odcvičené sérii následuje interval odpočinku. Poté se opět opakuje stejný cvik (Andersen et al., 2022). Interval odpočinku je nejčastěji stanoven na 2–3 min mezi sériemi, záleží na stanoveném cíli, což úzce souvisí s energetickými zónami (Perič et Dovalil, 2010).

### 3.1.2 Supersérie

Supersérie se zaměřují na dvojici cviků, které procvičí agonistické a antagonistické svaly (např. biceps a triceps). Každá série obsahuje dva po sobě jdoucí cviky. Interval odpočinku mezi párem cviků není, popřípadě je velmi krátký. Po odcvičení obou svalových skupin začíná delší interval odpočinku, který se nejčastěji aplikuje v podobě 1–2 min (Stoppani, 2016).

Profesionální sportovci mají mnoho tréninkových jednotek, které rozvíjejí například dovednosti, obecnou kondici a podobně. Nemohou tedy věnovat tolik času odporovému tréninku, a proto se zařazují supersérie, které mají znatelnou výhodu v úspoře času za stálého udržení tréninkového objemu (Weakley et al., 2020a).

Rozlišují se 3 základní formy supersérií. První je již zmiňovaná metoda zaměřená na agonistické a antagonistické svaly. Další forma se nazývá periferní, kdy dochází ke střídání horní a dolní poloviny těla (například bench press a zadní dřep). Poslední se zabývá dvěma mechanicky podobnými cviky, Stoppani (2016) ji označuje termínem dvojsérie, například bench press s jednoručními činkami a bench press s osou (Robbins et al., 2010).

Weakley et al. (2020a) zkoumali vliv odlišných forem supersérií na sílu, rychlost kontrakce a míru vnímané námahy jedince ihned po tréninkové jednotce. Jedinci označili dvojsérie za nejnáročnější formu tréninkové jednotky, kde obsahem byly mechanicky podobné cviky. S tím souvisí i nejvýraznější pokles síly a rychlosti kontrakce. Druhá forma v pořadí s ohledem na náročnost a ztrátu kinetické a kinematické odezvy je střídání horní a dolní poloviny těla, kdy není zcela jasné, zda je ztráta rychlosti u této konfigurace relevantní, jelikož druhým cvikem byl zvolen zadní dřep, který je výrazně náročný na metabolické náklady. Supersérie zaměřena na agonistické a antagonistické svaly je považována za nejméně náročnou, což doprovází nejmenší pokles výkonu u jedinců.

### 3.1.3 Trojsérie

Metoda trojsérií je považována za velmi náročnou, a proto se aplikuje po kratší dobu, důvodem je vysoká intenzita, která může vést k přetrénování. Využívá 3 cviky, které se zaměřují na stejnou partii, a proto se považuje za obdobu dvojsérie s rozdílem vyššího tréninkového objemu při podobné časové náročnosti (Stoppani, 2016). Vzhledem k vyššímu počtu cviků dochází ke znatelné nervosvalové adaptaci a můžeme uvažovat

o pozitivním vlivu na složení těla (Garcia, 2014). Vzhledem k adaptaci organismu na odporový trénink se často aplikují různorodé variace metod stimulující například hypertrofii, aby se předcházelo stagnaci. Trojsérie by mohla umožnit ideální efektivitu tréninku, díky vztahu objemu a intenzity za doprovodu snížení intervalů odpočinku (Brunelli et al., 2014).

Garcia et al. (2014) ve svém výzkumu porovnávali rozvoj síly a složení těla po metodě tradičních sérií a trojsérií. Subjekty byly rozřazeni do dvou skupin, kdy každá skupina absolvovala 12týdenní tréninkový program zaměřen na vybranou metodu. Rozvoj maximální síly byl pro obě metody podobný, ale výraznější efektivitu zaznamenali v testech maximálního počtu opakování na dřep a mrtvý tah s nataženýma nohama po aplikaci trojsérií. Můžeme předpokládat, že díky vyšší intenzitě a metabolické náročnosti směřují více k rozvoji vytrvalosti (Jacobs, 2013).

#### 3.1.4 Cluster série

Specifikem cluster sérií je odlišné použití odpočinku, který je mezi sériemi klasický jako u ostatních organizačních forem. Rozdíl je v tom, že odpočinek je zařazen také po každém opakování. To napomáhá ke stálému udržení rychlosti pro každé opakování v sérii. Nevýhodou je znatelné prodloužení trvání samotného tréninku. To je jedním z důvodů, proč se doporučuje použít tuto formu pro maximálně první dva nejnáročnější cviky.

Technika provedení u jednotlivých cviků se zhoršuje k blížícímu se poslednímu opakování. To způsobuje zvyšující se únava (Nagatani et al., 2022). Ve studii Hardee et al. (2013) zjistili, že aplikace cluster sérií měla pozitivní vliv na techniku u power cleanu. Tento vliv nastal pravděpodobně díky absenci únavy.

#### 3.1.5 Pyramidové série

Po tradičních sériích jsou pyramidové série nejpoužívanější formou odporového tréninku. Obsahem je střídání úrovně intenzity a velikost objemu, jestliže narůstá intenzita, dochází k poklesu objemu a naopak (Sabido et al., 2016).

Perič et al. (2010) rozlišuje tři typy pyramidových sérií:

- 1) Sestupná pyramida – začátek obsahuje malý počet opakování s vysokou zátěží, což se každou sérií mění a cvičenec končí s malou zátěží, ale vyšším počtem opakování.
- 2) Vzestupná pyramida – u tohoto typu se začíná s nízkým odporem, ale naopak s vyšším počtem opakování. Opět dochází ke střídání hodnot a konec vzestupné pyramidy má stejné parametry jako začátek sestupné pyramidy.
- 3) Kombinace sestupné a vzestupné pyramidy – obsahuje oba výše uvedené typy, což znamená, že se začíná malou hodnotou odporu o vyšším počtu opakování. Tyto parametry se mění jako u vzestupné pyramidy s rozdílem, že při dosažení vysokého odporu začne opět růst počet opakování a klesat velikost zatížení.

### 3.1.6 Kruhový trénink

Jedná se o velmi efektivní organizační formu pro rozvoj maximální spotřeby kyslíku, funkční kapacity a silových schopností. Tyto benefity jsou doprovázeny snížením tělesného tuku. Kruhový trénink pozitivně ovlivňuje zdraví a fyzickou zdatnost, i když samotný trénink je méně časově náročný, než například tradiční silový trénink (Alcaraz et al., 2011).

Silové a vytrvalostní schopnosti se rozvíjí na základě odlišné biologické adaptace, tím pádem kosternímu svalstvu není umožněno se adaptovat na sílu a vytrvalost současně. V silových a rychlostních sportech se kruhový trénink nepoužívá kvůli menšímu nárůstu maximální síly. Naopak se často aplikuje ve sportovních odvětví typu veslování, kde je zapotřebí zároveň vytrvalosti a síly (Zatsiorsky a Kraemer, 2006). Ve studii Alcaraz et al. (2011) zjistili, že po aplikaci 8týdenního tréninkového programu měla skupina cvičící kruhový trénink stejný nárůst síly a svalové hmoty, jako druhá skupina podstupující tradiční silový trénink. Samozřejmě za předpokladu specificky upravených parametrů zátěže.

Kruhový trénink nejčastěji obsahuje 6–12 stanovišť (cviků), které se zaměřují na trup, horní a dolní polovinu těla. Posloupnost cviků se volí tak, aby nedošlo k přetížení pouze jedné svalové skupiny. Pokud je jedinec vyspělý, můžou se zařadit za sebou cviky, které procvičují stejný segment těla (například dolní končetiny). Doba zátěže je všeobecně stanovena na 30 s s intervalem odpočinku 1:1 nebo 15 s. Celý kruhový trénink probíhá 3–5 kol (sérií), mezi jednotlivými sériemi je delší 2 min odpočinek. Doba zátěže

a odpočinku není zcela pevně daná, takže si ji můžeme individuálně měnit podle potřeby cvičence (Jebavý et al., 2019).

Jednotlivé formy tréninku souvisí tedy i s fázemi RTC a také i s vyspělostí sportovců. Intenzivnější formy jako série se nedoporučují mládežnickým kategoriím provádět z důvodů vývoje jedince. Proto se v další kapitole zaměříme na klíčové body jednotlivých období vývoje v rámci ontogeneze.



## 4 Senzitivní období

Věkové období, kdy má člověk předpoklady k rozvoji určitých pohybových schopností a dovedností, se nazývá senzitivní období. Na základě těchto předpokladů se tvoří dlouhodobý tréninkový plán, aby se maximalizovala jeho efektivita. Biologický věk napomáhá k rozpoznání přechodu mezi jednotlivými etapami (Perič et al., 2012). Velký rozdíl je u chlapců a dívek, jelikož dívky vývojově dospívají rychleji, tím pádem jim senzitivní etapy začínají a končí dříve než u chlapců (Havličková et al., 2003). Pokud bychom ignorovali senzitivní období, mohlo by dojít k malému rozvoji trénovaných schopností a dovedností, což by vedlo k výkonnostní stagnaci (Perič et al., 2012).

### 4.1 Senzitivní období výbušné síly

Malá efektivita tréninku výbušné a rychlé síly začíná kolem osmého roku, kdy jedinci manipulují sice s malým vnějším odporem, ale pohyby jsou provedeny maximální rychlostí (Zatsiorski et Kraemer, 2006). Jedná se o jednoduché cviky typu výskoky, odhody, odrazy a podobně. Do 10 let se zaměřují tréninky obecně na rychlostní schopnosti, které mají podobné prvky jako výbušná síla. Důraz je kladen na aplikaci přirozených pohybů, jako jsou běh, plavání a podobně, ale musí být provedeny maximální intenzitou po dobu 5–10 s. Interval odpočinku je stanoven v poměru 1:10. Cvičení se provádí o 3–5 opakování v 1–3 sériích (Perič et al., 2012). Do 13 let pokračuje převaha rychlostních schopností v tréninkovém plánu, důvodem je vývoj dětí v tomto věkovém období (Dovalil et al., 2009). Ačkoliv se pokračuje v podobných prostředcích, tak se více rozšiřují o množství skoků, vrhů, hodů a cviků s použitím vlastní hmotnosti těla (Perič et al., 2012). S vyšším věkem efektivita vynaloženého úsilí roste, ale u horních končetin je tento nástup pozdější. Nejvyšší rozvoj započne v období mezi 12.–15. rokem u dolních končetin a mezi 14.–16. rokem v případě horních končetin. Toto rozmezí platí u chlapců. U dívek začíná rozvoj dříve díky rychlejšímu vývoji (Zatsiorski et Kraemer, 2006).

Jak již bylo avizováno, výbušná síla je úzce spojena s úrovní silových schopností. Rozvoj síly napomáhá k vyšším výkonům v explozivních pohybech, ale to neznamená, že silově zdatný jedinec bude automaticky produkovat výbušnou a rychlou sílu (Zatsiorski et Kraemer, 2006). S rostoucím věkem dochází k vyšší produkci růstových a pohlavních hormonů, což přímo ovlivňuje úroveň síly (Havličková et al., 2003). Právě předpoklad neefektivity tréninku kvůli nízké hladině testosteronu zařadilo rozvoj

silových schopností k nepotřebným programům (Rowland, 2015). Ukazuje se, že může být naopak jedním z hlavních činitelů, který vede k lepší připravenosti dětí pro sportovní trénink. Tento nárůst fyzického rozvoje je mimo jiné spojený se sníženým rizikem vzniku sportovních zranění (Zatsiorski et Kraemer, 2006). Popřípadě vzniklá zranění nejsou tolik vážná (Chan et Micheli, 1998).

Bylo zjištěno, že aplikace silového programu, který je koncipován pro děti, přinesl vyšší výkon v oblasti skoku do výšky a dálky, ale zároveň došlo k poklesu výkonnosti v agility a ve sprintu (Zatsiorsky et Kraemer, 2006). To se neshoduje se studií Faigenbauma et al. (2015), kde aplikovali silově vytrvalostní program FIT pro děti na základní škole (děti ve věku 9–10 let). Program FIT byl zařazen na začátek tělesné výchovy, díky němu došlo ke zlepšení převážně svalové a kardiorespirační kondice, ale také přispěl k rozvoji flexibility oproti klasickým hodinám tělesné výchovy. Na druhou stranu nedošlo k výraznému zlepšení ve skoku do dálky a skoku do výšky na jedné noze, ačkoliv bylo součástí programu i plyometrické cvičení (Faigenbaum et al., 2015).

U široké veřejnosti je nejčastěji produkována nejvyšší fyzická výkonnost v rozmezí mezi 20.–25. rokem, následně dochází k mírnému poklesu. S narůstajícím věkem se zrychluje trend v poklesu fyzické zdatnosti (Havlíčková et al., 2003). Zhoršující se sportovní výkonnost nastává i u profesionálních sportovců, jelikož s rostoucím věkem dochází k horší neuromuskulární funkci, doprovázené vyšším buněčným stresem a zastoupením cytokinů, nižší produkcí růstového faktoru – 1 a podobně. K tomu napomáhá neschopnost ideální aktivace agonistických a koaktivace antagonistických svalů (Aagaard et al., 2010).

## 5 Periodizace sportovního tréninku

Pro maximalizaci sportovní výkonnosti je důležité nahlížet na sportovní trénink z dlouhodobého hlediska (Perič et. Dovalil, 2010). Jedná se o proces, který musí být promyšlený, aby se omezilo náhodné použití tréninkových metod, prostředků a podobně. K tomu napomáhají odlišně dlouhé tréninkové cykly. Cyklus ve sportovním prostředí je poměrně ohraničený časový úsek, ve kterém se jedinec zaměřuje na určitý cíl. Ten může být dlouhý roky, měsíce, týdny nebo dny. Záleží čeho chce jedinec dosáhnout ve sportovní sféře. Jednotlivé cykly na sebe navazují a jsou vzájemně propojené. Mezi nejkratší patří mikrocyklus (Dovalil et al., 2009).

### 5.1 Mikrocyklus

Typ mikrocyklu	Hlavní úkol	Obsah	Celkové zatížení	Využití v ročním cyklu
ÚVODNÍ	příprava k náročnější tréninkové činnosti	specifická i nspecifická cvičení	malé	počátek přípravného období, po delším přerušení
ROZVÍJEJÍCÍ	stimulace trénovanosti	specifická (i nspecifická)	velké	přípravné období (závodní podle cvičení potřeby)
STABILIZAČNÍ	udržení dosažených změn	specifický	střední	přípravné období
KONTROLNÍ	hodnocení aktuálního stavu	starty, utkání, turnaje, testy trénovanosti	střední až velké	přípravné období
VYLADOVACÍ	ladění sportovní formy	specifický, starty	střední až malé	předzávodní období, závodní období
SOUTĚŽNÍ	demonstrace výkonu udržení sport. formy	účast v soutěžích, specifická cvičení	střední	závodní období
ZOTAVNÝ	dílčí nebo celkové zotavení	doplňkové sporty, nspecifická cvičení, odpočinek	malé	přípravné období, závodní období, přechodné období

Tab. 3 Typy mikrocyklů (Dovalil et al., 2009)

Mikrociklus, nazýván také jako krátkodobý cyklus, se skládá z několika opakujících se tréninkových jednotek, které vytvoří úsek, kdy se jedinec zaměřuje na jeden nebo více cílů (Dovalil et al. 2009). Pokud se rozlišuje tréninkový proces na fáze, mikrociklus trvá nejčastěji jeden týden. V případě probíhajících závodů závisí doba cyklu na délce hlavní soutěže (Zatsiorsky et Kraemer, 2006). Díky individualitě sportovců způsobené mimo jiné jejich reakcí na tréninkovou a soutěžní zátěž, existují různé typy mikrociklů, viz tab. 3 (Dovalil et al., 2009).

## 5.2 Mezocyklus

Více po sobě jdoucích mikrociklů tvoří mezocyklus. Standartní doba je čtyři týdny, ale trenéři aplikují i 2–6 týdenní cykly (Zatsiorsky et Kraemer, 2006). Náplň mezocyklů závisí na cílech v jednotlivých obdobích ročního tréninkového cyklu (RTC) a po jeho ukončení lze zaregistrovat pozitivní adaptaci díky kumulativnímu tréninkovému efektu (Dovalil et al., 2009).

Mezocykly se rozdělují na pět základních typů. První z nich je úvodní, který tvoří 1–3 mikrocykly. Následuje část základní, která patří k nejdůležitějším typům. Obsahem je změna úrovně zatížení, například se prodlužuje vzdálenost nebo roste intenzita v běhu. Dále dochází v rámci základního typu k záměrnému snížení hodnot u daných parametrů v podobě vložených krátkých mikrociklů. Poté následuje předzávodní mezocyklus, který obsahuje vyladňovací mikrocykly. Poslední dva typy jsou závodní a zotavovací (Dovalil et al, 2009).

Autoři Zatsiorsky et Kraemer (2006) rozlišují jednotlivé mezocykly vzhledem k cílům tréninku na realizující, akumulující a transmutující. Akumulující mezocyklus se zabývá obecným zlepšením sportovce. Zaměřuje se na rozvoj pohybových schopností a dovedností. Vzhledem k obsahu se používá mnoho nespecifických cvičení, která jsou měřena na základě vybraných testů. V transmutujících mezocyklech se využívá získaná obecná zdatnost k proměně a zapracování do specifické výkonnosti. To znamená, že se aplikují hlavně speciální cvičení k rozvoji fyzické a technické stránky sportovce. Poslední cyklus je realizující, neboli příprava těsně před začátkem závodního období. Doladňují se poslední detaily, aby jedinec byl schopný podat maximální výkon (Zatsiorsky et Kraemer, 2006).

### 5.3 Roční tréninkový cyklus

Jedná se o základní a nepostradatelný cyklus z hlediska dlouhodobého plánování sportovního tréninku (Perič et al., 2010). Adaptace na tréninkovou zátěž není krátkodobou záležitostí, a proto na celý proces lze pohlížet pouze jako na delší časový blok. Roční tréninkový cyklus vychází z kalendářního roku a respektuje postupný rozvoj pohybových schopností a dovedností pro podání maximálního výkonu ve sportovní soutěži. Po dobu celého roku se cíle a plány mění v reakci na požadovaný výsledek. Podoba RTC není pro všechny věkové kategorie a sportovní odvětví stejná. Typ ročního tréninkového cyklu o jednom vrcholu je například vhodný pro mládežnické kategorie, které rozvíjí obecnou zdatnost. Ale s rostoucí výkonností je více náročné udržet vrcholnou formu po delší časový úsek, a proto se aplikuje RTC s více vrcholy (Dovalil et al., 2009). Celý tréninkový plán je ovlivněn soutěžní sezónou sportovce, ale obecně RTC dělíme na přípravné, předzávodní, závodní a přechodné období, viz tab. 4 (Jebavý et al., 2017).

Období v RTC	Hlavní cíl	Doba
Přípravné	Rozvoj kondice	2-3 měsíce
Předzávodní	Zvýšení výkonnosti	2-4 týdny
Závodní	Udržení výkonnosti	Týdny až měsíce
Přechodné	Regenerace	3-4 týdny

Tab. 4 Období v RTC (Jebavý et al., 2017)

#### **Přípravné období**

Jedná se o velmi důležité období z hlediska RTC, jelikož se tvoří základní předpoklady pro rozvoj a podání pozdější sportovní výkonnosti (Dovalil et al., 2009). Můžeme ho rozdělit na dvě části, kdy v každé části je úkol lehce odlišný (Jebavý et al., 2017). V první části jedinec rozvíjí především obecnou fyzickou zdatnost, jelikož v následujících obdobích na to už není prostor (Dovalil et al., 2009). Progresivní zatížení je dáno především pomocí postupného zvyšování objemu, který následně střídá vyšší frekvence tréninků. V první části je také žádoucí cílit na dovednosti sportovce. Většina cvičení mají především nesespecifickou podobu (Perič et al., 2010). V druhé části

přípravného období dochází k postupnému zapracování speciálních cvičení nejen do rozvoje fyzické zdatnosti, ale také do technicko-taktické přípravy (Jebavý et al., 2017). Dále se aplikují nespecifická cvičení, která mají už spíše regenerační nebo kompenzační charakter. Neustále dochází k růstu podnětů tréninku, aby se jedinec vyhnul stagnaci z hlediska adaptačních procesů. Zatímco v první části dochází k navýšení objemu, v druhé části se více zaměřuje na intenzitu tréninku (Dovalil et al., 2009). Časový úsek všech částí přípravného období nemusí být stejný, kvůli diferenciaci sportovních odvětví. Dále se doba odvíjí od věku a vývoje jedince. První část se obecně aplikuje na jeden měsíc a následně započne druhá část, která trvá přibližně jeden až dva měsíce. Většina tréninkových plánů uplatňuje fakt, že čím je sportovec na vyšší sportovní úrovni, tím je první část kratší a o to déle probíhá speciální příprava (Jebavý et al., 2017).

### **Předzávodní období**

Jedná se o období, které je zakončeno začátkem prvních závodů a trvá přibližně 2–4 týdny. Hlavním cílem je maximalizovat sportovní formu. Tím pádem dochází k postupnému přechodu z přípravného období do ladění sportovní formy (Dovalil et al., 2009). Abychom docílili vysoké efektivity, cvičení mají vysokou míru specifčnosti. Z přípravného období se dále pokračuje v tendenci snižování objemu, ale zvyšování intenzity tréninků (Jebavý et al., 2017). Aplikuje se kontrastní metoda, kdy dochází k provádění cvičení ve střídajících se lehčích a obtížnějších podmínkách. Jednotlivé složky tréninku se propojují, například aby jedinec dokázal uskutečnit technicko-taktické požadavky ve vysoké až závodní intenzitě. Důvodem je navodit, co nejpodobnější soutěžní podmínky. Při takové úrovni tréninků je důležité, aby sportovec důkladně regeneroval (Perič et al., 2010).

Období ladění sportovní formy ovlivňuje mnoho aspektů, na které je důležité dávat pozor. Například znehodnocení životosprávy může mít negativní vliv nejen na aktuální přípravu, ale také může ovlivnit předchozí snažení v přípravném období. Dále je podstatné sledovat individualitu sportovce a kontrolovat jeho aktuální zdravotní stav (Dovalil et al., 2009).

## **Závodní období**

V závodním období je nejdůležitější podat maximální výkon v soutěži, tím pádem hlavní cíl je udržet získanou sportovní formu, popřípadě jí lehce zlepšit. Úroveň formy nelze z dlouhodobého hlediska udržet, a proto dochází k malé přípravě na každý závod, utkání a podobně. Množství podaných výkonů je individuální v závislosti na podobě sportu, například výrazně odlišné množství budou mít mistrovství ČR, pohárové soutěže nebo extraliga ledního hokeje (Perič et al., 2010). Od toho se odvíjí celková doba závodního období, dokonce odlišnou délku soutěže budou mít i různé týmy v extralize ledního hokeje, protože úspěšnost a setrvání v soutěži závisí na postupu do play off. Jak již bylo avizováno, udržet vysokou úroveň fyzické zdatnosti je náročné, proto se doporučuje vložit 1–2krát kondiční mikrocykly (Jebavý et al., 2017). Pokud se snižuje úroveň formy a podmínky to dovolí, doporučuje se vynechání utkání nebo startu v závodě. Vložené mikrocykly se také mohou aplikovat, pokud čeká klub zápas s papírově slabším soupeřem (Dovalil et al., 2009).

Ve sportovních odvětví s menším počtem závodů dochází k rozdělení celého závodního období do více částí s tím, že každá část končí vrcholnou formou. Struktura a obsah vychází z přípravného období, které je cíleně zkrácené (Dovalil et al., 2009).

## **Přechodné období**

Má výrazně odlišný obsah oproti ostatním obdobím v ročním tréninkovém cyklu. Hlavním cílem je odpočinek a řádná regenerace sportovce, a to z psychického i fyzického hlediska (Perič et al., 2010). Dochází k výraznému snížení zatížení a klesá délka a počet jednotlivých tréninků, což umožňuje dostatečné zotavení. Charakter odpočinku je převážně aktivní v podobě lehkých aerobních cvičení, ale dochází i k úplnému vyřazení tréninkových jednotek. Drtivě převažují nesespecifická cvičení, která nesmějí mít jednotvárnou podobu. Doporučuje se, aby cvičení byla zábavná. Také pomáhá změna prostředí, například výlety do hor, k moři a podobně. Sportovec si často vybírá vlastní místo, které ho zajímá. Pokud sportovec tráví delší dobu na dovolené, dostává individuální plán, aby jeho fyzická zdatnost výrazně nepoklesla (Dovalil et al., 2009).

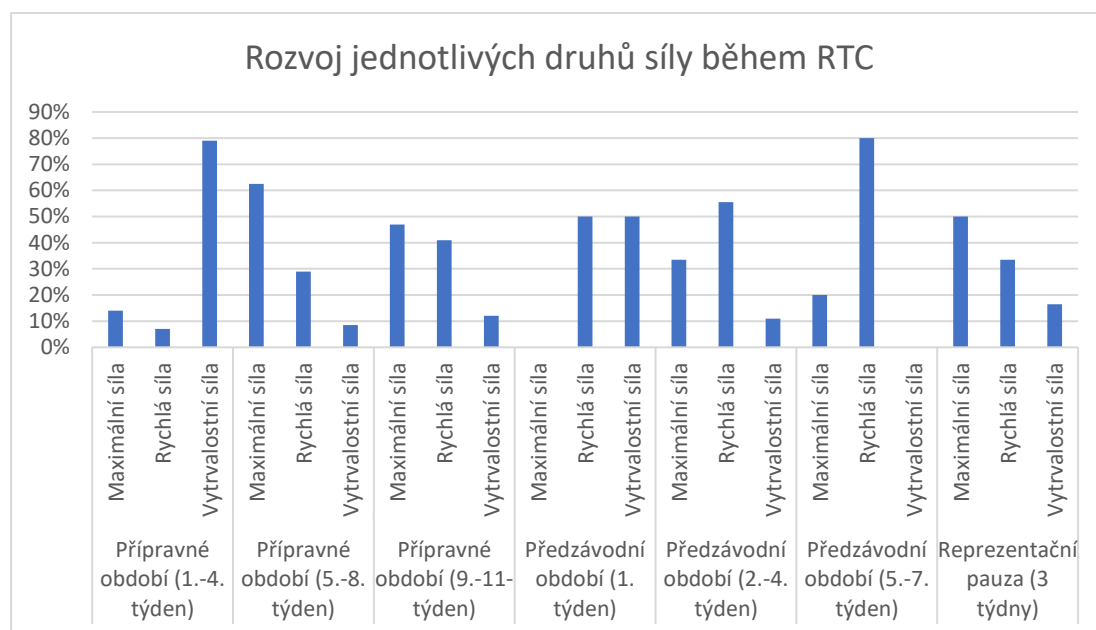
Celková doba přechodného období trvá kolem 2–4 týdnů. Pokud dojde k předčasnému ukončení sezóny, například kvůli vyřazení z play off, hráči pokračují v udržovacím

tréninkovém režimu, jelikož musejí splnit smluvní závazky vůči klubu (Jebavý et al., 2017).

### Rozvoj výbušné síly v RTC

Jak jsem již avizoval, v jednotlivých obdobích se mění intenzita, objem, cíl tréninkových jednotek a podobně. Z toho vyplývá, že explozivní síla se nerozvíjí po celý rok stejně. To platí i u sportů, pro které jsou výbušné pohyby nepostradatelné. V RTC probíhají změny. Nastane období, ve kterém například převládá rozvoj vytrvalosti, i když není pro dané sportovní odvětví tolik stěžejní.

Zajímavá data se objevují v diplomové práci Hanzlíka (2013), který zkoumal a vytvořil podrobný rozbor zaměřený na rozvoj kondice mimo led u hokejistů v ročním tréninkovém cyklu. Autor rozebíral kondiční přípravu v klubu HC Rytíři Kladno v sezóně 2012/2013.



Graf 1 Rozvoj druhů síly během RTC (vytvořeno dle Hanzlíka, 2013)

Na začátku přípravného období se cílí hlavně na silovou vytrvalost. Po prvních čtyřech týdnech dochází k výraznému poklesu v rozvoji vytrvalosti. Pouze v prvním týdnu předzávodního období opět nastane nárůst rozvoje vytrvalostní síly. V dalších týdnech se neobjevuje žádný trénink mířený na tento druh síly. Opačným směrem je zaměření na rychlou sílu, jejíž součástí je v autorově práci i výbušná síla. Na začátku je



nejméně rozvíjena i oproti maximální síle. V přípravném období trend tréninků cílených na explozivní sílu roste zároveň s maximální silou. Rozdíl nastává v prvním týdnu předzávodního období, jelikož rozvoj rychlé síly začne být dominantní složkou tréninku viz graf 1 (Hanzlík, 2013).

Vzhledem k teoretickému východisku je zřejmý vztah silového tréninku a explozivní síly. Jelikož sportovci jsou velmi časově vytíženi, je pro ně výhodná aplikace organizační formy odporového tréninku, která zajistí úsporu času. Pro zjištění vlivu odlišných organizačních forem silového tréninku na explozivní sílu byl provedena následující výzkumná část této pilotní studie.

## II. Praktická část

### 6 Cíle, úkoly a hypotézy práce

#### 6.1 Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je zjistit bezprostřední vliv tří organizačních forem silového tréninku na explozivní sílu.

#### 6.2 Hypotéza

H1: Předpokládám, že nejvýraznější vliv na pokles výbušné síly budou mít trojsérie. Na základě stanovené intenzity, která je doprovázena výskytem únavy, budou další v pořadí supersérie.

#### 6.3 Úkoly

- 1) Nalézt a prostudovat odbornou literaturu a uskutečnit rozhovory s experty na silový trénink zaměřené na organizační formy ve sportovní přípravě
- 2) Prostudovat odbornou a vědeckou literaturu zabývající se rozvojem a diagnostikou explozivní síly
- 3) Stanovit design studie zaměřený na kritéria a výběru vhodných probandů a tvorbu intervence
- 4) Zajistit etický souhlas
- 5) Realizace pilotní studie
- 6) Vyhodnocení dat

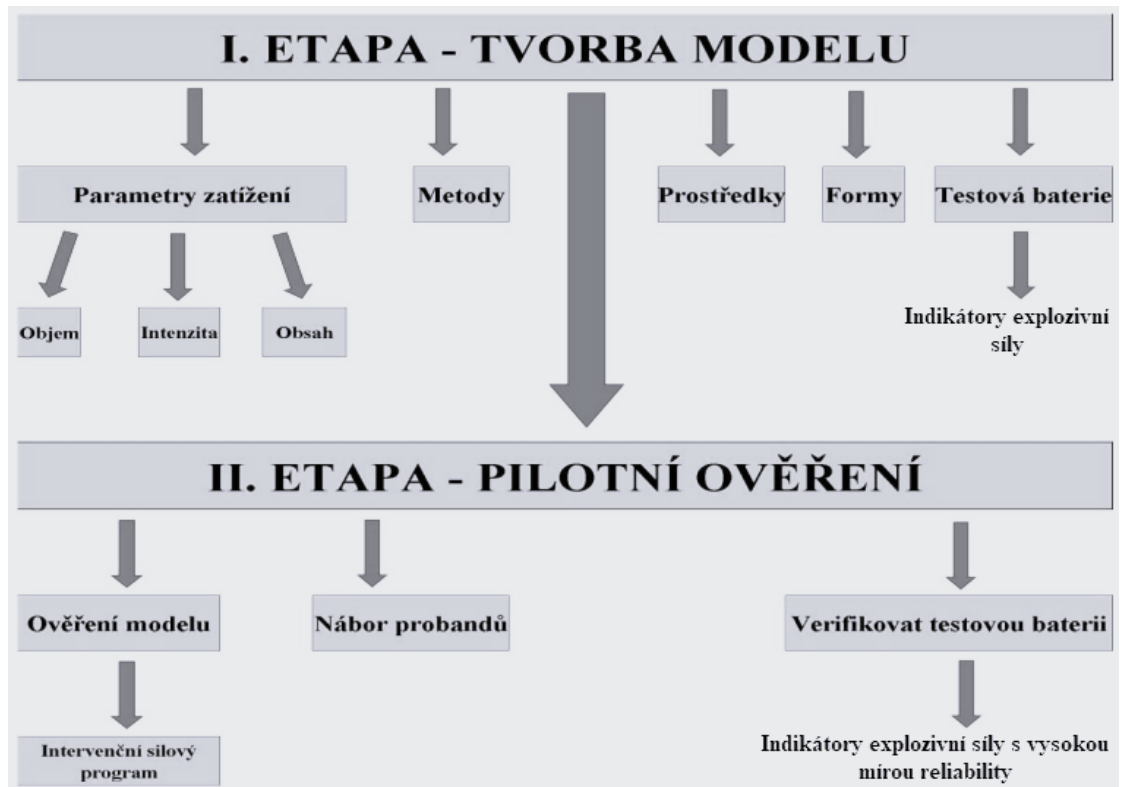


Schéma 1 Úkoly výzkumu (vytvořeno dle Jebavého, 2017)

## 7. Metodika

### 7.1 Design studie

Pro tuto pilotní studii byl zvolen návrh dle výzkumu Weakley et al. (2017), kde aplikovali náhodný crossover design. Studie trvala celkově pět týdnů. Všechny protokoly proběhly v posilovně UK FTVS. Jedinci byli vyzváni, aby nepodstupovali náročná cvičení před testováním nebo začátkem odporového tréninku. Dále aby spali víc jak 7 h, udržovali svůj standartní jídelníček, jedli dvě hodiny před začátkem tréninku a dodržovali pitný režim. První týden účastníci absolvovali seznámení s průběhem výzkumu a následovalo testování maximální síly na tři opakování pro všechny cviky. Poté účastníci podstoupili tři návštěvy s týdenním rozestupem, kde absolvovali odporový trénink v randomizovaném pořadí. Pro každé cvičení byly zvolené totožné cviky ve stejné posloupnosti. Rozdílem byla odlišná organizační forma, kterou byly trojsérie, supersérie nebo tradiční série.

#### 7.1.1 Protokol odporového tréninku

Jak již bylo avizováno, všechny odporové tréninky obsahovaly totožné cviky: zadní dřep, bench press, rumunský mrtvý tah, tlaky na ramena s jednoruční činkou, přitah osy k hrudníku v předklonu a přitah osy k bradě. Tyto cviky probíhaly vždy ve stejné posloupnosti, tak jak jsou popsány výše, i když byly provozovány v odlišné organizační formě. Pořadí bylo navrženo tak, aby nejdříve byly odcvičené velké svalové skupiny a po sobě jdoucí cviky necílily na stejné svalové partie.

Ve variantě TRAD (tradiční odporový trénink) jedinci dokončili první cvik se všemi jeho sériemi (tři série) a až poté se pokračovalo na další cvik. Mezi jednotlivými sériemi byl stanoven dvouminutový odpočinek. U supersérií (SS) byly absolvovány dva po sobě jdoucí cviky bez intervalu odpočinku. Po třech sériích následoval další pár cviků. Podobně to probíhalo u trojsérií (TRI) s rozdílem, že byly dokončeny tři cviky bez intervalu odpočinku. Po odcvičení všech zadaných sérií byly na řadě poslední tři cviky.

TUT u všech tréninkových jednotek bylo stanoveno na 2 s excentrickou fází a 1 s na koncentrickou fází. Což odpovídá zápisu 2010. Tím pádem u tradičních sérií trvá 30 s jedna série. U supersériích se doba pod napětím prodlužuje na 60 s v jedné sérii a u trojsérií trvá až 90 s.

Před každým protokolem jedinci podstoupili standardizovanou rozcvičku, která byla pro každý odporový trénink stejná. Dále pro napodobení stejných podmínek bylo posilování prováděno vždy ve stejný den a čas. Mezi jednotlivými protokoly byla sedm dní pauza, důvodem byla dostatečná regenerace pro další odporový trénink.

Pro získání velikosti odporu byla na základě testu maximální síly na tři opakování vypočtena hmotnost závaží. Velikost odporu se rovná 65 % z 3 RM u všech cviků, viz tab. 5. Tato hodnota byla zvolena na základě předchozích výzkumů Weakley et al. (2017) a Sabida et al. (2016).

### 7.1.2 Stanovení velikosti odporu

Všichni účastníci museli podstoupit test maximální síly na tři opakování, kvůli stanovení velikosti odporu pro cviky, které byly v následných třech protokolech. Maximální síla se měřila na všech cvicích ve stejném pořadí, to je zadní dřep, bench press, rumunský mrtvý tah, tlaky na ramena s jednoručními činkami, přitahy osy k hrudníku v předklonu a přitahy osy k bradě, viz tab. 5.

Před začátkem proběhla standardizovaná rozcvička. Následoval test na zadní dřep s osou položenou na horní část trapézu, viz příloha 4, poté účastníci provedli excentrický pohyb dolních končetin, aby stehna byla rovnoběžná s podlahou, viz příloha 5. Jakmile bylo docíleno této polohy, jedinci mohli zahájit koncentrickou kontrakci dolních končetin. Bench press se prováděl na rovné lavici, viz příloha 6. Šířku úchopu si každý mohl zvolit individuálně, poté byl zahájen pohyb k hrudníku, po dotyku cvičenci provedli naopak pohyb vzhůru, viz příloha 7. Rumunský mrtvý tah byl proveden za mírného ohybu v kolenou, kdy hlavní pohyb vycházel z kyčelních kloubů, viz příloha 8. Ukončení dolní fáze nastalo ve chvíli, kdy osa byla na úrovni česky, poté následovalo vzpřímení, viz příloha 9. Tlaky na ramena s jednoručními činkami byly prováděny tak, aby loket svíral úhel 90° ve spodní fázi pohybu, viz příloha 10 a 11. U přitahů osy v předklonu bylo apelováno na polohu trupu, který musel být rovnoběžný s podlahou, viz příloha 12. Úchop osy byl nadhmatem, následně jedinec provedl přitah osy směrem ke spodní části trupu, viz příloha 13. Při přitazích osy k bradě drželi jedinci činku opět nadhmatem na širší ramen, viz příloha 14. Následoval pohyb vzhůru, který byl ukončen při dovršení výšky osy v úrovni bradavek, viz příloha 15, a poté zpět do výchozí polohy. Pohyb nesměl být doprovázen souhybem dolních končetin.

Proband	Zadní dřep 3 RM/65 % (kg)	Bench press 3 RM/65 % (kg)	Rumunský mrtvý tah 3 RM/65 % (kg)	Tlaky na ramena 3 RM/65 % (kg)	Přítahy osy v předklonu 3 RM/65 % (kg)	Přítahy osy k bradě 3 RM/65 % (kg)
Proband 1	120/78	100/65	140/91	32,5/21	90/60	50/33
Proband 2	105/68,5	90/59	150/97,5	25/16	80/52	40/26
Proband 3	120/78	90/59	130/85	30/20	75/50	45/29
Proband 4	115/75	75/49	120/78	25/16	80/52	45/29
Proband 5	110/72	80/52	120/78	25/16	60/39	30/19,5
Proband 6	77/50	75/49	110/72	25/16	70/45,5	45/29
Proband 7	110/72	100/65	150/97,5	30/20	90/59	55/36
Průměr 3 RM ± SD	108,1±13,7	87,1±9,9	131,4±14,6	27,5±3	77,9±9,9	44,3±7,3
Průměr 65 % (kg) ± SD	70,3±9	56,6±6,4	85,4±9,4	17,9±2,2	50,6±6,8	28,8±4,8

Tab. 5 Stanovení velikosti odporu

### 7.1.3 Testování CMJ s trap barem

Výkony v testu CMJ s trap barem byly analyzovány pomocí přístroje FLEX (Kinetic, Canberra, Austrálie), který byl vyrobený ve spolupráci s GymAware, viz příloha 14. Toto zařízení měří hodnoty pomocí optických laserů ke kvantifikaci posunutí. Na základě těchto údajů zařízení vypočítá rychlost provedení pohybu (Weakley et al., 2020b). Spolehlivost testu CMJ s trap barem nebyla dohledána, ale obecně reliabilita testu vertikálního skoku je  $r = 0,90$  (Měkota et Blahuš, 1983). Dle Markovice et al. (2004) má test CMJ vysokou validitu s explozivní silou.

Test výskoku s protipohybem byl prováděn s trap barem, viz příloha 13. Samotný trap bar měl hmotnost 25 kg, dále se přidaly dva 2,5 kg kotouče značky Eleiko, tím pádem účastníci prováděli výskoky s celkovým závažím 30 kg.

Test proběhl vždy před začátkem a po dokončení protokolu odporového tréninku. První testování bylo podstupeno vždy dvě minuty po dokončení rozcvičení. Naopak druhé testování následovalo po dokončení tréninku a testu maximální síly na 3 RM (data pro spolupracovníka). Test maximální síly se skládal ze zadního dřepu a bench pressu. Čas testu CMJ byl stanoven na 5 min po dokončení měření maximální síly.

V každém vytyčeném bloku pro testování CMJ měli účastníci tři pokusy, z nichž byl vybrán ten s nejvyššími naměřenými hodnotami. Jedinci uchopili trap bar a narovnali se do vzpřímené polohy. Následně se každý snížil do vyhovující výšky a poté okamžitě vyskočil maximálním volným úsilím (Weakley et al., 2017). Sledované hodnoty byly střední a maximální rychlost a výška výskoku. Výška výskoku se musela z pilotní studie vyřadit, kvůli vzniklé chybě v měření.

#### 7.1.4. Charakteristika skupiny

Výzkum v podobě pilotní studie podstoupilo sedm účastníků. Podmínkou pro účast byly minimálně pětileté zkušenosti s odporovým tréninkem. Dále nikdo nesměl být zdravotně indisponován. Probandi byli aktivními studenty v průběhu celé studie. Každý jedinec se věnoval odlišnému sportovnímu odvětví, což zaručuje rozmanitost testovaných probandů.

Proband	Věk	Výška (cm)	Hmotnost (kg)
Proband 1	22	190	92
Proband 2	25	176	72
Proband 3	22	179	73
Proband 4	23	183	73
Proband 5	22	176	70
Proband 6	21	168	60
Proband 7	24	185	88
Průměr ± SD	22,7 ± 1,3	179,6 ± 6,7	75,4 ± 10,2

Tab. 6 Věk, výška a hmotnost jedinců

Jednotlivé protokoly byly představeny a popsány před začátkem studie všem účastníkům. Následně byly vybrány informované souhlasy, které byly předány univerzitní etické komisi pro schválení. Všichni účastníci museli uvést věk, dále byla změřena výška a hmotnost, viz tab. 6.

#### 7.1.5 Statistická analýza

Data byla vyhodnocena pomocí statistické analýzy v softwaru R verze 4.0.4 (R core team, 2021). Testován byl vliv silového tréninku na explozivní sílu. V rámci odporových protokolů byly použity odlišné organizační formy, to jsou tradiční série, supersérie a trojsérie. Pozorované hodnoty byly střední a maximální rychlost v testu CMJ s trap barem. Testovaná nulová hypotéza vyjadřovala, že střední hodnoty maximální a střední rychlosti se neliší před a po tréninku TRAD, SS a TRI. Pro analýzu dat byl zvolen párový t-test, který porovnává měření před a po tréninkové jednotce (Hendl et Remr, 2017).

Statistická významnost byla zvolena na hladině  $p < 0,05$  (Hendl et Remr, 2017). V případě vyšší hodnoty nebyly nulové hypotézy zamítány. Pro všechny hodnoty byly vytvořeny přehledné krabicové grafy pomocí funkce boxplot, které znázorňovaly pokles výkonnosti po absolvování odporového tréninku.

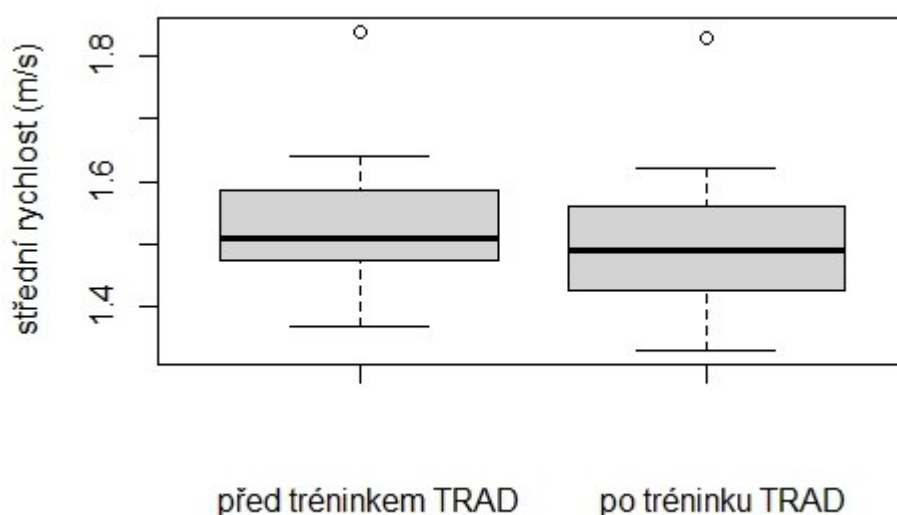


## 8 Výsledky

Hlavním úkolem této pilotní studie bylo zjistit, zda odlišné organizační formy (tradiční série, supersérie a trojsérie) silového tréninku mají okamžitý vliv na explozivní sílu. Pozorované hodnoty byly střední a maximální rychlost v testu CMJ s trap barem. Na základě získaných dat se statisticky analyzovala velikost a důležitost rozdílu mezi jednotlivými formami.

### 8.1 Vliv tradičních sérií na výkon

Díky statistické analýze prostřednictvím párového t-testu byl zjištěn signifikantní vliv tradičních sérií na střední rychlost ve výskoku s trap barem ( $p = 0,01532$ ). Došlo k poklesu výkonu po absolvování tréninkové jednotky.

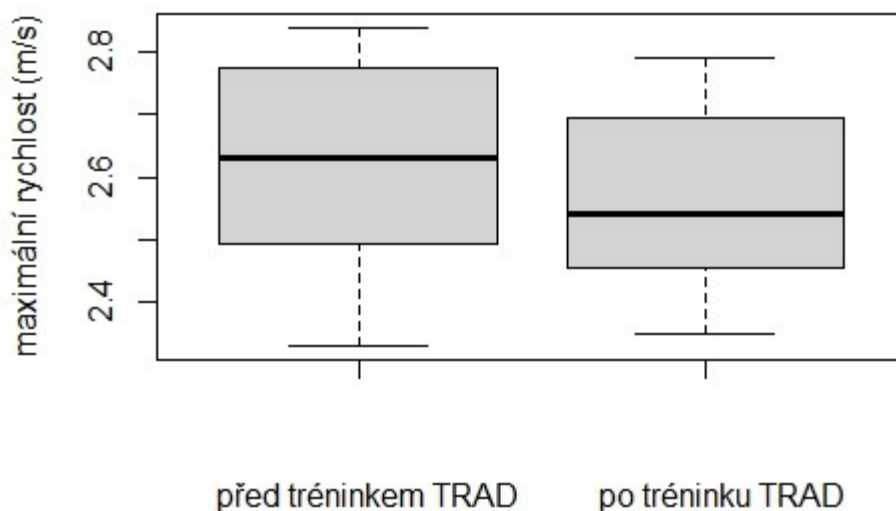


Graf 2 Porovnání vlivu aplikace tradičních sérií na střední rychlost

Krabicový graf 2 znázorňuje rozdíl naměřených hodnot před tréninkem a po tréninku. Ačkoliv hodnoty naměřené po tréninku jsou nižší, tento pokles střední rychlosti není dle grafu nijak významný. Průměrná střední rychlost pro všechny účastníky je 1,55 m/s před tréninkem a 1,52 m/s po tréninku. Tento rozdíl činí pouze 2 % v poklesu výkonu. Nejvyšší pokles byl zjištěn u probanda 2, který měl procentuální rozdíl 5,4 %.

Podobný výsledek byl naměřen pro maximální rychlost ve výskoku viz graf 3. Průměr maximální rychlosti byl 2,62 m/s před a 2,57 m/s po absolvování protokolu. Výsledkem

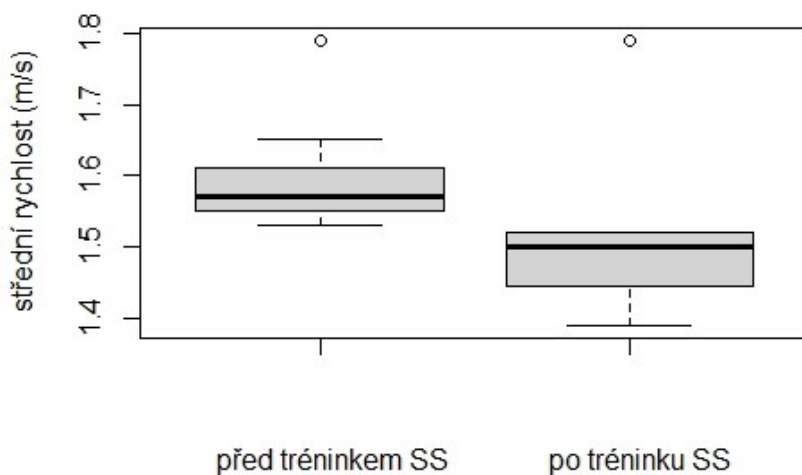
je rozdíl o 1,8 % v oblasti hodnot maximální rychlosti. Nejvyšší pokles byl naměřen u probanda 3, tento pokles činil 3,4 %. Ačkoliv u maximální rychlosti vyšel také signifikantní vliv ( $p = 0.0117$ ), velikost rozdílu ve výkonu je opět dle grafu poměrně malý.



Graf 3 Porovnání vlivu aplikace tradičních sérií na maximální rychlost

## 8.2 Vliv supersérií na výkon

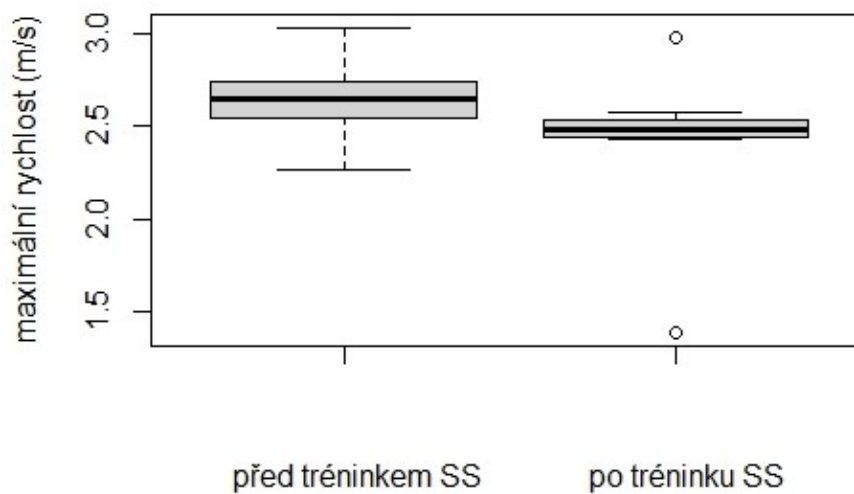
Druhou zkoumanou organizační formou byly supersérie, u kterých byl zjištěn významnější vliv na střední rychlost, než tomu bylo u tradičních sérií. To znázorňuje i výsledek statistické analýzy, který potvrdil signifikantní vliv ( $p = 0,005009$ ).



Graf 4 Porovnání vlivu aplikace supersérií na střední rychlost

Na krabicovém grafu 4, který znázorňuje rozdíl výkonů před a po tréninkové jednotce, ve kterém se aplikovaly supersérie, lze vidět významný pokles. Tato ztráta činí 6,2 %. O dalších 2,5 % vyšší ztráta se objevuje u probanda 5, který je zároveň považován za nejvyšší rozdíl v tomto měření. Průměrná hodnota všech účastníků před tréninkem je 1,6 m/s a 1,5 m/s po tréninku.

Zajímavého výsledku bylo docíleno u maximální rychlosti ve výskoku s trap barem, jelikož pokles výkonu (7,6 %) je vyšší, než je tomu u střední rychlosti, ale i přes toto zjištění vyšla statistická analýza jako nesignifikantní ( $p = 0,236$ ). Jeden z faktorů, který mohl výsledky ovlivnit je nízký počet účastníků v této pilotní studii.

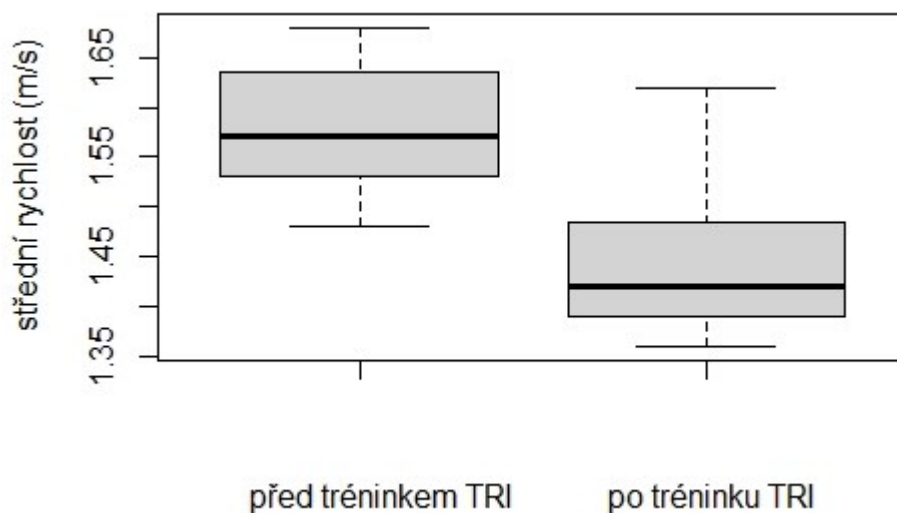


Graf 5 Porovnání vlivu aplikace supersérií na maximální rychlost

Na krabicovém grafu 5 lze vidět nižší úroveň mediánu, který je zde znázorněn černou tlustou čarou. Pokles výkonu byl o 7,6 % po tréninkové jednotce. Vysokou hodnotu zmíněného rozdílu způsobil proband 5, u kterého byl zjištěn 48% propad ve výskoku s trap barem. Průměrná maximální rychlost byla 2,64 m/s před a 2,4 m/s po absolvování cvičení se supersériemi.

### 8.3 Vliv trojsérií na výkon

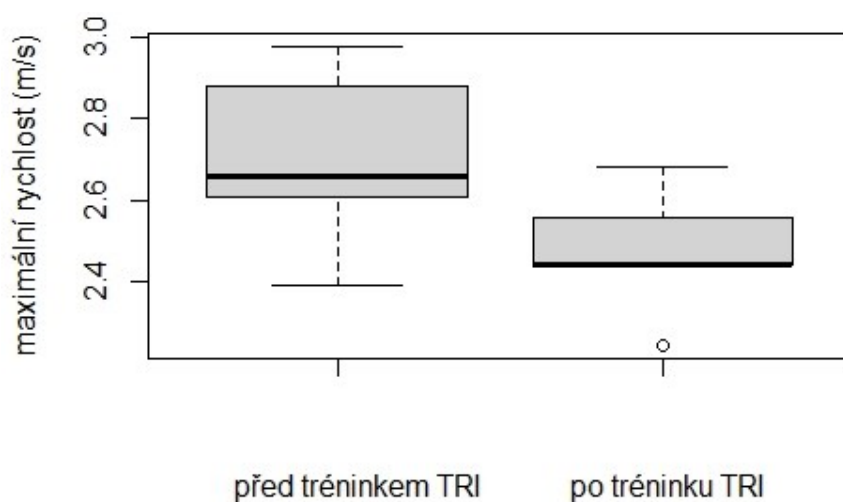
U varianty trojsérií byl naměřen nejvyšší rozdíl ve výskoku s trap barem. V případě střední rychlosti byl opět zjištěn signifikantní vliv ( $p=0,003095$ ). Tento znatelný rozdíl vidíme na přiloženém grafu 6.



Graf 6 Porovnání vlivu aplikace trojsérií na střední rychlost

Průměr střední rychlosti před tréninkem byl 1,58 m/s. Po absolvování cvičení s trojsériemi byl zjištěn nejvýznamnější pokles v oblasti střední rychlosti a to o 8,2 % na konečnou průměrnou hodnotu 1,45 m/s. Nejvyšší rozdíl vykazoval proband 7, jehož pokles výkonosti činil 12,5 %.

K podobnému výsledku bylo dopracováno také u maximální rychlosti, kde byl procentuální rozdíl v průměru rychlosti před a po tréninku 7,5 %, což sice není nejvyšší naměřený rozdíl, ale oproti tradičním sériím je tento pokles znatelně významnější. U probanda 2 se prokázal nejvýznamnější rozdíl v rámci maximální rychlosti při trojsérií. Hodnota činí pokles o 17,6 %.



Graf 7 Porovnání vlivu aplikace trojsérií na maximální rychlost

Stejně jako u střední rychlosti, tak u maximální rychlosti, byl zjištěn signifikantní vliv ( $p = 0,01961$ ). Průměrná hodnota před tréninkem byla 2,71 m/s. Po cvičení maximální rychlost klesla na průměrnou hodnotu 2,48 m/s. Pokles mediánu znázorňuje graf 7.

## 9 Diskuze

Posilování se obecně považuje za důležitou složku pro rozvoj výbušné síly. Předchozí studie potvrdily, že jedinci s vysokou úrovní maximální síly mají dobrý předpoklad pro výbušnou sílu. Například ve výzkumu Wisloff et al. (2004) zjistili nejen vysokou korelaci mezi 1 RM na dřep a vertikálním výskokem, ale i se sprintem na 30 m a člunkovým během na 10 m. Trénink silových schopností může být zvolen v různých organizačních formách, které odlišně ovlivňují bezprostřední výkon a regeneraci sportovce. To jsou důležité prvky pro rozhodování, kdy a v jakém období daný trénink zvolit.

V této pilotní studii byl zjištěn signifikantní vliv na střední rychlost u všech absolvovaných organizačních forem, to jsou tradiční série, supersérie a trojsérie. V oblasti vyprodukování maximální rychlosti ve výskoku s trap barem byl zjištěn signifikantní vliv u tradičních sérií a trojsérií. U supersérií v případě maximální rychlosti nebyl zjištěn signifikantní vliv, jelikož pouze jeden proband měl výraznější pokles výkonnosti. Zbylí jedinci měli podobné hodnoty před a po absolvování tréninku. Přesto výsledky pilotní studie naznačují, že zapojení odlišných sérií do tréninku ovlivňuje bezprostřední výkon jedince. Úroveň vlivu úzce souvisí se zvolenou organizační formou.

Výsledky se téměř shodují s původní hypotézou, kdy bylo předpokládáno, že tradiční série nejméně ovlivní bezprostřední výkon jedince, což se potvrdilo. U varianty TRI s porovnáním u SS měla střední rychlost lehce vyšší rozdíl a u maximální rychlosti dokonce menší rozdíl o 0,1 %. U trojsérií vzhledem k minimálnímu intervalu odpočinku byl očekáván vyšší pokles rychlosti ve výskoku s trap barem. Tím pádem nejvyšší rozdíly jsou vykazovány u SS a TRI s porovnáním s TRAD. Naměřené hodnoty mezi SS a TRI jsou velmi podobné. Výjimkou je pouze maximální rychlost u supersérií. Výsledky obecně naznačují, že rostoucí intenzita má vyšší bezprostřední vliv.

Předchozí studie došly k podobnému závěru a naznačují, že po tréninkové jednotce s různorodou intenzitou nastává výkonnostní pokles v testech výbušné síly. Tím pádem organismus v reakci na zvyšující se intenzitu tréninku odpovídá významnějším poklesem výkonu. To dále ovlivňuje i délku regenerace. Jedním z faktorů změny okamžitého výkonu a prodloužení potřebné doby odpočinku je vyšší nervové narušení (Hiscock et al., 2017).

Např. ve výzkumu autorů Sanchez-Medina et Gonzalez-Badillo (2011) aplikovali tréninky s postupně se zvyšující intenzitou. Autoři došli k závěru, že čím byla intenzita

tréninkové jednotky vyšší, tím znatelněji ovlivnila výbušnou sílu testovanou ve formě CMJ, což se shoduje s výsledky této pilotní studie. Ale jejich výstupy zcela neodpovídají s tvrzením ve výzkumu Costa et al. (2021), ve kterém nedošlo k významným ztrátám v testu CMJ.

V experimentu se objevily dvě podoby cvičení. Jedinci buď ukončili cvik před svalovým vyčerpáním nebo naopak docílili selhání. Je zajímavé, že pro obě varianty byla téměř shodná ztráta v poklesu výkonu. Respektive u cvičení do svalového selhání pouze o 3,6 %. U sériích ukončených před svalovým vyčerpáním naopak došlo k nárustu výkonnosti o 3,4 %. Jeden z možných limitů této studie může být použití jednokloubního cviku v podobě extenze dolní končetiny, který nemusí způsobit významný pokles ve výkonu oproti vícekloubnímu cviku. Dále byl zvolen pouze jeden cvik, který ačkoliv je prováděn do selhání, tak nezpůsobí znatelné narušení homeostázy. Na druhou stranu podoba varianty do selhání se podobá tradičním sériím v této pilotní studii s rozdílem kratšího intervalu odpočinku o jednu minutu a zvoleným počtem cviků. Výsledkem je, že u tradičních sérií došlo ještě k menší ztrátě v testu výskoku s trap barem, než tomu bylo ve studii Costa et al. (2021). Zlepšení u druhé varianty mohl způsobit vznik procesu, který bezprostředně zvýší svalovou kontrakci. Tento proces se nazývá postaktivační potenciace (Sale, 2002).

Postaktivační potenciace může vzniknout i u supersérií, i když jsou předpokladem pro vyšší narušení nervové soustavy. Například ve studii Gahremana et al. (2020) aplikovali dvojici cviků, které měly pozitivní vliv na výšku výskoku. Ale vliv byl menší oproti variantě s jedním cvikem. Tím pádem supersérie nemusí mít okamžitý negativní vliv na výkonnost, pokud se dvojice cviků aplikuje krátkou dobu. Tyto výstupy se neshodují s výsledky výzkumu Fonseca et al. (2020). Autoři zkoumali opět akutní vliv na výskok po zadním dřepu, který byl ukončen před a nebo po selhání. Zjistili ztrátu o 5 % u první a 10 % u druhé varianty. To by potvrdovalo, že více kloubní cvik může mít významnější vliv na ztrátu výkonu oproti jedno kloubnímu cviku, jak tomu bylo ve studii Costa et al. (2021). V pilotní studii se postaktivační potenciace neprojevila u žádné varianty v rámci celé skupiny, což se předpokládalo vzhledem k počtu cviků a sérií, intenzitě a celkové časové náročnosti každého tréninku. Tento proces se shodně neobjevil ve studii Weakley et al. (2017).

Autoři aplikovali podobný crossover design ve výzkumu, ale přesto se jejich výsledky neshodují s výstupy této studie. Nejvyšší pokles výkonnosti měly tradiční série (-6,2 % ±

2,5 %) a až poté následovaly supersérie (-3,7 % ± 3,1 %) a trojsérie (-3,1 % ± 2,4 %). Pokles u tradičních sérií autoři zdůvodňují dlouhým intervalem odpočinku mezi koncem tréninkové jednotky a testem CMJ. Interval odpočinku mohl způsobit „ochlazení“ svaloviny dolní poloviny těla. Tento názor nemůže být potvrzen a ani vyloučen touto pilotní studií, jelikož doba odpočinku je sice totožná, ale mezi zahájením testu výskoku s trap barem a koncem tréninku proběhl test maximální síly. Tím pádem nedošlo k „ochlazení“ svaloviny dolních končetin. Dále zjistili, že nervosvalová funkce se obnovila po 24 h u tradičních sérií a nikoliv u supersérií a trojsérií. V další možné studii by toto zjištění chtělo ověřit, jelikož může sloužit jako ukazatel, jestli jedinec bude v další tréninkový den limitován oslabením z předešlého odporového tréninku, což může napomoci trenérům při zařazení odporového tréninku v tréninkovém plánu.

Celkově byla původní hypotéza potvrzena, která předpokládala, že nejvyšší pokles na bezprostřední výkonnost budou mít trojsérie. A po trojsériích mají nejvyšší vliv supersérie.

Největší limitace této pilotní studie jsou účastníci. Konkrétně počet a heterogenita jedinců. Finální počet probandů je sedm, což je velice málo k jednoznačnému závěru pro statistickou analýzu. S tím souvisí i odlišná sportovní zaměření a výkonnost jedinců. To se může odrážet i v únavě a motivaci, jelikož mnoho probandů bylo v odlišné fázi sezóny ve svém sportovním zaměření. Další limitací je TUT, které je pro každou organizační formu odlišné. U tradičních sérií bylo stanoveno na 30 s a např. u trojsérií až na 90 s v jedné sérii. To znamená, že TUT hraje velkou roli v únavě, která se následně odráží v testu CMJ s trap barem. V další možné studii na toto téma by se chtělo na tyto problémy zaměřit.



## 10 Závěr

Díky mé bakalářské práci byl zjištěn signifikantní vliv organizačních forem silového tréninku na výbušnou sílu. Respektive vliv tradičních sérií, supersérií a trojsérií na střední rychlost ve výskoku s trap barem. To platí i pro maximální rychlost, výjimkou jsou supersérie, kde nebyl potvrzen signifikantní vliv.

Trojsérie nejvíce ovlivnily okamžitý výkon v testu CMJ s trap barem, a proto nedoporučuji jejich zařazení v době, kdy by měla následovat intenzivní tréninková jednotka. Ačkoliv supersérie a trojsérie jsou málo časově náročné, což se jeví jako dobrá varianta pro aplikaci při vyšším vytížení sportovce, musíme zároveň počítat s delší dobou regenerace. Po častém neúplném zotavení by mohlo následně dojít k přetrénování.

Tato pilotní studie neurčuje jednoznačný vliv organizačních forem na výbušnou sílu, jelikož do výzkumu bylo zapojeno málo probandů. Průzkum předchozích odborných studií a výsledky statistické analýzy mé bakalářské práce naznačují, že jednotlivé formy tréninku odlišně ovlivní organismus jedince a jeho bezprostřední výkonnost. To může napomoci trenérům k pochopení a případnému zapojení odporového tréninku v ročním tréninkovém cyklu. Dále má bakalářská práce může napomoci k uskutečnění rozsáhlejšího výzkumu na toto téma.

## 11 Přehled literatury a použitých zdrojů

Aagaard P., Suetta C., Caserotti P., Magnusson S. P., Kjær M., 2010: Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* Volume, 20 (1): 49-64.

Afilal L., Manamanni N., Cherouali T., Moughamir S., Zaytoon J., 2001: Modelling of the activation of a stretch reflex in view of improving the muscular force. *Conference Proceedings of the 23rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2: 1519-1522.

Alcaraz P. E., Perez-Gomez J., Chavarrias M., Blazevich A. J., 2011: Similarity in Adaptations to High-Resistance Circuit vs. Traditional Strength Training in Resistance-Trained Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (9): 2519-2527.

Andersen V., Prieske O., Stien N., Cumming K., Solstad J. E. T., Paulsen G., Tillaar den van R., Pedersen H., Saeterbakken H. A., 2022: Comparing the effects of variable and traditional resistance training on maximal strength and muscle power in healthy adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 25 (4).

Boyle M., 2021: *Nový funkční trénink pro sporty. Zelený kocúr*, 300 s.

Brunelli D. T., Caram K., Nogueira F. R. D., Libardi C. A., Prestes J., Cavaglieri C. R., 2014: Immune responses to an upper body tri-set resistance training session. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 34 (1): 64-71.

Costa B., Ferreira M. D., Gantois P., Lima-Júnior de D., Kassiano W., Cyrino S. E., Fortes S. L., 2021: Performing repetitions to failure in lower-limb single-joint exercise does not reduce countermovement jump performance in trained male adults. *Journal of Human Kinetics*, 78: 209-217.

Davies G., Riemann B. L., Manske R., 2015: CURRENT CONCEPTS OF PLYOMETRIC EXERCISE. *International Journal of Sports physical therapy*, 10 (6): 760-786.

Dovalil J., Choutka M., Svoboda B., Hošek V., Perič T., Potměšil J., Vránová J., Bunc V., 2009: *Výkon a trénink ve sportu. Olympia, a. s.*, 336 s.

Faigenbaum A. D., Bush J. A., McLoone R. P., Kreckel M. C., Farrell A., Ratamess N. A., Kang Jie, 2015: Benefits of Strength and Skill-based Training During Primary School Physical Education. *Journal of Strength and Conditioning Research*: 1255–1261.

Fonseca S. F., Costa Vasconcelos de D. B., Ferreira C. E. M., Paes S., Lima-Júnior de D., Kassiano W., Cyrino S. E., Gantois P., Fortes S. L., 2020: Acute effects of equated volume-load resistance training leading to muscular failure versus non-failure on neuromuscular performance. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 18 (2): 94-100.

Gahreman D., Moghadam M. A., Hoseininejad E., Dehnou V. V., Connor J. D., Doma K., Stone M., 2020: Postactivation potentiation effect of two lower body resistance exercises on repeated jump performance measures. *Biol Sport*, 37 (2): 105-112.

Garcia P., da C. Nascimento D., Tibana R. A., Barboza M. M., Willardson J. M., Prestes J., 2014: Comparison between the multiple-set plus 2 weeks of tri-set and traditional multiple-set method on strength and body composition in trained women: a pilot study. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 36 (1): 47-52.

Hansen K., Kennelly S., 2019: *Trénink výbušné síly – anatomie*. CPress, 246 s.

Hanzlík P., 2013: *Kondiční příprava mimo led A týmu HC Rytíři Kladno v sezóně 2012/2013*. UK FTVS, 91 s.

Hardee J. P., Lawrence M. M., Zwetsloot K. A., Triplett N. T., Utter A. C., McBride J. M., 2013: Effect of cluster set configurations on power clean technique. *Journal of Sports Sciences*, 31 (5): 488–496.

Havličková L., Bartůňková S., Dlouhá R., Melichna J., Šrámek P., Vránová J., 2003: *FYZIOLOGIE ZÁTĚŽE I. Obecná část*. Karolinum, 203 s.

Hendl J., Remr J., 2017: *Metody výzkumu a evaluace*. Portál, 376 s.

Hiscock J. D., Dawson B., Clarke M., Peeling P., 2018: Can changes in resistance exercise workload influence internal load, countermovement jump performance and the endocrine response? *Journal of Sports Sciences*, 36 (2): 191-197.

Hongfei Y., Hongbo W., Yaxin H., Xinyu H., Ziyu L., 2019: Design and Isokinetic Training Control Method of Leg Press Training Device. *Applied Sciences*, 9 (14): 2822.

Chan K., Micheli, L., 1998: *Sports and children*. Champaign: Human Kinetics: 267.

Irawan D. S., 2017: Six Weeks Progressive Plyometrics Training on Badminton Player's Agility. Health Sciences Research, 2.

Jacobs R. A., Flück D., Bonne T. Ch., Bürgi S., Christensen P. M., Toigo M., Lundby C., 2013: Improvements in exercise performance with high-intensity interval training coincide with an increase in skeletal muscle mitochondrial content and function. American Physiological Society, 115 (6): 785-793.

Jansa P., Dovalil J., Čáslavová E., Heller J., Kocourek J., Kašpar L., Pavlů D., Perič T., Potměšil J., Tomešová E., 2007: Sportovní příprava. Q-art, 267 s.

Jebavý R., 2017: Rozvoj silových schopností na nestabilních plochách. Nakladatelství Karolinum, 194 s.

Jebavý R., Hojka V., Kaplan A., 2017: Kondiční trénink ve sportovních hrách. Grada Publishing, a. s., 192 s.

Jebavý R., Kovářová L., Horčic J., 2019: Kondiční příprava. Mladá fronta a. s., Praha, 88 s.

Kraemer W. J., Newton R. U., 2000: Training for Muscular Power. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America, 11:341.

Lehnert M., Novosad J., Neuls F., Langer F., Botek M., 2010: Trénink kondice ve sportu. Univerzita Palackého v Olomouci, 143 s.

Mang A. Z., Ducharme B. J., Mermier Ch., Kravitz L., Magalhaes Castro de F., Amorim F., 2022: Aerobic Adaptations to Resistance Training: The Role of Time under Tension. International Journal of Sports Medicine, 43 (10): 829-839.

Markovic G., Dizdar D., Jukic I., Cardinale M., 2004: Reliability and Factorial Validity of Squat and Countermovement Jump Tests. Journal of Strength and Conditioning Research, 18 (3): 551-555.

Měkota K., Blahuš P., 1983: Motorické testy v tělesné výchově. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 335 s.

Morris J. S., Oliver L. J., Pedley S. J., Haff G. G., Lloyd S. R., 2022: Comparison of weightlifting, traditional resistance training and plyometrics on strength, power and speed: a systematic review with meta-analysis. Sports medicine, 52 (7): 1533-1554.

Nagatani T., Haff G. G., Guppy S., Kendall K. L., 2022: Practical Application of Traditional and Cluster Set Configurations Within a Resistance Training Program. *Strength and Conditioning Journal*, 44 (5): 87-101.

Perič T., Dovalil J., 2010: *Sportovní trénink*. Grada Publishing, a. s., 160 s.

Perič T., Levitová A., Petr M., 2012: *Sportovní příprava dětí*. Grada Publishing, a. s., 176 s.

R Core Team, 2021: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Ramadan W. A., Elsayed A., 2022: Influence of plyometric jump training on the physiological changes of male handball players. *Journal of Human Sport and Exercise*, 18 (2): 413-419.

Ramírez-Campillo R., Henríquez-Olguín C., Burgos C., Andrade D. C., Zapata D., Martínez C., Álvarez C., Baez E. I., Castro-Sepúlveda M., Peñailillo L., Izquierdo M., 2015: Effect of Progressive Volume-Based Overload During Plyometric Training on Explosive and Endurance Performance in Young Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29 (7): 1884-1893.

Requena B., García I., Requena F., Sáez-Sáez de Villarreal E., and Cronin JB., 2011: Relationship between traditional and ballistic squat exercise with vertical jumping and maximal sprinting. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (8): 2193-2204.

Robbins D. W., Young W. B., Behm D. G., Payne W. R., 2010: Agonist-Antagonist Paired Set Resistance Training: A Brief Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (10): 2873-2882.

Rowland T. W., 2015: Physiological Aspects of Early Specialized Athletic Training in Children. *Kinesiology Review*: 279 -291.

Sabido R., Hernández-Davó J. L., Botella J., Moya M., 2016: Effects of 4-Week Training Intervention with Unknown Loads on Power Output Performance and Throwing Velocity in Junior Team Handball Players. *PLoS One*, 11 (6): e0157648.

Sanchez-Medina L, González-Badillo J. J., 2011: Velocity Loss as an Indicator of Neuromuscular Fatigue during Resistance Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43 (9): 1725-1734.

Stone H. M., O'Bryant S. H., McCoy L., Coglianesi R., Lehmuhl M., Schilling B., 2003: Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (1): 140-7.

Stoppani J., 2016: *Velká kniha posilování*. Grada Publishing, a. s., 640 s.

Šťastný P., Petr M., 2012: *Funkční silový trénink*. Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Praha, 214 s.

Wallace W., Ugrinowitsch C., Stefan M., Rauch J., Barakat Ch., Shields K., Barninger A., Barroso R., De Souza O. E., 2019: Repeated Bouts of Advanced Strength Training Techniques: Effects on Volume Load, Metabolic Responses, and Muscle Activation in Trained Individuals. *Sports (Basel)*, 7 (1): 14.

Weakley J. J. S., Till K., Read D. B., Phibbs P. J., Roe G., Darrall-Jones J., Jones B. L., 2020a: The Effects of Superset Configuration on Kinetic, Kinematic, and Perceived Exertion in the Barbell Bench Press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34 (1): 65-72.

Weakley J. J. S., Till K., Read D. B., Roe G. A. B., Darrall-Jones J., Phibbs P. J., Jones B., 2017: The effects of traditional, superset, and tri-set resistance training structures on perceived intensity and physiological responses. *Eur J Appl Physiol*, 117 (9): 1877-1889.

Weakley J., Chalkley D., Johnston R., García-Ramos A., Townshend A., Dorrell H., Pearson M., Morrison M., Cole M., 2020b: Criterion Validity, and Interunit and Between-Day Reliability of the FLEX for Measuring Barbell Velocity During Commonly Used Resistance Training Exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34 (6): 1519-1524.

Wisløff U., Castagna C., Helgerud J., Jones R., Hoff J., 2004: Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med*, 38 (3): 285-8.

Zatsiorsky V. M., Kraemer W. J., 2006: *Silový trénink*. Praxe a věda. Mladá fronta a. s., 352 s.

## 12 Seznam příloh

Příloha 1 Seznam grafů .....	55
Příloha 2 Seznam tabulek.....	55
Příloha 3 Seznam schémat .....	55
Příloha 4 Výchozí pozice zadního dřepu .....	56
Příloha 5 Provedení zadního dřepu .....	56
Příloha 6 Výchozí pozice bench pressu .....	57
Příloha 7 Provedení bench pressu .....	57
Příloha 8 Výchozí pozice rumunského mrtvého tahu .....	58
Příloha 9 Provedení rumunského mrtvého tahu .....	58
Příloha 10 Výchozí pozice tlaků nad hlavu.....	59
Příloha 11 Provedení tlaků nad hlavu .....	59
Příloha 12 Výchozí pozice přitahů osy k hrudníku v předklonu.....	60
Příloha 13 Provedení přitahů osy k hrudníku v předklonu .....	60
Příloha 14 Výchozí pozice přitahů osy k bradě .....	61
Příloha 15 Provedení přitahů osy k bradě .....	61
Příloha 16 Testovací set - CMJ s trap barem .....	62
Příloha 17 Přístroj FLEX powered by GYMAWARE.....	62
Příloha 18 Informovaný souhlas 1 .....	63
Příloha 19 Informovaný souhlas 2 .....	64
Příloha 20 Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS .....	65
Příloha 21 Žádost a vyjádření Etické komise UK FTVS .....	66

## 13 Přílohy

### **Příloha 1 Seznam grafů**

Graf 1 Rozvoj druhů síly během RTC (vytvořeno dle Hanzlíka, 2013) .....	31
Graf 2 Porovnání vlivu aplikace tradičních sérií na střední rychlost .....	40
Graf 3 Porovnání vlivu aplikace tradičních sérií na maximální rychlost.....	41
Graf 4 Porovnání vlivu aplikace supersérií na střední rychlost .....	41
Graf 5 Porovnání vlivu aplikace supersérií na maximální rychlost .....	42
Graf 6 Porovnání vlivu aplikace trojsérií na střední rychlost .....	43
Graf 7 Porovnání vlivu aplikace trojsérií na maximální rychlost .....	43

### **Příloha 2 Seznam tabulek**

Tab. 1 Základní metodotvorné činitele (Dovalil et al., 2009).....	17
Tab. 2 Organizační formy silového tréninku .....	19
Tab. 3 Typy mikrocyklů (Dovalil et al., 2009) .....	26
Tab. 4 Období v RTC (Jebavý et al., 2017) .....	28
Tab. 5 Stanovení velikosti odporu .....	37
Tab. 6 Věk, výška a hmotnost jedinců .....	38

### **Příloha 3 Seznam schémat**

Schéma 1 Úkoly výzkumu (vytvořeno dle Jebavého, 2017).....	34
--	----





Příloha 4 Výchozí pozice zadního dřepu



Příloha 5 Provedení zadního dřepu



Příloha 6 Výchozí pozice bench pressu



Příloha 7 Provedení bench pressu



Příloha 8 Výchozí pozice rumunského mrtvého tahu



Příloha 9 Provedení rumunského mrtvého tahu



Příloha 10 Výchozí pozice tlaků nad hlavu



Příloha 11 Provedení tlaků nad hlavu



Příloha 12 Výchozí pozice přitahů osy k hrudníku v předklonu



Příloha 13 Provedení přitahů osy k hrudníku v předklonu



Příloha 14 Výchozí pozice přitahů osy k bradě



Příloha 15 Provedení přitahů osy k bradě



Příloha 16 Testovací set - CMJ s trap barem



Příloha 17 Přístroj FLEX powered by GYMAWARE

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

#### 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 biomedicíně 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 invazivní 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, PhD., 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 ohodnocená.

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., Klimt 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, Klimt 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 Klimt, 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 rádně 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: .....

## 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:** Klímt Sebastian

**Místo výzkumu (pracoviště):** Posilovna UK FTVS

**Spoluřešitel(é):** 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 - odcvíčí 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 základě 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 rozcvičení. Budou zajištěné 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 prováděné 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.

**Etické aspekty výzkumu:**

**Potenciální střet zájmů:** Prohlašuji, že v souvislosti s výzkumem nemá nikdo z řešitelů střet zájmů. Výzkum není prováděn pro žádnou instituci či organizaci. Nejsem v pracovně právním (ani rodinném) vztahu k žádnému účastníkovi výzkumu. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ovlivnit objektivitu výzkumu. Nemám soukromý zájem na výsledku výzkumu a ani výzkum nevede k osobnímu prospěchu. Vedoucí práce bude dohlížet nad korektností a nezávislostí posuzování výsledků výzkumu mou osobou. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ohrozit integritu a důvěryhodnost výzkumu.

**Ochrana osobních dat:** 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.


**Pořizování fotografií účastníků:** Za účelem dokumentace o provedení jednotlivých cviků a přístrojů, které jsou potřebné k měření, budou pořizovány 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.

**Pořizování videí/audio nahrávek účastníků:** Během výzkumu nebudou pořizovány žádné audiovizuální ani videozáznamy.

**Text informovaného souhlasu (IS):** příložen

Povinnosti všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně. Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 28. 11. 2022

Podpis předkladatele: 

Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

**Vyjádření Etické komise UK FTVS**

**Složení komise:** Předsedkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

**Členové:** prof. MUDr. Jan Heller, CSc. Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.  
prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc. Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.  
PhDr. Pavel Hráský, Ph.D. MUDr. Simona Majorová


Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 199/2022

dne: 30. 11. 2022

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a neshledala rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrniciemi pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise UK FTVS.

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu  
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6  
UK FTVS

  
podpis předsedkyně EK UK FTVS