

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Diplomová práce

**SROVNÁVACÍ STUDIE PREDIKČNÍCH ROVNIC PRO VÝPOČET
HODNOTY 1- RM U DŘEPU A MRTVÉHO TAHU**

Vedoucí práce:

Mgr. Josef Fedák

Zpracoval:

Jiří Radovnický, Bc.

PRAHA 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně a uvedl veškeré literární prameny, které byly během této práce použity. Zároveň souhlasím se zveřejnění této práce jak v tištěné, tak v elektronické podobě.

V Praze dne

.....

Jiří Radovnický, Bc.

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Mgr. Josefu Fedákovi za jeho odborné vedení a čas, který mi věnoval při tvorbě diplomové práce. Dále bych rád poděkoval PhDr. Miroslavu Petrovi, Ph.D. za mnoho podnětných informací týkajících se zvolené problematiky a za pomoc při dohledávání odborných studií.

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

ABSTRAKT

Název práce:

Srovnávací studie predikčních rovnic pro výpočet hodnoty 1-RM u dřepu a mrtvého tahu

Cíl práce:

Na základě komparace získaných dat s predikčními rovnicemi vyhodnotit nejpřesnější rovnici pro výpočet 1- RM v dřepu a mrtvém tahu.

Výzkumný soubor:

Výzkumný soubor tvoří 30 profesionálních vojáků AČR. Jedná se o muže ve věku 20- 40 let se zdravotní klasifikací A.

Použité metody:

Komparační metoda s využitím experimentálního testování.

Výsledky:

Vzájemnou komparací dat jsme zjistili, že nejpřesnější predikční rovnice pro výpočet 1- RM v dřepu a mrtvém tahu je od autorů O'Conner et al. Dřep byl predikován s hodnotou korelačního koeficientu $r= 0,975$ a mrtvý tah s hodnotou $r= 0,951$.

Klíčová slova:

dřep, mrtvý tah, 1- RM, predikční rovnice, korelační koeficient.

ABSTRACT

Titel:

The comparative study of predication equations for value calculation 1-RM at the squat and the dead lift.

Aim:

To evaluate the most exact equation for the calculation 1-RM on the basis of comparison of extracted data with predication equations at the squat and the dead lift.

Research complex:

The research complex is created by the soldiers of Army of Czech Republic. They are the men at the age from 20 to 40 with health classification A.

Used methods:

The comparative method with the using of experimental testing.

Results:

By the mutual comparison of data we have found out, that the most exact predication equation for the calculation 1-RM in a squat or in a dead lift is from the authors O'Conner et al. Squat was predicted with correlation coefficient $r = 0.975$ and deadlift with a value of $r = 0.951$.

Keywords:

squat, dead lift, 1-RM, prediction equation, correlation coefficient.

OBSAH

1 ÚVOD.....	10
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	11
2.1 Rešerše literatury	11
2.2 Tělesný pohyb a jeho funkce v životě člověka.....	14
2.3 Jak tělo funguje.....	15
2.3.1 Páteř	15
2.3.2 Vadné držení těla a svalová nerovnováha.....	15
2.3.3 Rotátory a vzpřimovače	16
2.3.4 Přejchod páteře a pánve	16
2.3.5 Krční páteř a horní část hrudníku	17
2.4 Kosterní svalstvo.....	18
2.4.1 Charakteristika kosterního svalstva	18
2.4.2 Typy svalových vláken	20
2.4.3 Svaly tonické a fázičné	22
2.5 Zátěžové parametry silového tréninku.....	24
2.5.1 Počet opakování a velikost odporu	24
2.5.2 Rychlost a tempo kontrakcí	25
2.5.3 Počet sérií.....	26
2.5.4 Interval odpočinku	27
2.6 Dřep a jeho vliv na organismus	28
2.7 Mrtvý tah a jeho vliv na organismus	30
2.8 Determinanty silového výkonu	31
2.9 Silové schopnosti ve vztahu k AČR	32
2.10 Kvantitativní výzkum	33

3 CÍL, ÚKOLY PRÁCE A HYPOTÉZY	34
3.1 Cíl práce	34
3.2 Výzkumné otázky	34
3.3 Úkoly práce.....	34
3.4 Hypotézy.....	34
3.5 Omezení a vymezení studie	35
4 METODIKA PRÁCE	36
4.1 Popis použitého zařízení a jeho využití	36
4.1.1 Činky a kotouče	36
4.1.2 Osobní digitální váha	38
4.1.3 Další příslušenství.....	39
4.2 Popis testovaného souboru.....	39
4.3 Použité metody	40
4.3.1 Způsob a postup testování.....	41
4.4 Sběr dat	43
4.5 Analýza dat	44
5 VÝSLEDKY	46
5.1 VÚ 7214 Čáslav- 21. základna taktického letectva	46
5.2 VÚ 2395 Pardubice- 141. zásobovací prapor	48
5.3 VZ 8297 Praha- VO při FTVS UK.....	49
5.4 VÚ 7214 Čáslav, VÚ 2395 Pardubice, VZ 8297 Praha.....	51
6 DISKUSE.....	55
7 ZÁVĚRY	58
SEZNAM LITERATURY	60
SEZNAM VYOBRAZENÍ.....	63
PŘÍLOHY	65

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AČR	- Armáda České republiky
1- RM	- 1 repetition maximum (1 opakovací maximum)
TUT	- time under tension (doba trvání svalového napětí)
CNS	- centrální nervová soustava
KC	- kompenzační cvičení
typ I., SO	- typ první, slow oxidative
typ II. A, FOG	- typ druhý A, fast oxidative and glycolitic
typ II. B, FG	- typ druhý B, fast glycolitic
STV	- služební tělesná výchova
IPF	- International Powerlifting Federation
DNA	- deoxyribonukleová kyselina

1 ÚVOD

Charles Poliquin tvrdí, že k dosažení optimálního nastavení tréninkové zátěže nevede jen jedna cesta. A to je jeden z důvodů, proč je silový trénink uměním a zároveň vědou. Je zapotřebí pozoruhodných znalostí a zkušeností, abychom byli schopni sestavit ten nejvhodnější tréninkový plán. V současné době stále stoupá obliba a zájem široké veřejnosti o fitness a další sportovní aktivity. Jedním z důvodů proč dochází k vzestupu zájmu muže být stále se zvyšující výskyt civilizačních chorob, které zužují lidstvo několik posledních desetiletí. Lidský pohyb i vzájemný pohyb lidských segmentů patří mezi základní projevy života. Pohybové schopnosti má člověk zakódované v genech, poněvadž se vyvíjely během evoluce po dobu mnoha miliónů let. V současné době se velmi často setkáváme s termínem hypokineze (nedostatek pohybu). Náš současný životní styl nás přivádí do konfliktu s vrozenou dispozicí k pohybu. Většinu pracovní doby, případně školního vyučování dokonce i volného času trávíme vsedě, případně vstoje, což se výrazně podepisuje na naši omezenou svalovou činnost a může se projevovat v podobě obezity. Mezi další související onemocnění bych uvedl ischemickou chorobu srdeční, diabetes melitus, vzestup onemocněných astmatem či alergií. Do civilizačních chorob zařazujeme i obyčejné bolesti zad, hlavy, ochablost svalů a řídnutí kostí.

Problematiku predikčních rovnic pro výpočet hodnoty 1- RM zmiňují ve své knize Funkční silový trénink autoři Petr a Šťastný a já se pokusím toto téma rozpracovat hlouběji. K tomuto tématu mě přivedl osobní zájem o silové sporty. Několik let jsem závodil v silovém trojboji a dodnes zůstávám věrný silovému tréninku. Úkolem práce je také poukázat na prospěšný vliv rozvoje silových schopností na lidský organismus.

V diplomové práci se věnujeme predikčním rovnicím, které slouží k výpočtu jednoho opakovacího maxima (dále jen 1- RM) a porovnáváme jejich přesnost vzhledem k reálnému maximu- překonanému odporu. Velikost odporu, počet opakování, rychlost kontrakce a doba odpočinku jsou základní zátěžové parametry silového tréninku. Proto se pokusíme přiblížit problematiku 1- RM. Pro sestavení nejúčinnějšího tréninkového plánu je důležité znát své silové schopnosti, tedy i 1- RM a díky těmto znalostem docílit vysoké efektivity při silovém tréninku. Dále se pokusíme pomocí statistického zpracování získaných dat vyhodnotit nejpřesnější predikční rovnici, kterou lze následně použít i v tréninkové praxi.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

2.1 Rešerše literatury

Literatura, která je využita pro tvorbu diplomové práce, je z nejrůznějších vědních oborů. Jednotlivé vědní obory jsme rozčlenili do sekcí. Hlavními zastupiteli jednotlivých sekcí jsou:

společensko- vědní sekce,

sportovní sekce,

vědecké studie,

biomedicínská sekce,

metodologická sekce.

Hlavní zastoupení ve společensko- vědní sekci má kniha *Výkon a trénink ve sportu* (Dovalil a kol., 2002), kde se autoři pokusili syntetizovat pohledy různých vědních oborů na současný sportovní trénink.

Ve sportovní sekci jsme využívali knihu *Funkční silový trénink* (Petr, Šťastný, 2012). Autoři v této knize nepřinášejí univerzální návod na skvěle fungující trénink, nýbrž se snaží rozšířit obzory čtenářům a donutit je přemýšlet o souvislostech, o kterých doposud možná ani nepřemýšleli. Svoji knihou chtějí přispět ke zvýšení efektivity tréninkové přípravy. Osobně považuji tuto knihu za nejlepší z celé široké nabídky. Obsáhlým zdrojem informací jsou *Sportovní geny* (Grasgruber, Cacek, 2008). Autoři rozdělují knihu na tři základní části, kde se věnují antropometrii a fyziologii sportů, sportu ve vztahu k lidské rase a v poslední části se věnují problematice sportovního dopingu. Dalším zdrojem je kniha s názvem *Tvarování Těla* (Tlapák, 2007). Název knihy zdánlivě preferuje tvarování postavy, přesto že většina obsahu zdůrazňuje zdravotní hledisko cvičení. Kniha se vydává od roku 1999 a stává se učebnicí i příručkou pro široké spektrum čtenářů. Pro potřeby posilovacích cvičení jsme využili *Velkou knihu posilování* (Stoppani, 2008). Při hledání moderních cvičebních metod s kompenzačním účinkem jsem využil *Pilates & jóga pro sportovce* (Blahušová, 2008).

Vědecké studie se skládají z originálních článků v anglickém jazyce zabývajících se problematikou 1- RM a silového testování. Jako například *Validation of the Brzycki equation for the estimation of 1- RM in the bench press* (Matheus Amarante do

Nascimento et al., 2007). V této studii vědci zkoumali platnost Brzyckého rovnice pro 1- RM v bench pressu. Studie dokazuje vysokou závislost mezi reálným 1- RM a 1- RM odhadnutým pomocí Brzyckého rovnice s $r = 0,99$. Na základě této studie budeme dokládat, proč se tato rovnice nestala nejpřesnější i v našem testování. Dále pak studie *The accuracy of prediction equations for estimating 1- RM performance in the bench press, squat and deadlift* (Dale A. LeSuer et al., 1997). Tato studie se stala inspirací pro náš výzkum. Zredukovali jsme predikční rovnice ze 7 na 4 a z testovaných cviků jsme vyřadili bench press. Statistické zhodnocení a interpretaci výsledků jsme prováděli po vzoru této studie. Další použitou studií je *Does a regression equation to predict maximal strength in untrained lifters remain valid when the subjects are technique trained?* (Ben R. Abadie et al., 1999). Velmi zajímavá studie, ve které se testovaly dvě skupiny, a bylo prokázáno, že trénink techniky nemá vliv na přesnější predikci 1- RM. Ba naopak kontrolní skupina, která po dobu 2 týdnů netrénovala, dosáhla vyššího korelačního koeficientu než skupina experimentální, která byla podrobena 4 tréninkům správné techniky. Tato studie *Prediction of one repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry* (Jeff M. Reynolds et al., 2006) porovnává lineární závislost mezi 1- RM a vícenásobným opakováním (10- RM). Dále studie poukazuje na to, že by pro odhad 1- RM neměla být použita více jak 10- RM vícenásobná opakování. Předposlední použitá studie *Prediction of one repetition maximum (1- RM) strength from a 4-6 RM and a 7-10 RM submaximal strength test in healthy young adult males* (Dohoney P. et al., 2002). V této studii bylo otestováno 34 mužů s cílem zjistit, zdali je pro predikci 1- RM vhodnější pásmo 4-6 opakování, případně pásmo 7-10 opakování. V závěru bylo dokázáno, že pásmo 4-6 opakování dokáže přesněji predikovat 1- RM. Poslední použitou studií je *Physiologic responses to heavy- resistance exercise with very short rest periods* (Kraemer W. J. et al., 1987). V této studii autoři zkoumají fyziologickou odezvu organismu na těžký odpor s velmi krátkou přestávkou mezi sériemi. Studie byla prováděna na dvou skupinách- první skupinu tvořili kulturisté (n=9) a druhou vzpěrači (n=8). Bylo prokázáno, že u všech vzpěračů (100%) se dostavily nepříjemné pocity, závratě a nevolnost po skončení testování, kdežto jen (11,1%) kulturistů vykazovalo shodné příznaky. Díky této studii můžeme dokládat problematiku intervalu odpočinku.

Z biomedicínké sekce bychom uvedli *Funkční diagnostika pohybového aparátu* (Tichý, 2000), která podává mnoho informací o lidském těle a o pohybech

vykonávaných jednotlivými částmi lidského těla. *Kineziologie pro klinickou praxi* (Véle, 1997) seznamuje čtenáře se základními kineziologickými poznatky a se způsobem jejich aplikace do praktické činnosti při vyšetřování funkcí pohybové soustavy. Dále se zaměřuje na zjišťování tzv. funkčních poruch, při kterých je výsledek objektivních vyšetřovacích metod normální, a přesto je přítomna porucha hybnosti. *Kompenzační cvičení uvolňovací- posilovací- protahovací* (Bursová, 2005) je publikace, která předkládá všem kondičním, výkonnostním i vrcholovým sportovcům více než devadesát vhodných kompenzačních cvičení s využitím vlastní váhy těla i dostupných cvičebních pomůcek jako jsou posilovací guma, gymnastický míč a overball. Jedním ze skvělých pomocníků je zahraniční kniha *Strenght training anatomy, II. ed.* (Delavier, 2005). Kniha je rozčleněna na jednotlivé svalové partie a slouží jako jeden velký anatomický průvodce těmito partiemi při posilování. Velmi podobnou knihou je *Stretching anatomy* (Nelson, Kokkonen, 2007), taktéž zahraniční publikace, která je rozčleněna na jednotlivé svalové partie a slouží jako anatomický průvodce při protahovacím cvičení. Jednou z posledních využitých knih je *Cvičení k obnovení a udržení svalové rovnováhy* (Kabelíková, Vávrová, 1997). V knize najdeme spoustu popsaných a vysvětlených cviků, které předcházejí vzniku svalových dysbalancí. Knihu *Biologie člověka* (Novotný, 2003), která slouží jako učebnice pro gymnázia, jsme využili jako zdroj přehledných obrázků. Jediným internetovým zdrojem, který jsme ve své práci využili, jsou stránky *Katedra anatomie a biomechaniky FTVS UK* (Tlapák, 2004), které slouží studentům jako internetová učebnice.

V metodologické sekci jsme hledali správnou strukturu a formu práce. Informovali jsme se a vybírali metody, které využijeme v naší práci. Používali jsme knihu *Úvod do kvalitativního výzkumu* (Hendl, 1999), knihu *Kvalitativní výzkum* (Hendl, 2005) a knihu *Úspěšný návrh výzkumu* (Punch, 2008). Tato kniha se zabývá jak kvantitativním, tak kvalitativním přístupem k empirickému výzkumu v sociálních vědách. Jedná se o nezbytnou knihu pro každého, kdo se chystá začít vytvářet vlastní výzkum, jelikož úspěšný výzkum vyžaduje efektivní a důkladnou přípravu. Poslední knihou z metodologické sekce jsou *Základy kvantitativního šetření* (Punch, 2008), které ukazují logiku šetření a nabízejí praktické rady všem, kteří se na takové šetření připravují v rámci svého projektu, bakalářské, diplomové či disertační práce. Hlavní látku knihy tvoří kvantitativní šetření týkající se vztahu proměnných.

2.2 Tělesný pohyb a jeho funkce v životě člověka

Tělesný pohyb bývá nejčastěji definován jako změna místa nebo změna polohy celého těla způsobená vlastními silami. Pohyb je jedním ze základních projevů života člověka, díky kterému jsme schopni vlastní existence. Proto by měl být tělesný pohyb nedílnou součástí života každého z nás, neměl by být opomíjen, případně dokonce vynecháván.

Optimálním pohybem vykonaným podpůrně pohybovým aparátem podněcujeme přes nervový a hormonální systém celý organismus k výraznější látkové přeměně, podporujeme srdeční činnost (snižujeme např. klidovou tepovou frekvenci a tím srdce pracuje efektivněji), zvyšujeme dechový objem a vitální kapacitu plic, napomáháme odstraňovat toxické látky, stimulujeme produkci endorfinů v mozku, harmonizujeme vegetativní nervový systém (Bursová, 2005, s. 11).

Díky pohybovým aktivitám a skupinovým hrám jsme schopni příjemně trávit volný čas, což jedinci napomáhá k lepšímu začlenění do společnosti. Pohyb má svůj nezastupitelný fyziologický význam, při nedostatku pohybu se vždy dříve nebo později objeví jistá fyziologická patologie v podobě ochablých, případně zkrácených svalů či v jiné formě.

Jelikož je pohyb řízen centrální nervovou soustavou (dále jen CNS) a s její činností úzce souvisí, ovlivňuje psychickou stránku jedince a jeho vlastnosti jako jsou intelekt, ctízádnost, poctivost, sebedůvěra, vůle a další (Bursová, 2005, s. 11). Vzájemné ovlivňování psychických a tělesných vlastností v úzké souvislosti s tělesným pohybem je nám již znám z historického vývoje společnosti. Například z řeckého systému kalokagathia, kdy se kladl velký důraz na harmonický rozvoj fyzických a psychických vlastností jedince. O tom, že tělesný pohyb pozitivně působí na funkčnost lidského organismu, nemůže být sporu. Mnohé vědecké studie prokázaly, že díky optimálně udržované hladině tělesného pohybu (zdatnosti) lze pozitivně ovlivňovat nezvratný proces stárnutí. I přes pozitivní výsledky studií se dnes nacházíme v době tzv. sedící populace, která je důsledkem současného životního stylu. Termín sedící populace úzce souvisí s civilizačními chorobami, jako jsou obezita, cukrovka, alergie, poruchy správného držení těla a dalšími. Většinu z těchto chorob způsobuje nedostatečný pohyb, sedavé zaměstnání, pasivní koníčky jako televize, počítače, internet, přejídání se a další.

2.3 Jak tělo funguje

2.3.1 Páteř

Aby byl člověk schopný silově působit na okolí, musí se v lidském těle přeměnit chemická energie na mechanickou. Působení mechanické energie je zprostředkováno za pomoci svalů, vaziva, kloubů, kostí a dalších částí pohybového systému lidského těla.

Autor (Tlapák, 2007, s. 12) popisuje základní funkci páteře:

„Nezastupitelnou funkci pevného a pružného středového nosníku těla plní páteř, která musí zvládnout síly vyvolané staticky, i síly dynamické, včetně nárazů a kmitů vznikajících nejen při chůzi a běhu, ale dokonce způsobené např. dopady těla z výšky. Páteř jako celek je elastický, článkový a zakřivený sloupec. Je složena z jednotlivých nosných prvků- obratlů, které svazuje a zpevňuje soustava vazů zabraňujících vysunutí meziobratlových destiček. Tyto destičky (známé jako ploténky) jsou disky vazivové chrupavky a slouží jako tlumiče statického a dynamického zatížení páteře. Disky, těla obratlů, okolní vazivo a cévy páteře tvoří osmotický systém, ve kterém se při zatížení a odlehčení velmi intenzivně vyměňuje voda a ve vodě rozpustné látky (proto je pro stav páteře tak důležitý dostatek pohybu a příjem tekutin, které tuto látkovou výměnu podporují).“

Na správné funkčnosti páteře se vedle obratlů, kloubů, plotének a vaziva podíly stav svalstva. Svalový korzet zajišťuje funkční stabilitu páteře (Tlapák, 2007, s. 12).

2.3.2 Vadné držení těla a svalová nerovnováha

Naše páteř je udržována v ideální poloze díky systému svalů, vazů a kloubů. Pokud dojde k oslabení některé části z tohoto systému, vzniká porucha, kterou označujeme jako vadné držení těla. Vadné držení těla je nejčastěji způsobeno určitou svalovou nerovnováhou- svalovou dysbalancí, kdy dojde k ochabnutí fázického svalu a zkrácením (ztuhnutím) antagonistického (působícího proti) posturálního svalu, či svalové skupiny. Jedná se o vady posturální, kdy nejsme schopni udržet tělo v ideálním postavení vůči gravitačnímu poli země, vzácně však může přejít ve vadu strukturální, kterou již žádným kompenzačním cvičením (dále jen KC) nevyrovnáme. Tyto změny jsou trvalé. Vadné držení těla je nejčastěji projevem oslabeného svalového aparátu

vlivem nedostatečné až zanedbané fyzické (pohybové) činnosti. Aktivním zapojením potřebných svalových skupin lze vadné držení korigovat a navracet se tak k individuálně optimálnímu držení těla.

2.3.3 Rotátory a vzpřimovače

Za nejdůležitější svaly korzetu kolem páteře jsou považovány rotátory a vzpřimovače páteře, mezi nimiž vzniká často nerovnováha (Tlapák, 2007, s. 13). Rotátory páteře jsou poměrně krátké svaly umístěné šikmo mezi jednotlivými obratli a mají tendenci ochabovat. Ještě v době nedávné byly posilovány v takových činnostech jako sekání kosou, sekání sekerou, řezání dřeva, hrabání a přehazování trávy a sena atd. (Tlapák, 2007, s. 13). To jsou všechno rotační pohyby, které dnešní člověk často neprovádí. Vzpřimovače trupu leží podélně kolem páteře, jejich systém je velmi složitý a některé z nich se klenou přes mnoho obratlů. Jsou vinou častých a dlouhotrvajících statických poloh nadměrně zatěžovány a mají (hlavně v oblasti krku a beder) tendenci se zkracovat (Tlapák, 2007, s. 13). Jejich klidové napětí se podílí na předozadním vyklenutí páteře.

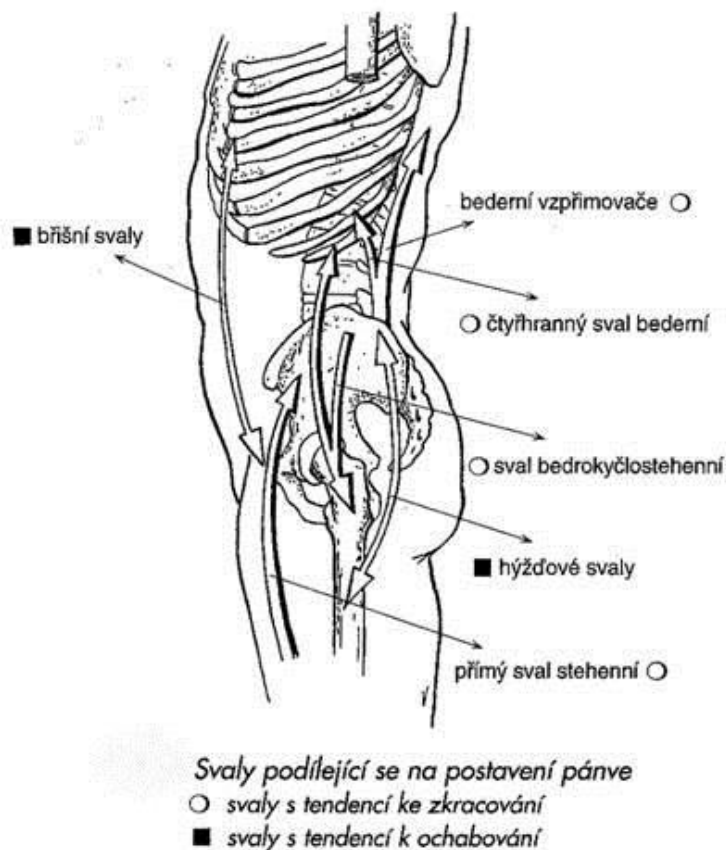
2.3.4 Přejechod páteře a pánve

Pánev je mezičlánkem mezi páteří a dolními končetinami. Je převodníkem zátěže, kde se stýkají na jedné straně síly vyvolané hmotností trupu (břemene které trup nese) a na druhé straně síly vyvolané tlakem dolních končetin na podložku. Pánev zajišťuje pevnou a stabilní, ale i mírně pružící základnu pro páteř. Je to místo mnoha začátků a úponů svalů (Tlapák, 2007, s. 14). Správné postavení pánve je mírné fyziologické vysazení horní části vpřed. Tím je vytvořena přiměřená lordóza bederní. Na správném postavení pánve se podílí v podstatě skupina čtyř svalů:

- svaly břišní a hýžd'ové- pánev podsazují a mají výraznou tendenci k ochabování,
- bederní vzpřimovače a kyčelní ohybače v případě zkrácení pánve vysazují (nadměrně naklápějí horní částí vpřed- anteverze pánve) a bederní páteř deformují do hyperlordózy.

Není-li rovnováha těchto čtyř svalů optimální, je narušeno více či méně správné držení těla v oblasti pánve. Vzniklá svalová nerovnováha se nazývá dolní zkřížený syndrom,

protože svaly s tendencí ochabovat a svaly s tendencí ke zkracování jsou umístěné proti sobě v jakémsi kříži (viz obrázek 1).



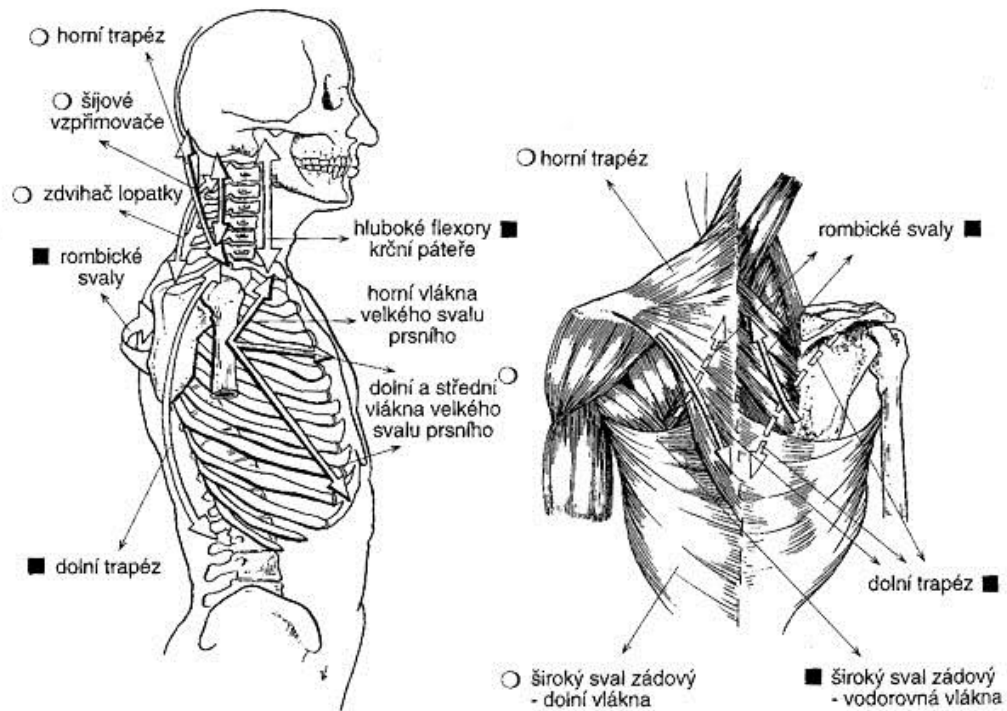
Obrázek 1- Dolní zkřížený syndrom

(Tvarování těla: Tlapák, 2007)

2.3.5 Krční páteř a horní část hrudníku

Přechod krční páteře a hlavy (atlas- lebka) tvoří hlavové klouby. Spolu se spojením prvních dvou krčních obratlů (atlasu a čepovce) představuje klíčové místo v regulaci pohybů celého osového orgánu, který se orientuje podle polohy hlavy (Véle, 1997). Tato oblast je z mechanického hlediska značně namáhána a stává se místem snížené odolnosti proti přetížení. Celá krční páteř je dále namáhána tahem svalů, které se na ni upínají. Tyto svaly vesměs začínají na lopatce a díky dnešnímu běžnému pohybovému režimu člověka (práce u počítače, u pracovního stolu, jízda v autě apod.) jsou často přetěžované. Navíc to jsou svaly úzce spojené s psychickým stavem, aktivují se např. při stresu nebo pocitu chladu. Držení těla celé této oblasti však ovlivňuje vzájemná souhra mnoha dalších níže uvedených svalů (Tlapák, 2007, s. 15). Je-li

svalová rovnováha této oblasti více či méně narušena, vzniká svalová nerovnováha zvaná horní zkřížený syndrom (viz obrázek 2). Při plně rozvinuté svalové nerovnováze vzniká typické vadné držení těla: kulatá a povolena záda, ramena stočena vpřed nebo vytažena k uším, hlava v předsunutí bradou vpřed se záklonem v krční páteři a hlavových kloubech (Tlapák, 2007, s. 16).



Svaly podílející se na držení těla v oblasti hrudníku a krční páteře

○ svaly s tendencí ke zkracování

■ svaly s tendencí k ochabování

(horní vlákna velkého svalu prsního nevykazují výrazně žádnou z uvedených tendencí)

Obrázek 2- Horní zkřížený syndrom

(Tvarování těla: Tlapák, 2007)

2.4 Kosterní svalstvo

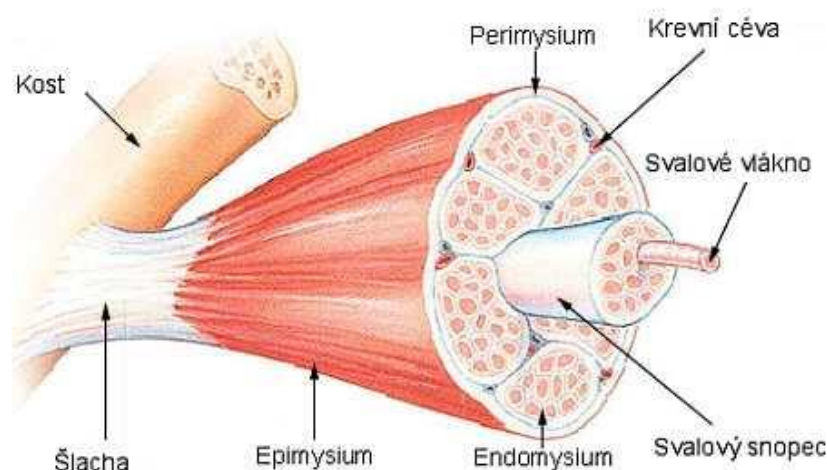
2.4.1 Charakteristika kosterního svalstva

Kosterní svalstvo je aktivním orgánem pohybové činnosti. Kostra s chrupavkami, vazy a klouby tvoří pasivní část podpůrně pohybové soustavy. Aktivní a

pasivní část tvoří jeden velký celek. Základní jednotkou kosterního svalu jsou svalová vlákna, která nejsou schopna funkce bez inervace CNS.

Pro pochopení funkce svalu není ani tak důležité, jak vypadá na povrchu, ale spíše to, jak vypadá pod mikroskopem. Základní stavební a funkční jednotkou je obvykle buňka. To ale neplatí pro kosterní svalstvo. Zde je základní strukturní jednotkou svalové vlákno (viz obrázek 3). To je vyplněno tzv. myofibrilami, což jsou pro změnu základní funkční jednotky příčně pruhovaného svalu. Svalová vlákna se potom sdružují do větších celků, které označujeme jako snopečky a snopce různých řádů. Tyto celky jsou obaleny jemnými vazivovými pouzdry a celý sval je obalen silnějším pouzdrům, které označujeme jako svalová fascie neboli svalová povázka.

Myofibrily jsou uloženy ve vazivové hmotě, kterou označujeme jako endomysium. Vždy několik myofibril je obaleno vazivovou membránou označovanou jako sarkolema. To je v podstatě popis svalového vlákna. Vlastní kontraktilní (tedy stažlivou) složku myofibril tvoří 2 bílkoviny, a to sice aktin a myozin. Aktin tvoří jemná a tenká vlákna a jedná se o nepohyblivou složku. Myozin naopak tvoří tlustá vlákna, ze kterých vybíhají hlavičky, a jedná se o samotnou pohyblivou složku. V klidu jsou do sebe tenká a tlustá vlákna zasunuta jen částečně a tím vzniká v mikroskopu pruhovaný obraz (v místech, kde jsou mezi sebe zasunuty oba druhy vláken, vidíme tmavý proužek a v místě, kde je pouze jeden druh vláken, vidíme světlý proužek). Proto se kosterní svalovinu také říká příčně pruhovaná.



Obrázek 3- Stavba svalu

(Biologie člověka: Novotný, 2003)

Autorka (Bursová, 2005, s. 16) popisuje základní vlastnost svalových vláken:

„Základní vlastností je svalová kontrakce, kdy sval reaguje na podráždění. Rozlišujeme kontrakci **izometrickou**, při které nedochází ke změně délky svalu, ale mění se svalové napětí (tonus), a kontrakci **izokinetickou**, kdy svalová vlákna nemění své napětí a buď se v průběhu pohybu prodlužují (excentrická kontrakce) nebo zkracují (koncentrická kontrakce).“

Posledním případem jsou svalové kontrakce auxotonické, při kterých dochází ke změně napětí a zároveň i ke změně délky svalových vláken.

Svaly a svalové skupiny můžeme rozdělit podle směru pohybu:

- **Agonista**- sval, který způsobuje pohyb a působí v jeho směru.
- **Antagonista**- sval, který působí proti směru pohybu a tím i proti agonistovi.
- **Synergista**- sval (svalová skupina), která působí s agonisty. Pohybu napomáhá, ale není schopen ho vykonat samostatně.
- **Fixační svaly**- umožní provést pohyb fixací potřebné polohy segmentu nebo kloubu.
- **Neutralizační svaly**- optimalizuje prováděný pohyb.

2.4.2 Typy svalových vláken

Činné svaly jsou strukturálně tvořeny svalovými vlákny, která se typologicky dělí na vlákna červená, přechodná a bílá. (Dovalil a kol., 2002, s. 47). Celkově můžeme svalová vlákna rozdělit do čtyř skupin, jelikož červená vlákna jsou dvojího typu, jak je vidět v tabulce 1. Svalová vlákna mají řadu společných znaků (především anatomických), které dovolují jejich jednotný obecný popis, ale sval je ve skutečnosti heterogenní populací vláken lišících se řadou mikroskopických, histochemických a fyziologických vlastností.

Tabulka 1- Typy svalových vláken

TYP	STRUKTURA a ZÁSOBNÍ	FUNKCE
typ I., SO (slow oxidative) pomalá červená vlákna	velmi tenká a bohatě kapilarizovaná	statické a pomalé pohyby, polohové funkce
typ II. A, FOG (fast oxidative and glycolytic) rychlá bílá vlákna	středně silná a kapilarizovaná	rychlý a silový pohyb

typ II. B, FG (fast glycolytic) rychlá červená vlákna	velmi silná a málo kapilarizovaná	maximální silový pohyb
typ III. přechodná vlákna	nediferencovaná vlákna	není známa

Pomalá červená vlákna (typ I., SO), jsou poměrně tenká, mají méně myofibril, hodně mitochondrií a přítomnost většího množství myoglobinu, který váže ve svalu kyslík, jim dodává červenou barvu. Jsou typická velkým množstvím krevních kapilár. Enzymaticky jsou červená vlákna vybavena k pomalejší kontrakci, ale jsou vhodná pro vytrvalostní činnost. Jsou ekonomičtější a vhodnější pro stavbu svalů zajišťujících spíše statické, polohové funkce a pomalý pohyb (Tlapák, 2004). Málo se unaví. Nazývají se tonická (posturální) vlákna.

Rychlá bílá vlákna (typ II. A, FOG), jsou objemnější (středně silná), mají více myofibril a méně mitochondrií. Enzymaticky jsou vybavena k rychlým kontrakcím, prováděným velkou silou, ale po krátkou dobu (Tlapák, 2004). Jsou méně ekonomická a mají jen střední množství kapilár. Hodí se pro výstavbu svalů zajišťujících rychlý pohyb prováděný velkou silou. Jsou velmi odolná proti únavě. Nazývají se fázická vlákna.

Rychlá červená vlákna (typ II. B, FG), mají velký objem, málo kapilár, nízký obsah myoglobinu a nízký obsah oxidativních enzymů. Díky silně vyvinutému sarkoplazmatickému retikulu a vysoké aktivitě Ca a Mg iontů, dochází u těchto vláken k rychlému stahu prováděnému maximální silou, ale vlákna jsou málo odolná proti únavě (Tlapák, 2004).

Přechodná vlákna představují vývojově nediferencovanou populaci vláken, která je zřejmě potenciálním zdrojem předchozích tří typů vláken.

Pokud budeme vztahovat distribuci svalových vláken v kosterním svalu rovnou na problematiku silového tréninku, setkáme se s doporučením ohledně optimálního počtu opakování i času série, která jsou vhodná u začátečníků i pro řadu pokročilých cvičenců. Ovšem postupně je vhodné je přizpůsobovat individuálním potřebám. Distribuce rychlých a pomalých vláken se totiž liší nejen mezi různými lidmi, ale i sval od svalu, a dokonce i v různých vrstvách téhož svalu: hlubší vrstvy mají běžně až o 10% více pomalých vláken než povrchové, které se kontrahují přes větší vzdálenost, a proto potřebují větší rychlost stahu (Grasgruber, Cacek, 2008, s. 110).

2.4.3 Svaly tonické a fázické

Obecně se svaly podle své funkce dělí na dva základní typy: svaly **posturální** (tonické) a svaly **fázické**. Svaly posturální jsou vesměs permanentně namáhány, protože se podílejí na udržení stability těla. Proto mají vzhledem ke stálému napětí (tonusu) tendenci k „tuhnutí“ a zkracování svalových vláken a vazivových komponentů. Mezi svaly posturální patří hlavně svalstvo zad, prsní svaly a ohybače končetin. U svalů fyzických jako jsou např. triceps, hýžd'ový sval či břišní svaly je tomu naopak. Tyto svaly většinou u nesportující populace nejsou namáhány, a tudíž mají sklony k atrofii a oslabení napětí (Grasgruber, Cacek, 2008, s. 112).

Podle Grasgrubera a Caceka (2008) nerovnováha (dysbalance) mezi silnějším zkráceným posturálním svalem a slabším ochablým fázickým vede často k vadnému držení těla, poruchám koordinace svalů a omezení rozsahu pohybu. Problematice vadného držení těla jsme se již věnovali v kapitole 2.3.2.

Svaly tonické (posturální) popisuje autorka (Hošková, 2003, s. 8) takto:

„Tyto svaly se vyznačují pomalejším průběhem stahu, jsou více protkány kapilárami, proto lépe zásobovány a tudíž méně unavitelné. Co do zastoupení svalových vláken se jedná o typ- pomalá červená vlákna (typ I., SO). Mají lepší regenerační schopnosti, ve stereotypech se rychleji zapínají, zvláště v extrémních situacích. Vlastnost, kterou nelze přehlédnout, je bohužel tendence ke klidovému zkrácení v průběhu života. Především se projevuje jako adaptační děj, který nabývá převahu nad přirozeným pohybovým chováním. Ve sportu nastává taková situace velmi často, ať již díky samotnému charakteru daného sportu, nebo nevhodnému tréninku, zejména špatnému posilování. Ke zkrácení tonických svalů dochází i u běžné populace, u níž převládá sedavý způsob života, a to již od dětského věku.“

Pro větší přehlednost uvádím tabulku 2, kde jsou sepsány nejčastěji se zkracující svaly.

Svaly fázické reagují hbitě na podněty, mají však horší cévní zásobení, a proto se rychleji unaví (viz tabulka 3). Zjišťujeme u nich i horší regenerační schopnosti, tendenci k ochabování, oslabování a dokonce i nechut' zapojovat se do svalové práce (Hošková, 2003, s. 9). Co do zastoupení svalových vláken se jedná o typ- rychlá bílá vlákna (typ II. A, FOG).

Následkem těchto adaptačních změn vznikají typické svalové dysbalance, které jsou do jisté míry konstantní a charakteristické. Mluvíme pak o syndromech (např. horní zkřížený syndrom a dolní zkřížený syndrom popsané výše), které mají i svůj klinický význam. Jsou také charakteristické pro určité skupiny lidí. Z výše uvedeného vyplývá, že svaly tonické mají tendenci ke zkrácení a měli bychom je protahovat, zatímco svaly fázičké je potřeba posilovat, aby neochabovaly. Tato jednoduchá věta je jakýmsi klíčem ke správné kompenzaci.

Tabulka 2- Tonické (posturální) svaly

Tonické (posturální) svaly
kývač (m. sternocleidomastoideus)
svaly kloněné (m. scaleni)
zdvihač lopatky (m. levator scapulae)
horní část trapézového svalu (m. trapezius)
vzpřimovače páteře - hlavně bederní a šíjové
spodní vlákna velkého svalu prsního (m. major pectoralis)
podlopatkový sval (m. supraspinatus)
spodní vlákna širokého svalu zádového (m. latissimus dorsi)
dvojhlavý sval pažní (m. biceps brachii)
čtyřhranný sval bederní (m. quadratus lumborum)
sval bedrokyčlostehenní (m. iliopsoas major)
vnější rotátory kyčle - sval hruškovitý (m. piriformis)
napínač stehenní povázky (m. tensor fasciae latae)
hamstringy
přímý sval stehenní (m. rectus femoris)
přitahovače stehna (adduktory)
lýtkové svaly (dvojhlavý a šikmý lýtkový sval)

Tabulka 3- Fázičké svaly

Fázičké svaly
rotátory páteře
vzpřimovače hrudní páteře
flexory krku
mezilopatkové s. (rombické svaly, střední a spodní vlákna trapézového s.)
přední pilovitý sval (m. serratus anterior)
horní vodorovná vlákna širokého svalu zádového (m. latissimus dorsi)
zadní část svalu deltového (m. deltoideus)
vnější rotátory paže (podhřebenový sval a malý oblý sval)
trojhlavý sval pažní (m. triceps brachii)
horní vlákna velkého svalu prsního (m. pectoralis major)
břišní svaly (přímý, šikmý vnější a vnitřní sval břišní)
hýžďové svaly (m. gluteus maximus/ medius/ minimus)
vnější a vnitřní hlava čtyřhlavého s. stehenního (m. quadriceps lateralis / medialis)
přední holenní sval (m. tibialis anterior)

2.5 Zátěžové parametry silového tréninku

K základním zátěžovým parametrům řadíme počet opakování, velikost odporu, rychlost kontrakce a dobu odpočinku. Jejich kombinace představují nezměrnou tréninkovou variabilitu a vytvářejí základní pilíře pro skladbu každého posilovacího tréninku (Petr, Šťastný, 2012, s. 41).

2.5.1 Počet opakování a velikost odporu

Mezi počtem opakování v sérii a velikostí odporu platí negativní vztah- čím vyšší je počet opakování, tím nižší musí být odpor, a naopak čím vyšší je odpor, tím nižšího počtu opakování je možné dosáhnout (Petr, Šťastný, 2012, s. 41). Vztahem mezi počtem opakování a velikostí odporu se v minulosti zabývaly desítky autorů. Bylo vytvořeno mnoho rovnic, přepočtů a tabulek. Na druhou stranu nepředpokládejte, že cesta k efektivnímu silovému tréninku spočívá v nalezení nejvhodnější predikční rovnice pro odhad vztahu mezi odporem a počtem opakování. Je bezpochyby účelné se s těmito prvky naučit pracovat coby s názornými vodítky, důležitější ale je vypěstovat si schopnost modifikovat tyto zátěžové parametry dle dalších faktorů (Petr, Šťastný, 2012, s. 42).

Nejnázornějším příkladem bude přehledná tabulka (viz tabulka 4), která přináší vztah maximálního počtu opakování, velikost odporu a doby trvání série včetně tréninkového účinku, převzato a upraveno podle Poliquina.

Tabulka 4- Vztah počtu opakování a velikosti odporu

(Petr, Šťastný, 2012)

počet opakování	% maximálního odporu	doba svalové tenze (TUT)	účinek
1	100,0	do 20 s	nárůst maximální síly; vysoký nervosvalový efekt
2	94,3		
3	90,6		
4	88,1		
5	85,6		
6	83,1	20 – 40 s	optimální kompromis pro nárůst maximální síly a hypertrofie
7	80,7		
8	78,6		
9	76,5	40 – 70 s	ideální rozmezí pro hypertrofii, které dále může vést ke zvýšení maximální síly
10	74,4		
11	72,3		
12	70,3		
13	68,8	nad 70 s	vytrvalostní síly; snížený účinek na hypertrofii svalstva
14	67,5		
15	66,2		
16	65,0		
17	63,8		
18	62,7		
19	61,6		
20	60,6		

2.5.2 Rychlost a tempo kontrakcí

Způsob provedení cviku ovlivňuje jeho výsledný efekt, neboť určuje, na co se mají zainteresované svalové skupiny adaptovat. Vedle technického provedení je nejnadhěji vizuálně kontrolovatelným aspektem rychlost pohybu. Ve sportech, kde je součástí výkonu výbušný nebo rychlý projev, jsou periodicky zařazovány posilovací cviky, u kterých dominuje snaha o rychlé či explozivní provedení. Většina cvičících však nevěnuje parametru rychlosti sebemenší pozornost (Petr, Šťastný, 2012, s. 56).

Autoři (Petr, Šťastný, 2012) tvrdí:

„Kvalitní posilovací trénink, který předchází tréninkovému stereotypu, se musí opírat o dostatečnou variabilitu. Pro tento účel jsou skvělým nástrojem obměny rychlosti cvičení. V obecné rovině neexistuje nejvhodnější rychlost při posilování, stejně jako neexistuje nejvhodnější opakovací rozmezí. Vždy je třeba zohlednit cíl tréninkové jednotky a úroveň trénovanosti cvičícího. Na konstantní rychlost se tělo velmi rychle adaptuje, podobně jako na hmotnost činky nebo zařazovaný cvik, proto i tréninkovou rychlost je důležité pravidelně

obměňovat. V souhrnu však platí, že je vhodné postupovat od pomalých kontrakcí až ke kontrakcím s maximální rychlostí.“

Zohledňovat v tréninku TUT je důležité, neboť se jedná o faktor, který zodpovídá za fyziologickou odezvu organismu. Určuje dobu svalové tenze při volném úsilí, což mj. vypovídá i o využití energetických zdrojů (Petr, Šťastný, 2012, s. 57). V tabulce 5 je uvedena doba trvání TUT ve vztahu k tréninkovému efektu. Časové hodnoty vycházejí z laboratorně ověřených fyziologických poznatků, které do praktické tabulky shrnul Charles Poliquin.

Tabulka 5- TUT a tréninkový efekt

(Petr, Šťastný, 2012)

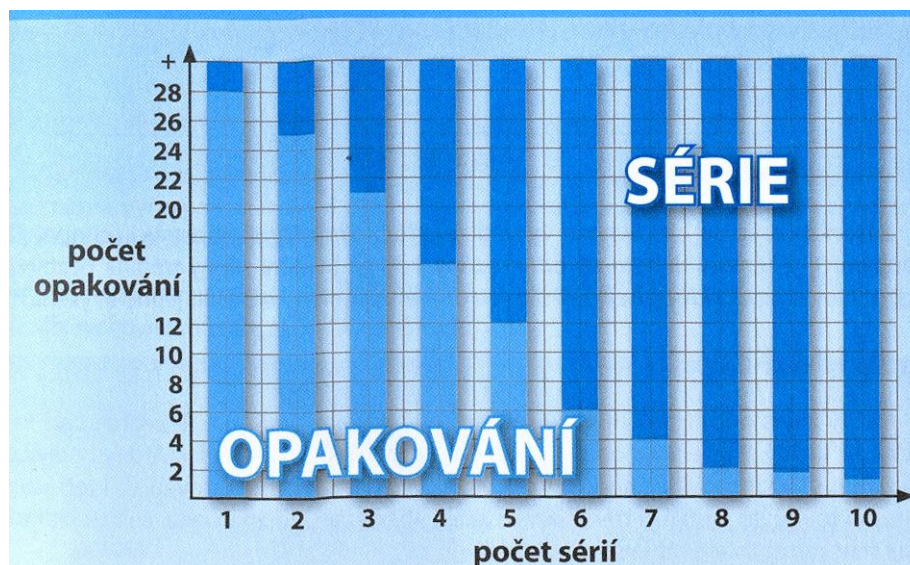
TUT [s]	efekt na zatěžované svalstvo	primární energetický zdroj
1 – 10	nejvyšší účinek na maximální sílu, silově rychlostní efekt	ATP-CP
11 – 20	maximální síla, silově rychlostní efekt, nevýznamná hypertrofie	ATP + zvyšující se podíl CP
20 – 40	hypertrofie spolu s účinkem na maximální sílu	glykogen/ATP-CP
40 – 70	maximální hypertrofie	glykogen
nad 70	silová vytrvalost, nevýznamná hypertrofie	glykogen

2.5.3 Počet sérií

Pro dosažení optimálních silových přírůstků existuje hypotetické minimální množství svalové práce, které musí být vykonáno. Mezi počtem opakování a počtem sérií platí převrácený vztah. Čím méně opakování je provedeno, tím více sérií musí být zařazeno, aby byl vyvolán dostatečný tréninkový stimul (viz tabulka 6). Jedině vyšší počet sérií tak zajistí adekvátní čas zatížení (Petr, Šťastný, 2012, s. 57).

Tabulka 6- Převrácený vztah opakování a série

(Petr, Šťastný, 2012)



Autoři (Petr, Šťastný, 2012) tvrdí:

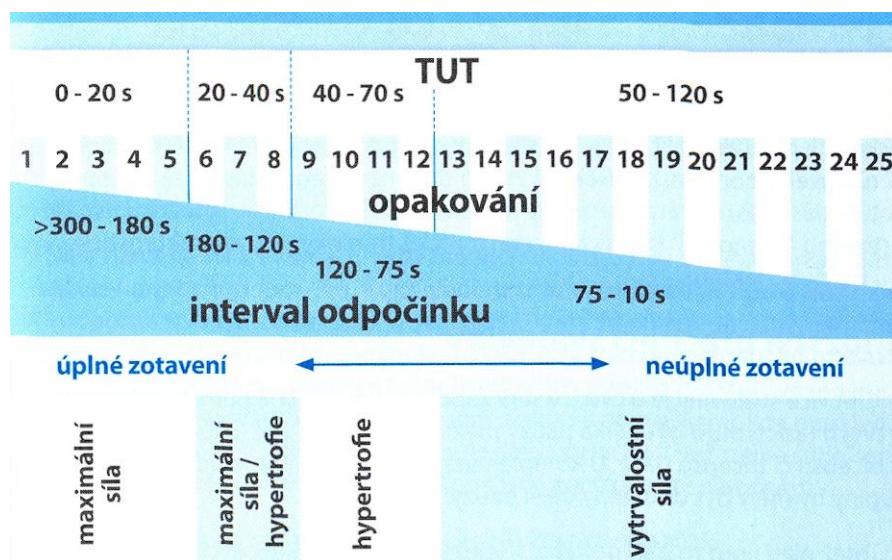
„Pokud chceme efektivně ovlivnit nervosvalovou adaptaci (rozvoj maximální síly) je nutné zařadit vyšší počet sérií (5 a více). Při nízkých počtech opakování (1-5) nastává nervová adaptace především mechanismem zvýšené rekrutace motorických jednotek. Nervový systém se v podstatě učí zapojovat svalová vlákna do pohybu. Zde je paralela s procesem učení, protože kterékoli učení vyžaduje neustálé opakování. I zde je nutné opakovat- navýšit počet sérií.“

2.5.4 Interval odpočinku

Intervalem odpočinku nazýváme pauzu mezi jednotlivými sériemi, případně cviky. Ve srovnání s velikostí odporu nebo počtem opakování není obvykle tomuto parametru věnována pozornost. Je to škoda, protože interval odpočinku významně ovlivňuje tréninkem vyvolanou fyziologickou odezvu organismu. Celá řada studií dokumentuje, že délka pauzy dramaticky modifikuje produkci laktátu a jeho přítomnost v krvi, následnou koncentraci hormonů a celkovou metabolickou odpověď (Petr, Šťastný, 2012, s. 78). Tabulka 7 přináší přehledný vztah intervalu odpočinku vzhledem k trénované silové schopnosti. Dále je v tabulce naznačeno úplné a neúplné zotavení, které nastává v průběhu odpočinku (pauzy) mezi sériemi.

Tabulka 7- Interval odpočinku a trénovaná silová schopnost

(Petr, Šťastný, 2012)



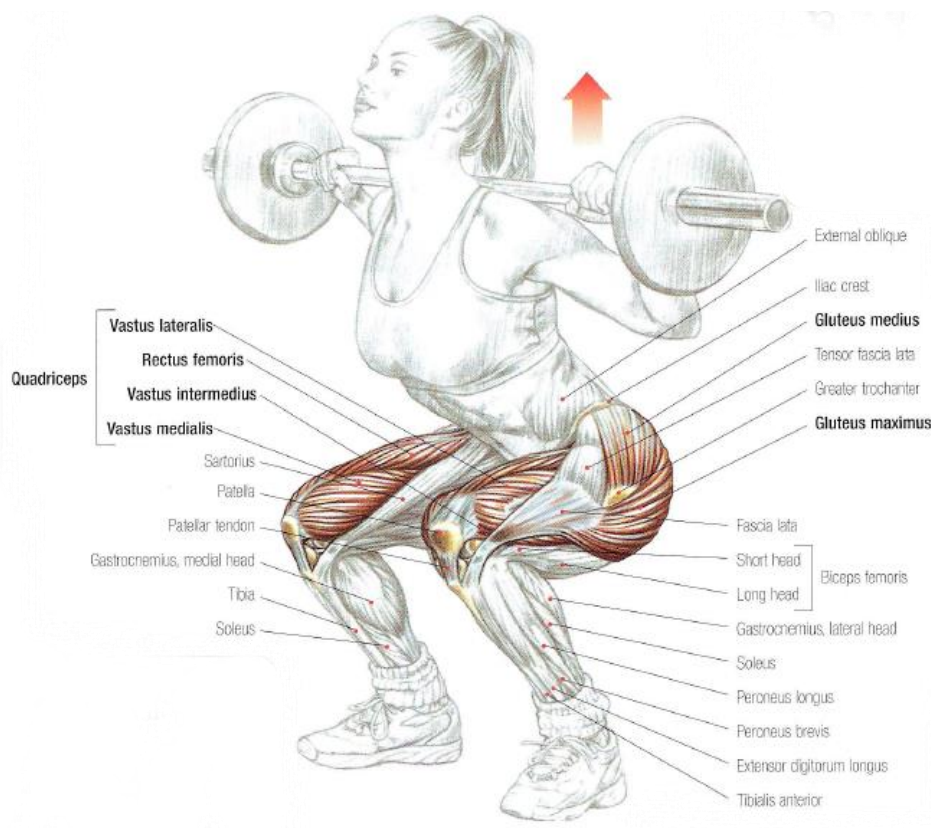
Délka intervalu odpočinku během silového tréninku navozuje specifické změny. Kraemer et al. (1987) demonstruje, že vzpěrači mají díky vysoké adaptaci na velmi intenzivní svalovou práci poměrně nízkou toleranci k silovému tréninku s krátkými intervaly odpočinku. Naproti tomu kulturisté, kteří trénují převážně v hypertrofickém režimu s vysokou produkcí laktátu, tolerují krátké intervaly odpočinku mnohem snáze.

2.6 Dřep a jeho vliv na organismus

Názory na dřep, jeho zařazení do tréninku a využití jsou různé. Jedno je však jasné, dřepy tu byly, jsou a budou vždy, když chceme posunout rozvoj svých kvadricepsů a celkové svalové masy a hmoty dále. Tento královský cvik patřící do velké trojky, je ideálním pro rozvoj přední i zadní strany stehů, pro rozvoj masy lýtek a k posílení středu těla. Jednoduše, těžce a komplexně. Tak se dá dřep definovat. Dřep v jeho základní variantě je vyobrazen na obrázku 4.

Někteří kritici však uvádějí, že dřep je nebezpečný pro kolenní kloub, neboť zvyšuje možnost jeho trvalého poškození. Skutečnost je jiná, dřep sám o sobě není nebezpečný, avšak jakákoliv chyba v jeho technice může znamenat potenciaální zranění. Z podstaty věci není žádný cvik nebezpečný, nebezpeční jsou sami sobě vždy jen cvičící, ať již z důvodu neznalosti techniky cviku, vlastních limitů, či netrpělivosti.

Zatímco při dobře zvládnuté technice dochází k posílení stability kolena tvrdí autoři (Petr, Šťastný, 2012, s. 127).



Obrázek 4- Dřep svalové zapojení

(Strength training anatomy: Delavier, 2005)

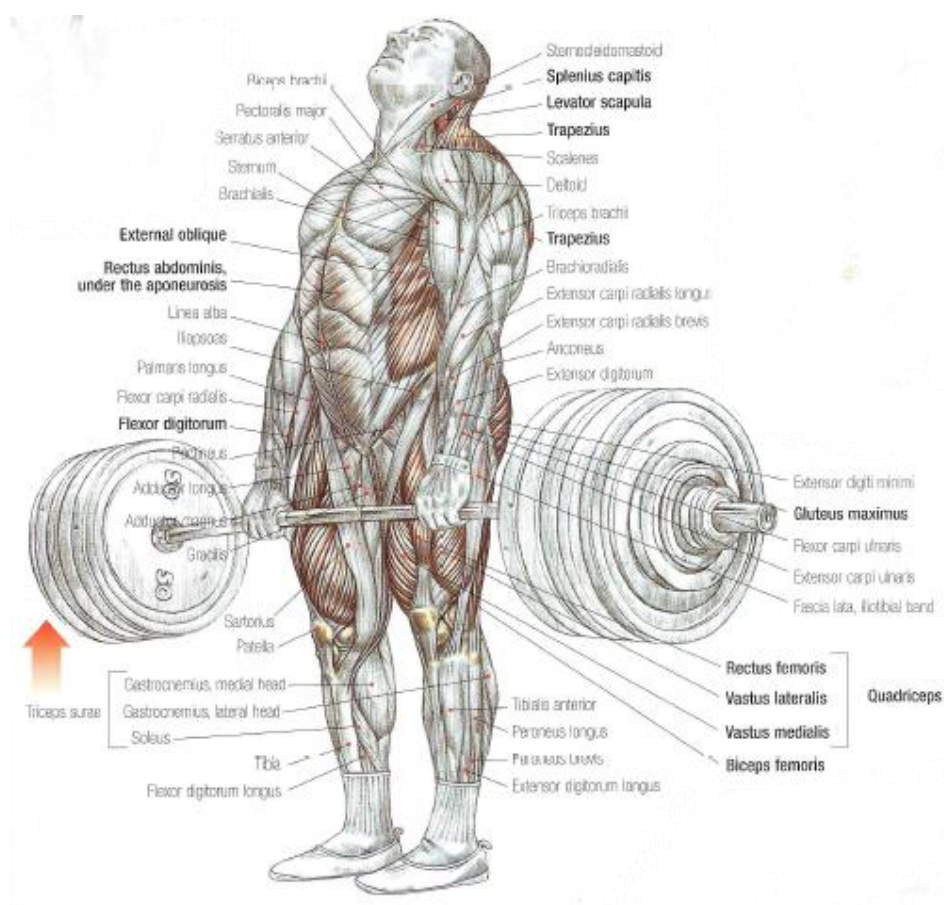
Autoři (Petr, Šťastný, 2012) dále popisují problematiku dřepu takto:

„Další kritika se opírá o argument, že dřep vyvolává neúměrný tlak na páteř, zejména pak na meziobratlové ploténky. K tomu je třeba zdůraznit, že primární význam meziobratlových destiček spočívá právě v jejich přirozené schopnosti rozkládat tlakové síly a dále je tlumit. V případě postupného zvyšování zátěže dochází k pozitivní adaptaci kostěného, svalového, šlachového a vazivového systému páteře. Zvyšuje se odolnost proti vychýlení obratlů či meziobratlových destiček. Navíc se vyhřeznutí plotének váže spíše k problematice zvedání zátěže ze země či pohybům s vysokým záklonem, a nikoliv k expozici páteře vertikálnímu tlaku. Bylo jednoznačně prokázáno, že udržení vzpřímené polohy trupu a páteře během provádění dřepu jsou redukovány jak tlakové, tak střížné síly působící mezi jednotlivými obratli. Několik studií rovněž dokládá,

že dlouholetí vzpěrači trpí o mnoho méně bolestmi zad nežli jiní profesionální sportovci, a dokonce i méně než nesportující populace. Tím bylo prokázáno, že dobře vedený silový trénink (zahrnující i hluboké dřepy) působí preventivně proti zraněním.“

2.7 Mrtvý tah a jeho vliv na organismus

Je jen málo cviků, o kterých se dá říci, že jsou králem mezi těžkými vícekloubními cviky (viz obrázek 5). Mimo dřepů, výrazových tlaků nebo shybů, jsou tím nejkompexnějším cvikem právě mrtvé tahy. Dalo by se říci, že mrtvý tah dokonce kraluje v náročnosti všech cviků.



Obrázek 5- Mrtvý tah svalové zapojení

(Strenght training anatomy: Delavier, 2005)

Podle Petra a Šťastného (2012, s. 153) je mrtvý tah královskou disciplínou silového trojboje a zároveň skvělý indikátor celkové tělesné síly, který lze provádět

hned v několika variantách. Některá provedení jsou svým průběhem pohybu velmi podobná dřepům. Rozdíl tkví především v tom, že u mrtvých tahů dominuje předklon a vzpřimování trupu nad pohybem v kolenou.

Jak již bylo zmíněno, mrtvé tahy jsou komplexním cvikem s vysokým nábořem svalových vláken hamstringů, který zaměstnává velké množství svaloviny. Z tohoto důvodu využíváme nižší počty opakování (maximálně 10, spíše však 8 opakování) a dodržujeme delší intervaly odpočinku (Petr, Šťastný, 2012, s. 154).

Podle Tlapáka (2007, s. 61) se v praxi osvědčil zdravotní mrtvý tah. Vhodný pro pokročilé cvičence sloužící k prevenci bolesti v zádech. Cvik připomíná klasický závodní mrtvý tah, proto ho tak nazýváme. Na rozdíl od něho se cvičí jinou technikou a s minimálními odpory (prázdná tyč), které se postupně mírně zvyšují. Dodržení postupnosti zvyšování odporu je nutno považovat za hlavní podmínku účinnosti cviku.

2.8 Determinanty silového výkonu

Svalová síla je na fyziologické úrovni podmíněna především množstvím svalových vláken a hladinami mužského hormonu testosteronu, jenž má anabolický efekt. Podle Grasgrubera a Caceka (2008) testosteron aktivuje androgenní receptory ve svalové buňce a tím stimuluje transkripci proteinů z deoxyribonukleové kyseliny (dále jen DNA). Následkem silového tréninku se koncentrace tělesného testosteronu permanentně zvyšují a kolísají v závislosti na momentální intenzitě zatížení. Při anabolických dějích v buňce hraje důležitou roli také řada specifických růstových faktorů a enzymů, z nichž jsou nejznámější peptidy růstový hormon (somatotropní hormon, STH) a inzulinu podobný růstový faktor (IGF).

Trénovatelnost síly je všeobecně vysoká, srovnatelná s vytrvalostními schopnostmi. Nárůst síly je doprovázen zvětšením průřezu svalových vláken, které vyplývá z vytváření nových myofibril. V průběhu silového tréninku jsou myofibrily vystaveny stresu a dochází u nich k poškození. V době regenerace jsou opravovány a současně vznikají nové, aby byl organismus příště schopen snést podobnou zátěž bez úhony (Grasgruber a Cacek, 2008, s. 93).

2.9 Silové schopnosti ve vztahu k AČR

V tabulce 8 je rozdělena služební tělesná výchova. K tomu, aby služební tělesná výchova (dále jen STV) mohla probíhat, je důležitý rozvoj pohybových schopností, které jsou definovány NVMO č. 12 (2011) takto: Pohybová schopnost je základní kvalita a předpoklad k pohybové činnosti, např. k síle, rychlosti, obratnosti a vytrvalosti. Je převážně vrozená, jen částečně ovlivnitelná prostředím nebo např. vhodným cvičením. Pohybové schopnosti nejsou specifické jen pro jednu činnost a jsou poměrně stálé v čase.

V diplomové práci se zabýváme predikčními rovnicemi ve vztahu k reálnému výkonu. Predikční rovnice byly vytvořeny, aby byly funkční a použitelné. I když v jejich interpretaci jsou nepatrné rozdíly, poslouží jako vhodný prostředek pro posunutí silové tréninku na vyšší stupeň. Silové schopnosti jsou ty nejdůležitější (ze všech pohybových schopností) pro činnou službu profesionálního vojáka. Pokud dotýčný porozumí základním zátěžovým parametrům silového tréninku popsaným v kapitole 2.5, dokáže správně pracovat s prvky v podobě predikčních rovnic a zvládne přizpůsobit trénink individuálním požadavkům a konkrétnímu cíli, je na nejlepší cestě k nejučinnějšímu ovlivnění silových schopností.

Tabulka 8- Rozdělení služební TV

(NVMO č. 12, 2011)

Služební tělesná výchova (řídí náčelník tělovýchovy Ministerstva obrany)			
		Základní tělesná příprava	Výcvik podle programů přípravy Ukázková a metodická zaměstnání Kurzy a výcviková soustředění Komplexní zaměstnání Kontrolní činnost Řízené výzkumné programy
	Tělesná příprava	Speciální tělesná příprava	
	Výběrová tělesná výchova	Armádní sportovní hry a přebory Dlouhodobé soutěže a krátkodobé soutěže Sportovní dny velitelů Preventivní rehabilitace s tělovýchovným programem Jednorázové mimorezortní akce a jednorázové zahraniční akce Tělovýchovné aktivity v rámci prevence sociálně nežádoucích jevů	

2.10 Kvantitativní výzkum

Kolik? Ptá se slovo latinského původu quantum. Kvantitativní výzkum je jednou z metod vědeckého výzkumu, který je uznáván ve společenských vědách. Kvantitativní výzkum popisuje zkoumanou skutečnost pomocí proměnných, které lze nejčastěji vyjádřit čísly. Čísla lze získat přímo na základě měření (v našem případě testování probandů), či formou škálování (například dotazník). Výsledky jsou zpracovány pomocí statistických metod. Kvantitativní výzkum oproti kvalitativnímu vyžaduje větší soubory dat a respondentů, výsledky jsou více reprezentativní, méně závislé na názorech a schopnostech respondentů a vedou tak k lépe ověřitelným a srovnatelným výsledkům (Hendl, 1999).

Na otázku, zdali lze kombinovat kvantitativní a kvalitativní metody přináší odpověď Hendl (1999). Ano můžete, tyto dva typy přístupů se mohou efektivně používat ve stejném výzkumném projektu. Většina výzkumných projektů a badatelů ovšem klade důraz na jeden z těchto dvou přístupů, částečně z přesvědčení, ale často také kvůli svým zkušenostem nebo podstatě zkoumaného problému. Příklady spojení těchto dvou přístupů jsou následující: Kvalitativní údaje se mohou použít pro ilustraci nebo vyjasnění kvantitativně odvozených závěrů, nebo můžeme kvantifikovat výsledky demografického průzkumu (Hendl, 1999, s. 11).

Autor Punch (2008, s. 12) charakterizuje kvalitativní výzkum jako kolekci možností, jak přemýšlet o společenské realitě. Zatímco kvantitativní výzkum je ve své myšlenkové struktuře poměrně homogenní, kvalitativní výzkum je mnohem různorodější.

Podstata kvantitativního výzkumu spočívá ve zkoumání vztahu mezi proměnnými. Realitu kvantitativní výzkumník pojímá jako proměnné a konečným cílem je nalézt, jak jsou proměnné mezi sebou závislé a proč tvrdí Punch (2008, s. 24). V našem případě budeme zkoumat jaká je závislost mezi reálným 1- RM a teoreticky vypočteným 1- RM pomocí predikční rovnice. To znamená, že hodnoty 1- RM jsou naše proměnné a závislost budeme zkoumat na základě Pearsonova korelačního koeficientu, který nám napoví více o tom, jak velká lineární závislost bude mezi proměnnými.

3 CÍL, ÚKOLY PRÁCE A HYPOTÉZY

3.1 Cíl práce

Cílem práce je vzájemná komparace (porovnání) získaných dat (v průběhu experimentálního testování) s predikčními rovnicemi. Na základě komparace zpracovaných dat určit nejpřesnější rovnici pro výpočet 1- RM v dřepu a mrtvém tahu.

3.2 Výzkumné otázky

Jsou zvolené cviky stejně predikovatelné?

3.3 Úkoly práce

1. rešerše literatury, zpracování vědeckých článků
2. zajistit souhlas Etické komise UK FTVS
3. zajistit vhodné probandy a jejich informovaný souhlas
4. realizace výzkumu (testování) u jednotek
5. statistické zpracování získaných dat pomocí MS Excel
6. komparace zpracovaných dat s predikčními rovnicemi na základě korelačního koeficientu
7. vyvození závěrů na základě cíle práce a stanovených hypotéz
8. vlastní sepsání diplomové práce

3.4 Hypotézy

Nulová hypotéza H₀:

Rozdíl mezi nejpřesnější predikční rovnicí a reálným výkonem je malý.

Alternativní hypotéza H₁:

Rozdíl mezi nejpřesnější predikční rovnicí a reálným výkonem je velký.

3.5 Omezení a vymezení studie

Omezení studie

- v prostorech, kde byl výzkum prováděn, nebylo možné regulovat teplotu, tlak ani vlhkost vzduchu
- výzkum nebylo možné uskutečnit ve stejný den u všech probandů
- výzkum byl prováděn na třech místech: Čáslav, Pardubice, Praha
- probandi byli vybráni na základě záměrného výběru, jelikož museli splňovat tato kritéria: - muž ve věku 20- 40 let, příslušník AČR, zdravotní klasifikace A
- stupeň trénovanosti u probandů byl rozdílný

Vymezení studie

- výzkumu se zúčastnilo 30 probandů, pouze muži- vojáci AČR
- výzkum probíhal v posádkových posilovnách (Čáslav, Pardubice) a ve fakultní posilovně UK FTVS (Praha)
- z důvodu časové náročnosti nebylo možné výzkum provádět u všech probandů ve stejný den
- výzkum probíhal v rámci pracovní doby (v rozmezí 8:00- 12:00 hod)
- výzkum probíhal s písemným souhlasem Etické komise UK FTVS a s písemným souhlasem probandů
- výzkum byl dobrovolný bez nároku na finanční či materiální ohodnocení

4 METODIKA PRÁCE

4.1 Popis použitého zařízení a jeho využití

K výzkumu byly použity činky a kotouče splňující pravidla dle Českého svazu silového trojboje (International Powerlifting Federation, dále jen IPF, 2013). Ostatní pomůcky a vybavení jsou běžně dostupné a nespádají do pravidly omezeného. Pokud by byl zájem v budoucnu navázat na náš výzkum, dodrží se výše popsaná omezení a níže popsané postupy, neměl by být problém výzkum opakovat s vysokou reliabilitou.

K realizaci výzkumu jsme použili 3 oddělené pracoviště:

VZ 8297 Praha- VO při FTVS UK

VÚ 7214 Čáslav- 21. základna taktického letectva

VÚ 2395 Pardubice- 141. zásobovací prapor

Výzkum probíhal v posádkových posilovnách (interní pracoviště VÚ 7214, VÚ 2395) a jedenkrát ve fakultní posilovně na UK FTVS (externí zařízení VZ 8297 Praha). Ostatní vybavení, jakož to osobní váha, standardizovaný dekadický metr, nakládací kotouče o hmotnosti 2 x 1.25 kg, uzávěry o hmotnosti 2 x 2,5 kg a tartanové gumové podložky jsme poskytli z vlastních zdrojů.

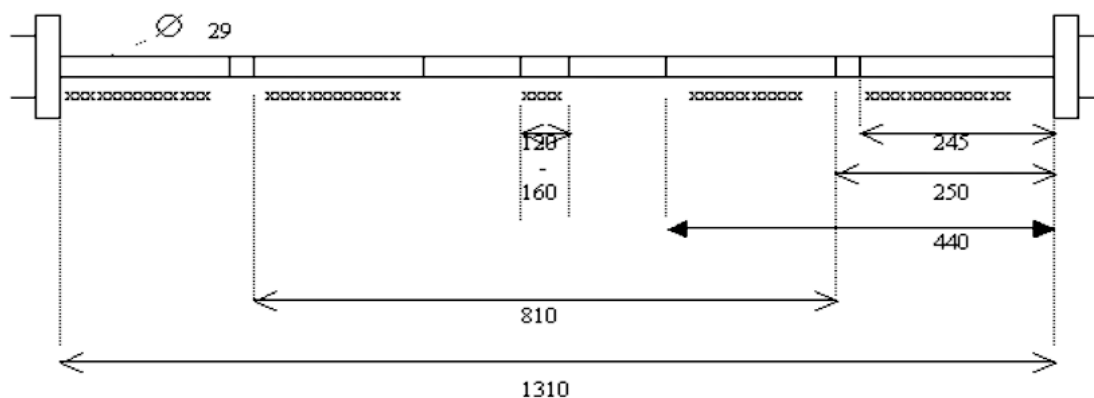
4.1.1 Činky a kotouče

Činka

K výzkumu byly použity činky a kotouče splňující pravidla dle Českého svazu silového trojboje (IPF 2013). Na veškerých soutěžích silového trojboje pořádaných v rámci pravidel IPF se smí používat jen kotoučové nakládací činky. Osy činky používané na mistrovstvích světa nebo Evropy nesmí být v úchopové části chromované. Osy musí být rovné, vroubkované a musí odpovídat následujícím rozměrům:

1. Celková délka nesmí přesahovat 2,2 m.
2. Vzdálenost mezi vnitřními objímkami nábojů osy nesmí přesáhnout 1,32 nebo být kratší než 1,31 m.
3. Průměr osy nesmí být menší než 28 a větší než 29 mm.

4. Hmotnost osy s uzávěry musí být 25 kg.
5. Průměr náboje osy nesmí přesahovat 52 mm a nesmí být menší než 50 mm.
6. Osa musí být označena strojově nebo páskou tak, aby vzdálenost mezi značkami činila 81 cm (viz obrázek 6).



Obrázek 6- Standardizovaná činka

(Vyjmutο z pravidel IPF, 2013)

Kotouče

Kotouče musí vyhovovat následujícím parametrům:

1. Kotouče používané při soutěžích musí vážit $\pm 0,25\%$ nebo $\pm 10g$ uvedené hodnoty (viz tabulka 9). Na mezinárodních soutěžích není povoleno používat kotouče o hmotnosti 50 kg.

Tabulka 9- Limitní hranice hmotnosti kotoučů IPF 2013

hmotnost na kotouči [kg]	maximum [kg]	minimum [kg]
50.0	50.125	49.875
25.0	25.0625	24.9375
20.0	20.05	19.95
15.0	15.0375	14.9625
10.0	10.025	9.975

5.0	5.0125	4.9875
2.5	2.51	2.49
1.25	1.26	1.24

2. Velikost otvoru ve středu kotouče nesmí být větší než 53 mm a menší než 52 mm.
3. Veškeré kotouče musí mít zřetelné označení hmotnosti a na osu se nasouvají v pořadí od nejtěžších kotoučů co nejbližší středu osy a menších kotoučů v klesajícím pořadí hmotnosti tak, aby byl hmotnostní údaj na každém kotouči čitelný pro rozhodčí.
4. Průměr největšího kotouče nesmí být větší než 45 cm.
5. Gumové nebo pogumované kotouče jsou povoleny za podmínky, že na konci činky za uzávěry je minimálně 10 cm prostoru pro uchopení nakladačem. Vyjmuta z pravidel IPF (2013).

4.1.2 Osobní digitální váha

Tělesná hmotnost probandů byla zjišťována pomocí osobní váhy Sencor. Jedná se o běžně dostupné zboží. Váha posloužila pouze k orientačnímu zjištění tělesné hmotnosti všech testovaných. Nejedná se o soutěžní digitální elektronickou váhu, která se používá při soutěžích IPF. Tato váha váží s přesností na dvě desetinná místa a váživost je minimálně 180 kg. Váha se musí pravidelně kalibrovat a její kalibrační list nesmí být starší více jak jeden rok. V naší studii byla plně dostačující níže popsaná váha.

Technická specifikace osobní váhy Sencor:

- Datum výroby: září 2009 (P. R. C.)
- Model: SBS 111
- Napájení: 3V lithiové baterie (2 x CR2032)
- Rozsah a přesnost: 0- 150 kg (přesnost 0,1 kg)



Obrázek 7- Osobní digitální váha Sencor

4.1.3 Další příslušenství

Metr

Extol Premium 3163. Metr svinovací s autostopem s maximální délkou 3m a šířkou pásky 19mm. Jde o I. třídu přesnosti. Metr má pryžový obal, autostop a jedno tlačítko stop. Tento metr posloužil k orientačnímu zjištění tělesné výšky testovaného. Nebylo nutné použít kalibrovaný přístroj, jelikož tělesná výška, ani tělesná hmotnost nejsou údaje, které by měly zásadní vliv na výsledky studie.

Gumové podložky

Gumové podložky posloužily k tlumení nárazů při testování mrtvého tahu a zároveň k vyrovnání výšky mezi činkou a chodidlem.

Stojany

Stojany byly použity při testování dřepu. Díky možnosti variabilního uložení činky do stojanu, bylo možné přizpůsobit výšku činky každému z testovaných. Speciální konstrukce stojanu posloužila jako zábrana proti případnému pádu testovaného.

4.2 Popis testovaného souboru

Testovaný soubor tvořilo celkem 30 mužů. Jednalo se o tři skupiny, z čehož každá ze skupin reprezentovala jiný druh vojenské odbornosti. Každá skupina

obsahovala 10 probandů. První skupina reprezentovala letectvo: VÚ 7214 Čáslav- 21. základna taktického letectva. Druhá skupina reprezentovala logistiku: VÚ 2395 Pardubice- 141. zásobovací prapor a třetí skupina byla tvořena vysokoškolskými studenty z Katedry vojenské tělovýchovy FTVS UK (VZ 8297 Praha).

Základní informace:

- počet probandů: 30 osob
- pohlaví: muži
- věkový průměr: 29,7 let ($\pm 5,7$ let)
- povolání: příslušníci AČR

Etická komise a informovaný souhlas

K realizaci výzkumu a zejména k provádění testování na živých osobách je zapotřebí souhlas Etické komise UK FTVS a podepsaný informovaný souhlas od testovaných probandů. Svým podpisem stvrzují souhlas s provedením testování a jsou obeznámeni s možnými riziky a ochranou osobních dat.

4.3 Použité metody

Diplomová práce se skládá ze dvou základních částí. První část obsahuje teoretická východiska a druhá část obsahuje kompletní problematiku celého testování (výzkumu). V tomto případě se jedná o teoreticko- empirickou práci. Přihlédneme-li k tomu, že výstupem testování jsou čísla, můžeme mluvit o kvantitativním výzkumu. Primárním úkolem bylo testování silových schopností v dřepu a mrtvém tahu na 1- RM a následně test na maximum opakovaní s 80% 1- RM. Díky tomuto testování bylo možné dopočítat teoretické 1- RM (dřep, mrtvý tah) pomocí predikčních rovnic.

Celkově jsme použili 4 predikční rovnice od autorů v následujícím tvaru:

- **Brzycki** (1993): $1- RM = 100 * \text{rep wt} / (102,78 - 2,78 * \text{reps})$
- **Lander** (1985): $1- RM = 100 * \text{rep wt} / (101,3 - 2,67123 * \text{reps})$
- **Epley** (1985): $1- RM = (1 + 0,033 * \text{reps}) * \text{rep wt}$
- **O'Conner et al.** (1989): $1- RM = \text{rep wt} (1 + 0,025 * \text{reps})$

(kde rep wt= hmotnost činky a reps= počet opakování)

Následovalo porovnávání výsledků, tedy porovnávání reálného (otestovaného) 1- RM s 1- RM teoreticky vypočteným. Závěrem tedy uvádíme, že jsme použili komparační metodu s využitím experimentálního testování.

4.3.1 Způsob a postup testování

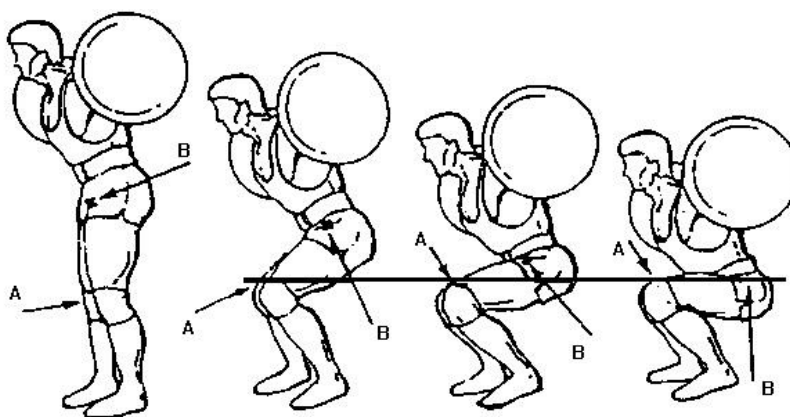
Jak již bylo zmíněno výše, testování se odehrávalo na třech různých místech. První testování proběhlo v Čáslavi, druhé v Pardubicích a třetí v Praze. Způsob a postup testování byl pokaždé stejný. Předstoupili jsme před skupinu probandů, představili jsme se, seznámili je s problematikou tématu diplomové práce, sdělili jim hlavní cíl testování a přečetli jim informovaný souhlas. Každého probanda jsme zvážili a změřili, tázali jsme se na datum narození a zapsali jsme si samozřejmě také jméno a příjmení. Každému probandovi jsme dali k podpisu informovaný souhlas, abychom mohli doložit testování u etické komise. Následovala krátká přestávka na převlečení do sportovního oděvu, aby se mohlo odstartovat krátké rozcvičení. Po rozcvičení započalo vlastní testování. Jako první se testoval dřep. Probandům jsme v rychlosti vysvětlili problematiku dřepu, ukázali správnou techniku a upozornili na možná zranění, která se mohou dostavit, pokud nebude dodržena správná technika. Testování započalo s odporem 20 kg (prázdná činka), probandi se na čince střídaly kruhovou metodou. Po vystřídání všech se zátěž postupně zvyšovala tak dlouho, dokud každý nedosáhl svého vlastního 1- RM v dřepu. Po krátké přestávce následoval test s 80% z 1- RM na maximální počet opakování v pořadí od nejnižších výkonů v testu 1- RM. Z této části testu si každý odnesl dvě hodnoty, tj. hodnota 1- RM v dřepu a hodnota počet opakování s 80% z 1- RM. Při testování mrtvého tahu se postupovalo úplně stejným způsobem. Při testování obou cviků byl brán zřetel na dostatečně dlouhé zotavení z důvodu obnovy energetických zdrojů. U obou cviků se testovalo systémem RAW. Což je jeden z typů soutěží spadajících pod IPF. Tento systém přináší omezení v podobě použitého vybavení. Zakazuje používání speciálně podpurných dresů či vest. Při našem výzkumu se nepoužíval opasek ani bandáže z důvodu udržení stejných podmínek pro všechny. Všem probandům bylo poskytnuto magnézium pro zlepšení úchopu činky jak v dřepu, tak i v mrtvém tahu.

Popis techniky dřep

Dodržit správnou techniku dřepu není úplně jednoduché. Proto při testování nebyla tak přísná kritéria jako při soutěžích silového trojboje. K tomuto opatření jsme se přiklonili z toho důvodu, poněvadž ne všichni testovaní pravidelně dřepují s činkou na zádech. V průběhu testování byla poskytována pomoc/ záchrana v tomto rozmístění: jeden za zády testovaného a vždy po jednom na každé straně činky. V případě selhání (zranění) probanda mohla být činka kontrolovatelně odebrána.

Uzlové body techniky:

- výchozí vzpřímený postoj s činkou na zádech,
- plynulý dřep do požadované hloubky viz obrázek 8,
- plynulý návrat do výchozího postavení,
- dřep provést bez dopomoci,
- postoj přibližně na šířku ramen.



Obrázek 8- Správná hloubka dřepu

(<http://www.e-muscle.cz/>, 2012)

Pravidla IPF (2013) definují požadovanou hloubku dřepu takto: Po signálu hlavního rozhodčího vykoná soutěžící dřep tak hluboký, aby se bod B, ve kterém přední část stehna přechází v trup, dostal pod vrchol kolena bod A (viz obrázek 8). Je povolen pouze jeden sestupný pohyb. Pokus je považován za zahájený v okamžiku, ve kterém kolena přestanou být propnuta.

Popis techniky mrtvý tah

I v případě testování mrtvého tahu bylo žádoucí, aby se požadavky na techniku o něco méně zjednodušily oproti soutěžní technice. Skupiny testovaných byly zvláště při tomto cviku upozorňovány na držení rovných zad po celou dobu výkonu v mrtvém tahu. Tento uzlový bod sloužil jako hlavní prevence proti zranění. Cílem zjednodušené techniky bylo zvednout činku plynulým pohybem z podložky do vzpřímeného postoje.

Uzlové body techniky:

- výchozí poloha s rovnými zády viz obrázek 9,
- držení činky do zámku povoleno,
- tažení činky po stehnech povoleno,
- plynulým pohybem dosáhnout vzpřímeného postoje,
- kontrolovaným spouštěním činku odložit na podložku.



Obrázek 9- Výchozí poloha pro mrtvý tah

(<http://www.fitbie.com/2014>)

4.4 Sběr dat

Sběr dat probíhal v rámci jednotlivých testování, jak již bylo zmíněno výše, jednalo se o testování v Čáslavi, Pardubicích a v Praze. Při testování jsme si veškeré informace a data zapisovali do předem připravených tabulek, ze kterých jsme pak data následně přepisovali do tabulek MS Excel.

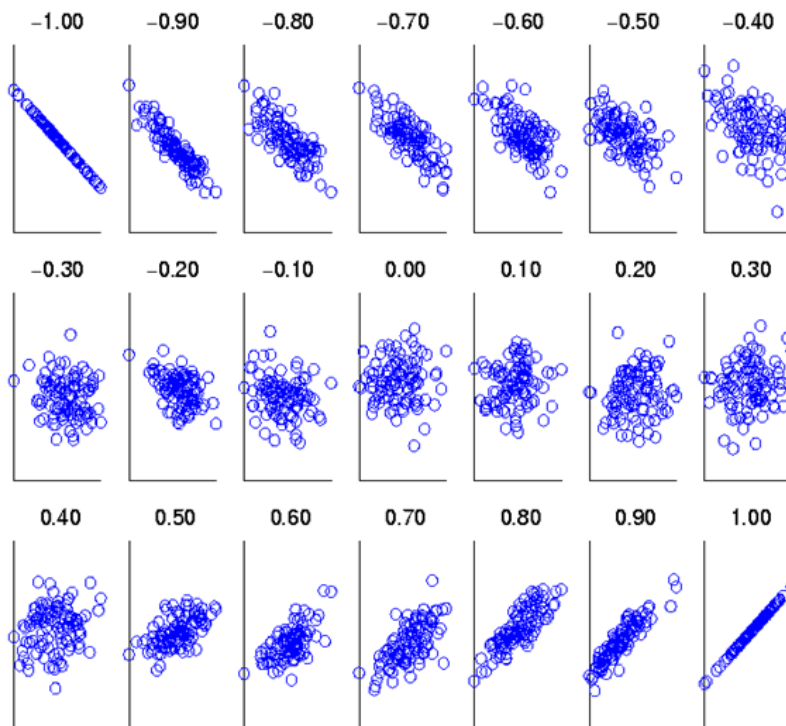
4.5 Analýza dat

Kompletní analýza byla uskutečněna v MS Excel. Díky přehledným tabulkám a statistickým funkcím jsme si usnadnili práci se zdlouhavými výpočty za pomoci kalkulačky. Všechna obdržená data byla zpracována pomocí statistických funkcí průměr a směrodatná odchylka. Konkrétně se jednalo o data typu: výška, váha, věk a následně pak data z vlastního testování: dřep 1-RM (kg), dřep 80% z 1-RM (rep.), mrtvý tah 1-RM (kg), mrtvý tah 80% z 1-RM (rep.). Pro snazší pochopení první hodnota udává maximální překonaný odpor v dřepu v kilogramech, a druhá hodnota udává, kolik opakování zvládl proband s 80% z jednoho opakovacího maxima. Stejným způsobem jsme získali data z testování mrtvého tahu.

Po kompletním zpracování dat získaných z testování dřepu a mrtvého tahu následovala část druhá, která již začala postupně přinášet odpověď na hlavní cíl práce. V této druhé části jsme začali s komparací dat reálných (1- RM dřep a 1- RM mrtvý tah) s daty teoreticky vypočtenými za pomoci predikčních rovnic. Predikční rovnice byly použity čtyři a na základě korelačního koeficientu jsme mohli určit tu nejpřesnější. Všechny predikční rovnice pracují na principu matematických rovnic, kde potřebujeme znát vždy hmotnost činky a počet zvládnutých opakování. Právě proto jsme při testování přistoupili k testu submaximální síly, kdy proband dostal na činku 80% ze svého maxima a byl vyzván, aby s tímto odporem udělal maximální počet opakování. Tyto dvě otestované hodnoty posloužily k výpočtům predikčních rovnic (v naší studii vždy 80% z 1- RM a počet zvládnutých opakování). Tímto způsobem se postupovalo jak u dřepu, tak i u mrtvého tahu. V MS Excel jsme si pro urychlení naprogramovali obecné tvary rovnic dle jednotlivých autorů a velmi rychle získal výsledky teoretických 1- RM u dřepu a mrtvého tahu. Nyní již jen zbývalo korelovat reálné 1- RM s 1- RM dle predikční rovnice.

Ptáte se proč zrovna korelace? Korelace nám ukáže, zdali mezi těmito hodnotami existuje lineární závislost nebo ne. Míra závislosti bude potom určena pomocí Pearsonova korelačního koeficientu, který může nabývat hodnot z uzavřeného intervalu od -1 do +1. Kde hodnota +1 představuje zcela přímou lineární závislost a hodnota 0 znamená, že mezi dvěma hodnotami není zjistitelná lineární závislost. V případě predikčních rovnic nás bude zajímat hodnota korelačního koeficientu +1. Pokud by nám korelační koeficient vyšel +1 znamenalo by to, že 1- RM je predikovatelné s 100% přesností. Tento případ pravděpodobně nenastane, ale budeme

zkoumat, jak moc se nám bude výsledek blížit této hodnotě. Pro lepší představu přikládáme obrázek 10, kde jsou vyobrazeny jednotlivé hodnoty korelačního koeficientu a naznačena jejich lineární závislost či nezávislost. Nyní jen zbývá vyhodnotit, která z predikčních rovnic dosáhne nejvyšší hodnoty korelačního koeficientu.



Obrázek 10- Hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu

(<http://hiveorama.com/>)

5 VÝSLEDKY

Vzájemnou komparací dat jsme zjistili, že nejpřesnější predikční rovnice pro výpočet 1- RM v dřepu a mrtvém tahu je od autorů **O'Conner et al.**

Dřep byl predikován s hodnotou korelačního koeficientu $r= 0,975$ a mrtvý tah s hodnotou $r= 0,951$.

Tabulka S+D- Souhrnné výsledky dřep a mrtvý tah

proband	dřep 1-RM (kg)	Brzicky	Lander	Epley	O'Conner et al.
n=30					
CORREL.		0,919	0,924	0,963	0,975
průměr	112,5	119,5	120,1	118,9	111,6
rozptyl	439,6	697,5	693,2	595,2	499,5
SD	21,0	26,4	26,3	24,4	22,4
Odch. %		6,2	6,7	5,7	-0,8

proband	mrtvý tah 1-RM (kg)	Brzicky	Lander	Epley	O'Conner et al.
n=30					
CORREL.		0,852	0,860	0,927	0,951
průměr	138,0	149,9	150,5	147,6	138,3
rozptyl	732,7	1315,9	1295,9	1015,3	841,1
SD	27,1	36,3	36,0	31,9	29,0
Odch. %		8,6	9,1	6,9	0,2

Toto tvrzení dokládáme na základě výsledků popsanych níže. U každého cviku korelovala data reálná (1- RM dřep, 1- RM mrtvý tah) s daty vypočtenými pomocí predikčních rovnic. V této kapitole představíme veškeré zjištěné výsledky z celého testování probandů. Nejdříve budeme rozebírat každou vojenskou odbornost zvlášť a později představíme výsledky všech testovaných dohromady.

5.1 VÚ 7214 Čáslav- 21. základna taktického letectva

Testování u tohoto vojenského útvaru jsme uskutečnili dne 19. 3. 2014. Výsledky reálných 1- RM v dřepu a mrtvém tahu a počet zvládnutých opakování s 80% z 1- RM v dřepu a mrtvém tahu přináší tabulka 10.

Celkem jsme otestovali 10 probandů s průměrným věkem 31,6 let, průměrnou váhou 78,45 kg a průměrnou výškou 177,3 cm.

Tabulka 10- Výsledky testované skupiny Čáslav

proband	výška (cm)	váha (kg)	věk	dřep 1-RM (kg)	dřep 80% z 1-RM (rep.)	mrtvý tah 1-RM (kg)	mrtvý tah 80% z 1-RM (rep.)
cas1	185	76,4	37	120	8	150	13
cas2	177	86,5	29	150	11	180	10
cas3	168	79,2	40	100	7	95	9
cas4	173	92,3	34	115	9	130	8
cas5	190	88,7	34	110	10	125	11
cas6	176	63,4	28	90	7	115	8
cas7	178	70,1	23	120	13	140	11
cas8	170	68,5	27	105	8	130	12
cas9	177	73,6	38	95	10	110	7
cas10	179	85,8	26	85	9	100	12
průměr	177,3	78,45	31,6	109	9	127,5	10
SD +/-	6,5	9,7	5,8	18,8	1,9	25,2	2,0

V tabulce 11 jsme vyhodnotili reálné 1- RM v dřepu s predikčními rovnicemi a pomocí statistických funkcí v MS Excel jsme data navzájem korelovali a zjistili jsme, že nejpřesnější predikční rovnice v tabulce 11 je rovnice od autorů **O'Conner et al., r= 0,988.**

Tabulka 11- Porovnání 1- RM v dřepu s predikčními rovnicemi a jejich vzájemná korelace

proband	dřep 1-RM (kg)	Brzicky	Lander	Epley	O'Conner et al.
cas1	120	118,0	118,9	120,3	114,0
cas2	150	166,2	166,9	164,0	153,0
cas3	100	96,0	96,9	98,6	94,0
cas4	115	119,0	119,7	120,2	113,3
cas5	110	116,7	117,3	116,6	109,4
cas6	90	87,0	87,8	89,4	85,2
cas7	120	142,6	142,7	136,1	125,9
cas8	105	105,5	106,3	107,6	102,0
cas9	95	100,0	100,6	100,0	93,8
cas10	85	86,8	87,4	87,7	82,7
CORREL.		0,963	0,965	0,982	0,988

V tabulce 12 jsme vyhodnotili reálné 1- RM v mrtvém tahu s predikčními rovnicemi a pomocí statistických funkcí v MS Excel jsme data navzájem korelovali a zjistili jsme, že nejpřesnější predikční rovnice v tabulce 12 je rovnice od autorů **O'Conner et al., r= 0,985.**

Tabulka 12- Porovnání 1- RM v mrtvém tahu s predikčními rovnicemi a jejich vzájemná korelace

proband	mrtvý tah 1-RM	Brzicky	Lander	Epley	O'Conner et al.
cas1	150	180,1	180,3	171,9	159,0
cas2	180	193,4	194,4	193,3	181,3
cas3	95	96,5	97,1	97,5	91,9
cas4	130	130,4	131,4	133,0	126,0
cas5	125	138,5	139,1	136,6	127,5
cas6	115	114,8	115,7	117,1	111,0
cas7	140	155,8	156,4	153,7	143,4
cas8	130	151,3	151,6	147,0	136,5
cas9	110	105,0	105,9	107,9	102,8
cas10	100	115,2	115,5	112,0	104,0
CORREL.		0,953	0,956	0,978	0,985

5.2 VÚ 2395 Pardubice- 141. zásobovací prapor

Testování u tohoto vojenského útvaru proběhlo dne 3. 7. 2014. Výsledky reálných 1- RM v dřepu a mrtvém tahu a počet zvládnutých opakování s 80% z 1- RM v dřepu a mrtvém tahu přináší tabulka 13.

Celkem jsme otestovali 10 probandů s průměrným věkem 33,4 let, průměrnou váhou 85,02 kg a průměrnou výškou 176,7 cm.

Tabulka 13- Výsledky testované skupiny Pardubice

proband	výška (cm)	váha (kg)	věk	dřep 1-RM (kg)	dřep 80% z 1-RM (rep.)	mrtvý tah 1-RM (kg)	mrtvý tah 80% z 1-RM (rep.)
pce1	195	104,5	38	100	9	145	10
pce2	166	68,6	27	130	12	140	17
pce3	182	90,5	34	160	9	170	16
pce4	172	76,5	31	110	10	130	11
pce5	176	76,8	32	110	14	150	5
pce6	176	96,9	35	170	8	200	12
pce7	178	80,4	35	95	9	130	10
pce8	174	89,4	34	120	7	180	6
pce9	178	89,3	38	120	9	170	6
pce10	170	77,3	30	110	11	150	13
průměr	176,7	85,02	33,4	122,5	10	156,5	11
SD +/-	7,9	10,9	3,5	24,6	2,0	22,9	4,1

V tabulce 14 jsme vyhodnotili reálné 1- RM v dřepu s predikčními rovnicemi a pomocí statistických funkcí v MS Excel jsme data navzájem korelovali a zjistili jsme, že nejpřesnější predikční rovnice v tabulce 14 je rovnice od autorů **O'Conner et al.**, **r= 0,976**.

Tabulka 14- Porovnání 1- RM v dřepu s predikčními rovnicemi a jejich vzájemná korelace

proband	dřep 1-RM	Brzicky	Lander	Epley	O'Conner et al.
pce1	100	102,9	103,5	104,0	98,0
pce2	130	151,3	151,6	147,0	136,5
pce3	160	164,0	165,0	165,7	156,2
pce4	110	116,7	117,3	116,6	109,4
pce5	110	137,0	136,9	128,3	118,1
pce6	170	167,6	168,9	171,0	162,0
pce7	95	96,5	97,1	97,5	91,9
pce8	120	114,0	115,0	117,1	111,6
pce9	120	122,2	123,0	123,5	116,4
pce10	110	121,2	121,7	119,6	111,6
CORREL.		0,913	0,919	0,963	0,976

V tabulce 15 jsme vyhodnotili reálné 1- RM v mrtvém tahu s predikčními rovnicemi a pomocí statistických funkcí v MS Excel jsme data navzájem korelovali a zjistili jsme, že nejpřesnější predikční rovnice v tabulce 15 je rovnice od autorů **O'Conner et al., $r = 0,855$** .

Tabulka 15- Porovnání 1- RM v mrtvém tahu s predikčními rovnicemi a jejich vzájemná korelace

proband	mrtvý tah 1	Brzicky	Lander	Epley	O'Conner et al.
pce1	145	153,4	154,2	153,3	143,8
pce2	140	202,6	201,3	176,2	160,3
pce3	170	231,6	230,5	206,9	189,0
pce4	130	145,4	146,0	143,5	133,9
pce5	150	135,0	136,5	140,0	135,0
pce6	200	230,5	231,1	223,9	208,0
pce7	130	140,0	140,8	140,0	131,3
pce8	180	168,4	170,0	174,0	166,8
pce9	170	156,8	158,3	162,0	155,3
pce10	150	180,1	180,3	171,9	159,0
CORREL.		0,610	0,627	0,792	0,855

5.3 VZ 8297 Praha- VO při FTVS UK

Testování u tohoto vojenského zařízení proběhlo dne 8. 7. 2014. Výsledky reálných 1- RM v dřepu a mrtvém tahu a počet zvládnutých opakování s 80% z 1- RM v dřepu a mrtvém tahu přináší tabulka 16.

Celkem jsme otestovali 10 probandů s průměrným věkem 24,1 let, průměrnou váhou 80,03 kg a průměrnou výškou 181,7 cm.

Tabulka 16- Výsledky testované skupiny Praha

proband	výška (cm)	váha (kg)	věk	dřep 1-RM (kg)	dřep 80% z 1-RM (rep.)	mrtvý tah 1-RM (kg)	mrtvý tah 80% z 1-RM (rep.)
pha1	168	62,9	24	80	7	90	10
pha2	181	82,7	27	120	9	140	13
pha3	185	86	23	120	13	150	10
pha4	175	74,2	22	130	15	150	8
pha5	182	73,3	23	85	10	120	5
pha6	183	87,5	24	120	10	150	8
pha7	184	91,8	30	120	12	150	14
pha8	192	82,4	22	100	10	150	6
pha9	183	86,7	25	85	6	120	10
pha10	184	72,8	21	100	8	80	10
průměr	181,7	80,03	24,1	106	10	130	9
SD +/-	6,4	8,9	2,7	18,2	2,7	26,7	2,8

V tabulce 17 jsme vyhodnotili reálné 1- RM v dřepu s predikčními rovnicemi a pomocí statistických funkcí v MS Excel jsme data navzájem korelovali a zjistili jsme, že nejpřesnější predikční rovnice v tabulce 17 je rovnice od autorů **O'Conner et al.**, $r=0,980$.

Tabulka 17- Porovnání 1- RM v dřepu s predikčními rovnicemi a jejich vzájemná korelace

proband	dřep 1-RM (kg)	Brzicky	Lander	Epley	O'Conner et al.
pha1	80	78,0	78,7	80,2	76,4
pha2	120	122,2	123,0	123,5	116,4
pha3	120	142,6	142,7	136,1	125,9
pha4	130	171,9	171,5	157,4	144,4
pha5	85	90,0	90,5	90,0	84,4
pha6	120	126,7	127,4	126,6	118,8
pha7	120	136,8	137,2	133,0	123,5
pha8	100	106,7	107,3	106,6	100,0
pha9	85	78,4	79,2	81,0	77,6
pha10	100	99,3	100,1	101,3	96,0
CORREL.		0,947	0,949	0,973	0,980

V tabulce 18 jsme vyhodnotili reálné 1- RM v mrtvém tahu s predikčními rovnicemi a pomocí statistických funkcí v MS Excel jsme data navzájem korelovali a zjistili jsme, že nejpřesnější predikční rovnice v tabulce 18 je rovnice od autorů **O'Conner et al.**, $r=0,955$.

Tabulka 18- Porovnání 1- RM v mrtvém tahu s predikčními rovnicemi a jejich vzájemná korelace

proband	mrtvý tah 1-RM	Brzicky	Lander	Epley	O'Conner et al.
pha1	90	96,7	97,2	96,6	90,6
pha2	140	168,8	169,0	161,2	149,1
pha3	150	160,0	160,9	160,0	150,0
pha4	150	149,0	150,1	152,0	144,0
pha5	120	106,9	108,0	110,8	106,9
pha6	150	149,0	150,1	152,0	144,0
pha7	150	187,9	187,8	175,9	162,0
pha8	150	139,4	140,7	144,0	138,0
pha9	120	126,7	127,4	126,6	118,8
pha10	80	86,7	87,1	86,6	81,3
CORREL.		0,875	0,882	0,934	0,955

5.4 VÚ 7214 Čáslav, VÚ 2395 Pardubice, VZ 8297 Praha

Tabulka 19 dokladuje souhrnné výsledky všech probandů včetně průměrných hodnot a směrodatných odchylek.

Tabulka 19- Souhrnné výsledky všech probandů

proband	výška (cm)	váha (kg)	věk	dřep 1-RM (kg)	dřep 80% z 1-RM (rep.)	mrtvý tah 1-RM (kg)	mrtvý tah 80% z 1-RM (rep.)
cas1	185	76,4	37	120	8	150	13
cas2	177	86,5	29	150	11	180	10
cas3	168	79,2	40	100	7	95	9
cas4	173	92,3	34	115	9	130	8
cas5	190	88,7	34	110	10	125	11
cas6	176	63,4	28	90	7	115	8
cas7	178	70,1	23	120	13	140	11
cas8	170	68,5	27	105	8	130	12
cas9	177	73,6	38	95	10	110	7
cas10	179	85,8	26	85	9	100	12
pce1	195	104,5	38	100	9	145	10
pce2	166	68,6	27	130	12	140	17
pce3	182	90,5	34	160	9	170	16
pce4	172	76,5	31	110	10	130	11
pce5	176	76,8	32	110	14	150	5
pce6	176	96,9	35	170	8	200	12
pce7	178	80,4	35	95	9	130	10
pce8	174	89,4	34	120	7	180	6
pce9	178	89,3	38	120	9	170	6
pce10	170	77,3	30	110	11	150	13
pha1	168	62,9	24	80	7	90	10
pha2	181	82,7	27	120	9	140	13
pha3	185	86	23	120	13	150	10
pha4	175	74,2	22	130	15	150	8
pha5	182	73,3	23	85	10	120	5
pha6	183	87,5	24	120	10	150	8
pha7	184	91,8	30	120	12	150	14
pha8	192	82,4	22	100	10	150	6
pha9	183	86,7	25	85	6	120	10
pha10	184	72,8	21	100	8	80	10
průměr	178,6	81,2	29,7	112,5	10	138	10
SD +/-	7,1	9,9	5,7	21,3	2,2	27,5	3,0

Z tabulky 20 lze snadno porovnat průměrné hodnoty jednotlivých vojenských odborností.

Tabulka 20- Porovnání průměrných výsledků jednotlivých testovaných skupin

VÚ 7214 Čáslav							
proband	výška (cm)	váha (kg)	věk	dřep 1-RM (kg)	dřep 80% z 1-RM (rep.)	mrtvý tah 1-RM (kg)	mrtvý tah 80% z 1-RM (rep.)
průměr	177,3	78,45	31,6	109	9	127,5	10
SD +/-	6,5	9,7	5,8	18,8	1,9	25,2	2,0
VÚ 2395 Pardubice							
proband	výška (cm)	váha (kg)	věk	dřep 1-RM (kg)	dřep 80% z 1-RM (rep.)	mrtvý tah 1-RM (kg)	mrtvý tah 80% z 1-RM (rep.)
průměr	176,7	85,02	33,4	122,5	10	156,5	11
SD +/-	7,9	10,9	3,5	24,6	2,0	22,9	4,1
VZ 8297 Praha							
proband	výška (cm)	váha (kg)	věk	dřep 1-RM (kg)	dřep 80% z 1-RM (rep.)	mrtvý tah 1-RM (kg)	mrtvý tah 80% z 1-RM (rep.)
průměr	181,7	80,03	24,1	106	10	130	9
SD +/-	6,4	8,9	2,7	18,2	2,7	26,7	2,8

V předposlední výsledkové tabulce 21 se zaměřujeme na kompletní testovaný soubor 30 probandů a jejich výsledky 1- RM v dřepu se vzájemnou korelací s predikčními rovnicemi. Pomocí statistických funkcí v MS Excel jsme data navzájem korelovali a zjistili jsme, že nejpřesnější predikční rovnice v tabulce 21 je rovnice od autorů **O'Conner et al., $r = 0,975$** . Dále jsme zprůměřovali všechny reálné výkony 1- RM v dřepu a stejně tak predikční rovnice a zjistili jsme, že **odchylka od reálného průměrného výkonu 1- RM v dřepu se odchyľuje od průměru nejpřesnější predikční rovnice pouze o -0,8%**.

Tabulka 21- Porovnání 1- RM v dřepu s predikčními rovnicemi a jejich vzájemná korelace u všech probandů

proband	dřep 1-RM (kg)	Brzicky	Lander	Epley	O'Conner et al.
cas1	120,0	118,0	118,9	120,3	114,0
cas2	150,0	166,2	166,9	164,0	153,0
cas3	100,0	96,0	96,9	98,6	94,0
cas4	115,0	119,0	119,7	120,2	113,3
cas5	110,0	116,7	117,3	116,6	109,4
cas6	90,0	87,0	87,8	89,4	85,2
cas7	120,0	142,6	142,7	136,1	125,9
cas8	105,0	105,5	106,3	107,6	102,0
cas9	95,0	100,0	100,6	100,0	93,8
cas10	85,0	86,8	87,4	87,7	82,7
pce1	100,0	102,9	103,5	104,0	98,0
pce2	130,0	151,3	151,6	147,0	136,5
pce3	160,0	164,0	165,0	165,7	156,2
pce4	110,0	116,7	117,3	116,6	109,4
pce5	110,0	137,0	136,9	128,3	118,1
pce6	170,0	167,6	168,9	171,0	162,0
pce7	95,0	96,5	97,1	97,5	91,9
pce8	120,0	114,0	115,0	117,1	111,6
pce9	120,0	122,2	123,0	123,5	116,4
pce10	110,0	121,2	121,7	119,6	111,6
pha1	80,0	78,0	78,7	80,2	76,4
pha2	120,0	122,2	123,0	123,5	116,4
pha3	120,0	142,6	142,7	136,1	125,9
pha4	130,0	171,9	171,5	157,4	144,4
pha5	85,0	90,0	90,5	90,0	84,4
pha6	120,0	126,7	127,4	126,6	118,8
pha7	120,0	136,8	137,2	133,0	123,5
pha8	100,0	106,7	107,3	106,6	100,0
pha9	85,0	78,4	79,2	81,0	77,6
pha10	100,0	99,3	100,1	101,3	96,0
CORREL.		0,919	0,924	0,963	0,975
Průměr	112,5	119,5	120,1	118,9	111,6
Odch. %	100%	6,2	6,7	5,7	-0,8

V poslední výsledkové tabulce 22 se zaměřujeme na kompletní testovaný soubor 30 probandů a jejich výsledky 1- RM v mrtvém tahu se vzájemnou korelací s predikčními rovnicemi. Pomocí statistických funkcí v MS Excel jsme data navzájem korelovali a zjistili jsme, že nejpřesnější predikční rovnice v tabulce 22 je rovnice od autorů **O'Conner et al.**, $r = 0,951$. Dále jsme zprůměřovali všechny reálné výkony 1- RM v mrtvém tahu a stejně tak predikční rovnice a zjistili jsme, že **odchylka od**

reálného průměrného výkonu 1- RM v mrtvém tahu se odchyluje od průměru nej přesnější predikční rovnice pouze o 0,2%.

Tabulka 22- Porovnání 1- RM v mrtvém tahu s predikčními rovnicemi a jejich vzájemná korelace u všech probandů

proband	mrtvý tah 1-RM (kg)	Brzicky	Lander	Epley	O'Conner
cas1	150,0	180,1	180,3	171,9	159,0
cas2	180,0	193,4	194,4	193,3	181,3
cas3	95,0	96,5	97,1	97,5	91,9
cas4	130,0	130,4	131,4	133,0	126,0
cas5	125,0	138,5	139,1	136,6	127,5
cas6	115,0	114,8	115,7	117,1	111,0
cas7	140,0	155,8	156,4	153,7	143,4
cas8	130,0	151,3	151,6	147,0	136,5
cas9	110,0	105,0	105,9	107,9	102,8
cas10	100,0	115,2	115,5	112,0	104,0
pce1	145,0	153,4	154,2	153,3	143,8
pce2	140,0	202,6	201,3	176,2	160,3
pce3	170,0	231,6	230,5	206,9	189,0
pce4	130,0	145,4	146,0	143,5	133,9
pce5	150,0	135,0	136,5	140,0	135,0
pce6	200,0	230,5	231,1	223,9	208,0
pce7	130,0	140,0	140,8	140,0	131,3
pce8	180,0	168,4	170,0	174,0	166,8
pce9	170,0	156,8	158,3	162,0	155,3
pce10	150,0	180,1	180,3	171,9	159,0
pha1	90,0	96,7	97,2	96,6	90,6
pha2	140,0	168,8	169,0	161,2	149,1
pha3	150,0	160,0	160,9	160,0	150,0
pha4	150,0	149,0	150,1	152,0	144,0
pha5	120,0	106,9	108,0	110,8	106,9
pha6	150,0	149,0	150,1	152,0	144,0
pha7	150,0	187,9	187,8	175,9	162,0
pha8	150,0	139,4	140,7	144,0	138,0
pha9	120,0	126,7	127,4	126,6	118,8
pha10	80,0	86,7	87,1	86,6	81,3
CORREL.		0,852	0,860	0,927	0,951
Průměr	138,0	149,9	150,5	147,6	138,3
Odch. %	100%	8,6	9,1	6,9	0,2

6 DISKUSE

Cílem této práce bylo rozpracování tématu predikčních rovnic. Můj osobní zájem o silové sporty mě přivedl na myšlenku k vytvoření srovnávací studie predikčních rovnic, kterou ve své knize nastínili autoři Petr, Šťastný (2012). Vedoucí práce mě v mé myšlence podpořil a nic nebránilo tomu, abychom z mé myšlenky vytvořili téma diplomové práce.

Dále bychom chtěli zdůraznit, že nezkoumáme to, jak autoři vytvořili predikční rovnice, jelikož se většinou jedná o složité matematické rovnice. V úvodu diskuse uvádíme, že jsme predikční rovnice pouze převzali a pracovali s nimi, jakož to s funkčními a ověřenými prostředky.

Celkově jsme použili 4 predikční rovnice od autorů v následujícím tvaru:

- **Brzycki** (1993): $1- RM = 100 * \text{rep wt} / (102,78 - 2,78 * \text{reps})$
- **Lander** (1985): $1- RM = 100 * \text{rep wt} / (101,3 - 2,67123 * \text{reps})$
- **Epley** (1985): $1- RM = (1 + 0,033 * \text{reps}) * \text{rep wt}$
- **O'Conner et al.** (1989): $1- RM = \text{rep wt} (1 + 0,025 * \text{reps})$

(kde rep wt= hmotnost činky a reps= počet opakování)

Predikčních rovnic bylo vytvořeno větší množství, které testuje například studie Dale A. LeSuer et al. (1997).

Naší snahou bylo vytvořit stejnoměrné podmínky a formulovat je tak, aby vyhovovaly na všechny 4 predikční rovnice. Například predikční rovnice od Brzyckého platí do 10 provedených opakování, kde se předpokládá lineární vztah mezi 1- RM až 10- RM. Rovnice od Landerse je predikována na konkrétní velikost odporu a to z intervalu 105- 700 lb (47,7- 317,8 kg). Rovnice od Epleye odvozuje 1- RM z opakovacího maxima při odporech mezi 50- 90% 1- RM a dle Petra a Šťastného (2012) patří k nejpřesnějším rovnicím pro predikci 1- RM dle srovnávacích studií.

Na základě těchto informací jsme stanovili podmínky testování takto:

- testovat budeme reálné 1- RM v dřepu a následně budeme z této hodnoty vypočítávat 80%. S odporem 80% z 1- RM bude proveden test submaximální síly a bude zaznamenán počet úspěšných opakování, které pak poslouží k výpočtu teoretických 1- RM pomocí predikčních rovnic. Postup u mrtvého tahu jsme zachovali totožný.

- testování 1- RM probíhalo formou vzestupné pyramidy a probandi si mohli navyšovat odpor dle vlastního úsudku vždy však nejméně o 2,5 kg, jelikož nejmenší použité kotouče byli 1,25 kg.

- při přepočtu odporu 1- RM na 80% z 1- RM jsme zaokrouhlovali taktéž na 2,5 kg.

- v rámci zachování stejných podmínek pro všechny jsme testovali bez opasku a dalších podpůrných materiálů jako jsou speciální podpůrné dresy či bandáže. Jediný povolený prostředek bylo magnézium pro zlepšení úchopu. Bandáže byly povoleny pouze v případě zdravotního hlediska. Například použití jedné kolenní bandáže po operaci kolene. Použité studie však nepřinášejí konkrétní informace o použitém vybavení.

Na základě výsledků jsme vyhodnotili jako nejpřesnější predikční rovnici od autorů O'Conner et al. Tato rovnice se ukázala jako nejpřesnější u dřepu i mrtvého tahu. Na základě tohoto zjištění přijímáme H0 a zamítáme H1 viz tabulky 20 a 21 v kapitole výsledky. Maximální odchylka v predikci 1- RM byla 9,1% a to u mrtvého tahu. V naší studii jsme se nedostali na tak velké odchylky jako ve studii Dale A. LeSuer et al. (1997), kde největší odchylka v predikci 1- RM byla 14%.

S problematikou odchylek v predikci 1- RM souvisí dílčí výzkumná otázka a to, zda jsou cviky stejně predikovatelné. Autoři Petr, Šťastný (2012, s. 42) a studie autorů Dale A. LeSuer et al. (1997) přinášejí tvrzení, že zvolené cviky dřep a mrtvý tah nejsou stejně predikovatelné. Dokonce tvrdí, že dřep je predikovatelný s vysokou přesností, kdežto rozdíly v predikci 1- RM mrtvého tahu jsou až 14%. Toto tvrzení můžeme doložit na výsledcích studie Dale A. LeSuer et al. (1997), kde průměrná odchylka v predikci dřepu byla 4,6% a průměrná odchylka v predikci mrtvého tahu byla 11%. Pro zajímavost uvedeme průměrnou odchylku v bench pressu, která udává hodnotu 2,7%.

Naší snahou bylo také pokusit se zjistit, zdali má vliv na predikci příslušnost k jednotlivým útvarům či zařízením. Vzhledem k tomu, že výsledky u jednotlivých jednotek byly velmi podobné, musíme tuto myšlenku opustit. Případně tuto myšlenku obrátit a přinést tvrzení, že příslušnost k jednotkám nemá vliv na predikci 1- RM.

V případě, že by chtěl někdo navazovat na naši studii, přinášíme doporučení, které bylo zjištěno ve studii autorů (Dohoney P. et al., 2002). V této studii bylo prokázáno, že pro přesnější predikci 1- RM je vhodnější pásmo 4-6 opakování z 1- RM. Naše průměrné hodnoty provedených opakování jak v dřepu, tak mrtvém tahu dosahují hodnoty 10 opakování z 1- RM. Což v průměru vyhovuje našim stanoveným

podmínkám a stejně tak podmínkám většiny predikčních rovnic, protože v rozmezí 1- RM až 10- RM se předpokládá lineární vztah jako například u rovnice Brzycki (1993). Avšak pásmo 4-6 opakování z 1- RM přinese přesnější výsledky.

Dalším ovlivňujícím faktorem v predikci 1- RM může být stupeň trénovanosti. Většina rozebíraných studií byla prováděna na mladých, netrénovaných studentech. V našem případě jsme testovali specifické skupiny profesionálních vojáků, které již prošli mnoha zdravotními prohlídkami, všichni testovaní jsou držiteli zdravotní klasifikace A. Úroveň jejich pohybových schopností by měla být na vyšší úrovni než u běžné populace. Domníváme se, že tento fakt může být významným ovlivňujícím faktorem.

V použitých studiích jsme postrádali informace o povoleném vybavení. Jen některé uváděli poznámku, že použité vybavení bylo pro všechny probandy stejné. Myslíme si, že pokud by do testování vstoupila intervence (v podobě použití lifterského opasku) hodnoty predikčních rovnic a jejich celkové výsledky by mohly být úplně jiné. Berme naši myšlenku jako doporučení k dalšímu rozpracování naší studie. Vzhledem k časové náročnosti a problematice sehnat stejné probandy (v průběhu probíhajícího zaměstnání v AČR) nebylo v našich silách tuto myšlenku dále rozvíjet.

7 ZÁVĚRY

V diplomové práci jsme prováděli komparaci mezi reálným 1- RM (v dřepu a mrtvém tahu) a teoreticky vypočteným 1- RM s využitím predikčních rovnic. Naším cílem bylo vyhodnotit nejpřesnější predikční rovnici pro výpočet 1- RM v dřepu a mrtvém tahu. Tento cíl byl splněn na základě statistického zpracování, konkrétně s využitím Pearsonova korelačního koeficientu. Stanovili jsme si nulovou a alternativní hypotézu. Na základě zjištěných výsledků jsme přijali nulovou hypotézu. Rozdíl mezi nejpřesnější predikční rovnicí a reálným výkonem je malý.

Našeho výzkumu se zúčastnilo 30 probandů s různou vojenskou odborností. Probandi byli podrobena testu na 1- RM v dřepu a mrtvém tahu a následně testu submaximální síly, kde hmotnost činky byla stanovena na 80% z 1- RM. Hmotnost činky a počet provedených opakování s daným odporem byly stěžejními hodnotami pro následné statistické zpracování. Po dosažení těchto hodnot do predikčních rovnic bylo možné vypočítat teoretické 1- RM (v dřepu a mrtvém tahu). V momentu, kdy jsme získali teoretické hodnoty 1- RM následovalo již statistické vyhodnocení na základě cíle práce.

Všechny stanovené úkoly práce byly splněny. Provedli jsme rešerši odborné literatury, vědeckých studií a zformulovali teoretická východiska. Požádali jsme naše kolegy o spolupráci při testování v Pardubicích a Čáslavi, kteří nám poskytli prostory a probandy splňující podmínky testování. Získali jsme souhlas Etické komise UK FTVS. Uskutečnili jsme testování v Čáslavi, Pardubicích a v Praze. Zpracovali jsme získaná data z testování a dopočítaly predikční rovnice, provedli jsme jejich analýzu, vyhodnotily jsme výsledky, sepsali diskusi a stanovili závěry.

Pokud bychom měli závěry zobecnit, dovoluujeme si tvrdit, že predikční rovnice jsou funkčním prostředkem k odhadnutí 1- RM, které jakož to velikost odporu patří k základním zátěžovým parametrům silového tréninku. Tyto parametry jsou uplatnitelné v samotné praxi při skladně tréninkového plánu. Nejen pro jednotlivce, ale i pro trenéry, instruktory a další.

Doporučujeme na tuto práci navázat studií, která bude pracovat s intervencí v podobě lifterského opasku. Naším doporučením je stanovení experimentální skupiny (s opaskem) a kontrolní skupiny (bez opasku) a provést testování s dodržением stejných

podmínek. Cílem práce pak bude zjištění, zdali má opasek vliv na predikci výkonu a která z predikčních rovnic bude nejpřesnější.

SEZNAM LITERATURY

ABADIE, B. R. et al.: *Does a regression equation to predict maximal strength in untrained lifters remain valid when the subjects are technique trained?* Journal of Strength and Conditioning Research, 1999. 13(3): s. 259- 263.

BLAHUŠOVÁ, E.: *Pilates & jóga pro sportovce*. Praha: Olympia 2008.
ISBN 978-80-7376-086-1.

BURSOVÁ, M.: *Kompenzační cvičení*. Praha: Grada 2005. ISBN 80-247-0948-1.

BURSOVÁ, M.; VOTÍK, J.; ZALABÁK, J.: *Kompenzační cvičení pro fotbalisty*. Praha: Olympia 2003. ISBN 80-7033-793-1.

DALE A. LESUER et. al.: *The accuracy of prediction equations for estimating 1- RM performance in the bench press, squat and deadlift*. Journal of Strength and Conditioning Research, 1997. 11(4): s. 211- 213.

DELAVIER, F.: *Strength training anatomy, 2nd. e.* Illinois: Human kinetics 2005.
ISBN 0-7360-6368-4.

DOHONEY, P. et al.: *Prediction of one repetition maximum (1- RM) strength from a 4-6 RM and a 7-10 RM submaximal strength test in healthy young adult males*. Mississippi State University: Journal of Exercise Physiology, 2002. 5(3): s. 54- 59.

DOVALIL, J. a kol.: *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia 2002.
ISBN 978-80-7033-928-2.

GRASGRUBER, P.; CACEK, J.: *Sportovní geny*. Brno: Computer Press 2008. ISBN 978-80-251-1873-3.

HENDL, J.: *Úvod do kvalitativního výzkumu*. Praha: Karolinum 1999. ISBN 80-246-0030-7.

HOŠKOVÁ, B.: *Kompenzace pohybem*. Praha: Olympia 2003. ISBN 80-7033-787-7.

KABELÍKOVÁ, K.; VÁVROVÁ, M.: *Cvičení k obnovení a udržování svalové rovnováhy (příprava ke správnému držení těla)*. Praha: Grada 1997. ISBN 80-7169-384-7.

KRAEMER, W. J. et al.: *Physiologic responses to heavy- resistance exercise with very short rest periods*. Int J Sports med, 1987. 8(4): s. 247- 252.

MATHEUS AMARANTE do NASCIMENTO et al.: *Validation of the Brzycki equation for the estimation of 1- RM in the bench press*. Rev Bras Med Esporte, 2007. 13(1): s. 40e- 42e.

NELSON, A. G.; KOKKONEN, J.: *Stretching anatomy*. Illinois: Human kinetics 2007. ISBN 978-07-360-5972-5.

NORMATIVNÍ VÝNOS MINISTERSTVA OBRANY Č. 12/2011. *Služební tělesná výchova v rezortu Ministerstva obrany*.

NOVOTNÝ, I.: *Biologie člověka*. Praha: Fortuna 2003. ISBN 80-7168-819-3.

PETR, M.; ŠTASTNÝ, P.: *Funkční silový trénink*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, FTVS 2012. ISBN 978-80-86317-93-9.

PUNCH, F. K.: *Úspěšný návrh výzkumu*. Praha: Portál 2008. ISBN 978-80-7367-468-7.

PUNCH, F. K.: *Základy kvantitativního šetření*. Praha: Portál 2008. ISBN 978-80-7367-381-9.

REYNOLDS, J. M. et al.: *Prediction of one repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2006. 20(3): s. 584- 592.

STOPPANI, J.: *Velká kniha posilování*. Praha: Grada 2008. ISBN 978-80-247-2204-7.

TICHÝ, M.: *Funkční diagnostika pohybového aparátu*. Praha: Triton 2000.
ISBN 80-7254-022-X.

TLAPÁK, J.: Katedra anatomie a biomechaniky FTVS UK [online].

Vytvořeno 1. 3. 2004 [cit. 2012-07-12]. Dostupné také z:

<<http://www.biomech.ftvs.cuni.cz/pbpk/kompendium/index.php>>.

TLAPÁK, P.: *Tvarování těla, 6th. e*. Praha: Arsci 2007.

ISBN 978-80-86078-72-4.

VÉLE, F.: *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada- Avicenum 1997.

ISBN: 8071692565

SEZNAM VYOBRAZENÍ

Obrázek 1- Dolní zkřížený syndrom.....	17
Obrázek 2- Horní zkřížený syndrom	18
Obrázek 3- Stavba svalu	19
Tabulka 1- Typy svalových vláken.....	20
Tabulka 2- Tonické (posturální) svaly.....	23
Tabulka 3- Fázičné svaly	23
Tabulka 4- Vztah počtu opakování a velikosti odporu	25
Tabulka 5- TUT a tréninkový efekt	26
Tabulka 6- Převrácený vztah opakování a série	27
Tabulka 7- Interval odpočinku a trénovaná silová schopnost.....	28
Obrázek 4- Dřep svalové zapojení.....	29
Obrázek 5- Mrtvý tah svalové zapojení.....	30
Tabulka 8- Rozdělení služební TV	32
Obrázek 6- Standardizovaná činka	37
Tabulka 9- Limitní hranice hmotnosti kotoučů IPF 2013.....	37
Obrázek 7- Osobní digitální váha Sencor	39
Obrázek 8- Správná hloubka dřepu	42
Obrázek 9- Výchozí poloha pro mrtvý tah	43
Obrázek 10- Hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu	45
Tabulka S+D- Souhrnné výsledky dřep a mrtvý tah.....	46
Tabulka 10- Výsledky testované skupiny Čáslav	47
Tabulka 11- Porovnání 1- RM v dřepu s predikčními rovnicemi a jejich vzájemná korelace.....	47
Tabulka 12- Porovnání 1- RM v mrtvém tahu s predikčními rovnicemi a jejich vzájemná korelace.....	48

Tabulka 13- Výsledky testované skupiny Pardubice	48
Tabulka 14- Porovnání 1- RM v dřepu s predikčními rovnicemi a jejich vzájemná korelace	49
Tabulka 15- Porovnání 1- RM v mrtvém tahu s predikčními rovnicemi a jejich vzájemná korelace.....	49
Tabulka 16- Výsledky testované skupiny Praha.....	50
Tabulka 17- Porovnání 1- RM v dřepu s predikčními rovnicemi a jejich vzájemná korelace	50
Tabulka 18- Porovnání 1- RM v mrtvém tahu s predikčními rovnicemi a jejich vzájemná korelace.....	51
Tabulka 19- Souhrnné výsledky všech probandů	51
Tabulka 20- Porovnání průměrných výsledků jednotlivých testovaných skupin	52
Tabulka 21- Porovnání 1- RM v dřepu s predikčními rovnicemi a jejich vzájemná korelace u všech probandů.....	53
Tabulka 22- Porovnání 1- RM v mrtvém tahu s predikčními rovnicemi a jejich vzájemná korelace u všech probandů	54

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín
tel.: 220 171 111
<http://www.ftvs.cuni.cz/>

Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, doktorské, diplomové (bakalářské) práce, zahrnující lidské účastníky

Název: SROVNÁVACÍ STUDIE PREDIKČNÍCH ROVNIC PRO VÝPOČET HODNOTY
1- RM U DŘEPU A MRTVÉHO TAHU

Forma projektu: diplomová práce

Autor (hlavní řešitel): Jiří Radovnický, Bc.

Školitel (v případě studentské práce): Mgr. Josef Fedák

Popis projektu: Na základě komparace získaných dat s predikčními rovnicemi vyhodnotit nejpřesnější rovnici pro výpočet hodnoty 1- RM. V diplomové práci využívám komparační metodu s využitím experimentálního testování. Testování se zúčastní 30 mužů ve věku 20- 40 let se zdravotní klasifikací A bez omezení. Testování účastníci tvoří vždy desetičlennou skupinu ze třech různých vojenských útvarů (zařízení).

VZ 8297 Praha- VO při FTVS UK
VÚ 7214 Čáslav- 21. základna taktického letectva
VÚ 2395 Pardubice- 141. zásobovací prapor

Každý účastník bude testován nejprve v dřepu a následně v mrtvém tahu. Vždy se otestuje hodnota 1- RM a následně maximální počet opakování s 80% 1- RM u obou cviků (zaokrouhlo na 2,5kg).

Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky: Všichni účastníci výzkumu byli seznámeni s průběhem testování, s vnitřním řádem posilovny a s poskytnutím dopomoci v daném cviku.

Etické aspekty výzkumu: Účastníci výzkumu byli informováni, že v rámci této práce či v jiných dokumentech nebudou zveřejněny jejich osobní údaje.

Informovaný souhlas (přiložen)

V Praze dne 20. 3. 2014

Podpis autora:

Vyjádření etické komise UK FTVS

Složení komise: Doc. MUDr. Staša Bartůňková, CSc.
Prof. Ing. Václav Bunc, CSc.
Prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.
Doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 0110/2014

dne: 24. 3. 2014

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a neshledala žádné rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodní směrnice pro provádění biomedicínského výzkumu, zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

UNIVERZITA KARLOVA v Praze
Fakulta tělesné výchovy a sportu
řazítka školy
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

1

podpis předsedy EK

Příloha č. 2: Informovaný souhlas probanda

Dovoluji si Vás oslovit, jakož to testovaného, o spolupráci při testování, které je součástí diplomové práce na téma SROVNÁVACÍ STUDIE PREDIKČNÍCH ROVNIC PRO VÝPOČET HODNOTY 1- RM U DŘEPU A MRTVÉHO TAHU. Jelikož splňujete mnou stanovené podmínky pro testování, jste vhodným kandidátem pro tento výzkum. Podmínky testování: muž (20- 40 let), zdravotní klasifikace A bez omezení.

Cíl výzkumu: na základě komparace získaných dat z vlastního testování s predikčními rovnicemi vyhodnotit nejpřesnější rovnici pro výpočet 1- RM na základě korelačního koeficientu.

Výsledky budou zpracovány a vyhodnoceny anonymně. V prezentaci výsledků a jejich dokumentaci nebudou uveřejněny osobní informace (jméno, pohlaví, rok narození). O tomto procesu měření a způsobu prezentace výsledků bude každý testovaný informován před započítím výzkumu.

Souhlasím, že jsem byl v rozhovoru s řešitelem práce dostatečně a srozumitelně seznámen s účelem a cílem výzkumu.

Výzkum bude prováděn za účelem výzkumné činnosti v rámci diplomové práce studentem II. ročníku magisterského studia oboru vojenská tělovýchova, FTVS UK v Praze.

Byl jsem informován o tom, jakou formou bude výzkum probíhat. Byl jsem informován o způsobu dokumentace a prezentace výsledků této studie.

Byl jsem informován o tom, že veškeré mnou poskytnuté osobní údaje budou dokumentovány, bez uvedení mého jména a příjmení.

Byl jsem seznámen s možnými riziky, které mohou nastat při testování. Před testováním jsem využil preventivních opatření (rozcvičení, protažení atd.), která tato rizika zmírňují na minimum.

Bylo mi umožněno vše si rozvážit a zeptat se na vše, co považuji za podstatné. S postupem a výzkumnými metodami souhlasím.