



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra tělesné výchovy a sportu

Bakalářská práce

Vliv síly stisku ruky na výkon v disciplíně mrtvý tah a její rychlost regenerace po maximálním výkonu

Vypracoval: Tereza Loosová

Vedoucí práce: Mgr. David Marko

České Budějovice, 2023



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

University of South Bohemia in České Budějovice

Faculty of Education

Department of Sports Studies

Bachelor thesis

**Effect of handgrip strength on
performance in the dead-lift discipline and
its regeneration speed after maximum
performance**

Author: Tereza Loosová

Supervisor: Mgr. David Marko

České Budějovice, 2023

Bibliografická identifikace

Název bakalářské práce: Vliv síly stisku ruky na výkon v disciplíně mrtvý tah a její rychlost regenerace po maximálním výkonu

Jméno a příjmení autora: Tereza Loosová

Studijní obor: BTV1

Pracoviště: Katedra tělesné výchovy a sportu PF JU

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. David Marko

Rok obhajoby bakalářské práce: 2023

Abstrakt:

Silový trojboj je fyzicky náročný sport a závodníci, krom dalších charakteristik, musí disponovat silou horních končetin. V rámci bakalářské práce jsme se zaměřili na sílu stisku ruky, která je ukazatelem silových schopností sportovce. Cílem bakalářské práce je zjistit, zda existuje vztah mezi velikostí síly stisku ruky a výkonem v disciplíně mrtvý tah, dřep a tlak na lavici. Součástí práce je také zjištění průběhu návratu síly stisku po maximálním výkonu v mrtvém tahu. V rámci oficiálně pořádaných závodů Českého silového trojboje bylo otestováno 47 silových trojbojařů (20 žen, 27 mužů). Participanti absolvovali měření ručním dynamometrem, které proběhlo před začátkem soutěže, ihned do 1. minuty po provedení disciplíny mrtvý tah a následně ve 3. a 5. minutě. Naměřená data byla statisticky zpracována a následně byla vypracována korelační analýza mezi sledovanými proměnnými. Z naměřených výsledků vyplývá, že síla stisku u žen a mužů koreluje se všemi disciplínami silového trojboje ($p < 0,01$). Dále byla potvrzena souvislost mezi silou stisku a tělesnou hmotností pro celou skupinu ($p < 0,01$). V rámci testování nebyly naměřeny významné rozdíly sil stisku před výkonem a po výkonu v mrtvém tahu v žádné z testovaných skupin. Výsledky práce naznačují, že síla stisku ruky vrcholových závodníků trojboje významně koreluje se všemi výkony silového trojboje (dřep, tlak na lavici, mrtvý tah). Současně nebyl nalezen významný rozdíl v síle stisku před a po maximálním výkonu v mrtvém tahu.

Klíčová slova: silový trojboj, mrtvý tah, síla stisku ruky, dynamometrie, preference horní končetiny, laterality

Bibliographical identification

Title of the bachelor thesis: Effect of handgrip strength on performance in the deadlift discipline and its regeneration speed after maximum performance

Author's first name and surname: Tereza Loosová

Field of study: BTV1

Department: Department of Sports studies

Supervisor: Mgr. David Marko

The year of presentation: 2023

Abstract:

Powerlifting is a physically demanding sport, and competitors, among other characteristics, must possess the strength of their upper limbs. As part of the bachelor thesis, we focused on the strength of the grip strength, which is an indicator of the strength abilities of the athlete. The bachelor thesis aims to determine if there is a relationship between grip strength and performance in the disciplines of squatting, bench pressure, and deadlift. Part of the thesis is also to find out the progress of the return of the grip strength after the maximum dead lift performance. In the officially organized competitions of the Czech powerlifting association, 47 athletes (20 women, 27 men) were tested. Respondents did a hand dynamometer measurement, which took place before the start of the competition, immediately up to the first minute after the completion of the deadlift discipline, and subsequently in the 3rd and 5th minutes. The measured data were statistically processed, and a correlation analysis was subsequently made between the monitored variables. The measured results show that the grip strength in women and men correlates with all the powerlifting disciplines ($p < 0.01$). Furthermore, the correlation between the grip strength and body weight for the whole group was confirmed ($p < 0.01$). No significant differences in grip strength were found before and after the dead lift performance. The results of the work suggest that the grip strength of the top powerlifting competitors correlates significantly with all the powerlifting disciplines (squat, bench pressure, deadlift). At the same time, no significant difference in the grip strength before and after the maximum dead thrust performance was found.

Keywords: powerlifting, deadlift, hand grip strength, dynamometry, upper limb preference, laterality

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě archivované fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum

.....

Podpis studenta

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Mgr. Davidu Marko za odbornou pomoc při tvorbě práce, množství cenných rad a připomínek k jejímu obsahu. Také bych chtěla poděkovat všem respondentům, kteří se zúčastnili praktické části této bakalářské práce.

Obsah

1 Úvod	7
2 Silový trojboj	8
2.1 Základní pravidla a federace silového trojboje	8
2.2 Věkové a váhové kategorie	9
2.3 Průběh soutěže	11
2.4 Disciplíny silového trojboje	12
3 Mrtvý tah	15
3.1 Varianty mrtvého tahu	16
3.2 Rozbor techniky mrtvého tahu	16
3.2.1. Postoj	16
3.2.2 Úchop	17
3.2.3 Pozved	19
4 Síla stisku ruky	20
5 Trénink	22
5.1 Silové schopnosti	22
5.2 Trénink síly	23
5.3 Silový trénink a riziko poranění	26
5.4 Tréninkové cykly	26
5.5 Tréninková období	29
6 Regenerace	31
6.1 Formy regenerace	31
6.2 Kompenzační cvičení	32
7 Cíl, úkoly, hypotézy a vědecké otázky	33
7.1 Cíl práce	33
7.2 Úkoly práce	33
7.3 Vědecké otázky	33
7.4 Hypotézy	33
8 Projekt experimentu, jeho organizace a průběh	34
8.1 Charakteristika výzkumného souboru	34
8.2 Metoda měření	34
8.3 Desing výzkumu	34
8.4 Použité testovací přístroje	37
8.5 Použité metody	38
9 Výsledky	39
9.1 Rozdíl síly stisku dominantní a nedominantní ruky	39
9.2 Způsoby úchopu	43
9.3 Vývoj síly stisku ruky před a po maximálním výkonu v mrtvém tahu	44
9.4 Korelace síly stisku dominantní ruky a výkonu v tlaku na lavici, dřepu, mrtvém tahu a GL pointy	50
9.5 Korelace GL pointů v tlaku na lavici a průměrného stisku dominantní ruky	53
9.6 Korelace tělesné váhy a průměrného stisku ruky	54
10 Diskuse	57
11 Závěr	61
Referenční seznam literatury	63
Internetové zdroje	66
Seznam použitých zkratk	67
Seznam použitých obrázků a tabulek	68

1 Úvod

Za tři roky aktivního soutěžení v silovém trojboji jsem se dostala do kontaktu s mnoha sportovci, trenéry a odborníky. Popularita silového trojboje za poslední roky rapidně stoupla, bezpochyby i úroveň sportovců se nadále zvyšuje, a to přináší zájem široké veřejnosti. S rostoucí základnou v silovém trojboji se rozvíjí technické nářadí, vybavení a tréninkové metody. Tímto se dostávám k otázce, která mě inspirovala k psaní bakalářské práce, a to, zdali existuje spolehlivá a časově nenáročná metoda, která by nám mohla indikovat velikost síly, díky které bychom mohli potencionálně zlepšit sportovní výkon.

Silový trojboj je sport, jehož nedílnou součástí je rozvoj síly za účelem získání nejvyšších možných výkonů v disciplínách dřep, tlak na lavici a mrtvý tah. V trojboji hraje nedílnou roli síla horních a dolních končetin. Jedna z metod zjišťování analýzy síly je ruční dynamometrie.

V posledních několika letech byla síla stisku považována za relevantní ukazatel fyzického zdraví. Velikost síly úchopu uznáváme jako měřítko pro zjištění kvality života, zdraví kostí, silových schopností a svalové funkce u klinické populace. Měření ručním dynamometrem se tak stalo snadným a neinvazivním parametrem pro zjištění těchto ukazatelů, avšak stále ve vědecké literatuře chybí poznatky o použití tohoto přístroje v oblasti vrcholových sportovců silového trojboje. Toto téma lze považovat za neprobádanou oblast a její rozvoj může představovat potencionální podporu pro trenéry a samotné sportovce. Dynamometrem lze rychle poskytnout zpětnou vazbu o aktuální i dlouhodobé svalové funkci, díky kterým můžeme vhodně stanovit tréninkovou zátěž, popř. ji upravovat s ohledem na momentální fyzický stav.

V bakalářské práci zjišťujeme, zda velikost síly stisku souvisí s jednotlivými disciplínami silového trojboje, a jaká je rychlost jejího návratu po posledním pokusu v mrtvém tahu. Výzkumný soubor tvořilo 47 respondentů, aktivních členů svazu českého silového trojboje. Měření bylo uskutečněno na soutěžích mistrovství Čech a mistrovství Moravy, rovněž na mistrovství České republiky a na mistrovství České republiky univerzit v silovém trojboji.

2 Silový trojboj

Silový trojboj neboli powerlifting je vrcholnou soutěží, která je pořádána ve více než sto zemích po celém světě. Svůj obdiv vybojoval nejen u mužů, ale také u žen. Sportovci mají možnost startovat nejen na místních soutěžích, ale také na široké škále regionálních a mezinárodních závodech. Soutěž v silovém trojboji tvoří tři disciplíny: dřep (squat), tlak na lavici (bench press) a mrtvý tah (deadlift) a jelikož se jedná o cviky komplexní, cílem soutěže je prověřit sportovce ve všech oblastech lidské síly. Všechny závodní cviky musí být provedeny ve správném pořadí, čímž dostává celá soutěž pevně stanovený řád. Vítězem se stává sportovec, který dosáhne nejvyššího součtu (totalu) kilogramů ze všech disciplín v dané věkové a váhové kategorii. Zda dojde ke shodě totožných výsledků, vyhrává závodník s nižší tělesnou hmotností (International Powerlifting Federation, 2022).

2.1 Základní pravidla a federace silového trojboje

Jako nejnámější asociace světového powerliftingu považujeme IPF (International Powerlifting Federation) a EPF (European Powerlifting Federation). Asociace IPF a EPF pomocí členských federací pořádají mistrovství světa a mistrovství Evropy všech věkových a váhových kategorií. Dále mají právo schvalovat rekordy v jednotlivých disciplínách silového trojboje (Český svaz silového trojboje, 2021).

Global Powerlifting Committee (GPC) řadíme jako samostatnou federaci. Důvodem je absence dopingové kontroly. Pravidly a řády IPF podléhá i Český svaz silového trojboje (Doležel, 2018).

Od roku 2013 dle Evropské federace silového trojboje (2022) rozlišujeme powerlifting do dvou divizí, equipped a raw.

Závodníkům soutěžící v equipped federaci je povoleno oblečení a vybavení mající za úkol dopomoci v určitých polohách při provádění závodní disciplíny. Můžeme tak hovořit o podpurném dresu a využití silnějších vázacích bandáží, které raw soutěže, tedy bez vybavení, nepovolují. Dresy jsou velmi specifické svou strukturou nebo tvarem a mohou tak znatelně zlepšit výkon. Použitím podpurného vybavení sportovec dokáže zvýšit svůj maximální výkon. Výsledek tedy může být ovlivněn nejen správnou technikou a trénovaností, ale také využitím nadstandartního vybavení (Vašík, 2016).

Raw soutěže podléhají mnoha pravidlům a závodníci tak musí být dobře informováni o technických i materiálních zásadách. Nejzásadnější rozdíl oproti equipped powerliftingu je zákaz využití podpůrných dresů a pravidlům podléhá možnost závodit pouze ve schváleném oblečení a vybavení, jako např. v bandážích, trikotu nebo s opaskem (Vašík, 2016).

Raw nepodpůrný dres musí být schválen IPF federací, dále musí být jednobarevný a přiléhavý, vyrobený výhradně z látky nebo syntetického textilního materiálu. Opasek je specifický svými rozměry. Šířka pásu nesmí přesáhnout 10 cm, také maximální tloušťka je limitována na 13 mm. Opasek nesmí mít výztuže, vycpávky a další materiály na povrchu (Český svaz silového trojboje, 2021).

2.2 Věkové a váhové kategorie

Podobně jako u jiných sportů se i v silovém trojboji závodníci rozřazují na základě pohlaví, věku a tělesné hmotnosti (Český svaz silového trojboje, 2021).

Dle pravidel IPF nejmladší skupinou závodníků tvoří kategorie dorostenci (ode dne dovršení 14 let po kalendářní rok 18. narozenin), poté kategorie junioři (od 19-23 let) a kategorie masters (od 40. roku a dále bez omezení). Rozřazení do váhových skupin nalezneme v tabulce 1 a 2 .

Tabulka 1

Váhové kategorie muži (Český svaz silového trojboje, 2021)

Dorostenci a junioři – kategorie – 53 kg	do 53 kg	
Ostatní kategorie stejné jako u mužů		
Muži		
Kategorie – 59 kg	Do 59,00 kg	
Kategorie – 66 kg	od 59,01 kg	do 66,00 kg
Kategorie – 74 kg	od 66,01 kg	do 74,00 kg
Kategorie – 83 kg	od 74,01 kg	do 83,00 kg
Kategorie – 93 kg	od 83,01 kg	do 93,00 kg
Kategorie – 105 kg	od 93,01 kg	do 105,00 kg
Kategorie – 120 kg	od 105,01 kg	do 120,00 kg
Kategorie – nad 120 kg	od 120,01 kg	

Tabulka 2

Váhové kategorie ženy (Český svaz silového trojboje, 2021)

Dorostenky a juniorky – kategorie – 43 kg	do 43 kg	
Ostatní kategorie stejné jako u mužů		
Muži		
Kategorie – 47 kg	Do 47,00 kg	
Kategorie – 52 kg	od 47,01 kg	do 52,00 kg
Kategorie – 57 kg	od 52,01 kg	do 57,00 kg
Kategorie – 63 kg	od 57,01 kg	do 63,00 kg
Kategorie – 69 kg	od 63,01 kg	do 69,00 kg
Kategorie – 76 kg	od 69,01 kg	do 76,00 kg
Kategorie – 84 kg	od 76,01 kg	do 84,00 kg
Kategorie – nad 84 kg	od 84,01 kg	

V silovém trojboji se na výkonu odrážejí rozdíly ve velikosti těla sportovců, a tedy i v tělesné hmotnosti, proto sportovce rozdělujeme do váhových kategorií. V určitých případech však sportovce porovnáváme napříč kategoriemi, jako například při hodnocení absolutního vítěze, a proto vznikl systém relativního hodnocení, který na základě tělesné hmotnosti převede objektivní výsledek do konvenčních bodů. Pravidlo pro převod na body využívá vzorec:

$$IPF\ GL\ Points = IPF\ GL\ Coefficient \times Result, \text{ if } Result \neq 0$$

Koeficient GL bodů se vypočítá dle vzorce:

$$IPF\ GL\ Coefficient = \frac{100}{A - B * e^{-C * BWT}}$$

BWT — tělesná hmotnost

A, B, C — konstanty (tabulkové hodnoty)

e — základ logaritmu

100 — normalizační faktor a tělesná hmotnost pro muže a ženy (International Powerlifting Federation, 2022).

Koeficient IPF GL je vypočten pomocí statistických metod a body jsou vyhodnoceny na základě regresivní analýzy výsledků elitních sportovců různé hmotnosti a v různých typech powerliftingových programů. Z praktického hlediska jsou GL pointy

uváděny s přesností na šest desetinných míst, avšak v praxi se uvádějí na tři desetinná místa (International Powerlifting Federation, 2022).

2.3 Průběh soutěže

Sportovci podstupují vážení před každým závodem, a to v daný den maximálně dvě hodiny před zahájením soutěže. Oficiální vážení trvá jednu a půl hodiny, za tento čas se mají povinnost nechat zvážít všichni závodníci. Sportovci přicházejí do kabiny samostatně, pouze za doprovodu trenéra a rozhodčích. V průběhu vážení soutěžící nebo trenér nahlásí zahajovací pokusy na všechny tři disciplíny. Následně soutěžící dostane jedenáct prázdných lístků (papírků), které budou v průběhu závodu sloužit pro nahlašování zvolených vah při každé disciplíně. Jedná se o tři lístky pro dřep, tři pro tlak a pět lístků pro mrtvý tah. Po prvním pokusu v disciplíně má sportovec maximálně jednu minutu na rozhodnutí pro hmotnost na další pokus. Hmotnost musí být zaznamenána na odpovídající lísteček a odevzdána funkcionáři nebo sekretáři soutěže. Tento pokus se opakuje po každém odvedeném pokusu. Mrtvý tah má povolené dvě změny ve třetím pokusu, povětšinou se jedná o taktické změny v závěrečné fázi soutěže, proto je soutěžícímu poskytnuto papírků pět. Před startem soutěže taktéž musí každý soutěžící nahlásit výšku stojanu pro dřep a výšku stojanu pro tlak na lavici (Český svaz silového trojboje, 2021).

Celá soutěž začíná soutěžní disciplínou dřep, na kterou má sportovec tři pokusy. Nejvyšší platný pokus se započítá do celkového součtu kilogramů. Na každý pokus je vyhrazeno šedesát sekund, během kterých musí sportovec zahájit maximální zátěž na jedno opakování. Pokud nebude provedení disciplíny v souladu s pravidly (nebude uznáno minimálně dvěma rozhodčími ze tří) tento pokus bude brán jako neplatný. Je velice důležité, aby byl závodník dobře připravený, jelikož během několika sekund musí provést technicky správné provedení společně s vysokou koncentrací a maximálním úsilím. Po prvním pokusu si musí závodník, nebo jeho trenér, zapsat lístek s hmotností pro druhý pokus a podat jej sekretáři soutěže do jedné minuty po skončení závodního pokusu. Tento proces se opakuje i po druhých pokusech. Za okolnosti nepředložení lístku tak automaticky připadá soutěžícímu váha o dvě a půl kila těžší. Po disciplíně dřep následuje tlak na lavici a posléze mrtvý tah. Průběh zmíněných disciplín se nijak neliší.

Celkový součet všech nejlepších pokusů v jednotlivých disciplínách tvoří konečný výsledek a taktéž i celkové pořadí v kategorii (Doležel, 2018).

2.4 Disciplíny silového trojboje

Dřep

První disciplínou je dřep, kde závodník začíná pokus ve vzpřímeném postoji s osou, která mu spočívá na ramenou. Rozlišujeme dva typy umístění závaží. Prvním z technik je tzv. low bar, při které osa leží na dolní části trapézového svalu a zadní části svalu deltového. Dále sportovec může využít druhou techniku tzv. high bar, kde je osa umístěna na trapézovém svalu o něco výše (International Powerlifting Federation, 2022).

Při provádění dřepu se používají různé techniky provedení. Mezi zadním dřepem o „vysoké tyči“ (high barem) a „nízké tyči“ (low barem) popisujeme rozdíly jako: odlišné postavení trupu, odlišnou flexí v koleni a v kyčli. Při provádění high baru vzniká větší flexe v koleni, menší v kyčli a obecně lze říci, že sportovec je u pokusu ve vzpřímenějším postoji a jeho dřep je tak hlubší. Zadní dřep prováděn pomocí low baru je definován menším absolutním úhlem trupu, a tedy větším předklonem. Tento předklon účinně maximalizuje posunutí kyčlí vzad, a proto zvyšuje sílu působící na kyčle ve srovnání s kolenními klouby. Zde může dojít ke snížení momentového ramene, za předpokladu níže položené osy, což může mít za výsledek zvedat větší závaží. Ve srovnání s high barem můžeme hovořit o zvýšení stability postoje a snížení potenciačního tlaku na bederní oblast a kotník. I tyto faktory mohou přispět k dosažení většího výkonu. V literatuře nalezneme smíšené výsledky pro velikost úhlů trupu prováděné high a low barem. Tyto nesrovnalosti mohou být důsledkem odlišného věku, tělesné hmotnosti, silových schopností nebo rozdílných tréninkových zkušeností. Také zapojení svalových skupin je do jisté míry odlišné. Low bar je charakterizován větším zapojením zadního svalového řetězce (hýžďové svaly, hamstringy, vzpřimovací svalové skupiny), zatímco high bar využívá především čtyřhlavého svalu stehenního (Glassbrook et al., 2017).

Obrázek 1

(A) Low bar, (B) High bar (vlastní archiv, 2022)



Soutěžní pokus začíná provedením zdvihu osy ze stojanu a ustoupením směrem dozadu, kde sportovec uvede tělo do klidu a vyčká na povel rozhodčího. Po signálu „dřep“ (squat) má soutěžící povinnost zahájit pokus. Hloubka dřepu je přesně definována a její porušení bude mít za následek neuznání pokusu. V případě správného provedení, kdy kyčelní klouby dosáhnou vodorovné úrovně s klouby kolenními, může ihned závodník provést libovolným způsobem pohyb zpět do stabilní vzpřímené polohy. Není povoleno během pohybu měnit postavení chodidel a taktéž učinit v pohybu nahoru hmit. Pokus je neplatný, pokud dojde ke kontaktu lokte nebo předloktí s dolní končetinou za účelem ulehčení pohybu. Na další povel „odložit“ (rack) s doprovodným pohybem ruky rozhodčího odkládá soutěžící osu zpět do stojanu. Tímto končí závodní pokus. Pokud by během pokusu došlo k upuštění činky, nebo by došlo ke kontaktu nakladačů s osou, je pokus považován za nezvládnutý (International Powerlifting Federation, 2022).

Tlak na lavici

Tlak na lavici je druhou disciplínou silového trojboje, která prověří závodníka především v síle prsních, deltových a pažních svalů. Závodník ulehne na lavici a palcovým úchopem sevře osu. Trojbojař uchopuje činku nadhmatem. Taktéž je předepsáno, že záda, hlava a hýžděové svaly musí celý pokus udržovat kontakt s lavicí. Chodidla se celou plochou dotýkají podložky a je zakázáno si jakýmkoliv způsobem dopomáhat stykem chodidel s konstrukcí lavice. Šířka úchopu činky je velice individuální,

avšak nesmí být širší než osmdesát jedna centimetrů. S dopomocí nakladačů závodník nadzvedne osu ze stojanu a vyčká s propnutými lokty na signál rozhodčího. Signál musí být vydán ihned, kdy sportovec dojde s propnutými lokty k nehybné pozici. Na povel „start“ závodník plynulým pohybem spustí činku k hrudi, kde musí být tyč nehybně držena. V tento moment přichází signál „tlak“, který zahajuje zpětný pohyb s osou do startovní pozice propnutých rukou. Není povoleno, aby došlo při zdvihu k poklesu činky (Kubík, 2018).

Pokus v tlaku na lavici je neplatný, dojde-li během výkonu ke styku činky s opaskem. Nezdařený pokus je hlášen v případě, kdy se osa nespustí na hrudník a nedotkne se tím břicha nebo hrudníku. Neplatný pokus je signalizován při nevytlačení činky do pozice propnutých rukou, při nevyčkání na povel rozhodčího nebo při změně polohy během provedení pohybu (International Powerlifting Federation, 2022).

Podle Rippetoe a Kilgore (2007) můžeme ve vrcholových soutěžích vidět mnoho technik provedení benchpressu. Popisuje zde závodní provedení, kde soutěžící nadzvednou bederní páteř a tím dojde k větší bederní lordóze. To má za následek pozvednutí hrudníku a díky tomu kratší dráhu pohybu. Dochází k většímu zapojení svalů *pectoralis maior*, k lepší aktivaci mezilopatkových svalů, a tedy k správnému usazení ramenních rotátorů. Další výhodou této polohy je postavení úhlu ramenního kloubu, jelikož se v tento moment nachází ve výhodnější pozici ve vztahu k hrudníku.

Mrtvý tah

Mrtvý tah neboli deadlift, bývá označován za krále všech silových disciplín. Start soutěžního pokusu začíná čelem k rozhodčím, kdy činka leží horizontálně před nohama závodníka. Osa může být oběma rukama libovolně uchopena. Cílem závodníka je přemístit osu ze země do vzpřímeného postoje. Kolena musí být ve finální pozici propnutá a při zvedání činky nesmí dojít k poklesu činky. Také nesmí dojít k úmyslnému dopomáhání tažením po stehnech. Dalším pravidlem pro platný pokus jsou ramena stažená vzad s dostatečně vzpřímeným postojem. Na povel rozhodčího „dolů“ a signalizace pohybu paže závodník kontrolovaně položí činku zpět na podlahu. Jakékoliv upuštění činky nebo neuposlechnutí signálu by znamenalo, že pokus v mrtvém tahu je neplatný (International Powerlifting Federation, 2022).

3 Mrtvý tah

V profesionální sféře powerliftingu se jedná o poslední disciplínu celé soutěže. Mrtvý tah prověří komplexní zapojení svalových skupin jako svaly zádové, trapézové, mezilopatkové, rombické, přední a zadní svaly stehenní, sedací svaly a vzpřimovače páteře, čímž se stává velice náročným na centrální nervovou soustavu a provedení. Zvládnutím správné techniky dokážeme eliminovat možnost zranění, které vzniká nejčastěji v oblasti bederní páteře (Štěpánek, 2018).

Bederní páteř bývá označována jako nejvíce zranitelná část páteře. Úsek je na místě druhého esovitého prohnutí a celý úsek je tvořen z pohyblivých obratlů. Z hlediska fyziologie se jedná o místo nesoucí váhu trupu, horních končetin a hlavy. Hmotnost těchto segmentů působí na elastickou tkáň, kterou nazýváme meziobratlové ploténky. Na ploténky je tvořen tlak, který působí téměř neustále. Pro představu, při předklonu tíha působící na ploténky je až dvě stě padesát kilogramů, v závislosti na tělesné hmotnosti. Se zátěží se může tíha vyšplhat až na tisíc kilogramů. Tento nápor zmírňuje aktivní práce břišních svalů, které utvářejí svalový korzet a spolu tak minimalizují poškození bederní páteře (Tichý, 2017).

V powerliftingu je využíván tzv. opasek a je přisuzován k nejzákladnějším pomůckám proti zranění, především u disciplíny dřep a mrtvý tah. Při správné aktivaci nitrobřišního tlaku se stává tělo stabilnější a odolnější proti vyšší zátěži (Firyč, 2013).

Správné dýchání úzce souvisí s různými fázemi zvedání, obecná doporučení popisují výdech během koncentrické fáze a nádech při fázi excentrické. Při zvedání těžkých břemen je nevyhnutelný krátký Valsalvův manévr (VM). Jedná se o dechovou techniku, která se využívá především při překonávání maximálních odporů, kde hlavním cílem je usilovný výdech přes uzavřenou hlasovou štěrbinu. Během VM se výrazně zvyšuje nitrohruční tlak, který může mít za následek horší žilní návrat krve do srdce. Odborná studie poskytla přehled výzkumů, které se zabývaly vlivem VM a také, zdali je tento manévr bezpečným postupem. Bylo zjištěno, že využití VM během odporového cvičení zvyšuje stabilitu páteře a trupu díky zvýšenému intraabdominálnímu tlaku, avšak bylo doporučeno vyhýbat se VM během odporového cvičení kvůli potencionálním cévním příhodám. Zdravotní rizika během cvičení spojená s VM zůstala zatím nepotvrzena (Hackett & Chow, 2013).

3.1 Varianty mrtvého tahu

Rozdíly mezi postavením chodidel nám určují, zdali závodník provádí mrtvý tah konvenčním (klasickým) nebo sumo stylem. Volba varianty provedení mrtvého tahu je na soutěžícím, na národních i mezinárodních soutěžích jsou povolené oba způsoby postavení chodidel. Mrtvý tah je cvik komplexní, při kterém se zapojují svaly téměř celého těla a způsob postavení chodidel nám tak určuje jistou míru zapojení konkrétních svalových skupin (Krůta, 2020).

Studie Escamilla et al. (2002) zkoumala odlišnosti již zmíněných postojů. Sportovci vykonávající sumo mrtvý tah mají postoj více vzpřímený a rozsah pohybu menší než lifteři závodící v klasickém stylu. Další odlišností bylo v zapojování extenzorů kolen. Lifteři provádějící sumo styl považují ukončený pokus až při úplném propnutí kolen. Cvičenci v druhé skupině považovali mrtvý tah za dokončený bez maximálního natažení.

3.2 Rozbor techniky mrtvého tahu

3.2.1. Postoj

Předstartovní pozice mrtvého tahu začíná v mírném podřepu. Ve variantě provádění konvenčního stylu jsou nohy rozkročené na šířku kyčlí a osu uchopujeme přibližně na šíři ramen. Rozlišujeme úchop nadhmatem, střídavý, hákový a podhmatem, avšak tento způsob se vylučuje při provádění mrtvého tahu. Sumo mrtvý tah odlišujeme širším předstartovním postojem nohou, který zapříčiní bližší střed horní poloviny těla k ose. Uchopení činky je užší než u konvenčního stylu. V obou případech má sportovec loketní klouby v extenzi. Hlava je v linii s páteří a nijak se nepředklání nebo nezaklání. Lopatky stahujeme směrem vzad a k sobě a zároveň se snažíme držet záda v neutrální nebo mírně klenuté poloze. Všechna opakování začínají z této pozice (Haff & Triplett, 2016).

Obrázek 2

Předstartovní pozice mrtvého tahu (vlastní archiv, 2022)



3.2.2 Úchop

Ve sféře powerliftingu se můžeme setkat s mnoha druhy úchopů činky. Prvním, taktéž nejznámějším úchopem je pronated grip (úchop nadhmatem), kde dlaně směřují směrem dolů. Druhý úchop nazýváme overhand grip (úchop podhmatem) využívaný při cvičení s menší vahou. Další variantou, která je využívána silovými trojbojaři je alternated grip (úchop střídavý) při kterém je jedna ruka v pronačním a druhá v supinačním úchopu. Výhodou této varianty držení osy je velice dobrá kontrola nad stiskem činky a je zde daleko menší pravděpodobnost upuštění nebo vyklouznutí činky z dlaně. Posledním používaným stylem je hook grip (hákový úchop). Provedení hook gripem vyžaduje dobré technické provedení a silnější úchop, než tomu bylo v ostatních případech. Úchop spočívá na podobné bázi jako u varianty pronačního úchopu s výjimkou toho, že palec objímá osu a dvěma nebo třemi prsty je přitlačován k čince. Tento způsob je vhodný využívat při menším počtu opakování a vyžaduje si delší čas pro zvládnutí správného provedení. Výhodou jsou minimální možné dysbalance a snížení rizika poranění dvojhlavého svalu pažního (Haff & Triplett, 2016).

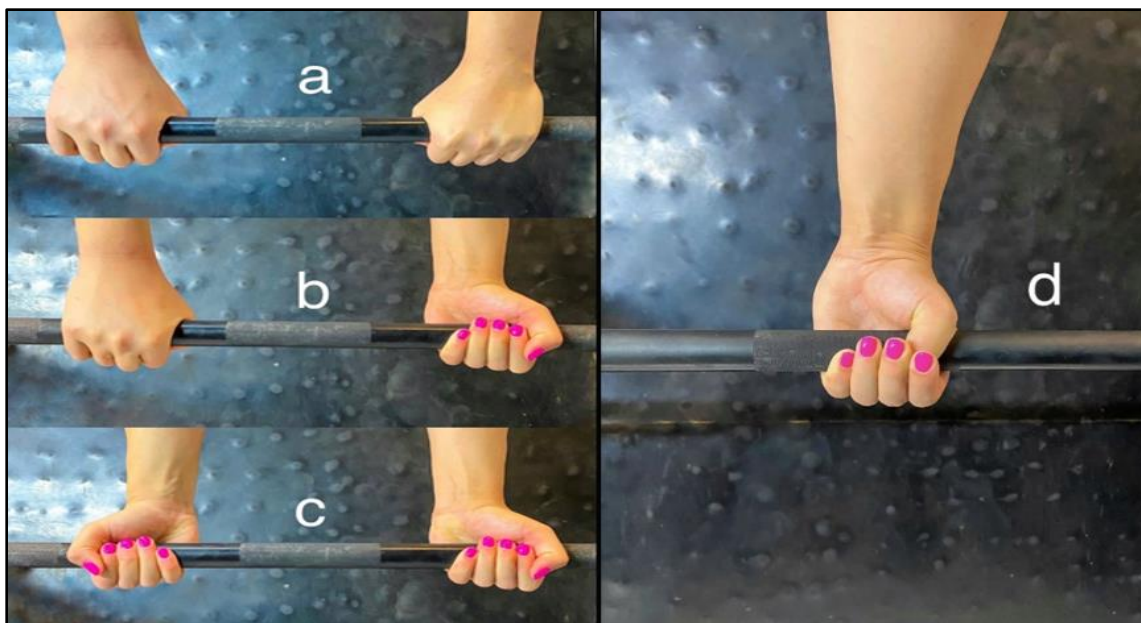
Rada pro všechny začínající sportovce, kteří v tréninkových jednotkách využívají alternativní úchop je střídání stran úchopu, kdy jedna ruka je v podhmatu a druhá v nadhmatu. Doporučení vyplývá z možnosti rizika svalové asymetrie a eliminace možného zranění (Sláma, 2018).

Dalším důležitým faktorem je zavedení správného úchopu činky. Definujeme tři styly uchopení činky: běžný, úzký a široký úchop. U vzpěračů je nejčastěji využívaný styl široký (snatch grip), zatímco v powerliftingu převažuje úzký a běžný typ uchopení (Haff & Triplett, 2016).

V roce 2000 byla publikována práce Escamilla et al., kde byly zkoumány rozdíly mezi sumo a konvenčním mrtvým tahem za pomoci elektromyografických odlišností. Studie byla zaznamenána během národního mistrovství v silovém trojboji a účelem bylo porovnat kinematické a kinetické parametry mezi oběma styly mrtvého tahu. Výsledkem bylo zjištění, že skupina soutěžících v klasickém stylu měla přibližně o 25–40 % vyšší energetický výdej než u sumo lifterů. Důvodem menšího energetického výdeje sumo závodníků bylo širší postavení chodidel, ale také uchopení činky úzkým stylem (47 +/- 4 cm vs. 55 +/- 10 cm).

Obrázek 3

(a)úchop nadhmatem, (b) úchop střídavý, (c) úchop podhmatem, (d) hook úchop (vlastní archiv, 2022)

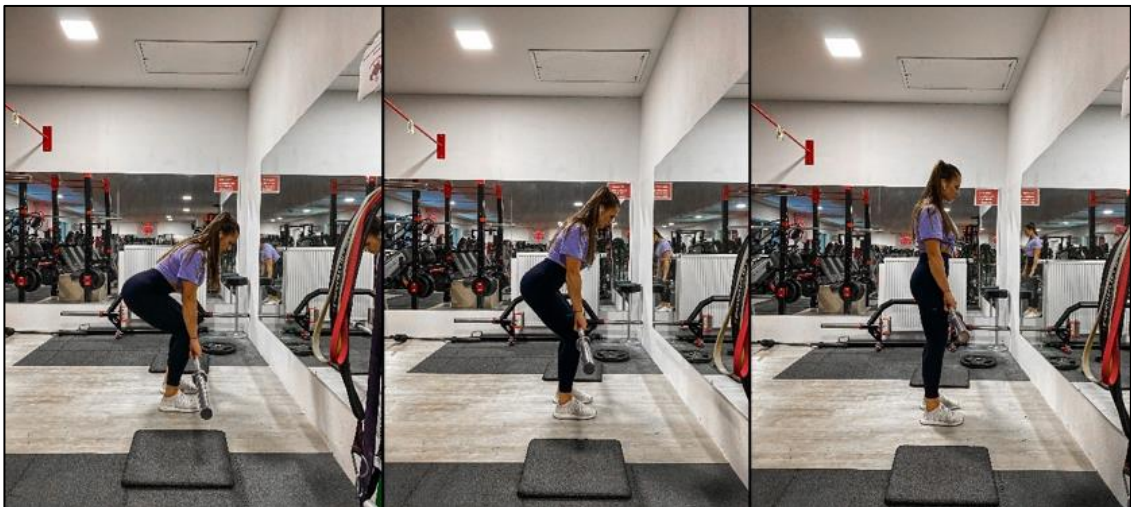


3.2.3 Pozved

Fáze pohybu nahoru začíná aktivním odtlačáním nohou od podložky a dochází tak k zvednutí činky od podlahy. Nejčastější chybou je prvotní pozved boků a až posléze zvednutí ramen. Fáze pohybu by při správném provedení měla vycházet z maximálního napětí širokého zádového svalu, horní části zad a ramenních kloubů. Deprese lopatek taktéž pomáhá dosáhnout optimálního provedení. Během pozvedu je důležité udržovat stabilní polohu páteře, tak aby nedocházelo k výraznému zakulacení (v bederní a hrudní části páteře). Je nutností se soustředit během doby provedení na těžiště těla a vzdálenost osy od holenní kosti. Chybné provedení a oddálení těla od činky vede k nadměrnému přetěžování bederní páteře a k vyššímu riziku zranění. Pozved končí v plně vzpřímené poloze s extenzí kolenních kloubů a staženými lopatkami. Fáze pohybu dolů je plynulá a kontrolovatelně vedená až do spočínutí činky na podlaze (Haff & Triplett, 2016).

Obrázek 4

Fáze provedení mrtvého tahu (vlastní archiv, 2022)



4 Síla stisku ruky

Dynamometrie je metoda využívaná na měření síly svalových skupin, především u měření síly izometrické (statické). Svalové napětí je měřeno pomocí svalové kontrakce. Testování probíhá v různých polohách (lež, sed, stoj) za použití nejčastěji ručních dynamometrů, které po určitou dobu snímají velikost síly stisku ruky. Další metodou k měření izometrické síly je mechanické měření. Výsledná síla je udávána v kilogramech zvednuté hmotnosti nebo v jednotce síly newtonech. Není výjimkou, aby výsledná jednotka vycházela v (kg / cm^2), tedy v kilogramech na jeden centimetr průřezu svalu (Rokyta, 2000).

Ruční dynamometr s okamžitým výstupem posuzuje svalové funkce a patří k nejzákladnějším měřením pro zjištění aktuální síly stisku ruky. Metoda je z funkčního hlediska snadno proveditelná a jednoduchá, proto je mnohdy zařazována do baterií motorických testů (Pavlík, 1996).

Výsledky měření odhalují svalové nerovnováhy, oslabení jedince a omezení v stisku síly rukou. Ruční dynamometr vyhodnocuje celkové tělesné kondice a míru využitého úsilí (Innes, 1999).

Sílu úchopu považujeme za indikátor fyzické výkonnosti a svalové hmoty celého těla. U starších lidí je síla úchopu spojena s maximálním vdechovým a výdechovým tlakem. Studie naznačuje, že dýchací svaly, především svaly inspirační, významně souvisí se svalovou silou horních končetin (Shin et al., 2017).

Měření ručním dynamometrem si získalo svou pozornost jako prognostický indikátor svalové síly horních končetin vhodný pro klinické použití jako nutriční parametr v intervenčních studiích. Studie potvrzují, že zhoršená síla úchopu je indikátorem zvýšených pooperačních komplikací a takéž prodloužení doby hospitalizace. Především u starších lidí předpovídá zhoršená síla stisku zvýšené riziko funkčních omezení a také ztrátu nezávislosti. Závěrem můžeme říci, že testování síly stisku ruky je častým a oblíbeným ukazatelem ve studiích nutriční intervence (Norman et al., 2011).

Studie Ploegmakers et al. (2013) porovnávala referenční hodnoty síly stisku ruky u dětí a dospívajících a zdali má výška, váha či pohlaví vliv na sílu úchopu. Výzkum byl prováděn v Nizozemsku na 2241 respondentech. Podle studie síla stisku ruky lineárně roste s věkem u obou pohlaví do věku 12 let. Poté síla stisku úchopu vykazuje výraznější

zrychlení u chlapců. Tělesná hmotnost a výška mají vztah se silou stisku, avšak nepotvrzují závislost na právě těchto proměnných.

Doskočilová (2011) došla ve své práci k závěru, že tělesná hmotnost koreluje se silou stisku dominantní i nedominantní horní končetiny. Studie byla provedena na mužských respondentech po dobu tří týdnů na Katedře biomechaniky Univerzity Palackého v Olomouci.

Další studie, která se zabývala vlivem dominantní ruky, byla prováděna na respondentech bez zdravotních postižení horních končetin, také bez anamnézy zánětlivých onemocnění kloubů a jiných poranění horní končetiny. Dominantní ruka byla definována jako ruka, která je respondenty preferovaná v každodenních činnostech (např. pro psaní, stolování, manipulaci s předměty). Bylo určeno sto dvacet osm respondentů s dominancí pravé ruky a dvacet jedna respondentů s dominancí ruky levé. Studie byla navržena, aby vyhodnotila rozdíly v úchopu a síle sevření mezi populací praváků a leváků. Účastníci byli měřeni pomocí ručního dynamometru a při celkovém vyhodnocení byly zjištěny významné rozdíly mezi silou úchopu dominantní a nedominantní ruky ve prospěch ruky dominantní. Studie dokumentuje, že dominantní ruka je silnější u praváků (pouze 10,93 % respondentů mělo silnější nedominantní ruku), zatímco u leváků je tento rozdíl mnohem větší (33,33 % respondentů mělo silnější nedominantní ruku). Vyhodnocení pomocí síly stisku ruky poskytuje index funkční integrity horní končetiny a je významné pro určování různých léčebných postupů (Incel et al., 2002).

Test dynamometrem byl také prováděn u soutěžních powerlifterů, kde se studie pokusila zjistit, zdali síla stisku je platným prediktorem síly mezi silovými trojbojaři. Testování probíhalo na raw a equipped trojbojařích. Respondentům byla před začátkem státní soutěže změřena výška, váha, tělesné složení a také byla otestována jejich síla úchopu. Závěrem bylo zjištěno, že raw trojbojaři měli nižší poměr svalové hmoty k celkové síle úchopu než equipped závodníci. Při porovnávání skupin nebyly zaznamenány významné rozdíly, avšak nadále výsledky naznačují, že síla úchopu je dobrým ukazatelem celkové tělesné síly u silových trojbojařů (Schoffstall et al., 2010).

Výzkum Cronin et al. (2017) uvádí, že existuje silný lineární vztah mezi silou stisku u mužů a žen a výkonem v silovém trojboji. Výsledné korelace ($r \geq 0,97$) byly pozorovány se všemi disciplínami raw silového trojboje.

5 Trénink

5.1 Silové schopnosti

Sílu řadíme mezi základní lidské schopnosti, které nám pomáhají udržovat nebo překonávat vnější odpor svalovou kontrakcí. Silová schopnost je pravděpodobně nejsnadněji ovlivnitelná a jistý vliv má i na rychlost a vytrvalost. Definujeme mnoho druhů síly jako: absolutní, vytrvalostní, výbušnou a rychlou. Velikost a síla svalové kontrakce je ovlivnitelná spektrem faktorů, které v malém či velkém měřítku dokáží ovlivnit sílu výslednou (Bernaciková et al., 2017).

Prvním faktorem je množství a typ svalových vláken. Každý jedinec má geneticky předurčené množství, které se liší řadou fyziologických a mikroskopických vlastností. Rozlišujeme čtyři druhy svalových vláken (pomalá červená, rychlá červená, rychlá bílá a vlákna přechodná). Do jisté míry je možné množství vláken ovlivnit, a proto sílu označujeme jako nejsnáze proměnitelnou pohybovou schopností (Bernaciková et al., 2017).

Dalším faktorem velikosti svalové kontrakce je stavba svalu. Architektura svalů je rozdílná v délce fascií, ve velikosti fyziologickým průřezem a v úhlu položeného svalu. Pákové poměry jsou proto odlišné. Sportovci vykonávající rychlostní disciplíny mají svaly položené pod malým úhlem ve směru působení síly, zatímco svaly silových sportovců leží pod úhlem větším. Cílem kulturistů je zvětšení objemu svalů i za pravděpodobného snížení rychlostních dovedností (Bernaciková et al., 2017).

Hladina testosteronu určuje predispozice pro potencionální nárůst síly. Mužský hormon zapříčiňuje vyšší tvorbu bílkovin ve svaly a tím se automaticky zvyšuje proteosyntéza, která umožňuje produkci síly. Silové cvičení u dětí a adolescentů není tolik významné, jelikož právě hladina testosteronu vzrůstá až v období dospívání. Ženy nemají od přírody hladinu testosteronu vysokou, a proto je jejich statická síla přibližně o jednu třetinu nižší než u opačného pohlaví (Bernaciková et al., 2017).

Ovlivňujícím faktorem svalové kontrakce se stává množství zapojených motorických jednotek (MJ). Jedná se o soubor svalových vláken, které jsou řízeny prostřednictvím motoneuronu. Jejich aktivace vychází v centrálním nervovém systému (CNS) a vytváří tak pohyb. MJ ovládá všechny svalové kontrakce a můžeme říci, že čím jsme schopni aktivovat větší množství jednotek a čelit tak většímu odporu síly, tím více síly vyvineme. U běžné populace nedochází k využití ani jedné poloviny MJ, zatímco u

trénovaných sportovců je toto procento neporovnatelně vyšší. Velikost aktivovaných MJ je ovlivněna intenzitou zatížení. Nejvyšší počet těchto jednotek je zapojen při intenzitě 70–80 % 1RM (opakovací maximum). Trénink s vyšší intenzitou zapříčiní využití i rychlých svalových vláken typu IIb (Bernaciková et al., 2017).

Svalová synchronizace a koordinace pohybu je nepostradatelná ve sportu všeobecně. Silový trénink dokáže dobře ovlivnit mezisvalovou a vnitrosvalovou koordinaci a synchronizaci svalstva. Pro optimální rozvoj je vhodné zařazovat komplexní cvičení, kde sportovec dokáže zapojit větší množství svalů a stimulace není zaměřena pouze na jeden sval či svalový pohyb (Bernaciková et al., 2017).

Myofibriální hypertrofie, nazývaná jako funkční, stimuluje silové schopnosti a dochází zde k zvětšování síly. Především u velmi těžkých a silových tréninků s nízkým počtem opakování (1–5) a dlouhými pauzami dochází k zmnožení myofibril a k nárůstu svalové hmoty. Při tréninkovém cyklu, kdy je nízký objem práce a malý počet opakování (1–3) vzniká efektivní zlepšení vnitrosvalových funkcí. Dalším přínosem může být větší množství využitých svalových vláken, a především rozvoj explozivní a dynamické síly (Bernaciková et al., 2017).

5.2 Trénink síly

Dle Bernacikové et al. (2017) koncept silového tréninku ztvárňuje sled mnoha principů a metod posilování. Cílem je dosáhnout růstu svalového objemu a taktéž nárůst dynamické síly. Dodržováním správných technik a zásad předejdeme možnému riziku zranění.

Zásady jsou popsány v následujících bodech:

- zásada dostatečné flexibility (velký rozsah pohybu),
- zásada rozvinout sílu svalů jádra (svaly podporující stabilitu trupu, páteře a pánve),
- zásada podpořit pevnost šlach a vazů,
- snaha rozvinout maximální sílu.

Snaha o rozvoj síly je nepochybnou součástí všech sportovních disciplín. Metody se odlišují průběhem a cílem, tak aby byly pro sportovce prospěšné a užitečné. Pro silové sportovce jsou vhodné především metody maximálního a opakovaného úsilí, metody

izometrické a excentrické. Mezi další metody můžeme zařadit například konstantní, rychlostní a izokinetickou. Tyto metody nejsou primárně určené pro rozvoj silových schopností, avšak není vyloučené, že by i tyto metody nebyly prospěšné a neměly by tak být zařazené do tréninkových cyklů (Bernaciková et al., 2017).

Metoda izometrická, také metoda statická, definuje svalovou kontrakci, ve které nedochází ke změně délky kontrahovaného svalu. Sportovec silou působí proti odporu (čince nebo závaží) po dobu několika sekund a poté nastává doba odpočinku. Doba kontrakce je vhodná v rozmezí 5–12 sekund s 2–3 minutami odpočinku (Dovalil et al., 2002). Aplikace izometrické metody měla kladný vliv na zvyšování statické síly při tréninkové jednotce s maximálními hmotnostmi (Bernaciková et al., 2017).

Excentrický trénink je založen na protažení kontrahovaných svalů, pohyb částí segmentů těla je zpomalován. Silová schopnost má zde větší využití než u izometrické kontrakce. Praktické využití nalezne u pokročilých silových sportovců. Vhodný počet opakování je 1–5 a počet sérií 1–3 (Dovalil et al., 2002). Metoda je z fyzického hlediska náročná, a proto se nedoporučuje, aby byla prováděna u tréninku dětí (Bernaciková et al., 2017).

Metoda maximálních odporů neboli těžkoatletická metoda, nárokuje krátké svalové napětí za překonávání maximálních odporů. Maximum pro jedno opakování (1RM), aneb hmotnost zátěže, kterou sportovec uzvedne správnou technikou pouze jedenkrát. Metoda maximálních odporů popisuje zatížení mezi 95–100 % 1RM. Programy založené na metodě maximálních odporů vyžadují propojení svalové činnosti a správného technického provedení a měly by vycházet z předešlých zkušeností a znalostí silového cvičení a jsou určena především pro trénované jedince. Metoda těžkoatletická je nepřijatelná pro trénink dětí, začátečníků a v periodizaci počátečního ročního období tréninkového cyklu. V tréninkové jednotce aplikujeme velmi nízký počet opakování (1–3) a dostatečně dlouhými pauzami odpočinku (Dovalil et al., 2002).

Metoda opakovaných úsilí je označována kulturistickou metodou. Z hlediska stavby tréninku se jedná o cvičení se zátěží okolo 60–80 % 1RM s pomalou rychlostí cvičení. Počet opakování bývá mezi 8–15. Cvičení klade nároky na nitrosvalovou a mezsvalovou koordinaci. V praxi je osvědčená tzv. pyramidová metoda, která vzestupně či sestupně mění počet opakování v závislosti na velikosti odporu (Dovalil et al., 2002).

Vývoj a struktura silového tréninku mohou značně ovlivnit silový výkon. Svalová síla může být ovlivněna dobou tréninku a je dokázáno, že každodenní pravidelnost má dobrý vliv na sportovní výkon. Cirkadiální rytmus také předurčuje, že v čase mezi 17 a 19 hodinou dochází k maximální tendenci využití svalové síly. V tento čas stoupá o přibližně 10 % oproti průměru. Tělesná teplota se v tento čas pohybuje na svém maximu (Bernaciková et al., 2017).

Nemalou roli v rozvoji silového tréninku sehraje délka intervalu odpočinku. Na základě tréninkového cíle lze určit doporučenou délku odpočinku mezi pracovními sériemi. Sportovci s cílem zvýšení svalové hmoty potřebují delší pauzy, než je přisuzováno jiným sportovcům. Konkrétně mluvíme o časovém limitu dvou až pěti minut (Haff & Triplett, 2016).

Podle Vašíka (2020) na základě určitých limitací (v dýchání, v rámci svalových skupin, v centrální nervové soustavě nebo v psychologické připravenosti) určujeme nejefektivnější délku odpočinku. V momentě odstranění všech limitujících faktorů, je sportovec připraven na další pracovní sérii. Čas pauzy je tedy relativní a nelze dojít k přesně stanoveným hodnotám.

Opakem jsou sportovci, jejichž cílem je svalová vytrvalost. Zde se bude délka odpočinku pohybovat v rozmezí do třiceti sekund. Délka odpočinku v hypertrofním tréninku (za cílem nabrání svalové hmoty) bude v rozpětí třiceti sekund až jedné a půl minuty (Haff & Triplett, 2016).

Metod, jak zlepšit sportovní výkon je celá řada. Další formou ke stimulaci zvýšení výkonu je self-talking. Samomluva je druh často používané techniky sloužící ke zvýšení motivace a pozornosti. Intrapersonální komunikace je založená na monologu, který může být hovořen nahlas nebo pouze v našich hlavách (Haff & Triplett, 2016).

Samomluvu kategorizujeme jako instruktážní, pozitivní, negativní nebo aktivní. Pozitivní samomluva zahrnuje myšlenky sloužící k povzbuzení např. „To zvládnou“ nebo „Pojď “. Všechny výroky odrážejí dobré pocity a obecně zaměřuje pozornost na příznivé emoce. Bylo dokázáno, že pozitivní samomluva má podíl na zlepšení výkonu, nicméně individuální a enviromentální rozdíly mohou modifikovat toto zjištění (Haff & Triplett, 2016).

Negativní samomluva odrážejí špatné myšlenky, sklíčenost nebo pochybnosti. Jsou to výroky typu: „To nezvládneš“ „Na to jsi moc slabý“. Není vhodné směřovat myšlenky

tímto směrem, jelikož je pozornost zaměřována na nevhodné podněty a s postupem času může dojít ke snížení sebedůvěry. Instruktažní samomluva sportovci poskytuje konkrétní směr nebo strategii. Může se jednat o výroky jako „Propnout kolena“ nebo „Nohy na šířku pánve“. Obecně self-talking má efektivní dopad na sportovní výkon a je vhodné zařazovat tento způsob motivace do tréninkových jednotek (Haff & Triplett, 2016).

5.3 Silový trénink a riziko poranění

Zdravotní riziko poranění bývá nedílnou součástí každého sportu. Mezi častá zranění řadíme poranění pohybového aparátu. Velmi obvyklé jsou luxace kloubů, ruptury svalů nebo šlach. Poranění svalstva vzniká při nesprávném zatěžování a jedná se o nejčastěji o svaly *m. pectoralis major* a *m. biceps femoris*. Dále jsou to fraktury žeber, zlomeniny kostí. Z pohledu chronického se sportovec potýká s bolestí bederní páteře, ramenního pletence a v důsledku dlouhodobého špatného zatěžování není výjimkou skolióza páteře či jiné svalové dysbalance (Havlíčková, 1993).

Abychom předešli možným zraněním, měli bychom v silovém tréninku dodržovat správné technické provedení. Vhodně zvolené rozehrání a rozcvičení eliminuje riziko poranění. Dalším klíčem ke správné silové přípravě je individuální a přiměřený přístup k intenzitě tréninkové jednotky. Jaké formy preventivního opatření zvolíme je na výběru každého z nás, avšak měli bychom k tréninkové jednotce přistupovat s respektem a odpovědností (Bernaciková et al., 2017).

5.4 Tréninkové cykly

Dle Dovalila et al. (2002) chápeme tréninkový proces jako sled za sebou probíhajících různě dlouhých časových celků tréninkové jednotky. Definujeme mnoho cyklů od krátkodobých po dlouhodobé. Všechny cykly vedou k pevně stanovenému cíli, který je pro sportovce zásadní. Tréninkový cyklus je uzavřený proces, ve kterém sportovec řeší individuální tréninkové úkoly. V následujícím cyklu se stavba jednotky mění, avšak nedochází k úplné přestavbě tréninku. V jednotce se stále objevují prvky z předchozího cyklu a současně přibývají nové složky jako např. vyšší zatížení, změna rozsahu a obsahu nebo aplikování nových principů. Tréninkové cykly rozlišujeme na tréninkovou jednotku, mikrocyklus, mezocyklus, makrocyklus a roční tréninkový cyklus.

Tréninková jednotka je základní část tréninku. Pomocí tréninkové jednotky sportovec plní úkoly a cíle vycházející z konceptu tréninkového cyklu. Struktura tréninkové jednotky využívá různé fáze a dělíme ji na úvodní, hlavní a závěrečnou. Fáze jsou ovlivněny fyziologickými, psychologickými a pedagogickými faktory. V úvodní části se sportovec připravuje na následné činnosti a klade důraz na psychickou a funkční připravenost. Dalším úkolem je prevence zranění pohybového aparátu. Úvodní část jednotky seznámí sportovce s nadcházejícími úkoly, s organizací a obsahem. Dalším krokem je příprava na zatížení a s tím i optimální aktivace organismu. Ve stavbě se nejčastěji zařazuje zahřátí a rozcvičení. Jako efektivní forma zahřátí může být lehký klus, atletická nebo gymnastická cvičení, velmi záleží na druhu sportu. Celá část je aplikovaná do dvaceti minut a rozhodně by neměla být opomíjena. Hlavní část vede k plnění úkolů, které jsou podřazené plánu mikrocyklu a dle sportu jsou plněny specifické potřeby jako: rozvíjení koordinačních schopností, rozvíjení silových dovedností, plánování taktiky, osvojování pohybových dovedností a další. Podle individuálního plánu je hlavní část zaměřena na jeden nebo více úkolů. Posloupnost cvičení má svůj řád. Zprvu je vhodné věnovat se novým dovednostem se silově-rychlostním zaměřením. Posléze následuje cvičení silového charakteru a na úplném konci jsou technické a taktické úkoly. Závěrečnou část obsahuje cvičení na uvolnění svalového a psychického napětí, volíme cviky s nízkou intenzitou a pozvolným přechodem do protahovacích a regeneračních cvičení. Vliv strečinku se může pozitivně odrazit do rychlosti zotavných procesů a urychlit tak regeneraci (Dovalil et al., 2002).

Mikrocyklus je relativně krátkodobý cyklus tvořený z tréninkových jednotek a je tak základní jednotkou pro stavbu dalších makrocyklů a mezocyklů. Jejich délka je většinou jeden týden, avšak není výjimkou tří, čtyř nebo desetidenní cyklus. Cíl je podmíněn počtem tréninkových jednotek, závisí na velikosti zatížení a využití v ročním tréninkovém cyklu. Struktura je zaznamenávána do tréninkového plánu. Definujeme různé typy mikrocyklů jako: úvodní, rozvíjející, stabilizační, kontrolní, soutěžní a zotavný. Úvodní mikrocyklus je typ cyklu, kde v nízkém zatížení plníme úkoly přípravné k náročnější tréninkové činnosti. Zařazujeme na počátek přípravného období. Rozvíjející mikrocyklus je jeden z nejdůležitějších cyklů přípravného období a definujeme ho vysokým tréninkovým zatížením se zaměřením na plnění technických, kondičních a taktických cílů. Rozvíjející cyklus je náročný a pozornost proto musí být směřována i na

zotavné procesy. V optimálním případě tréninková jednotka začíná v momentě stavu přijatelného zotavení. Nejrůznější ukazatele, jako křivka průběhu superkompenzace mají za důsledek správné načasování zotavných procesů a tím i pozitivně se odvíjející stav trénovanosti. Stabilizační cyklus slouží k udržení dosažených změn, ke kterým došlo v rozvíjícím procesu. Velikost zatížení je nižší, než tomu bylo v předchozím cyklu. Kontrolní mikrocyklus posuzuje aktuální dosažený stav z rozvíjícího a stabilizačního cyklu. Důraz je přisuzován na zotavné a udržovací procesy se střední intenzitou. Mikrocyklus můžeme zařadit do více fází, avšak největší uplatnění nalezne v přípravném období. Vyladovací cyklus vede k finální etapě sportovní přípravy se zaměřením na kvalitu. Soutěžní mikrocyklus představuje vyladění sportovní formy v závodním období. Cyklus je realizován mezi hlavní (mistrovské) soutěže a prioritním prvkem je udržení výkonu. Dále sportovec řeší konkrétní situace jako: přípravu na start, různorodost startovních podmínek (čas, místo, aktuální psychický stav) a aby nechyběla dostatečně dlouhá regenerace. Zotavný nebo také regenerační mikrocyklus za využití malého zatížení vede k odstranění dílčí nebo celkové únavy. Cyklus zahrnuje netréninkové dny s velmi nízkou tréninkovou činností. Formu zotavného mikrocyklu nejčastěji nalezneme v přechodném období, avšak podle potřeby ho můžeme zařadit kdykoliv (Dovalil et al., 2002).

Mezocyklus jako tréninkový celek je skládán z mikrocyklů. Cyklus definujeme jako střednědobý program určený na několik týdnů. V praxi se využívá především čtyřtýdenní mezocyklus. Struktura každého týdnu se mění dle náročnosti, obsahu a celkového zatížení v tréninkové jednotce. První základní blok je nejdelší a úmyslně se zde střídá velikost míry zatížení. Sportovec zaměřuje úseky s vysokým zatížením s úseky krátkými a méně náročnými na fyzické i psychické zatížení. Druhý blok nazývaný předzávodní obsahuje několik vyladovacích mikrocyklů. Následující mezocyklus závodní je základním typem pro soutěžní období. Poslední zotavný mezocyklus disponuje bloky s nízkou intenzitou a je vhodné v něm zařadit bloky zotavné (Dovalil et al., 2002).

Makrocyklus je dlouhodobý organizovaný cyklus trvající několik měsíců až let. Délka se odvíjí od plánované soutěže, zpravidla je nejvíce využíván roční tréninkový cyklus. Nejsou výjimkou cykly s delším časovým úsekem (např. olympijské makrocykly). Ačkoliv existuje mnoho variant, osvědčeným se stal především roční tréninkový

makrocyklus, kterému bude věnována pozornost v následující kapitole (Dovalil et al., 2002).

5.5 Tréninková období

Harmonogram hlavních soutěží silového trojboje směřuje do vrcholů kalendářního roku. Závody jednotlivců probíhají na podzim a soutěže družstev jsou organizovány na jaře. Vývoj přípravy se proto odehrává v závislosti na měsíci či dnu soutěže. Soutěžní období periodizujeme do čtyř fází: přípravné, předpřípravné, závodní a přechodné. Celek všech částí přípravy nazýváme roční tréninkový cyklus. V každém období se sportovec potýká s jinými úkoly, cíli a požadavky tréninkové jednotky a vše směřuje k dosažení vysoké sportovní výkonnosti na plánované soutěži (Jadrný, 2009).

Přípravné období popisuje Dovalil et al. (2002) jako prostředek pro budování základu výkonu a tím i zvýšení trénovanosti. Všeobecně je přípravné období zásadní pro následné zvyšování tréninkového zatížení. Jadrný (2009) popisuje přípravnou fázi jako komplexní připravení na budování svalové síly. Cvičební jednotka věnuje pozornost především sekundárním a stabilizačním svalům, které bývají často opomíjeny. Nepochybně je to nutné k následnému zatížení a k správnému provedení cviků.

Koncepce tréninkových plánů probíhá ve dvou fázích. V první analytické fázi se cvičební jednotka zaměřuje na stimulaci fyziologických funkcí jako správné dýchání nebo rozvoj svalového systému. V průběhu analytického přístupu sportovec řeší odděleně různé faktory a úkoly, které cíleně dokáží ovlivnit průběh předzávodní a závodní fáze. Rozmanitost a různorodost cvičebních jednotek a samotných cviků je vítána. Speciální trénink zprvu upřednostňuje samotnou kondiční přípravu s důrazem na kompenzaci jednostrannosti a je zde prostor pro nacvičování nových dovedností. Počet tréninkových dnů narůstá a objem zatížení je vysoký. S postupem času začne přípravné období přecházet do syntetického přístupu (Dovalil et al., 2002).

Syntetický trénink zvyšuje míru zatížení a je charakterizován komplexním zaměřením. Ve cvičení dochází k propojování nových dovedností do kompaktního výkonu. Postupné zvyšování zatížení a tím i zvyšování síly adaptačních podnětů nám definují správný průběh přípravného období (Dovalil et al., 2002).

Předzávodní období periodizujeme do dvou až čtyřech týdnů před plánovanými závody. Plynule navazuje na přípravné období, a právě zde je hlavním úkolem dosažení

dobré sportovní formy. V koncepci roční tréninkové jednotky představuje ladění formy nelehkou záležitost a je nutností dodržet určité zásady. První zásadou je snížení objemu zatížení, avšak za stálého udržení vysoké intenzity tréninkové jednotky. Ve stavbě tréninku dochází k postupnému zatížení komplexního typu a k propojování jednotlivých složek tréninku. Druhou zásadou je zvýšená pozornost na kvalitní regeneraci. V tréninku by neměla být opomíjena aktivní i pasivní forma regenerace. Kromě již zmíněných zásad sportovec dbá na psychologickou přípravu, která v následujícím závodním období sehrává nenahraditelnou roli. Poslední, pravděpodobně nejdůležitější, zásadou je modelace cvičební jednotky. Trénink kopíruje soutěžní podmínky a tím vzniká lepší připravenost na závod samotný (Dovalil et al., 2002).

Úkolem závodního období je aplikovat zkušenosti a zhodnotit získané dovednosti v předešlých fázích přípravy. Prioritním cílem je demonstrovat maximální výkonnostní úroveň. Ukazatelem trénovanosti jsou soutěže, které jako měřítko slouží k posouzení talentu či kvalitě dosavadního tréninku. Z psychologického hlediska se jedná o náročné situace, jelikož k soutěžím dochází v neznámém prostředí s novými lidmi. Dle významu dělíme soutěže na hlavní (mistrovské a další významné soutěže) a pomocné (není zde tolik důležitý výkon, jako další start a nové zkušenosti). V závodním období sportovec podstupuje především tréninky udržovací a vyladovací a v tomto období je tréninková jednotka plněna formou těžkoatletické metody. Počty sérií jsou určovány podle individuální trénovanosti sportovce, avšak počty opakování se snižují na minimum. Lze tak říci, že stavba tréninkové jednotky obsahuje několik mikrocyclů (vyladovacích a rozvíjejících), které jsou doplněny mikrocykly regeneračními. Pouze v případě dlouhé pauzy mezi soutěžemi je vhodné zařadit i další rozvojové techniky (Dovalil et al., 2002).

Neméně důležitým obdobím se stává období přechodné, které nastává po náročných cyklech přípravného a závodního období. Slouží jako jistá kompenzace předešlého fyzického i psychického napětí a hlavním cílem se stává dobrá regenerace a zotavné procesy. Periodizace je krátká s porovnáním s jinými obdobími, a to v rámci několika týdnů. V praxi dochází k zařazování aktivního odpočinku bez větší námahy a intenzity zátěže. Můžeme hovořit o změnách prostředí, odlišným výběrem cviků nebo o jiné struktuře tréninku. Zotavný proces bývá prostorem k dovoleným a dalším regeneračním pobytům. V návaznosti na přechodné období nastupuje opět nová přípravný cyklus, na který by měl být sportovec dobře připraven (Dovalil et al., 2002).

6 Regenerace

Tréninky silového trojbojaře, které jsou zaměřené především na rozvoj silových schopností, jsou časově velice náročné. Sportovec vykonává vysoké tréninkové zatížení a mnohdy to může negativně ovlivnit kvalitu jeho regenerace. U vrcholově trénovaných sportovců by měl být kladen větší důraz na znalostech zotavení, jelikož lepší a rychlejší proces regenerace umožňuje další trénink, který je klíčový pro následné zvyšování zatížení a tím i míru sportovní výkonnosti (Dovalil et al., 2002).

Regenerací se dle Bernacikové et al. (2017) rozumí biologický proces, při kterém sportovec dosáhne k úplnému zotavení tělesných, ale i duševních procesů, které byly narušeny vlivem zatížení. Je to trvalý cyklus, který probíhá nepřetržitě, nejen po sportovní činnosti. Jedná se o souhrn činností, které usilují o zmírnění následků únavy a snaží se tak obnovit sportovcův výchozí stav.

Cílem regenerace je v co největší míře vyloučit možnost přetížení, nebo zranění vzniklé nesprávným zatěžováním pohybového aparátu. Dalším úkolem, který plní regenerace je zmírnit změny v organismu, ke kterým došlo vlivem sportovní činnosti. Jedná se o fyziologické procesy usilující o snížení svalového napětí, dále můžeme hovořit o zklidnění organismu (zpomalení rychlosti dýchání a srdeční frekvence) nebo o restituci energetických zásob (Bernaciková et al., 2017; Dovalil et al., 2002).

Podle Dovalila et al. (2002) existuje mnoho postupů a metod, kterými lze urychlit fázi zotavení. Především sportovci, u kterých dochází k častému tréninkovému přetěžování, nemohou spoléhat na běžné zotavné procesy. Průběh zotavení proto můžeme ovlivnit aktivní a pasivní regenerací.

6.1 Formy regenerace

Aktivní regenerace je metoda regenerace pohybem s nízkou tepovou frekvencí. Jedná se o formu aktivního odpočinku, který může mít formu vyklusání, pomalejší chůze nebo kterékoliv jiné nenáročné fyzické aktivity. Do této kategorie řadíme i strečink (Dovalil et al., 2002).

Strečink jako druh regenerace napomáhá k zmírnění svalového napětí, rozvoji pohybových dovedností a flexibilitu pohybového aparátu. Zařazením strečinku do formy regenerace napomáhá organismu snížit svalový tonus, zvyšuje odolnost proti únavě a je tak účinnou metodou urychlení regenerace (Zeman, 2013).

Druhou možností, jak regenerovat může být forma pasivní regenerace. Tento proces začíná již v průběhu fyzické zátěže a pokračuje i následně po jejím skončení. Úkolem pasivní regenerace je návrat fyziologických funkcí do původního stavu, které jsou důležité pro základní životní funkce. Jako důležitou složkou regenerace je také kvalitní spánek (Hošková et al., 2015).

6.2 Kompenzační cvičení

Podle Dostálové (2013) můžeme definovat kompenzační cvičení jako složku k cestě za pozitivním rozvojem psychického a fyzického zdravotního stavu. Kompenzační cvičení má pozitivní dopad na oddálení nebo odstranění funkčních poruch pohybového aparátu. V zásadě se dá říci, že kladně ovlivňuje oblasti pohybového aparátu a je účinnou prevencí proti zranění.

Powerlifteři jsou vystavováni vysokému riziku možnosti zranění pohybového aparátu a s ohledem na náročnost je důležité věnovat pozornost správné a kvalitní regeneraci. Jako vhodná forma cvičení může být zařazení plavání do tréninkové jednotky. Plavání pomáhá k uvolnění kloubů a rotátorů páteře, které jsou v silovém trojboji stále zatěžovány. Další doporučenou aktivitou jsou masáže. Díky masážím dochází k urychlení doby regenerace svalstva. Příznivé výsledky také přinášejí návštěvy sauny. Ze zdravotních důvodů saunování přináší mnoho benefitů jako: usnadnění svalové regenerace, zklidnění tepové frekvence nebo posílení kondice a obranyschopnosti (Firyč, 2013; Karásková, 2021).

7 Cíl, úkoly, hypotézy a vědecké otázky

7.1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je zjistit vliv síly stisku ruky na výkon v mrtvém tahu a porovnat rychlost regenerace stisku ruky po maximálním výkonu v mrtvém tahu u silových trojbojařů.

7.2 Úkoly práce

- Provedení obsahové analýzy dostupné literatury,
- teoretický rozbor poznatků silového trojboje a silových cvičení,
- vytvoření projektu experimentu a jeho organizace,
- vybrání účastníků experimentu,
- vysvětlení techniky měření ručním dynamometrem a realizace měření,
- vyhodnocení a ověření získaných dat,
- zpracování výsledků do grafické podoby,
- vytvoření závěrů.

7.3 Vědecké otázky

VO1) Bude u participantů využívající hook úchop menší rozdíl v síle stisku pravé a levé horní končetiny než u participantů soutěžící se střídavým úchopem?

7.4 Hypotézy

H1: Předpokládáme, že mezi maximální silou stisku u dominantní a nedominantní horní končetiny bude statisticky významný rozdíl.

H2: Předpokládáme, že maximální síla stisku ruky bude souviset s výkonem v disciplínách silového trojboje (tj. s dřepem, tlakem na lavici a mrtvým tahem).

H3: Předpokládáme, že maximální síla stisku ruky bude významně korelovat s tělesnou hmotností.

H4: Předpokládáme, že maximální síla stisku ruky bude menší po výkonu v mrtvém tahu než před soutěží.

8 Projekt experimentu, jeho organizace a průběh

8.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor byl vybrán na základě účasti na mistrovských soutěžích silového trojboje v České republice. Mezi hlavní kritéria při výběru probandů byla fyzická zdatnost, dobrý zdravotní stav a ochota podstoupit měření dynamometrem po maximálním výkonu v mrtvém tahu. Do bakalářské práce byli vybráni sportovci soutěžící pod Českým svazem silového trojboje. Soubor tvořilo 20 žen a 27 mužů ve věkovém rozmezí 18 až 23 let. Úroveň vybraných participantů dosahovala úrovně 1. výkonnostní třídy, mistrovské a elitní výkonnostní třídy dle soutěžního řádu Českého svazu silového trojboje. Testovaní trojbojaři dosahují vysoké úrovně trénovanosti v mládežnické a juniorské sféře a někteří jsou i držitelé medailí na mezinárodních soutěžích.

V době testování činil průměrný věk žen $21,65 \pm 1,62$ let, průměrná tělesná hmotnost byla $72,30 \pm 11,20$ kg. U mužů byl průměrný věk $21,11 \pm 2,11$ let a průměrná tělesná hmotnost byla $93,85 \pm 12,82$ kg.

8.2 Metoda měření

Měření bylo uskutečněno na soutěžích Mistrovství Čech a Mistrovství Moravy, rovněž na Mistrovství České republiky a na Mistrovství České republiky univerzit v silovém trojboji. Pro bakalářskou práci byl využit dynamometr Kern Map 130K1, version 1.2 (Kern-Shon, Germany). Vstupním měření participantů probíhalo v dopoledních hodinách před začátkem soutěže. Závěrečné měření probíhalo v 1. minutě po posledním pokusu v mrtvém tahu a posléze ve třetí a páté minutě po ukončení posledního pokusu v mrtvém tahu.

8.3 Desing výzkumu

Před začátkem soutěže byli participanté obeznámeni s průběhem experimentu. Byla zde zdůrazněna důležitost a přesnost měření ručním dynamometrem. Všem testovaným sportovcům byla názorně vysvětlena a ukázána správná technika měření, z důvodu vyloučení možné kontraindikace. Celá ukázka byla pouze názorná a participanté neměli možnost samotného vyzkoušení testu, aby nedošlo k narušení hodnot testování.

Posléze bylo nutné aktualizovat vstupní data u každého měřeného sportovce. Měření hmotnosti s přesností na desetiny provedli pověřeni rozhodčí Českého svazu silového trojboje. Proband byl instruován rozhodčími k správnému naměření tělesné

hmotnosti, které probíhalo pouze ve spodním prádle bez ponožek na platformě váhy. Hodnoty tělesné hmotnosti byly poté přepsány do protokolů testování. Po zvážení byli účastníci dotázáni na několik otázek. Jednalo se o informace ohledně dominantní a nedominantní horní končetiny, respektive jestli jsou praváci či leváci. Další dotaz byl vznesen na otázku, jakým stylem úchopu budou provádět závodní pokus mrtvý tah. Účastníci mají možnost soutěžit buď úchopem střídavým (pravou nebo levou rukou nadhmatem) nebo hook úchopem.

Vstupní měření ručním dynamometrem probíhalo v tělocvičně před začátkem soutěže i před samotným rozcvičením, aby nedošlo k větší únavě svalů ruky a předloktí. Účastníci byli usazeni na židli, kde se ruka nesměla dotýkat okolních předmětů ani jiné části těla. Horní končetina byla volně natažená podél těla. Testovaná osoba pro identické pokusy používá při každém měření tuhé magnésium na potření dlaní horních končetin. Proband posléze uchopuje ruční dynamometr do dlaně tak, aby jedna strana dynamometru ležela na ohýbaných prstech a druhou stranu svíral thenar palce. Jakmile je dynamometr správně uchopen, na pokyn účastník vyvinul maximální sílu stisku ruky. Při samotném maximálním stisku dynamometru bylo dohlíženo zejména na to, aby nedocházelo k nadbytečným souhybům a doprovodným pohybům ostatních částí těla. Před začátkem testu byl proband poučen o důležitosti správného měření a o vynaložení co největšího úsilí do obou testů. Není důraz na co nejdelší čas maximálního úchopu, ale na maximální vynaložené síle okamžiku. Testovaná osoba provádí střídavě dva pokusy jak na pravou, tak na levou ruku, přičemž se do protokolů zaznamenává průměr každé ruky. Pozice pro měření dynamometrem byla zaznamenána na obrázku 5.

Po provedení prvního testování následovalo převléknutí účastníků do sportovního oblečení a individuální rozcvičení. Po zahájení soutěže probandi odvedli tři pokusy v závodní disciplíně dřep, tři závodní pokusy v disciplíně tlak na lavici a tři v disciplíně mrtvý tah. Časová prodleva mezi prvním vstupním měřením ručním dynamometrem a koncem třetího pokusu v mrtvém tahu byla přibližně šest až devět hodin, dle náročnosti soutěže a účasti závodníků.

Závěrečné měření probíhalo po třetím posledním pokusu v mrtvém tahu. Proces měření probíhal takto: první měření se uskutečnilo bezprostředně po posledním pokusu (v první minutě), následovala pauza 2 minuty, poté proběhlo další měření (ve třetí minutě), následovala pauza 2 minuty a proběhlo poslední měření (v páté minutě).

Během pauzy seděl proband na židli a nevyvíjel další fyzickou aktivitu. Testování se uskutečnilo v tělocvičně. Při testování byla vyloučena jakákoliv zpětná vazba ve vizuální formě (to znamená, že bylo zabráněno ve výhledu na naměřenou křivku) po celou dobu měření. Bylo tak učiněno, aby nedocházelo k rozptýlení testované osoby. Měření dynamometrem probíhalo stejným způsobem jako před začátkem soutěže. Opět bylo při měření použito tuhé magnesium. Probandovi byla vsedě měřena volní izometrické síla horních končetin. Střídavě byla dvakrát měřena pravá a levé horní končetina. Aby bylo dosaženo maximální volní kontrakce, byl vždy daný proband slovně motivován k vyprodukování svého maxima. S výsledky byl vždy seznámen až po skončení všech pokusů měření.

Obrázek 5

Pozice pro měření ručním dynamometrem z boku a zepředu (vlastní archiv, 2022)



8.4 Použité testovací přístroje

Při testování silových charakteristik byl použit následující ruční dynamometr:

- **Dynamometr Kern Map 130K1** je přístroj, který je určen pro měření síly stisku ruky. Naměřené údaje intenzity izometrické síly horních končetin dynamometr zaznamená v librách či kilogramech. Dynamometr nabízí možnost vyměnitelných pružin různých tuhostí a umožní tak přístroj využít dle individuálních fyzických schopností sportovce. Pro měření bakalářské práce bylo využito pružiny s tuhostí 130 kilogramů. Přístroj nabízí několik funkcí měření, jako měření okamžité síly stisku, měření maximální síly stisku nebo průměrné síly stisku (Kalist,2022).

Obrázek 6

Dynamometr Kern Map 130K1 (Kalist,2022)



8.5 Použité metody

Obsahová analýza

Tato metoda měření byla využita při tvorbě teoretické části bakalářské práce. V obsahové analýze jsme shromažďovali poznatky týkající se tématu práce. Veškerá odborná literatura a internetové zdroje jsou uvedeny v referenčním seznamu literatury.

Komparativní metoda

Metoda komparace umožnila zjistit shodné a rozdílné charakteristiky určitých jevů a procesů pomocí metody porovnání. Porovnávány byly hodnoty silových trojbojařů mezi sebou. Podmínkou správné komparace jsou shodné znaky, podle kterých budou jednotlivci porovnávány. Cílem komparace je najít podrobnosti a odlišnosti, díky kterým lze potvrdit či vyvrátit námi stanovené hypotézy.

Analýza dat

Výchozím materiálem praktické části bakalářské práce byl sběr dat shromážděn měřeními maximální síly stisku ruky. Výsledky byly vyhodnoceny pomocí statistické i věcné významnosti. Statistická hodnota byla posouzena pomocí t-testu na hladině významnosti $\alpha=0,05$, případně $\alpha = 0,01$. Věcná významnost byla vypočtena s využitím Cohenova d . Hendl (2004) vyznačuje velikost koeficientu věcné významnosti následovně:

$d = 0,2$ až $0,5$ — malý efekt

$d = 0,5$ až $0,8$ — střední efekt

$d \geq 0,8$ — velký efekt

Statistická i věcná významnost byla hodnocena při porovnávání velikosti síly stisku jednotlivých respondentů. Použité tabulky a grafy byly vytvořeny pomocí softwaru MS Excel.

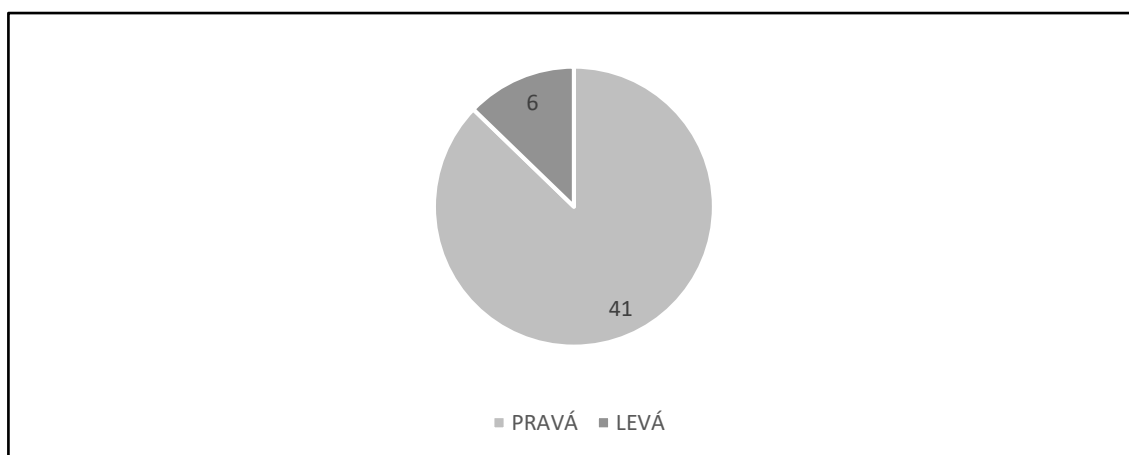
9 Výsledky

9.1 Rozdíl síly stisku dominantní a nedominantní ruky

Obrázek 7 představuje počet participantů s preferencí levé a pravé ruky. Většina participantů, zařazená do této skupiny, popsala svoji pravou ruku za dominantní. Z dotazovaných trojbojařů označuje 87,2 % za svoji dominantní ruku pravou, zatímco 12,8 % levou.

Obrázek 7

Dominance horní končetiny ve zkoumané skupině žen a mužů (n=47)



Obrázek 8 popisuje způsob úchopu osy u žen při závodním pokusu v mrtvém tahu. Z obrázku vyplývá, že polovina testovaných žen zvolila variantu střídavého úchopu s pravou rukou nadhmatem. Nejméně žen závodilo s hook úchopem.

Při pohledu na obrázek 9 lze vidět variantu úchopu osy ve skupině testovaných mužů. Znatelně zde převládá hook úchop.

Obrázek 8

Způsoby úchopu osy při mrtvém tahu u žen (n=20)



Obrázek 9

Způsoby úchopu osy při mrtvém tahu u mužů ($n=27$)



V tabulce 3 se nacházejí průměrné hodnoty síly stisku dominantní a nedominantní ruky v průběhu testování pro celou skupinu. Vstupní měření bylo provedeno před začátkem soutěže, poté v 1. minutě od provedení posledního pokusu v mrtvém tahu a následně ve 3. a 5. minutě. Hodnoty průměrné síly stisku testované skupiny při vstupním měření dosahovaly $44,5 \pm 11,55$ kg pro ruku dominantní a $41,37 \pm 11,05$ kg pro ruku nedominantní. Rozdíl hodnot činí 7,03 % a je tak statisticky ($p < 0,01$), i věcně významný s malým efektem ($d = 0,277$). Největší rozdíl mezi hodnotami dominantní a nedominantní ruky je možné vidět při testování v 1. minutě po maximálním výkonu. Průměrná síla stisku ruky dominantní byla $44,51 \pm 12,11$ kg, zatímco u nedominantní ruky $41,17 \pm 11,66$ kg a rozdíl hodnot tak tvoří 7,5 %. Rozdíl v hodnotách průměrné síly stisku ruky je věcně významný s malým efektem ($d = 0,281$), statistická významnost byla taktéž prokázána ($p < 0,01$). V následující části výsledků jsou uvedeny rozdíly hodnot ve 3. minutě od provedení mrtvého tahu. Rozdíl činí 6,92 %. Průměrná síla stisku dominantní horní končetiny byla $44,39 \pm 12,02$ kg, u ruky nedominantní byla průměrná hodnota nižší a to konkrétně $41,32 \pm 11,47$ kg. U tohoto rozdílu byla prokázána statistická významnost ($p < 0,01$; $d = 0,261$). Nejmenší rozdíl mezi hodnotami dominantní a nedominantní ruky byl naměřen v páté minutě po absolvování maximálního pokusu v mrtvém tahu. Participanti dosáhli hodnot $44,57 \pm 12,08$ kg u dominantní a $41,79 \pm 11,92$ kg u nedominantní ruky. Jednalo se o rozdíl 6,24 % mezi horními končetinami. Tento rozdíl prokázal statistickou významnost ($p < 0,01$) a taktéž i věcnou významnost s malým efektem ($d = 0,232$).

Tabulka 3

Síla stisku dominantní a nedominantní ruky při vstupním měření a v 1., 3. a v 5. minutě po maximálním výkonu v mrtvém tahu ve skupině mužů a žen (n=47)

	Dominantní ruka		Nedominantní ruka		Rozdíl	Cohenovo <i>d</i>	Hodnota <i>p</i>
	Průměr	± sd	Průměr	± sd	[%]		
Vstupní měření [kg]	44,5	11,55	41,37	11,05	-7,03	0,277	p<0,01
1. minuta [kg]	44,51	12,11	41,17	11,66	-7,50	0,281	p<0,01
3. minuta [kg]	44,39	12,02	41,32	11,47	-6,92	0,261	p<0,01
5. minuta [kg]	44,57	12,08	41,79	11,92	-6,24	0,232	p<0,01

V tabulce 4 jsou uvedeny průměrné hodnoty síly stisku horní končetiny pro skupinu žen. Síla stisku dominantní ruky při vstupním měření byla $33,94 \pm 4,96$ kg, u ruky nedominantní $30,68 \pm 4,22$ kg a rozdíl hodnot tak činil 9,61 %. Statistická významnost byla potvrzena ($p<0,01$) a taktéž i věcná významnost se středním efektem ($d=0,709$). Z druhého měření v 1. minutě od provedení mrtvého tahu je možné vidět největší procentní rozdíl mezi horními končetinami a to přesně 9,83 %. Hodnoty průměrné síly stisku dominantní končetiny byly $33,27 \pm 5,27$ kg u dominantní a $30 \pm 4,28$ kg u nedominantní ruky. Rozdíl hodnot je statisticky ($p<0,01$) i věcně významný se středním efektem ($d=0,682$). V tabulce jsou také popsány hodnoty průměrné síly stisku ve 3. minutě, kde u žen byly naměřeny hodnoty $33,18 \pm 5,21$ kg u ruky dominantní a $30,31 \pm 4,22$ kg u ruky nedominantní. Rozdíl hodnot měření byl 8,65 %. U tohoto rozdílu byla prokázána statistická významnost ($p<0,01$) i věcná významnost se středním efektem ($d=0,604$). Ženy v poslední fázi testování a to v 5. minutě od provedení maximálního výkonu v mrtvém tahu naměřily průměrnou sílu stisku dominantní ruky $33,55 \pm 4,8$ kg. U nedominantní ruky byly hodnoty nižší o 9,03 % a byly tak na hodnotě $30,52 \pm 4,06$ kg v průměru. Rozdíl hodnot je tak věcně významný se středním efektem ($d=0,682$) a taktéž zde byla potvrzena statistická významnost ($p<0,01$).

Tabulka 4

Síla stisku dominantní a nedominantní ruky při vstupním měření a v 1., 3. a v 5. minutě po maximálním výkonu v mrtvém tahu ve skupině žen (n=20)

	Dominantní ruka		Nedominantní ruka		Rozdíl	Cohenovo <i>d</i>	Hodnota <i>p</i>
	Průměr	± sd	Průměr	± sd	[%]		
Vstupní měření [kg]	33,94	4,96	30,68	4,22	-9,61	0,709	p<0,01
1. minuta [kg]	33,27	5,27	30	4,28	-9,83	0,682	p<0,01
3. minuta [kg]	33,18	5,21	30,31	4,22	-8,65	0,604	p<0,01
5. minuta [kg]	33,55	4,8	30,52	4,06	-9,03	0,682	p<0,01

V tabulce 5 jsou popsány hodnoty průměrné síly stisku dominantní a nedominantní horní končetiny ve skupině testovaných mužů. Vstupní měření, které proběhlo před začátkem soutěže, ukazuje, že průměrná síla stisku dominantní končetiny u mužů byla $52,32 \pm 8,38$ kg, zatímco u nedominantní končetiny $49,29 \pm 7,2$ kg. Průměrná síla stisku dominantní ruky byla o 5,79 % větší než u ruky nedominantní. Rozdíl hodnot prokázal vysokou statistickou významnost ($p<0,01$) s nízkým efektem ($d=0,388$). Druhé měření, které bylo provedeno bezprostředně v 1. minutě po posledním pokusu v mrtvém tahu, popisuje průměrné hodnoty síly stisku ruky. U dominantní ruky to bylo $52,83 \pm 8,48$ kg, u ruky nedominantní $49,44 \pm 7,88$ kg a rozdíl tak činil 6,42 %. Statistická významnost tak byla prokázána ($p<0,01$), taktéž jako věcná významnost s malým efektem ($d=0,414$). U testu provedeného ve 3. minutě byly hodnoty síly stisku u dominantní ruky $52,69 \pm 8,33$ kg. Nižší hodnoty, přesně o 6,11 %, byly naměřeny u nedominantní ruky a průměrná síla stisku tak činila $49,47 \pm 7,72$ kg. Rozdíl hodnot je tak statisticky ($p<0,01$) i věcně významný s malým efektem ($d=0,402$). Po vyhodnocení posledního měření jsou v tabulce uvedeny hodnoty průměrného stisku preferované a nepreferované ruky. Rozdíl byl zde ze všech měření nejmenší, a to pouze o 4,93 %. Síla dominantní ruky byla $52,74 \pm 8,96$ kg. Síla nedominantní ruky byla $50,14 \pm 8,44$ kg. V tomto měření byla prokázána statistická významnost ($p<0,01$) i věcná významnost s malým efektem ($d=0,298$).

Tabulka 5

Síla stisku dominantní a nedominantní ruky u mužů při vstupním měření a v 1., 3. v 5. minutě po maximálním výkonu v mrtvém tahu ve skupině mužů (n=27)

	Dominantní ruka		Nedominantní ruka		Rozdíl	Cohenovo <i>d</i>	Hodnota <i>p</i>
	Průměr	± sd	Průměr	± sd	[%]		
Vstupní měření [kg]	52,32	8,38	49,29	7,2	-5,79	0,388	p<0,01
1. minuta [kg]	52,83	8,48	49,44	7,88	-6,42	0,414	p<0,01
3. minuta [kg]	52,69	8,33	49,47	7,72	-6,11	0,402	p<0,01
5. minuta [kg]	52,74	8,96	50,14	8,44	-4,93	0,298	p<0,01

9.2 Způsoby úchopu

V tabulce 6 jsou popsány hodnoty průměrů stisku pravé a levé ruky v závislosti na způsobu úchopu osy. Průměrný stisk pravé ruky ve střídavém úchopu pravou nadhmatem byl $41,07 \pm 9,2$ kg, u levé ruky $37,57 \pm 9,66$ kg. Tabulka vykazuje rozdíl mezi pravou a levou rukou $3,5 \pm 2,8$ kg a činí tak diferenci 8,52 %. V tomto porovnávání byla potvrzena vysoká statistická významnost ($p<0,01$) i věcná významnost s malým efektem ($d=0,371$). Průměrný stisk pravé ruky ve způsobu držení osy střídavým úchopem levou rukou nadhmatem byl $45,03 \pm 13,44$ kg, průměrný stisk levé ruky v již zmíněném způsobu byl $44,5 \pm 12,6$ kg. Mezi končetinami zde vykazujeme nejmenší rozdíl velikostí stisku a to pouze $0,53 \pm 3,8$ kg, které činí 1,18 %. Tento rozdíl neprokázal věcnou ani statistickou významnost. Při úchopu hookem byly hodnoty průměrného stisku pro pravou ruku $47,22 \pm 11,77$ kg, zatímco pro levou $43,03 \pm 9,68$ kg. Diference mezi končetinami je zde největší a je popsána rozdílem 8,87 %. Tento rozdíl je jak statisticky ($p<0,01$), tak věcně významný s malým efektem ($d=0,389$).

V tabulce 7 jsou porovnány rozdíly mezi průměrným stiskem pravé a levé ruky při zvedání mrtvého tahu pravou rukou nadhmatem a průměrným stiskem pravé a levé ruky při zvedání mrtvého tahu střídavým úchopem levou rukou nadhmatem. Při porovnání obou způsobů držení osy existuje vysoká statistická významnost ($p<0,01$), taktéž zde můžeme potvrdit i věcnou významnost s velkým efektem ($d=0,962$).

V tabulce byly popsány rozdíly průměrných stisků pravé a levé ruky při úchopu pravou rukou nadhmatem a průměrných stisků pravé a levé ruky při hook úchopu. Při

porovnání obou zmíněných způsobu nebyla prokázána žádná ze zkoumaných významností. Věcná významnost zde byla ($d=0,193$), statistická významnost $p=0,366$.

V tabulce jsou porovnány rozdíly průměrných stisků pravé a levé ruky při zvedání střídavým úchopem s levou rukou nadhmatem a průměrných stisků pravé a levé ruky při zvedání hook úchopem. Mezi porovnáním rozdílu průměrného stisku při úchopu levou rukou nadhmatem a průměrného stisku s hook úchopem byla prokázána vysoká statistická významnost ($p<0,01$) i věcná významnost s velkým efektem ($d=0,917$).

Tabulka 6

Síla stisku pravé a levé ruky u mužů a žen v závislosti na způsobu úchopu osy v mrtvém tahu ($n=47$)

Úchop	Pravá ruka	Levá ruka	Rozdíl +sd rozdílu	Změna v %	Hodnota d, p
	Průměr ± SD	Průměr ± SD			
Střídavý, pravá ruka nadhmatem [kg] ($n=17$)	41,07 ± 9,20	37,57 ± 9,66	3,5 ± 2,8	-8,52	0,371; <0,01
Střídavý, levá ruka nadhmatem [kg] ($n=12$)	45,03 ± 13,44	44,5 ± 12,6	0,53 ± 3,8	-1,18	0,040; 0,637
Hook [kg] ($n=18$)	47,22 ± 11,77	43,03 ± 9,68	4,19 ± 4,4	-8,87	0,389; <0,01

Tabulka 7

Rozdíl síly stisku rukou u mužů a žen v závislosti na způsobu úchopu osy v mrtvém tahu ($n=47$)

Pravá ruka nadhmatem vs. levá ruka nadhmatem	Pravá ruka nadhmatem vs. hook	Levá ruka nadhmatem vs. hook
Hodnota d, p	Hodnota d, p	Hodnota d, p
0,962; <0,01	0,193; 0,366	0,917; <0,01

9.3 Vývoj síly stisku ruky před a po maximálním výkonu v mrtvém tahu

Tabulka 8 představuje naměřené hodnoty síly stisku dominantní a nedominantní ruky ve skupině žen a mužů. Do tabulky jsou zařazeny průměrné hodnoty ze všech čtyř měření, které se pak v následující tabulce 9 porovnávaly mezi sebou.

Při vstupním měření ve skupině mužů byla naměřena průměrná síla horní dominantní končetiny $52,32 \pm 8,38$ kg, po provedení měření v 1. minutě došlo k nárůstu

průměrného stisku o 0,97 %. Tento rozdíl neprokázal věcnou významnost $d=0,061$. Statistická významnost nebyla prokázána $p=0,528$. Po třetím měření, které bylo naměřeno třetí minutu po dokončení pokusu v mrtvém tahu hodnoty průměrné síly stisku dominantní ruky dosahovaly $52,69 \pm 8,33$ kg. Při porovnání se vstupním měřením se jednalo o 0,71% navýšení a rozdíl tu činil 0,37 kg. Věcná významnost zde nebyla prokázána ($d=0,044$). Rozdíl není ani statisticky významný ($p=0,604$). Průměrná síla stisku dominantní ruky pátou minutu po výkonu byla $52,74 \pm 8,96$ kg a v porovnání se vstupním měřením zde došlo taktéž k nárůstu průměrné síly stisku. Rozdíl zde odpovídal 0,8% nárůstu, ani zde se neprokázala věcná či statistická významnost ($d=0,048$; $p=0,623$).

Při vstupním měření ve skupině mužů byla naměřena průměrná síla horní nedominantní končetiny $49,29 \pm 7,2$ kg. Po první minutě došlo k nárůstu o 0,3 % a průměrná síla stisku byla $49,44 \pm 7,88$ kg. Tento rozdíl není věcně ($d=0,020$) ani statisticky ($p=0,788$) významný. Skupina testovaných probandů i ve třetí minutě po maximálním výkonu zvýšila svůj průměrný stisk o 0,18 kg, ale ani v tomto případě nebyla potvrzena věcná významnost ($d=0,023$). Rozdíl není statisticky významný ($p=0,753$). Rozdíl mezi vstupním měřením a měřením v páté minutě odpovíдалo 1,72 %, ale věcná ani statistická významnost zde nebyla prokázána ($d=0,108$; $p=0,270$).

Ve skupině žen byla průměrná síla stisku dominantní ruky $33,94 \pm 4,96$ kg, po následném měření v první minutě hodnoty klesly o 0,67 kg. Tento rozdíl není věcně významný ($d=0,131$), taktéž statistická významnost nebyla prokázána ($p=0,261$). Při porovnávání rozdílů průměrné síly stisku vstupního měření a měření ve třetí minutě došlo k poklesu, a to přesně o 0,76 kg. Věcná významnost nebyla prokázána ($d=0,150$). Statisticky není tento rozdíl významný ($p=0,104$). V posledním parametru měření v páté minutě dosáhli probandi opět nižších hodnot, než tomu bylo při vstupním měření. Pokles v porovnání s prvním měřením činil 0,39 kg. Věcná významnost nebyla prokázána ($d=0,079$). Statistická významnost nebyla potvrzena ($p=0,410$).

Ve skupině žen průměrná síla stisku nedominantní ruky byla $30,68 \pm 4,22$ kg. Testování v první minutě od posledního pokusu v mrtvém tahu došlo k poklesu průměrné síly stisku horní končetiny. Pokles se rovnal rozdílu 0,68 kg. Věcná významnost nebyla v tomto případě prokázána ($d=0,160$). Tento rozdíl neprokázal ani statistickou významnost ($p=0,084$). V tabulce jsme nadále porovnávali sílu stisku nedominantní ruky při vstupním měření a ve třetí minutě po maximálním výkonu. Hodnoty se zde lišily o

0,37 kg v průměru ve prospěch vstupního měření. Věcná ($d=0,086$) ani statistická ($p=0,312$) významnost nebyla prokázána. Poslední parametry, které tabulka porovnává, je rozdíl mezi vstupním měřením a měřením participantů v páté minutě. Zde byl opět pokles mezi testováním o 0,52 %. Věcná významnost nebyla potvrzena ($d=0,037$). Rozdíl není ani statisticky významný ($p=0,691$).

Tabulka 8

Průměrné síly stisku horní končetiny před a po maximálním výkonu v mrtvém tahu ve skupině žen ($n=20$) a ve skupině mužů ($n=27$)

		Vstupní měření	1. minuta	3. minuta	5. minuta
		Průměr ± sd	Průměr ± sd	Průměr ± sd	Průměr ± sd
Muži	Dominantní ruka [kg]	52,32 ± 8,38	52,83 ± 8,48	52,69 ± 8,33	52,74 ± 8,96
	Nedominantní ruka [kg]	49,29 ± 7,2	49,44 ± 7,88	49,47 ± 7,72	50,14 ± 8,44
Ženy	Dominantní ruka [kg]	33,94 ± 4,96	33,27 ± 5,27	33,18 ± 5,21	33,55 ± 4,8
	Nedominantní ruka [kg]	30,68 ± 4,22	30 ± 4,28	30,31 ± 4,22	30,52 ± 4,06

Tabulka 9

Vývoj průměrné síly stisku před a po maximálním výkonu v mrtvém tahu ve skupině žen ($n=20$) a mužů ($n=27$)

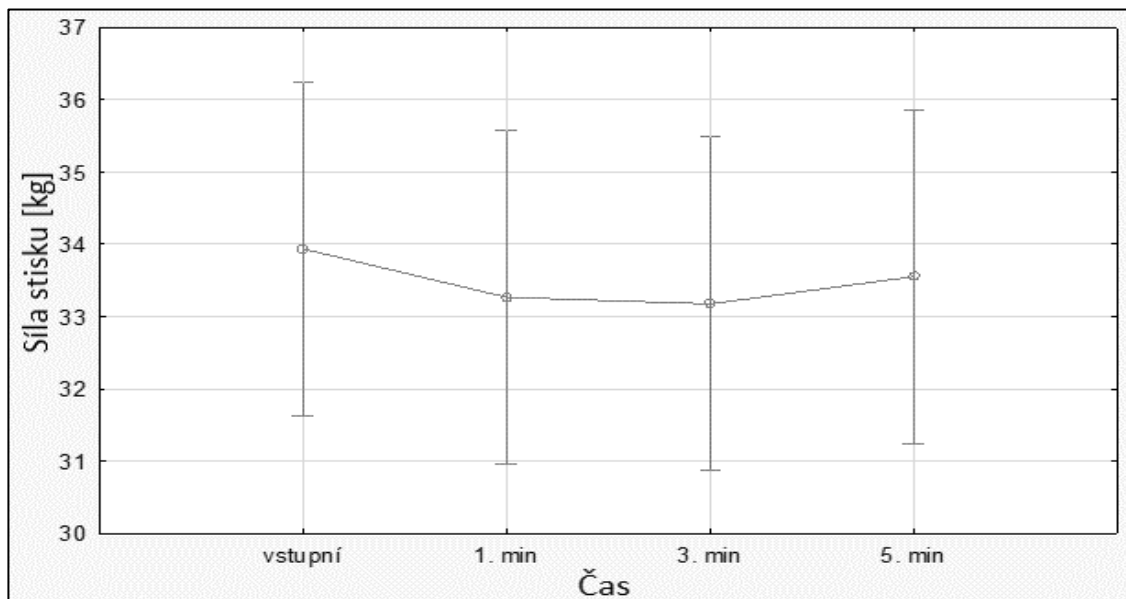
		Vstupní měření vs. 1 minuta	Hodnota d, p	Vstupní měření vs. 3. minuta	Hodnota d, p	Vstupní měření vs. 5. minuta	Hodnota d, p
		Rozdíl		Rozdíl		Rozdíl	
Muži	Dom. ruka [kg]	-0,51	0,061;0,528	-0,37	0,044;0,604	-0,42	0,048;0,623
	Nedom. ruka [kg]	-0,15	0,020;0,788	-0,18	0,023;0,753	-0,85	0,108;0,270
Ženy	Dom. ruka [kg]	0,67	0,131;0,261	0,76	0,150;0,104	0,39	0,079;0,410
	Nedom. ruka [kg]	0,68	0,160;0,084	0,37	0,086;0,312	0,16	0,037;0,691

Poznámka: Dom. — dominantní ruka, Nedom. — nedominantní ruka

Na obrázku 10 jsou zobrazeny průměrné hodnoty síly stisku ruky u testované skupiny žen. Testování bylo provedeno na dominantní ruce. Do grafu jsou zaznamenány průměrné hodnoty síly stisku v závislosti na čase. Při druhém měření, kterému předcházela poslední pokus v mrtvém tahu, byl zaznamenán pokles síly stisku dominantní ruky. Při vstupním měření průměrný stisk dosahoval $33,94 \pm 4,96$ kg, avšak po závodním pokusu průměr klesl na hodnotu $33,27 \pm 5,27$ kg. Mezi druhým a třetím měřením došlo k poklesu o 0,09 kg. Po třetím testování se průměrné hodnoty zvýšily o 0,37 kg. Při pohledu na graf můžeme pozorovat, že průměrná síla stisku se ani v 5. minutě od provedení závodního pokusu mrtvého tahu se nedostala na původní hodnotu naměřenou před začátkem soutěže. Rozdíl mezi naměřenými hodnotami však není věcně či statisticky významný.

Obrázek 10

Vývoj průměrných hodnot síly stisku dominantní ruky ve skupině žen (n=20)

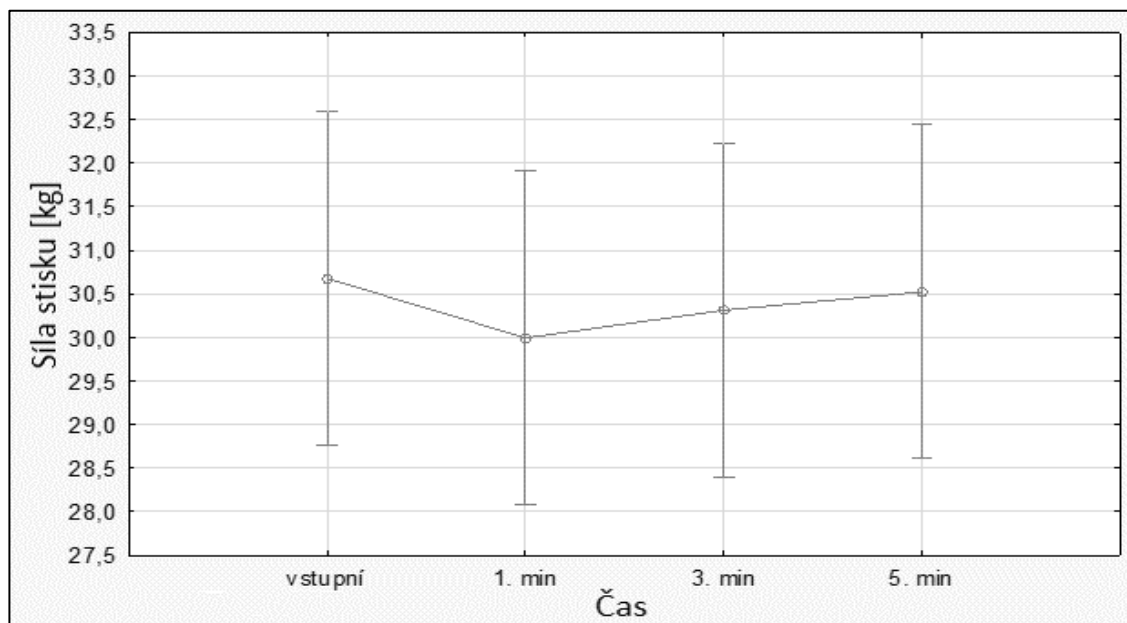


Na obrázku 11 jsou zaznamenány průměrné hodnoty síly stisku nedominantní ruky u skupiny žen. Vývoj grafu je velice podobný předešlému testování na ruce dominantní. Mezi prvním a druhým měřením došlo k poklesu průměrných hodnot svalové kontrakce horní končetiny. Jednalo se o pokles o 0,68 kg. Průběh po druhém testování byl odlišný než u ruky dominantní, jelikož se průměrné hodnoty začaly zvyšovat a k třetímu testování se zvedly v průměru o 0,31 kg. Od třetího testování se

hodnoty nadále zvyšovaly, a to v průměru o 0,21 kg. Velikost průměrných hodnot svalové kontrakce se ani v 5. minutě po provedení závodního pokusu v mrtvém tahu nedostaly na hodnoty vstupního měření. Rozdíl mezi naměřenými hodnotami však není ani zde věcně či statisticky významný.

Obrázek 11

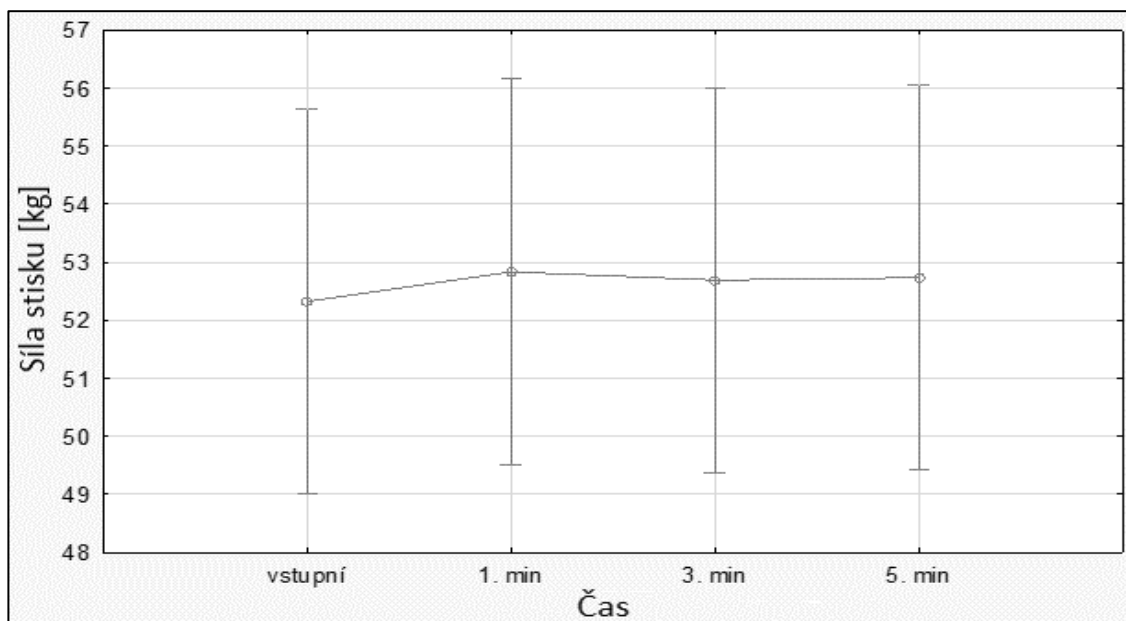
Vývoj průměrných hodnot síly stisku nedominantní ruky ve skupině žen (n=20)



Na obrázku 12 jsou zobrazeny průměrné hodnoty svalové síly dominantní ruky v testované skupině mužů. Průměrné hodnoty vstupního měření byly u participantů $52,32 \pm 8,38$ kg. Po provedení mrtvého tahu se hodnoty zvedly v průměru o 0,51 kg. Vývoj grafu se tak výrazně odlišuje od skupiny žen, kde po výkonu začaly průměrné hodnoty klesat. Mezi měření ve 3. a 5. minutě od provedení mrtvého tahu nebyl zaznamenán významný rozdíl průměrné síly stisku ruky. Hodnoty byly ustáleny na hodnotě $52,74 \pm 8,96$ kg a tím převýšily úvodní měření. Pouze u testování horní končetiny ve skupině mužů došlo ke zvýšení průměrných hodnot svalové kontrakce po provedení maximálního výkonu v mrtvém tahu.

Obrázek 12

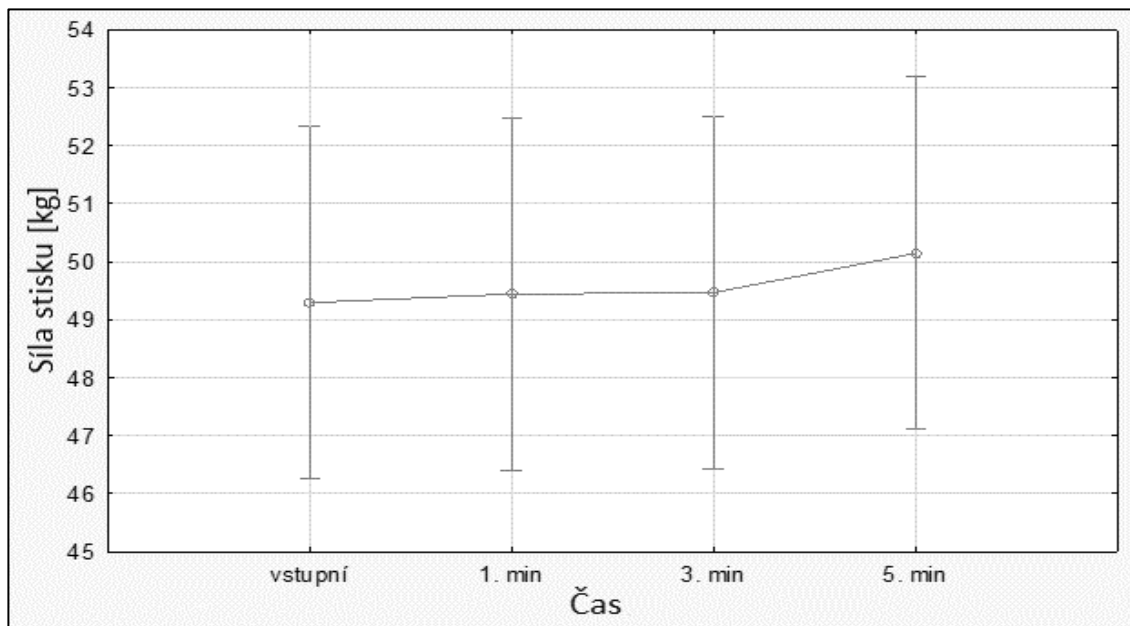
Vývoj průměrných hodnot síly stisku dominantní ruky mezi testováním 1–4 u mužů (n=27)



Na obrázku 13 jsou zaznamenány průměrné hodnoty síly stisku nedominantní ruky ve skupině mužů. Před startem byly průměrné hodnoty síly stisku $49,29 \pm 7,2$ kg. Při druhém měření se hodnoty zvedly o 0,15 kg a taktéž, jak tomu bylo při měření dominantní horní končetiny ve skupině mužů, došlo ke zvýšení průměrných hodnot síly stisku. Při testování ve 3. a 5. minutě od provedení mrtvého tahu docházelo k nárůstu průměrných hodnot síly stisku ruky. Při posledním měření, které proběhlo v páté minutě, se hodnoty dostaly v průměru na $50,14 \pm 8,44$ kg a převýšily tak testování před začátkem soutěže (vstupní měření). Vývoj svalové kontrakce nedominantní končetiny zobrazuje nárůst průměrných hodnot sil stisku ruky ve všech proběhlých měření.

Obrázek 13

Vývoj průměrných hodnot síly stisku nedominantní ruky mezi testováním 1–4 u mužů ($n=27$)



9.4 Korelace síly stisku dominantní ruky a výkonu v tlaku na lavici, dřepu, mrtvém tahu a GL pointy

V tabulce 10 jsou uvedeny průměrné hodnoty síly stisku ruky u žen, mužů a celé skupiny testovaných participantů. V další části tabulky jsou popsány korelační hodnoty s jednotlivými disciplínami silového trojboje a s GL pointy, jakožto ukazatelem výkonnosti právě silových trojbojařů. Průměrný stisk dominantní ruky ve skupině mužů byl $52,32 \pm 8,32$ kg. Při porovnání korelační analýzy s tlakem na lavici je vidět statistická významnost ($p < 0,05$). Při porovnání hodnot průměrné síly stisku mužů s disciplínou dřep a mrtvý tah nebyla prokázána statistická významnost. Hodnota statistické významnosti mezi průměrem síly stisku ruky a GL pointy taktéž nebyla prokázána. Průměrný stisk dominantní horní končetiny u žen byl $33,94 \pm 4,96$ kg. Při vzájemném porovnání s tlakem na lavici a s dřepem nebyla prokázána statistická významnost. Vysoká významnost na hladině významnosti ($p < 0,01$) byla potvrzena při porovnání průměrné síly stisku preferované ruky s mrtvým tahem. Taktéž zde byla popsána statisticky významná hodnota mezi silou stisku ruky a výkonnostním měřítkem GL pointy ($p < 0,05$). Po zhodnocení průměrné síly stisku celé testované skupiny, kde průměrný stisk dominantní

končetiny byl $44,50 \pm 11,55$ kg, vidíme vysokou statistickou významnost na hladině ($p < 0,01$) s disciplínou tlak na lavici, dřep i mrtvý tah. Statistická významnost s GL pointy nebyla potvrzena.

Tabulka 10

Korelace síly stisku dominantní ruky a výkonu v tlaku na lavici, dřepu, mrtvého tahu a GL pointy

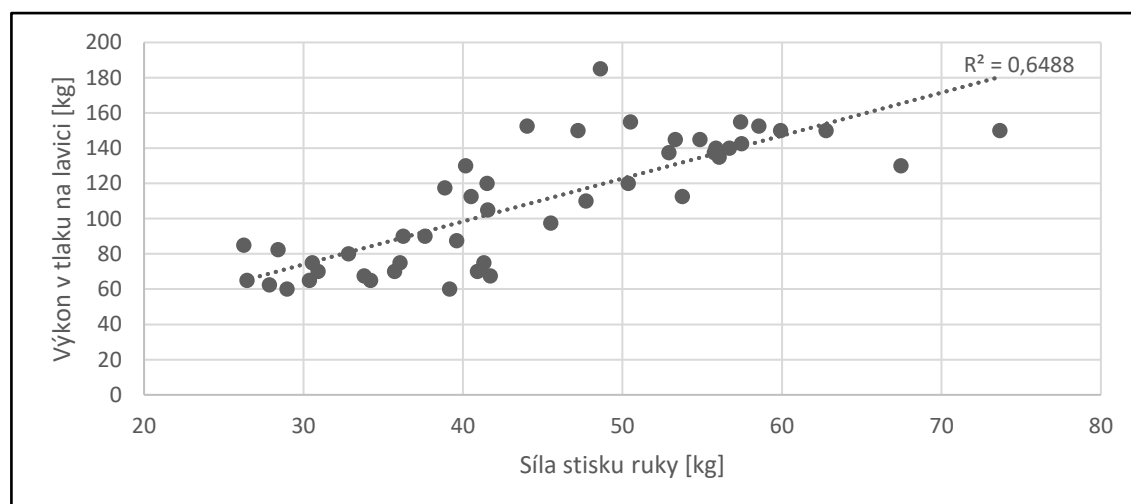
	Průměr ± SD	Korelace s tlakem na lavici	Korelace s dřepem	Korelace s mrtvým tahem	Korelace s GL pointy	Kritická hodnota $p < 0,05$
Muži (n=27)	52,32 ± 8,38	0,421*	0,122	-0,017	0,104	0,3961
Ženy (n=20)	33,94 ± 4,96	0,139	0,377	0,754**	0,499*	0,4438
Celkem (n=47)	44,50 ± 11,55	0,805**	0,691**	0,657**	0,187	0,294

Poznámka: *významné na hladině významnosti 0,05; **významné na hladině významnosti 0,01.

Na obrázku 14 je možné vidět korelaci průměrných hodnot síly stisku dominantní ruky a hodnot výkonu v disciplíně tlak na lavici. Do bodového diagramu pro korelační závislosti jsou zařazeny výkony jak skupiny mužů, tak skupiny žen. V grafickém znázornění lze vidět pozitivní korelaci. Koeficient determinace je $R^2 = 0,6488$. Statistická významnost na hladině významnosti ($p < 0,01$) v tomto případě byla prokázána.

Obrázek 14

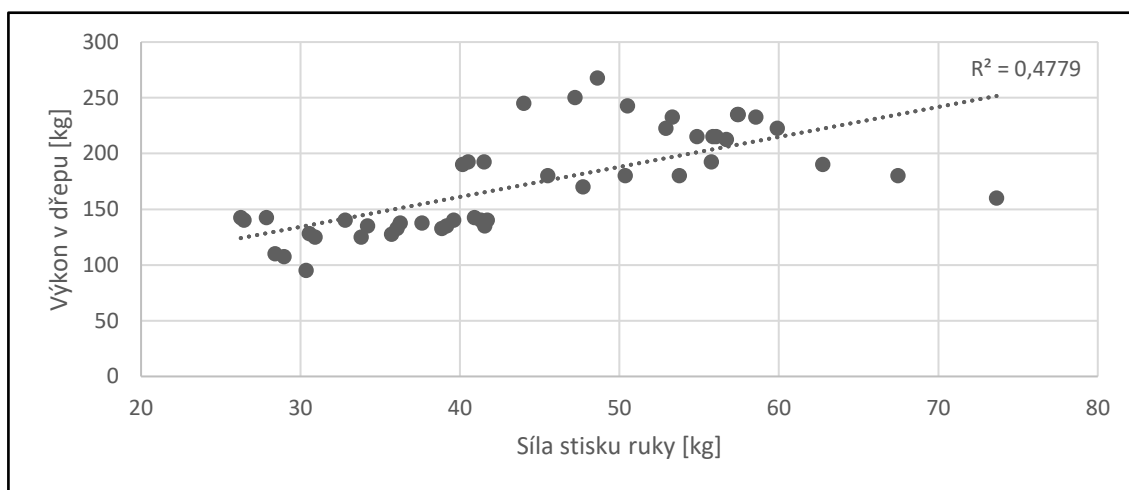
Korelace tlaku na lavici a průměrné síly stisku dominantní končetiny u mužů a žen (n=47)



Na obrázku 15 je možné vidět závislost průměrných hodnot síly stisku ruky a nejlepšího výkonu v dřepu pro skupinu mužů a žen. Dvojměrný bodový graf popisuje přímou korelační závislost. Hodnota spolehlivosti byla stanovena na $R^2=0,4779$. Statistická významnost na hladině významnosti ($p<0,01$) byla v tomto případě prokázána.

Obrázek 15

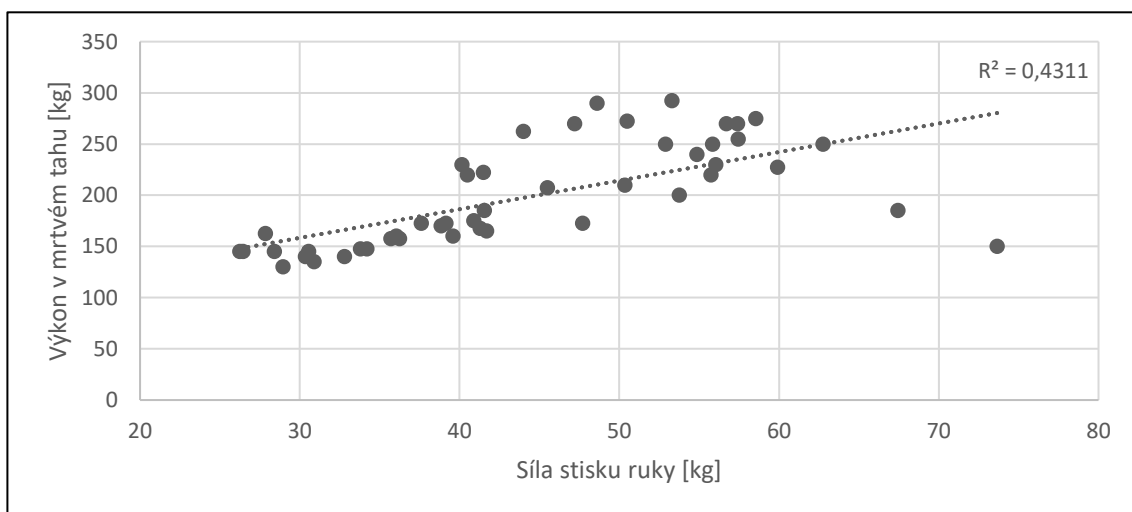
Korelace dřepu a průměrné síly stisku dominantní končetiny u mužů a žen (n=47)



Na obrázku 16 jsou znázorněny hodnoty průměrné síly stisku preferované horní končetiny a výkonem v mrtvém tahu. Bodový diagram uvádí koeficient determinace $R^2=0,4311$. Dvojměrný bodový graf popisuje přímou korelační závislost ($p<0,01$).

Obrázek 16

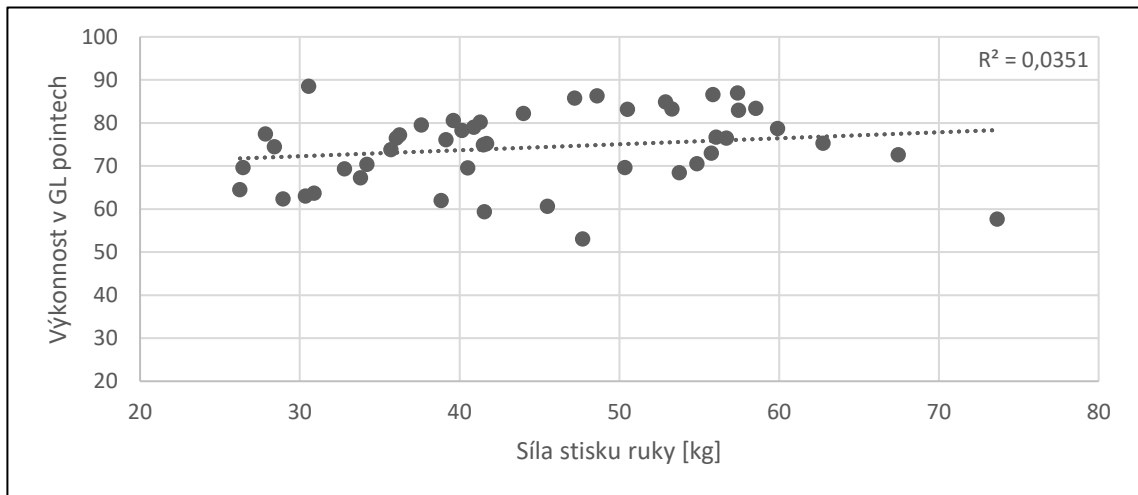
Korelace mrtvého tahu a průměrné síly stisku dominantní končetiny u mužů a žen (n=47)



Na obrázku 17 jsou popsány hodnoty průměrného stisku dominantní končetiny a GL pointů. I zde jsou zobrazeny výkony celé skupiny. Diagram vykazuje korelační závislost mezi výkonností v GL pointech a průměrnou silou stisku preferované horní končetiny. Koeficient determinace zde byl $R^2=0,0351$. Statistická významnost nebyla prokázána ($r=0,187$).

Obrázek 17

Korelace GL pointů a průměrné síly stisku dominantní končetiny u mužů a žen (n=47)

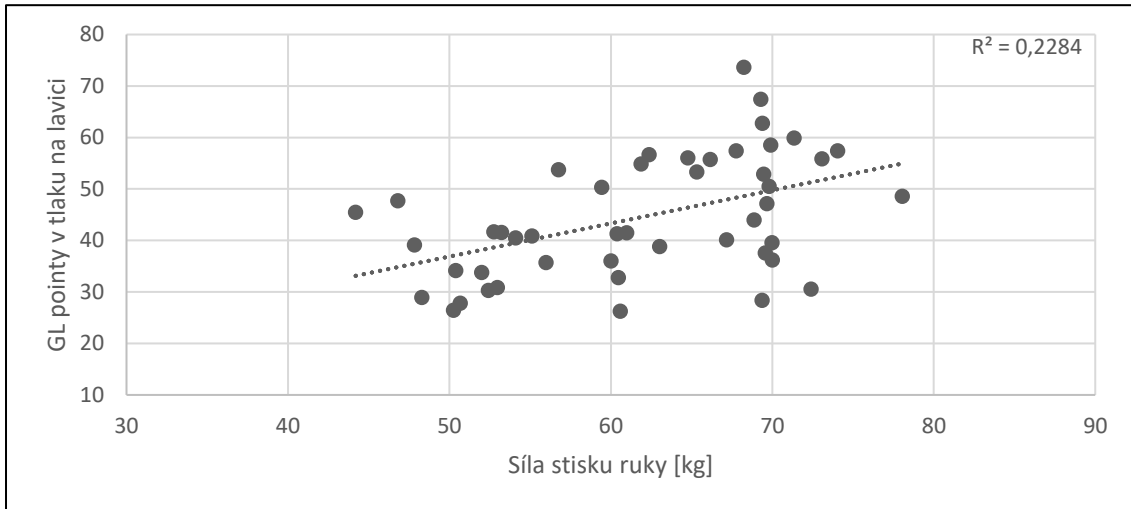


9.5 Korelace GL pointů v tlaku na lavici a průměrného stisku dominantní ruky

Na obrázku 18 jsou zobrazeny průměrné hodnoty síly stisku dominantní horní končetiny a výkonnost GL pointů v tlaku na lavici. Průměrná síla stisku byla naměřena před začátkem soutěže při vstupním testování. Hodnota byla vypočítána průměrem dvou měření ručním dynamometrem u dominantní ruky. Dvojměrný bodový graf znázorňuje hodnoty pro ženy i muže. Kritická hodnota byla pro celou skupinu respondentů 0,4779 a statistická významnost zde byla potvrzena ($p<0,01$).

Obrázek 18

Korelace GL pointů v tlaku na lavici a průměrného stisku dominantní ruky (n=47)



9.6 Korelace tělesné váhy a průměrného stisku ruky

V tabulce 11 jsou uvedeny průměrné hodnoty síly stisku horní končetiny. Průměrná síla stisku byla vyhodnocena z měření pravé i levé ruky, ze které se posléze vyhodnotil průměr. U mužů průměrná síla stisku dosahovala hodnoty $52,32 \pm 8,38$ kg, u žen to bylo $33,94 \pm 4,96$ kg. Průměrná tělesná hmotnost mužů byla $93,85 \pm 12,82$ kg a $72,29 \pm 29$ kg u žen. Maximální naměřená tělesná hmotnost u žen byla $113,3 \pm 11,20$ kg, a naopak nejnižší hmotnost $54,53 \pm 11,20$ kg. U mužů nejvyšší naměřená hmotnost byla $120 \pm 12,82$ kg, nejnižší $73,3 \pm 12,82$ kg. Statistická významnost mezi průměrnou silou stisku a tělesné váhy u mužů nebyla potvrzena ($r=0,149$). Korelace mezi průměrnou silou stisku a tělesnou hmotností žen opět nebyla potvrzena a neexistuje zde statistická významnost $r=-0,154$, zatímco pro celou skupinu je korelace mezi tělesnou hmotností a silou stisku statisticky významná ($p<0,01$).

Tabulka 11

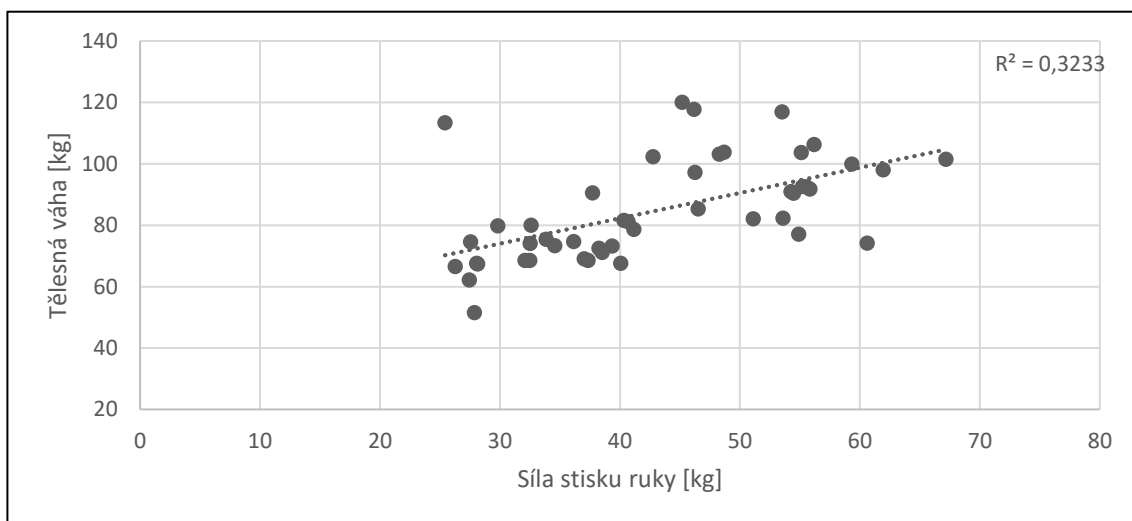
Korelace tělesné hmotnosti a síly stisku ruky pro ženy (n=20), muže (n=27) a celou skupinu (n=47)

	Tělesná hmotnost [kg]	Síla stisku [kg]	Kritická hodnota $p < 0,05$	Korelační koeficient
	Průměr ± SD	Průměr ± SD		
Muži (n=27)	93,85 ± 12,82	52,32 ± 8,38	0,3961	0,1495
Ženy (n=20)	72,29 ± 11,20	33,94 ± 4,96	0,4438	-0,1547
Celkem (n=47)	84,68 ± 16,17	44,50 ± 11,55	0,294	0,5686

Obrázek 19 popisuje závislost průměrné síly stisku a tělesné hmotnosti pro celou skupinu participantů. Bodový diagram vyznačuje kladnou závislost korelace již zmíněných parametrů. Koeficient determinace je dle výsledků testování $R^2=0,3233$. Statistická významnost ($p<0,01$) byla potvrzena.

Obrázek 19

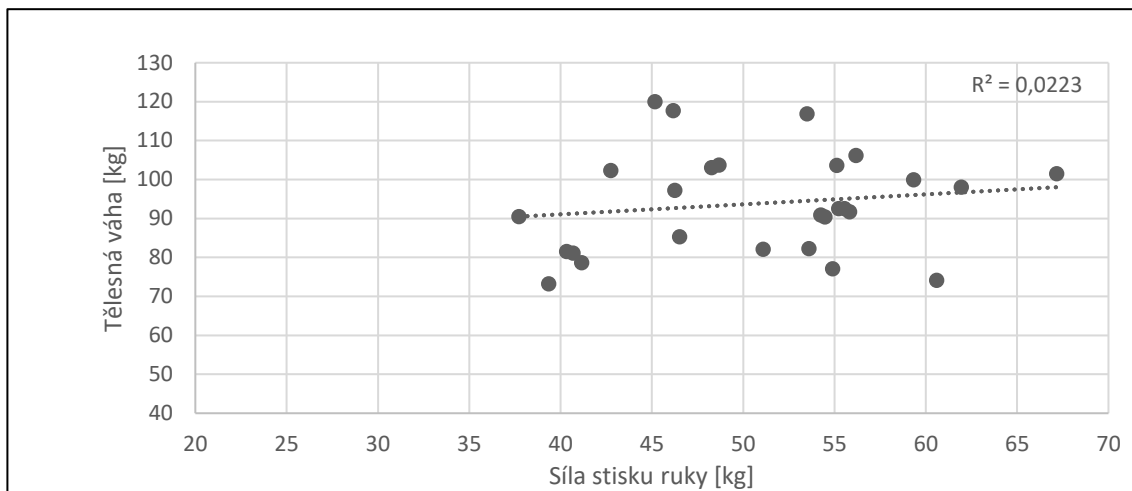
Korelace tělesné hmotnosti a průměrného stisku ruky pro celou skupinu (n=47)



Obrázek 20 popisuje korelaci tělesné hmotnosti a průměrné síly stisku u skupiny testovaných mužů. Korelace zde nebyla statisticky významná ($r=0,149$).

Obrázek 20

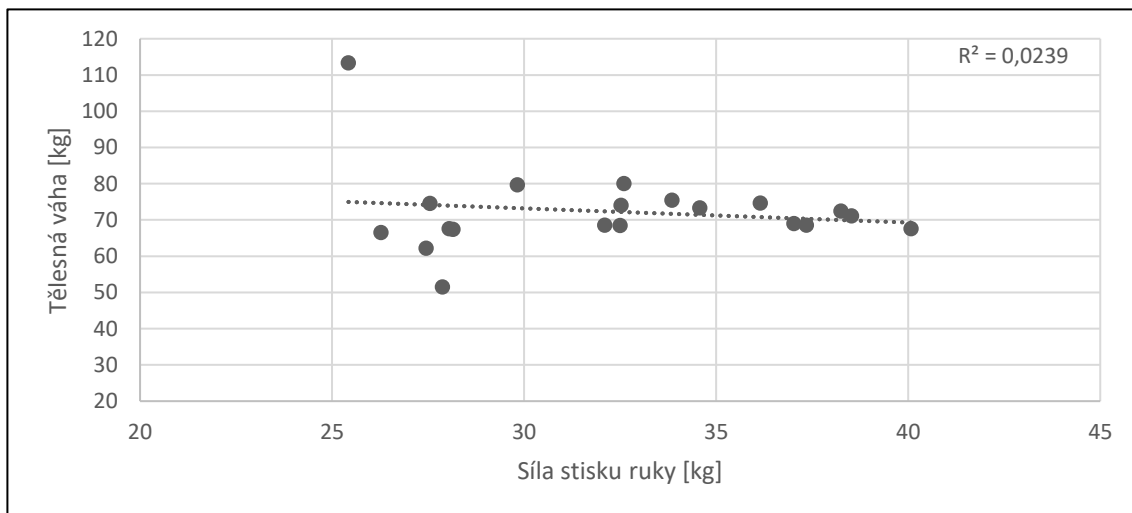
Korelace tělesné hmotnosti a průměrného stisku ruky u mužů



Obrázek 21 znázorňuje parametr tělesné hmotnosti v závislosti na velikosti síly stisku u skupiny žen. Průměrná síla stisku ruky byla naměřena před začátkem soutěže při vstupním testování. V tomto případě vyšla záporná závislost bodového diagramu, kde nebyla potvrzena statistická významnost ($r = -0,154$).

Obrázek 21

Korelace tělesné hmotnosti a průměrného stisku ruky u žen



10 Diskuse

Síla stisku horní končetiny je jedním z ukazatelů fyzického zdraví a svalové funkce (Gallup et al., 2007).

Zatímco většina předešlých studií se zabývala silou stisku u klinické populace pro zjištění aktuální i dlouhodobé fyzické zdatnosti, výzkumy týkající se testování výkonnostních či elitních sportovců jsou omezené. Účelem této bakalářské práce je určit, zdali velikost síly stisku ruky naměřená ručním dynamometrem souvisí s výkonem v mrtvém tahu v silovém trojboji a jestli sílu stisku můžeme považovat jako prediktor aktuální výkonnosti v silovém trojboji. Taktéž se práce zabývá otázkou, jaká bude křivka regenerace síly stisku ruky právě po mrtvém tahu. Výsledky bakalářské práce vykazují souvislost mezi výkonem v disciplíně mrtvý tah a silou stisku se statickou významností ($p < 0,01$) pro celou testovanou skupinu participantů. Vývoj síly stisku po maximálním výkonu v mrtvém tahu byl odlišný pro skupinu testovaných žen a mužů. Rychlost obnovy síly stisku po maximálním výkonu je u mužů rychlejší než u žen, avšak ani v jedné skupině nebyl tento rozdíl statisticky významný.

Studie Schlüssel et al. (2008) zkoumala průměrnou sílu stisku žen a mužů u běžné populace obyvatel. V této studii participovalo 1122 mužů a 1928 žen (věk ≥ 20 let) žijící v Jižní Americe. Hodnoty průměrného stisku mužů byly pro pravou a levou ruku 42,8 a 40,9 kg, pro ženy 25,3 a 24 kg. Výsledky této bakalářské práce vykazují vyšší hodnoty průměrných stisků mužů ($52,32 \pm 8,38$ kg a $49,29 \pm 7,2$ kg) i žen ($33,94 \pm 4,96$ kg a $30,68 \pm 4,22$ kg). Předpokládáme, že výsledky poukazují na faktor, že šlo o trénované respondenty a síla vyšší síla stisku zde byla předpokládána.

Dle Doskočilové (2011) rozdíl mezi silou stisku dominantní a nedominantní ruky činí zhruba 6 % ($p < 0,01$). Závěr vznikl po otestování 55 respondentů (49 označilo za svoji dominantní ruku pravou, 6 levou) ve výzkumu, který byl uskutečněn na Katedře biomechaniky Univerzity Palackého v Olomouci. Rozdílem mezi velikostmi síly stisku dominantní a nedominantní horní končetiny se také zabývala studie Gallup et al. (2007), kde činil rozdíl mezi dominantní a nedominantní rukou cca 9 %. Na základě zmíněných studií byla stanovena hypotéza 1, která předpokládá, že mezi silou stisku u dominantní a nedominantní ruky bude statisticky významný rozdíl. Naměřené průměrné hodnoty síly stisku mezi dominantní a nedominantní rukou v této práci odpovídaly rozdílu 7,03 % pro celou testovanou skupinu ($n=47$), pro skupinu mužů ($n=27$) to byl rozdíl 5,79 % a pro

skupinu žen ($n=20$) 9,61 %. Věcná významnost s malým efektem $d=0,277$ i statistická významnost ($p<0,01$) byla potvrzena. Hypotéza 1 byla potvrzena.

Studie Filingeri et al. (2013) pozorovala souvislost mezi silou stisku a maximální silou horní části těla. Síla byla testována pomocí měření maximálního jednoho opakování v tlaku na lavici. Analýza hovoří o významné souvislosti mezi silou úchopu a maximální silou horní části těla ($r=0,77$; $p=0,0007$). Výsledky studie ukázaly, že síla stisku může být spojena s individuálním silovým výkonem a můžeme ji tak považovat za prediktor silového výkonu v oblasti fitness. Suazo & DeBeliso (2021) prováděli studii zkoumající vztah mezi silou úchopu a výkonem v silovém trojboji u zkušených závodnic v powerliftingu. Výzkum byl prováděn na 31 respondentech pomocí měření síly stisku ručním dynamometrem Jamar. Síla stisku byla posléze porovnána s 1RM jednotlivými disciplínami (dřep, tlak na lavici a mrtvým tahem). V rámci této studie byly prokázány středně významné vztahy mezi silou úchopu s dřepem a mrtvým tahem ($r=0,46$; $r=0,51$), respektive se statistickou významností ($p<0,05$). Významná souvislost ($p<0,05$) byla prokázána i s výkonem v tlaku na lavici. V rámci této studie se zdá, že síla stisku má pozitivní vztah s výkonem žen v silovém trojboji. Výzkum Cronin et al. (2017) uvádí, že existuje silný lineární vztah mezi silou stisku u mužů a žen a silou v silovém trojboji (tj. dřepu, tlaku na lavici a mrtvém tahu). Vysoké korelace ($r\geq 0,97$) byly pozorovány se všemi disciplínami raw silového trojboje. Zmíněné studie sloužily jako podklad pro hypotézu H2. Výsledky této bakalářské práce se shodují s tímto výzkumem. Průměrná síla stisku horní končetiny u smíšené skupiny participantů byla $44,5 \pm 11,55$ kg. Data průměrné síly stisku souvisejí s výkonem v disciplíně mrtvý tah. Tyto výsledky potvrzují statistickou významnost ($p<0,01$). Hypotéza 2 byla potvrzena. Je však nutné zmínit, že vztah byl nalezen pro smíšenou skupinu, zvláště pro ženy, avšak nikoliv pro muže. V návaznosti na toto téma jsme se rozhodli ověřit, zda maximální síla stisku horní končetiny bude souviset i s disciplínami dřep a tlak na lavici, která byla tímto taktéž potvrzena. Parametr průměrné síly stisku horní končetiny můžeme považovat jako prediktor aktuální výkonnosti v disciplínách silového trojboje. Při porovnání GL pointů a velikosti průměrné síly stisku nebyla statistická významnost prokázána ($p=0,187$).

Tělesná hmotnost byla spojena s velikostí síly stisku u běžné populace žen i mužů (3050 testovaných dospělých respondentů). Síla stisku se zvyšovala s věkem a významně klesla po 40. a 50. letech u žen a mužů. Index tělesné hmotnosti souvisí se silou úchopu,

pouze muži s podváhou měli výrazně nižší hodnoty stisku (Schlüssel et al., 2008). Doskočilová (2011) tvrdí, že tělesná hmotnost koreluje se silou stisku dominantní i nedominantní horní končetiny ($p < 0,01$). Práce byla provedena na 55 mužských respondentech s průměrným věkem $22,4 \pm 2,2$ let, studujících na Univerzitě Palackého v Olomouci.

Síla stisku vykazuje vztah s tělesnou hmotností bez ohledu na vzdálenost stiskávaných ploch dynamometru. Dále udává průměrný korelační koeficient vztahu tělesné hmotnosti a síly stisku ruky $r = 0,56$ (Ptáčková, 2011). Zmíněné studie sloužily jako podklad pro hypotézu H3. Pro smíšenou skupinu byl prokázán vztah mezi tělesnou hmotností a silou stisku se statistickým významem ($p < 0,01$), zatímco odděleně pro skupinu žen a mužů nebyl nalezen žádný korelační vztah ($r = -0,154; 0,149$). Hypotéza 3 byla potvrzena pro celou skupinu, nikoliv zvlášť pro muže a ženy.

Rozdílná délka intervalu odpočinku ovlivňuje výkon a výsledek jakéhokoliv cvičení nebo pokusu o maximální úsilí. Na toto téma se zaměřila studie Mustaqim et al. (2021), která testovala sílu stisku patnácti univerzitních hráčů rugby. Síla úchopu byla měřena po 1RM mrtvém tahu, kde byli respondenti otestováni ve třech intervalech odpočinku (po 1., 3. a 5. minutě). Výsledky ukázaly, že síla stisku po 5. minutě intervalu odpočinku je významně vyšší ve srovnání s ostatními měřeními. Zároveň lze konstatovat, že síla stisku úchopu s pěti minutovým odpočinkem vedla ke zvýšení síly úchopu. Hodnoty stisku byly v 1. minutě $47,73 \pm 3,61$ kg, ve 3. minutě $53,07 \pm 3,17$ kg a v 5. minutě $58,00 \pm 5,06$ kg. V této bakalářské práci předpokládáme, že síla stisku bude v 1. minutě od provedení maximálního úsilí nižší než v měření před provedením mrtvého tahu. Náš předpoklad se vyplnil pouze ve skupině žen, kde velikost síly stisku ihned do 1. minuty po výkonu (u dominantní ruky $33,27 \pm 5,27$ kg, u nedominantní ruky $30 \pm 4,28$ kg) byla nižší než při vstupním měření (u dominantní ruky $33,94 \pm 4,96$ kg, u nedominantní ruky $30,68 \pm 4,22$ kg). Statistická ani věcná významnost však nebyla prokázána. Ve skupině mužů byla průměrná síla stisku dominantní a nedominantní horní končetiny do 1. minuty po výkonu ($52,83 \pm 8,48; 49,44 \pm 7,88$ kg), tyto hodnoty předčily vstupní testování ($52,32 \pm 8,38$ a $49,29 \pm 7,2$ kg). Ani v tomto případě nebyla prokázána statistická a věcná významnost. Hypotéza 4 nebyla potvrzena. U silových sportovců jsou rozdíly mezi testováním síly stisku úchopu statisticky nevýznamné, tento závěr může poukazovat na

specifickou náplň tréninku silových trojbojařů, kde je cvičení na zlepšení síly stisku ruky mnohdy zařazováno.

Dle studie Pratt et al. (2020) byl střídavý úchop při snaze o zvedání maximálních výkonů v mrtvém tahu vyhodnocen jako nejsnadnější úchop pro jakoukoliv zátěž u mužů i žen. Ženy hodnotily střídavý úchop jako nejméně obtížný ze všech variant úchopů. Výsledky této bakalářské práce se shodují s tímto výzkumem. Konkrétně se jedná o 80 % žen, které upřednostnily střídavý úchop před hook úchopem.

Největší rozdíl průměrných hodnot velikosti síly stisku u pravé a levé ruky dosáhli respondenti s hook úchopem v mrtvém tahu. Naším předpokladem bylo, že díky nulové asymetrii při hook úchopu bude rozdíl v síle stisku obou končetin nejmenší. Tento předpoklad se nepotvrdil. Vědecká otázka, zdali bude rozdíl sil pravé a levé ruky s hook úchopem menší než u respondentů soutěžící se střídavým úchopem, nebyla potvrzena. Rozdíl v hook úchopu činil $4,19 \pm 4,4$ kg a byla zde prokázána věcná významnost s malým efektem ($d=0,389$; $p<0,01$). Větší rozdíl síly úchopu v hook uchopení osy může být způsoben zatížením svalů horních končetin na pravé a levé ruce rovnovážně a nemůže tak při zdvihu osy dojít k srovnání jistých svalových dysbalancí pravé a levé končetiny. Nejmenší rozdíly ve velikosti síly pravé a levé ruky byly zaznamenány při střídavém úchopu levou nadhmatem $0,53 \pm 3,8$ kg, zde se neprokázala věcná ani statistická významnost ($d=0,040$; $p=0,637$). Drtivá většina participantů označila za svou dominantní ruku pravou (87,2 %). Předpokládáme, že tento způsob úchopu je upřednostňován i v tréninkových jednotkách. Tyto výsledky naznačují, že úchop nadhmatem vyžaduje větší stisk a rozdíl stisku mezi pravou a levou končetinou se zmenšuje.

Jsme si vědomi toho, že výsledky mohou být značně ovlivněny antropometrickými charakteristikami stavby ruky. Podle výsledků práce Ptáčkové (2011) plyne, že velikost síly stisku ruky výrazně koreluje s parametry délky dlaně, rozpětí ruky a tělesnou hmotností. Ve studii bylo zjištěno, že v závislosti na vzdálenosti stiskáných ploch roste důležitost délky prstů, především prstu prvního až třetího. Tyto faktory se podílí na úchopové funkci ruky a existuje zde významná korelace, která se zvyšuje s rostoucí vzdáleností stlačovaných ploch dynamometru. Mezi limity práce zařazujeme výběr ručního dynamometru, který nedisponuje možností změny vzdálenosti stiskáných ploch.

11 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zjištění vlivu síly stisku ruky na výkon v mrtvém tahu a porovnání rychlosti regenerace stisku ruky po maximálním výkonu v mrtvém tahu u silových trojbojařů. Studie se zúčastnilo 47 participantů, vrcholových závodníků v silovém trojboji, kteří aktivně soutěží a jsou registrováni v Českém svazu silového trojboje. Každý participant byl otestován před soutěží, ihned do 1. minuty od posledního pokusu v mrtvém tahu a následně ve 3. a 5. minutě. Testování proběhlo dvakrát na pravou a dvakrát na levou ruku. V rámci stanovení výsledků byl použit průměr z obou měření. Participantů bylo otestováno na oficiálně pořádaných závodech silového trojboje na soutěžích mistrovství Čech a Moravy, rovněž na mistrovství České republiky a na mistrovství České republiky univerzit v silovém trojboji.

Výsledky této práce poukazují na významný vztah síly stisku ruky a maximálním výkonem v mrtvém tahu. Tento vztah byl potvrzen pro celou skupinu ($p < 0,01$). Tyto výsledky naznačují, že síla stisku může být použita jako případný prediktor aktuální výkonnosti silového trojbojaře, jelikož mrtvý tah je komplexní cvik zapojující celou řadu svalových partií. Zdá se, že ruční dynamometr by mohl sloužit závodníkům a trenérům v průběhu přípravného období jako doplňující nástroj pro odhad aktuálního stupně únavy. Je však nutné zmínit, že vztah byl nalezen pro smíšenou skupinu, zvláště pro ženy, avšak nikoliv pro muže. Tento fakt musí být případně zhodnocen. Vztah byl nalezen nejen s maximálním výkonem v mrtvém tahu, ale také s maximálním výkonem v disciplíně tlak na lavici, který byl potvrzen jak pro smíšenou skupinu ($p < 0,01$), zvláště pro ženy ($p < 0,01$), a také pro muže ($p < 0,05$).

Práce se také zaměřila na vývoj síly stisku po maximálním výkonu v mrtvém tahu. Naším předpokladem bylo, že síla stisku bude nejnižší do první minuty po absolvování závodního pokusu a postupně bude narůstat až k hodnotám vstupního měření. Tento cíl byl stanoven především za účelem zjištění délky obnovy síly stisku, která by mohla ovlivnit výkon v mrtvém tahu. Pokud by obnova síly stisku nebyla dostatečně rychlá (nedošlo by k jejímu návratu před nástupem k dalšímu závodnímu pokusu), bylo by vhodné do tréninkového procesu zařadit samostatné cvičení soustředěné na sílu stisku. Náš předpoklad se však nevyplnil, jelikož rozdíl mezi vstupním měřením a měřením do první minuty po závodním pokusu nebyl u žen statisticky významný a muži dokonce předčili své vstupní měření.

Síla stisku má významný vztah s výkonem v mrtvém tahu, tento fakt byl prokázán pro smíšenou skupinu, pro ženy, avšak nikoliv zvlášť pro muže. Rychlost obnovy síly stisku po maximálním výkonu v mrtvém tahu je u mužů rychlejší než u žen. Muži zvýšili svoji sílu stisku již v první minutě po závodním pokusu, naopak u žen nedošlo k návratu síly stisku ani po pěti minutách po maximálním výkonu v mrtvém tahu. Rozdíl však nebyl statisticky významný.

Referenční seznam literatury

- Bernaciková, M., Cacek, J., Dovrtělová, L., Hrnčířiková, I., Kapounková, K., Kopřivová, J., Kumstát, M., Králová, D., Novotný, J., Pospíšil, P., Řezaninová, J., Šafář, M., & Struhár, I. (2017). *Regenerace a výživa ve sportu*. Masarykova univerzita.
- Cronin, J., Lawton, T., Harris, N., Kilding, A., & McMaster, D. (2017). A Brief review of handgrip strength and sport performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(11), 3187–3217.
- Doležel, M. (2018). *Metodika a základy silového tréninku u trojboje*. [Bakalářská práce, Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií]. Archiv závěrečných prací MUNI. <https://is.muni.cz/th/el10s/>
- Doskočilová, H. (2011). *Vliv laterální preference na sílu stisku ruky*. [Diplomová práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury]. Archiv závěrečných prací THESES. <https://theses.cz/id/yuuhxn/00121166-525772608.pdf>
- Dostálová, I. (2013). *Zdravotní tělesná výchova: ve studijních programech Fakulty tělesné kultury*. Univerzita Palackého.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., Vránová, J., & Bunc, V. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Olympia.
- Escamilla, R. F., Francisco, A. C., Fleisig, G. S., Barrentine, S. W., Welch, C. M., Kayes, A. V., & Andrews, J. R. (2000). A three-dimensional biomechanical analysis of sumo and conventional style deadlifts. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(7), 1265–1275.
- Escamilla, R. F., Francisco, A. C., Kayes, A. V., Speer, K. P., & Moorman 3rd, C. T. (2002). An electromyographic analysis of sumo and conventional style deadlifts. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(4), 682–688.
- Filingeri, D., Bianco, A., & Palma, A. (2013). Handgrip strength: a predictive indicator of upper body maximal strength? *Journal of sports medicine and physical fitness*, 4(53), 453–454.
- Firyč, M. (2013). *Příprava elitního závodníka v silovém trojboji*. [Bakalářská práce, Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií]. Archiv závěrečných prací MUNI. <https://is.muni.cz/th/sk7mp/>
- Gallup, A. C., White, D. D., & Gallup Jr, G. G. (2007). Handgrip strength predicts sexual behavior, body morphology, and aggression in male college students. *Evolution and Human Behavior*, 28(6), 423–429.
- Glassbrook, D., Helms, E., Brown, S., & Storey, A. (2017). Review of the Biomechanical Differences Between the High-Bar and Low-Bar Back-Squat. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(9), 2618–2634.
- Hackett, D. A., & Chow, C. M. (2013). The Valsalva maneuver: its effect on intra-abdominal pressure and safety issues during resistance exercise. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(8), 2338–2345.
- Haff, G. G., Triplett, T. N. (2016). *Essentials of strength training and conditioning*. Human Kinetics.
- Havlíčková, L. (1993). *Fyziologie tělesné zátěže II*. Karolinum.
- Hendl, J. (2004). *Přehled statistických metod zpracování dat. Analýza a metaanalýza dat*. Portál.

- Hošková, B., Majorová, S., & Nováková, P. (2015). *Masáž a regenerace ve sportu*. Univerzita Karlova.
- Incel, N. A., Ceceli, E., Durukan, P. B., Erdem, H. R., & Yorgancioglu, Z. R. (2002). Grip strength: effect of hand dominance. *Singapore medical journal*, 43(5), 234–237.
- Innes, E. V. (1999). Handgrip strength testing: a review of the literature. *Australian Occupational Therapy Journal*, 46(3), 120–140.
- Jadrný, J. (2009). *Trénink a regenerace v silovém trojboji*. [Bakalářská práce, Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií]. Archiv závěrečných prací MUNI. <https://is.muni.cz/th/udq69/>
- Karásková, P. (2021). *Kompenzační cvičení pro závodníky silového trojboje*. [Bakalářská práce, Univerzita Karlova v Praze]. Archiv závěrečných prací CUNI. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/127459>
- Krůta, J. (2020). *Kinetika mrtvého tahu z hlediska laterální asymetrie*. [Diplomová práce, Masarykova univerzita]. Archiv závěrečných prací MUNI. <https://is.muni.cz/th/s7kn0/>
- Kubík, L. (2018). *Svalové dysbalance v silovém trojboji*. [Bakalářská práce, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství]. Archiv závěrečných prací DSPACE. <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/79459>
- Mustaqim, S., Hafiz, E., & Hooi, L. B. (2021). Comparison of handgrip strength performance on difference rest interval after 1RM deadlift trial in varsity male rugby players. *International Journal of Health, Physical Education & Computer Science in Sports*, 89.
- Norman, K., Stobäus, N., Gonzalez, M. C., Schulzke, J. D., & Pirlich, M. (2011). Hand grip strength: outcome predictor and marker of nutritional status. *Clinical nutrition*, 30(2), 135–142.
- Pavlík, J. (1996). *Silové schopnosti člověka: antologie publikovaných zahraničních prací s komentářem*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita.
- Ploegmakers, J. J., Hepping, A. M., Geertzen, J. H., Bulstra, S. K., & Stevens, M. (2013). Grip strength is strongly associated with height, weight and gender in childhood: a cross sectional study of 2241 children and adolescents providing reference values. *Journal of physiotherapy*, 59(4), 255–261.
- Pratt, J., Hoffman, A., Grainger, A., & Ditroilo, M. (2020). Forearm electromyographic activity during the deadlift exercise is affected by grip type and sex. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 53, 102428.
- Ptáčková, V. (2011). *Síla stisku ruky — vztah mezi antropometrickými rozměry horní končetiny a vzdáleností stiskáných ploch*. [Diplomová práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury]. Archiv závěrečných prací THESES. <https://theses.cz/id/sqhnuy/>
- Rippetoe, M., & Kilgore, L. (2007). *Starting strength: basic barbell training*. 2nd ed. Aasgaard Company.
- Rokyta, R. (2000). *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. ISV.
- Shin, H., Kim, D. K., Seo, K. M., Kang, S. H., Lee, S. Y., & Son, S. (2017). Relation between respiratory muscle strength and skeletal muscle mass and hand grip strength in the healthy elderly. *Annals of rehabilitation medicine*, 41(4), 686.

- Schlüssel, M. M., dos Anjos, L. A., de Vasconcellos, M. T. L., & Kac, G. (2008). Reference values of handgrip dynamometry of healthy adults: a population-based study. *Clinical nutrition*, 27(4), 601–607.
- Schoffstall, J. E., Morrison, S., Boswell, B., & Kozlik, B. (2010). Grip Strength and Powerlifting Performance. In *Southeastern Chapter of the American College of Sports Medicine Regional Conference*.
- Sláma, M. (2018). *Biomechanická analýza mrtvého tahu*. [Bakalářská práce, Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií]. Archiv závěrečných prací MUNI. <https://is.muni.cz/th/pdncn/>
- Suazo, N., & DeBeliso, M. (2021). The relationship between powerlifting performance and hand grip strength among female athletes. *Turkish Journal of Kinesiology*, 7(4), 112–122.
- Štěpánek, M. (2018). *Silový trojboj pro začátečníky*. [Bakalářská práce, Univerzita Karlova v Praze]. Archiv závěrečných prací CUNI. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/98922>
- Tichý, M. (2017). *Funkční diagnostika pohybového aparátu*. Triton.
- Zeman, J. (2013). *Vliv správného protahování na výkonnost, kloubní rozsah a prevenci svalového přetížení hráče amerického fotbalu*. [Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta]. Archiv závěrečných prací THESES. <https://theses.cz/id/mpio54/>

Internetové zdroje

Český svaz silového trojboje (2021). Přístup dne 12.02.2021, z

<https://www.powerlifting-csst.cz/cze/index.html>

European Powerlifting Federation (2022). Přístup dne 16.02.2022, z

<https://www.europowerlifting.org/>

International Powerlifting Federation (2022). Přístup dne 16.02.2022, z

<https://www.powerlifting.sport/>

Kalist Dynamometr Kern MAP 130K1— měřič síly ruky pro sportovce [cit. 2022-09-06]

Dostupné z: <https://www.kalist.cz/p/dynamometr-kern-map-80k1-meric-sily-ruky>

Vašík, R. (2020). *Jak dlouhé přestávky v silovém tréninku?* Dostupné z:

<https://ironwarriors.cz/jak-dlouhe-prestavky-v-silovem-treninku/>

Vašík, R. (2016). *Silový trojboj bez vybavení vs. S vybavením.* Dostupné

z: <http://ironwarriors.cz/2017/07/02/silovy-trojboj-bez-vybaveni-vs-vybavenim/>

Seznam použitých zkratk

1RM – opakovací maximum

ČSST – Český svaz silového trojboje

CNS – centrální nervový systém

EPF – European Powerlifting Federation

HK – horní končetina

IPF – International Powerlifting Federation

m. – musculus

MJ – motorická jednotka

VM – Valsalvův manévr

Seznam použitých obrázků a tabulek

Tabulka 1 Váhové kategorie muži.....	9
Tabulka 2 Váhové kategorie ženy	10
Tabulka 3 Síla stisku dominantní a nedominantní ruky při vstupním měření a v 1., 3. a v 5. minutě po maximálním výkonu v mrtvém tahu ve skupině mužů a žen.....	41
Tabulka 4 Síla stisku dominantní a nedominantní ruky při vstupním měření a v 1., 3. a v 5. minutě po maximálním výkonu v mrtvém tahu ve skupině žen	42
Tabulka 5 Síla stisku dominantní a nedominantní ruky při vstupním měření a v 1., 3. a v 5. minutě po maximálním výkonu v mrtvém tahu ve skupině mužů	43
Tabulka 6 Síla stisku pravé a levé ruky u mužů a žen v závislosti na způsobu úchopu osy v mrtvém tahu	44
Tabulka 7 Rozdíl síly stisku rukou u mužů a žen v závislosti na způsobu úchopu osy v mrtvém tahu	44
Tabulka 8 Průměrné síly stisku horní končetiny před a po maximálním výkonu v mrtvém tahu ve skupině žen a ve skupině mužů	46
Tabulka 9 Vývoj průměrné síly stisku před a po maximálním výkonu v mrtvém tahu ve skupině žen a mužů	46
Tabulka 10 Korelace síly stisku dominantní ruky a výkonu v tlaku na lavici, dřepu, mrtvého tahu a GL pointy	51
Tabulka 11 Korelace tělesné hmotnosti a síly stisku ruky pro ženy, muže a celou skupinu	55

Obrázek 1 Low bar, High bar.....	13
Obrázek 2 Předstartovní pozice v mrtvém tahu	17
Obrázek 3 Úchop nadhmatem, střídavý, podhmatem, hook úchop	18
Obrázek 4 Fáze provedení mrtvého tahu	19
Obrázek 5 Pozice pro měření ručním dynamometrem z boku a zepředu.....	36
Obrázek 6 Dynamometr Kern Map 130K1.....	37
Obrázek 7 Dominance horní končetiny ve zkoumané skupině žen a mužů	39
Obrázek 8 Způsoby úchopu osy při mrtvém tahu u žen	39
Obrázek 9 Způsoby úchopu osy při mrtvém tahu u mužů.....	40
Obrázek 10 Vývoj průměrných hodnot síly stisku dominantní ruky ve skupině žen.....	47
Obrázek 11 Vývoj průměrných hodnot síly stisku nedominantní ruky ve skupině žen..	48
Obrázek 12 Vývoj průměrných hodnot síly stisku domiantní ruky mezi tesováním 1-4 u mužů	49
Obrázek 13 Vývoj průměrných hodnot síly stisku nedominantní ruky mezi testováním 1-4 u mužů	50
Obrázek 14 Korelace tlaku na lavici a průměrné síly stisku dominantní končetiny u mužů a žen.....	51
Obrázek 15 Korelace dřepu a průměrné síly stisku dominantní končetiny u mužů a žen	52
Obrázek 16 Korelace mrtvého tahu a průměrné síly stisku dominantní končetiny u mužů a žen.....	52
Obrázek 17 Korelace GL pointů a průměrné síly stisku dominantní končetiny u mužů a žen	53
Obrázek 18 Korelace GL pointů v tlaku na lavici a průměrné síly stisku dominantní ruky	54
Obrázek 19 Korelace tělesné hmotnosti a průměrné síly stisku ruky	55
Obrázek 20 Korelace tělesné hmotnosti a průměrné síly stisku ruky u mužů	56
Obrázek 21 Korelace tělesné hmotnosti a průměrné síly stisku ruky u žen.....	56