

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2024

Bc. David Mašek

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Relevance silových schopností a tělesného složení v kontextu
specifické výkonnosti vojenského personálu**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

npor. PhDr. Jan Maleček, Ph.D.

Vypracoval:

rtm. Bc. David Mašek

Praha, 2024

Prohlášení

Čestně prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně, za pomoci uvedené literatury a zdrojů. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání stejného nebo jiného akademického titulu.

V Praze, dne: _____

_____ podpis autora práce

Evidenční list:

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

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

Poděkování

Především bych chtěl poděkovat npor. PhDr. Janu Malečkovi, Ph.D. za odborné vedení této diplomové práce, cenné rady a veškerou ochotu. Dále bych chtěl poděkovat Mgr. Vítu Třebickému, Ph.D. a PhDr. Romanu Malířovi za cenné konzultace při utváření koncepce této práce. V neposlední řadě patří mé poděkování všem účastníkům tohoto výzkumu a rodině za jejich podpor.

Abstrakt

Název:

Relevance silových schopností a tělesného složení v kontextu specifické výkonnosti vojenského personálu.

Cíl práce:

Objasnění vztahů mezi vybranými druhy silových schopností, tělesným složením a výkonem ve vojensko-specifických testech reflektujících bojové operační nasazení.

Metody:

Tato teoreticko-empirická práce využívala kvantitativních metod. Výzkumný soubor tvořilo 23 studentů Vojenského oboru Univerzity Karlovy a 8 náhodných uchazečů ($22,5 \pm 2,9$ let, $181,5 \pm 7,1$ cm, $80,2 \pm 10,4$ kg.), kteří odpovídali stanoveným kritériím. Probandi podstoupili antropometrický sběr dat, rozbor tělesného složení pomocí systému DEXA (Dual-Energy X-ray Absorptiometry), stanovení hodnot VO₂ max, stanovení úrovně různých druhů silových a vytrvalostní schopností pomocí vybraných motorických testů, vojensko-specifické testování reflektující operační zátěží. K hodnocení vztahu mezi silovými schopnostmi, tělesným složením a výkonem ve vojensko-specifických testech byla zvolena mnohonásobná regresní analýza, která byla docílena pomocí šesti mnohonásobných regresních modelů. Pro všech šest modelů byly určeny totožné následující prediktory: mrtvý tah, dynamometrie pravé a levé ruky, vertikální výskok, odhod medicinbalu, shyby, sedy-lehy a svalová hmota (bez oblasti hlavy). Pro každý model byly zvoleny jako rozdílné regresanty následující vojensko-specifické testy: pohyb pod palbou, přenášení kanystrů, opakované zvedání a přenášení zátěže, tažení raněného, maximální zdvih, pochod se zátěží. Modely byly podrobeny testům předpokladů lineární regrese, které zahrnovaly test pro zjištění multikolinearity mezi prediktory ($VIF < 5$), Shapiro-wilk test k určení normality reziduí ($p > 0.05$), Durbin-Watsonův test pro detekci autokorelace v reziduích (DW statistika ≈ 2), NCVST (Non-constant Variance Score Test) ($p > 0.05$) ke stanovení homoskedasticity reziduí a Cookovu vzdálenost k identifikaci odlehlých hodnot ($Max < 1$), které by mohly ovlivnit regresní modely. Robustnost a prediktivní schopnost jednotlivých modelů byla posuzována na základě koeficientu determinace (R^2) a upraveného koeficientu determinace (upravené R^2). Statistická významnost jednotlivých prediktorů byla

určována podle p-hodnoty ($p < 0.05$) a rozsahu konfidenčního intervalu s nastavenou hodnotou 95 %.

Výsledky:

Jako nejrobustnější model s největší predikční schopností se prokázal být pátý model – maximální zdvih ($R^2 = 0.712$, upravené $R^2 = 0.596$) se závislou proměnou maximální zdvih, který splnil všechna stanovená kritéria předpokladů lineární regrese. Tento model obsahoval jediný statisticky významný prediktor ($p < 0.05$), kterým byl odhod medicinbalu ($\beta = 0.112$ [0.043, 0.182]; $p = 0.003$). Druhým nejvýznamnějším modelem se prokázal být první model ($R^2 = 0.609$; upravené $R^2 = 0.453$) se závislou proměnou pohyb pod palbou, který rovněž splnil všechna kritéria předpokladů lineární regrese. Tento model obsahoval jeden statisticky významný prediktor ($p < 0.05$), kterým byl vertikální výskok ($\beta = -0.143$ [-0.261, -0.026]; $p = 0.020$) a jeden prediktor, který se statistické významnosti přiblížil ($p = 0.05$), tímto prediktorem byla dynamometrie pravé ruky ($\beta = 0.110$ [-0.004, 0.225]; $p = 0.057$). Upravené R^2 druhého modelu (přenášení kanystrů), čtvrtého modelu (tažení raněného) a šestého modelu (pochod se zátěží) poukazuje na jejich slabší robustnost (upravené $R^2 < 0.300$), přičemž u čtvrtého modelu byla identifikována heteroskedasticita ($p < 0,05$) současně s odlehlými hodnotami ($\text{Max} > 1$), které by mohly výsledky tohoto modelu značně zkreslovat. Třetí model (opakované zvedání a přenášení zátěže) vykazuje oproti ostatním modelům nejnižší vysvětlení variability po zohlednění počtu prediktorů (upravené $R^2 = 0.081$). Nejvýznamnějšími prediktory napříč všemi modely se ukázaly být: odhod medicinbalu, vertikální výskok, svalová hmota a ruční dynamometrie pravé ruky. Avšak statisticky významné ($p < 0,05$) se prokázaly být pouze odhod medicinbalu a vertikální výskok.

Závěr:

Tato práce prokazuje významný determinující význam silových schopností a svalové hmoty v rámci vojenských úkolů reflektujících operační zatížení. Výsledná data modelů prokázala silnější predikční význam silových schopností a svalové hmoty spíše pro úkoly krátkodobého a explozivního charakteru (první model – pohyb pod palbou) a pro úkoly, kde se zátěž přibližuje 1RM (pátý model – maximální zdvih). Významnými prediktory napříč modely se ukázaly být vertikální výskok, odhod medicinbalu, svalová hmota a ruční dynamometrie pravé ruky, přičemž statistické významnosti ($p < 0.05$) dosáhl pouze a odhod medicinbalu a vertikální výskok. Tento fakt nám prokazuje, že

explozivní síla horní i dolní poloviny těla, se ukázala být jako nejvýznamnější determinant vojenské výkonnosti během plnění specifických úkolů napříč všemi šesti modely. Výsledky této diplomové práce mohou být využity do praktické implementace vojenských fyzických přezkoušení či v rámci reorganizace a inovace nových tréninkových postupů v rámci armádního prostředí. Zvláště velkého významu by výsledky této diplomové práce mohly nabývat při aplikaci zjištěných poznatků do tělesné přípravy vojenských specialistů, kteří jsou připravováni do zahraničních operací.

Klíčová slova:

armáda, operační prostředí, fyzická připravenost, vojenské úkoly, motorické schopnosti, mnohonásobná lineární regrese.

Abstract

Title:

The relevance of strength abilities and body composition in the context of specific performance of military personnel.

Objective:

To clarify the relationships between selected types of strength abilities, body composition, and performance in military-specific tests reflecting combat operational deployment.

Methods:

This theoretical and empirical work utilized quantitative methods. The research population consisted of 23 military students from Charles University and 8 randomly chosen candidates (22.5 ± 2.9 years, 181.5 ± 7.1 cm, 80.2 ± 10.4 kg,) who met the established criteria. Subjects underwent anthropometric data collection, body composition analysis using the DEXA (Dual-Energy X-ray Absorptiometry) system, determination of VO₂ max values, determination of the level of various types of strength and endurance abilities using selected motor tests, and military-specific testing reflecting operational load. Multiple regression analysis was chosen to assess the relationship between strength abilities, body composition and performance in military-specific tests, which was achieved using six multiple regression models. For all six models, the following predictors were determined to be identical: deadlift, right and left hand grip, vertical jump, medicine ball throw, pull-ups, sit-ups, and lean mass (excluding head region). The following military-specific tests were chosen as different regressors for each model: fire movement, water can carry, repeated lift and carry, casualty drag, single max lift and loaded march. Models were subjected to tests of linear regression assumptions, which consisting of a test to determine multicollinearity between predictors ($VIF < 5$), a Shapiro-Wilk test to determine the normality of residuals ($p > 0.05$), the Durbin-Watson test to detect autocorrelation in residuals (DW statistic ≈ 2), the Non-constant Variance Score Test (NCVST) ($p > 0.05$) to determine homoskedasticity of residuals, and Cook's distance to identify outliers ($Max < 1$) that could affect the regression models. The robustness and predictive ability of each model was assessed based on the coefficient of determination (R^2) and an adjusted coefficient of determination (adjusted R^2). Statistical

significance of each predictor was determined by the p-value ($p < 0.05$) and the range of the confidence interval with a set value of 95 %.

Results:

The fifth model, ($R^2 = 0.712$, adjusted $R^2 = 0.596$), with the dependent variable single max lift, proved to be the most robust model with the greatest predictive ability, and met all the established criteria of the linear regression assumptions. This model contained a single statistically significant predictor ($p < 0.05$), which was the medicine ball throw ($\beta = 0.1122$ [0.0430, 0.1815]; $p = 0.003$). The second most significant model proved to be the first model ($R^2 = 0.609$; adjusted $R^2 = 0.453$) with movement under fire as the dependent variable, which also met all the criteria of the assumptions of the linear regression. This model contained one statistically significant predictor ($p < 0.05$), which was vertical jump ($\beta = -0.14324$ [-0.26092, -0.0256]; $p = 0.020$) and one predictor that approached statistical significance ($p = 0.05$), the right hand grip ($\beta = 0.11044$ [-0.00373, 0.2246]; $p = 0.057$). The adjusted R^2 s of the second (water can carry), fourth (casualty drag) and sixth (loaded march) models indicated their weaker robustness (adjusted $R^2 < 0.300$), with heteroskedasticity identified for the fourth model ($p < 0.05$) simultaneously with outliers that could significantly bias the results of this model ($\text{Max} > 1$). The third model (repeated lift and carry) showed the lowest explained variability compared to the other models after accounting for the number of predictors (adjusted $R^2 = 0.081$). The most significant predictors across all models were found to be vertical jump, medicine ball throw, lean mass and right hand grip. However, only the predictors vertical jump and medicine ball throw reached statistical significance ($p < 0.05$).

Conclusion:

This thesis demonstrates the significant determinant importance of strength ability and muscle mass within military tasks reflecting operational load, with the resulting model data demonstrating stronger predictive significance of strength ability and lean mass for tasks that are more short-term and explosive in nature (model one – fire movement) and for tasks where the load approaches 1RM (model five – single max lift). Vertical jump, medicine ball throw, lean mass and right hand grip proved to be significant predictors across models, with only vertical jump and medicine ball throw reaching statistical significance ($p < 0.05$). This demonstrates to us that explosive upper and lower body strength emerged as the most significant determinant of military performance during

specific tasks across all six models. The results of this thesis can be used in the practical implementation of military physical testing, or in the reorganization and innovation of new training procedures within the military environment. The results of this thesis could be of particular importance when applying the findings to the physical training of military specialists being prepared for foreign operations.

Keywords:

army, operational environment, physical readiness, military tasks, motor skills, multiple linear regression.

Obsah

1	ÚVOD.....	1
2	TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	2
2.1	Vstup ČR do NATO	2
2.1.1	Novodobá historie českých vojenských operací	2
2.1.2	Současné mise AČR.....	3
2.2	Potřeba tělesné připravenosti vojáků	4
2.2.1	Testování fyzické připravenosti	4
2.2.2	Testování fyzické připravenosti vojáků AČR.....	6
2.3	Moderní operační prostředí.....	9
2.3.1	Definice.....	9
2.3.2	Vojenské vybavení a zátěž vojáků	9
2.3.3	Úkoly operačního prostředí	12
2.3.4	Determinanty efektivního fungování v operačním prostředí	13
2.4	Silové schopnosti	17
2.4.1	Definice.....	17
2.4.2	Kategorizace silových schopností.....	18
2.4.3	Diagnostika silových schopností	19
2.5	Faktory potenciálu svalové síly	20
2.5.1	Periferní faktory	20
2.5.2	Centrální (nervosvalové) faktory	24
2.6	Bioenergetika svalové činnosti	28
2.6.1	Fosfagenový systém (ATP + CP)	28
2.6.2	Anaerobní glykolýza.....	28
2.6.3	Oxidativní fosforylace – aerobní způsob resyntézy ATP	29
2.7	Vztah síly k operačnímu prostředí	30

2.7.1	Vztah silových schopností úkolů v operačním prostředí	30
2.7.2	Vztah síly a rizika zranění	32
2.8	Vztah tělesného složení a vojenských úkolů	32
2.9	Potřeba silové a anaerobní připravenosti	33
3	CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, HYPOTÉZY	35
3.1	Cíl.....	35
3.2	Úkoly	35
3.3	Hypotézy práce	35
3.4	Výzkumná otázka:	36
4	METODIKA.....	37
4.1	Design studie:	37
4.2	Výzkumný soubor.....	38
4.3	Organizace výzkumu	39
4.3.1	Zaznamenávání dat:	41
4.3.2	Borgova CR10 škála	41
4.3.3	Metodika získávání dat	42
4.4	Výběr a standardizace motorických testů	45
4.4.1	Motorické testy síly	45
4.4.2	Standardizace motorických testů síly	46
4.4.3	Vojensko-specifické motorické testy:.....	53
4.4.4	Standardizace vojensko-specifických motorických testů	55
4.5	Statistická analýza.....	64
4.5.1	Čištění a úprava dat.....	64
4.5.2	Výběr typu regresní analýzy	64
4.5.3	Vytvoření modelů	64
5	VÝSLEDKY.....	67

5.1	Modely regresní analýzy	71
5.1.1	První model (Pohyb pod palbou)	71
5.1.2	Druhý model (Přenášení kanystrů)	75
5.1.3	Třetí model (Opakované zvedání a přenášení zátěže)	79
5.1.4	Čtvrtý model (Tažení raněného)	82
5.1.5	Pátý model (Maximální zdvih)	86
5.1.6	Šestý model (Pochod se zátěží)	90
5.1.7	Komparace výsledků předpokladů lineární regrese	94
5.1.8	Zhodnocení všech šesti modelů modelů:	97
6	DISKUZE	100
6.1	Komparace prvního modelu s teoretickými východisky	100
6.2	Komparace druhého modelu s teoretickými východisky	101
6.3	Komparace třetího modelu s teoretickými východisky	102
6.4	Komparace čtvrtého modelu s teoretickými východisky	102
6.5	Komparace pátého modelu s teoretickými východisky	103
6.6	Komparace šestého modelu s teoretickými východisky	104
6.7	Komparace všech šesti modelů s teoretickými východisky	105
6.8	Limity diplomové práce	106
7	ZÁVĚR	107
	Seznam literatury	109
	Seznam grafické dokumentace	124
	Přílohy	I

Seznam použitých symbolů a zkratek:

<u>Zkratka</u>	<u>Význam</u>
1RM	one repetition maximum (jedno opakovací maximum)
AČR	Armáda České republiky
ATP	adenosintrifosfát
BZ	bojová zátěž
cm	centimetr
CMJ	counter movement jump (skok s proti pohybem)
CNS	centrální nervový systém
CP	kreatinfosfát
CR10	category–Ratio 10 (kategoricko-poměrová škála od 1 do 10)
DEXA	Dual-Energy X-ray Absorptiometry (duální energetická rentgenová absorpciometrie)
DH	dolní hranice
DW	Durbin–Watson statistika
FG	fast glycolytic (rychlé glykolitické)
FM 7–22	field manual 7–22 (americký vojenský manuál)
FOG	fast oxidative glycolytic (rychlé oxidativní glykolitické)
FTVS	Fakulta tělesné výchovy a sportu
HH	horní hodnota
ID	identifikační číslo
IQR	mezikvartilové rozpětí
kg	kilogram
KI	konfidenční interval
m	metr
MAX	maximum
MIN	minimum

MJ	motorická jednotka
MO	Ministerstvo obrany
NATO	Severoatlantická aliance
NCVST	non-constant variance score Test (test nekonstantního rozptylového skóre)
NV MO	Normativní výnos Ministerstva obrany
OSN	Organizace spojených národů
p	p-hodnota
PPPZ	pohotovostní přibližovací pochodová zátěž
PPZ	přibližovací pochodová zátěž
R	korelační koeficient
R ²	koeficient determinace
rep	repetition (opakování)
s	sekunda
SE	standard error (standartní chyba)
SO	směrodatná odchylka
t	T-test
TH	tělesná hmotnost
UK	Univerzita Karlova
USA	Spojené státy americké
VIF	variance inflation factor (faktor zvýšení rozptylu)
VO	Vojenský obor
VO ₂ max	maximální spotřeba kyslíku
β	koeficient odhadu
χ ²	chi-kvadrát

1 ÚVOD

Obrana státu je jeden ze základních úkolů ozbrojených sil každého národa a je to právě armáda, kdo zabezpečuje suverenitu a nezávislé fungování státu. Každý jeden člen české armády, tedy voják z povolání, musí být schopný operovat jak při obraně státu vlastního, tak na zahraničním území v kooperaci se spojeneckými jednotkami. Možnosti nasazení českých vojáků v zahraničních operacích jsou dnes o to aktuálnější, díky členství České republiky v Severoatlantické alianci (NATO) a z důvodu zvyšujícího se rizika rozsáhlého vojenského konfliktu, zvláště v kontextu aktuálních vojenských operací na Blízkém východě. Účast v těchto operacích s sebou přináší mnoho výzev, mezi které patří nejen vystavování se nejrůznějším klimatickým a nepříznivým podmínkám, ale také schopnost reagovat na nepředvídatelné situace vzniklé v důsledku nepřátelského působení. Situace, na které musejí být vojáci během bojového nasazení připraveni, nabývají různých podob, přesto je pro všechny tyto situace zcela klíčová fyzická připravenost, jež je determinujícím prvkem efektivity při plnění příslušných úkolů.

Kvalitní fyzická připravenost je atributem, který může znamenat rozdíl mezi úspěchem a nezdarem během plnění vojenských úkolů, stejně jako mezi životem a smrtí. S vývojem technologie a se změnami charakteru ozbrojených konfliktů však není zcela jasné, které aspekty fyzické kondice hrají nejvýznamnější roli v determinaci výkonu vojenských úkonů. Síla, vytrvalost, rychlost, koordinace a flexibilita jsou bezesporu významné komponenty v kontextu bojového nasazení, avšak jejich prioritizace a konkrétní vliv na výsledný vojenský výkon moderního operačního prostředí jsou nejasné. Se změnou charakteru vedení válek se ozbrojené konflikty díky modernizaci vyvinuly z dlouhých pěších přesunů a přenášení nákladů do podob rychlých náletů a intenzivních úkolů, což ještě více zdůraznilo úlohu silových schopností ve fyzické přípravě vojáků.

Tato diplomová práce se bude zabývat objasňováním toho, jak významný vliv sehrávají jednotlivé druhy silových schopností a tělesné složení při různorodých vojenských úkolech. Zároveň se pokusíme zodpovědět otázku, které aspekty fyzické kondice jsou pro moderního vojáka klíčové a jakým směrem by se měl ubírat výcvik a testování moderních armádních jednotek.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Tato kapitola se zaměřuje na zmapování a interpretaci teoretických východisek, z nichž celá diplomová práce vychází. Tento teoretický základ blíže definuje aktuální operační prostředí a jeho kontext v rámci AČR, dále jeho vliv na vojáky a také jakým úkolům je vojenský personál běžně vystavován. Dále jsou zde popisovány silové schopnosti, jejich kategorizace, faktory potenciálu svalové síly a vliv těchto silových schopností a svalové hmoty na plnění náročných vojenských úkolů.

2.1 Vstup ČR do NATO

Vstup České republiky do Severoatlantické aliance (NATO) dne 12. března 1999 představovalo logické vyústění politického vývoje, který následoval po sametové revoluci v roce 1989. Základní úloha Severoatlantické aliance podle Přívětivého (2004) spočívá v ochraně svobody a bezpečnosti všech svých členů prostřednictvím politických i vojenských opatření. S přijetím členství v této alianci se Česká republika podle 5. článku Washingtonské smlouvy zavázala k plnění závazků spojených s tzv. kolektivní obranou, což zahrnuje zajištění obrany, suverenity a územní integrity členských států. Jak uvádí Vilášek a Gerhát (2017), aktivní účast v rámci systému kolektivní obrany NATO představuje základní kámen pro zajištění obrany a posílení bezpečnosti státu.

2.1.1 Novodobá historie českých vojenských operací

Události spojené s teroristickými útoky, zejména s útokem ze dne 11. září 2001 v USA, vedly k rozsáhlým změnám ve vojenských strategiích mnoha států, přičemž byl poprvé v historii aktivován 5. článek Washingtonské smlouvy zavazující členské státy NATO ke kolektivní obraně. Tyto změny se projevíly nutností modernizace bojových jednotek a přípravou na okamžitou reakci vůči široké škále nepředpokládaných bojových situací, včetně nasazení mimo domovské území (Přívětivý, 2004). Novodobá historie účasti českých ozbrojených sil v mezinárodních misích začala vysláním československé protichemické jednotky do Perského zálivu v prosinci roku 1990. Od tohoto momentu se jednotky Armády České republiky angažovaly v řadě mezinárodních operací, čímž přispívaly ke stabilizaci situace v mnoha rizikových oblastech po celém světě. Mezi významné vojenské operace, ve kterých české ozbrojené složky operovaly, patří mise na Balkáně (Bosna a Hercegovina, Chorvatsko, Kosovo, Severní Makedonie), Afrika (Čad, Demokratická republika Kongo, Eritrea, Libérie, Mali, Mosambik, Sierra Leone,

Středoafriická republika), Střední východ (Kuvajt, Irák, Sinajský poloostrov), oblast Kavkazu (Gruzie, Čečensko, Náhorní Karabach), Moldávie, Tádžikistán a Afghánistán. Za svůj významný přínos a profesionalitu si příslušníci Armády České republiky vysloužili uznání ze strany mezinárodních spojenců (Vilášek a Gerhát, 2017).

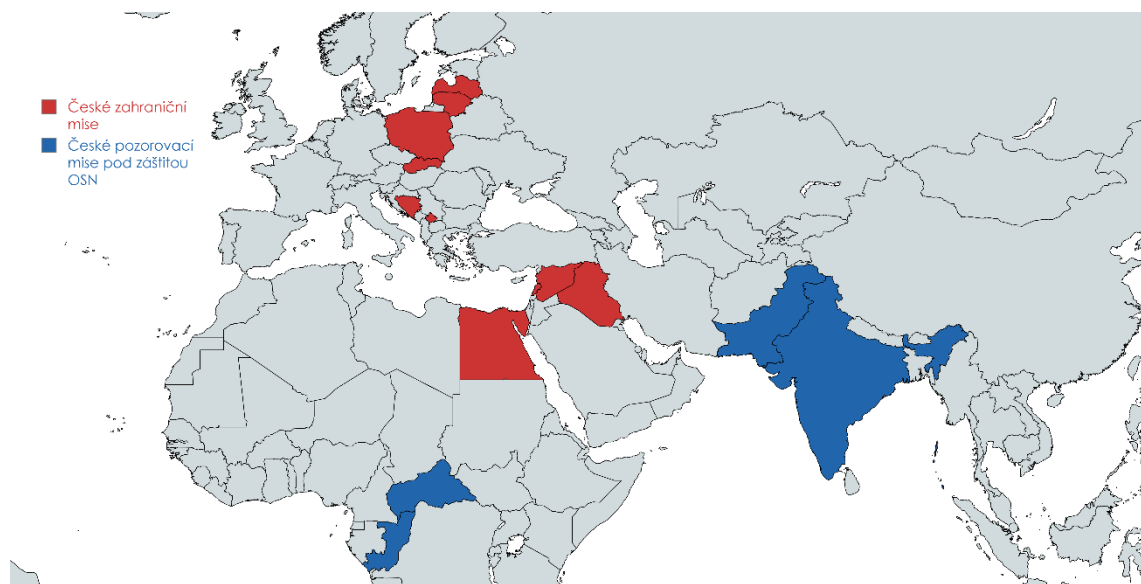
2.1.2 Současné mise AČR

Ke dni 19. ledna 2024 je dle vojenského webu AČR aktuálních 15 probíhajících zahraničních vojenských operací, z toho jsou 4 kategorizovány jako pozorovací mírové mise pod záštitou OSN (Ministerstvo obrany České republiky, 2024).

Přehled regionů českých zahraničních misí: Litva, Lotyšsko, Slovensko, Polsko, Kosovo, Bosna a Hercegovina, Středozemní moře, Irák, Sinaj, Golanské výšiny/Sýrie.

Přehled regionů misí OSN: Demokratická republika Kongo, Kosovská republika, Středoafriická republika, Pákistán/Indie (Ministerstvo obrany České republiky, 2024).

Všechny oblasti uvedených zahraničních operací jsou znázorněny na obrázku 1.



Obrázek 1: Grafické znázornění aktuálních vojenských operací AČR (Zdroj: Autor)

2.2 Potřeba tělesné připravenosti vojáků

Význam tělesné přípravy jakožto klíčového prvku v rámci vojenské připravenosti je podpořen legislativou a regulacemi moderních armád, které čerpají ze zkušeností získaných v průběhu historických konfliktů a operací. Americký vojenský manuál FM 7-22 (2020) explicitně uvádí, že tělesná zdatnost vojáka má bezprostřední vliv na bojovou připravenost, což je tvrzení, jež nachází oporu i ve zkušenostech britské armády, která během konfliktu o Falklandy poznamenala, že fyzická kondice vojáků byla jejich „tajnou zbraní“. Jednotky britské armády musely absolvovat náročný 60km přechod skrz členitý terén za nepříznivých povětrnostních podmínek a ještě tentýž den se zúčastnily bojového nasazení, které bylo úspěšné (Přívětivý, 2004).

Tento princip lze nalézt i v předpisech a nařízeních AČR týkajících se vojenské tělesné přípravy. Základní právní rámec, který podporuje tuto praxi, je zakotven v zákonech přijatých po vstupu České republiky do Severoatlantické aliance. Podle zákona č. 219/1999 Sb. o ozbrojených silách se ve výcvikové části klade důraz na fyzické i psychické aspekty přípravy (Česká republika, 1999). Obdobně i zákon č. 221/1999 Sb. o vojácích z povolání udává, že udržování fyzické kondice patří mezi primární povinnosti každého vojáka (Česká republika, 1999). Speciální trénink navíc musí připravit vojenský personál na působení v proměnlivých a nejistých podmínkách. Tím je zdůrazněn význam vojenské tělesné výchovy a její integrace do výcviku vojenských profesionálů na všech úrovních (Přívětivý, 2004). K fyzickému výcviku poté neodmyslitelně patří i jeho kontrola v podobě testování jakožto kontrolního mechanismu efektivity výcviku, či zjištění tělesné připravenosti vojenského personálu.

2.2.1 Testování fyzické připravenosti

Kontrola tělesné připravenosti je zásadním aspektem pro zjištění efektivity tělovýchovného procesu a úrovně fyzické připravenosti každého vojáka. Podle Hauschilda a kol. (2017) můžeme testy fyzické způsobilosti rozdělit na dvě hlavní kategorie.

První kategorií jsou testy hodnotící obecnou zdatnost a úroveň jednotlivých motorických schopností, které jsou určujícím prediktorem pro úspěšný výkon vojenské služby. Do této kategorie spadají motorické testy stanovující úroveň svalové síly nebo kardiovaskulární vytrvalosti (Courtright a kol., 2013; Knapik a East, 2014).

Příkladem mohou být opakované kliky, shyby a sedy-lehy nebo 12minutový běh. Tento druh testování využívá valná většina armád, včetně AČR, z důvodu jednoduché realizace a širokého spektra využití těchto testů (Jamnik a kol., 2012).

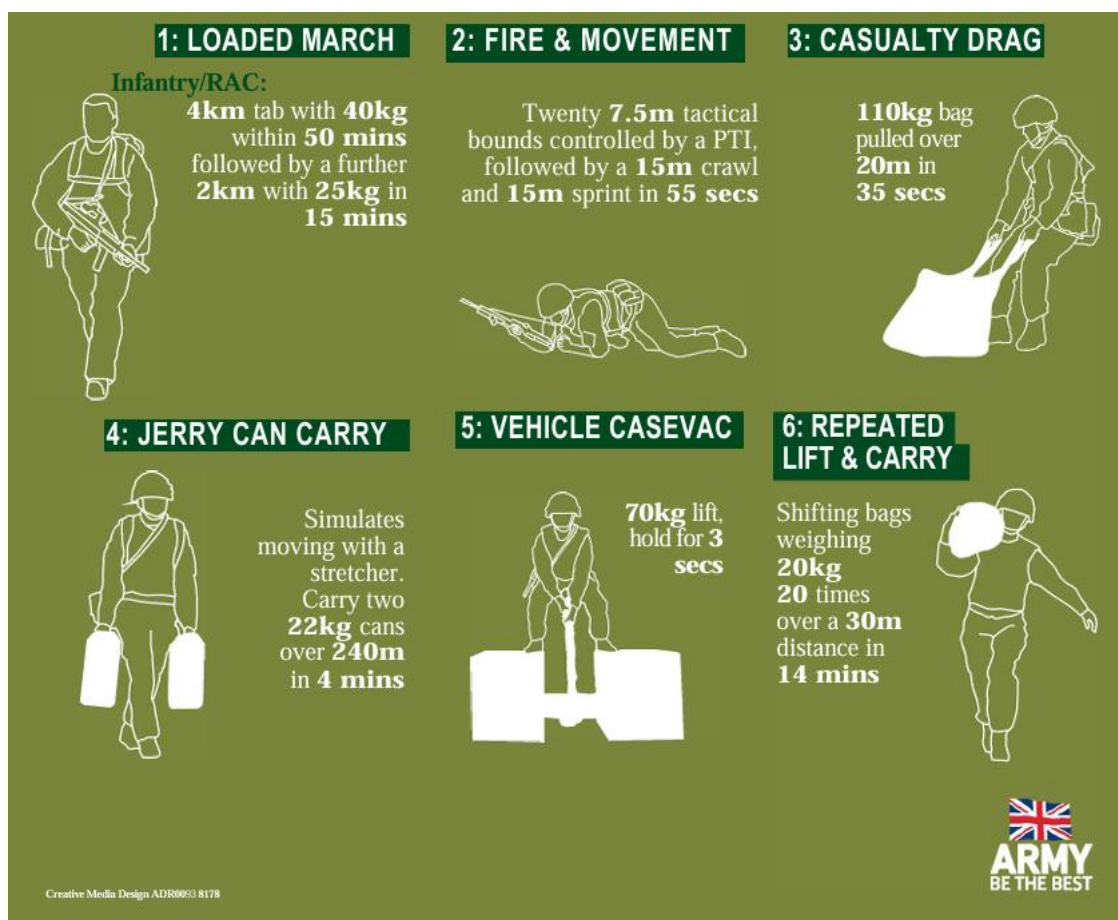
Fyzické testy tělesné zdatnosti využívané americkou armádou jsou graficky znázorněny na obrázku 2.



Obrázek 2: Grafické znázornění motorických testů americké armády (Zdroj: U.S. Army, 2024)

Druhou kategorií jsou vojensko-specifické testy využívající standardizované vojenské pracovní úkoly. Tyto výkonnostní testy jsou navrženy a testovány tak, aby reflektovaly scénáře operačního prostředí (Courtright a kol., 2013; Payne, 2010). I přes vysokou vypovídající hodnotu těchto vojensko-specifických simulací (Pihlainen a kol., 2021) nejsou tyto motorické testy tolik využívány z důvodu své časové náročnosti a obtížné realizace.

Vojensko-specifické vojenské testy využívané britskou armádou jsou graficky znázorněny na obrázku 3.



Obrázek 3: Grafické znázornění vojensko-specifických testů britské armády (Zdroj: British Army, 2024)

2.2.2 Testování fyzické připravenosti vojáků AČR

Kontrola tělesné připravenosti vojenského personálu AČR odpovídá převážně první zmíněné kategorii, jelikož většina testů hodnotí obecnou fyzickou zdatnost. Tato kontrola tělesné připravenosti se realizuje prostřednictvím tří základních metod: **výročním přezkoušením, profesním přezkoušením** a uskutečňováním **kontrolních cvičení**, která jsou přizpůsobena aktuálním programům výcviku, osnovám výuky nebo učebním plánům (NV MO č. 12/2011). Kontrolu fyzické připravenosti je možné kategorizovat na dvě oblasti: první kategorie zahrnuje kontrolu základní úrovně tělesné připravenosti vojáků, zatímco druhá kategorie je zaměřena na ověření schopnosti plnit standardy a očekávané výkony podle specifických požadavků dané odbornosti.

Za účelem určení základní úrovně tělesné výkonnosti vojáků se každoročně v období od 1. května do 30. června uskutečňuje výroční přezkoušení, které obsahuje soubor silových a vytrvalostních testů. Profesní přezkoušení z tělesné přípravy následně

hodnotí pohybové dovednosti a specializované schopnosti jednotlivců a složek organizačních celků. To se provádí v rámci tematických kontrol nebo kontrolních cvičení v souladu s příslušnými výcvikovými plány a programy, a to na základě testů a výkonnostních limitů určených pro specifický typ organizačního celku a odbornosti (NV MO č. 12/2011).

Kategorizace podle výkonnosti

Organizační celky jsou dále kategorizovány do výkonnostních skupin A, B a C v závislosti na úrovni požadované tělesné připravenosti. Skupina A se týká celků s nejvyššími nároky na fyzickou kondici, skupina B zahrnuje celky ze střední kategorie nároků a skupina C obsahuje celky, kde je dostačující základní úroveň pohybových schopností a dovedností. Podle výkonnostních skupin, do které jednotlivé organizační celky patří, jsou poté vybírány a aplikovány vhodné základní a rozšiřující kontrolní testy. Tímto procesem se zajišťuje, že všechny pohybové schopnosti vojáka jsou důkladně prověřeny a hodnoceny, čímž je umožněno zcela komplexní a objektivní zpětné hodnocení kondice a schopností vojenských příslušníků (NV MO č. 12/2011).

Kontrolní testy

Kontrola tělesné připravenosti se provádí pomocí systematického přezkoušení **základních** a **rozšiřujících** kontrolních testů, které jsou uvedeny na obrázku 4 a 5. Základní kontrolní testy slouží k posouzení obecné fyzické kondice a tělesné připravenosti na základní úrovni, zatímco rozšiřující kontrolní testy se aplikují s cílem vyhodnotit speciální dovednosti a návyky jednotlivců, skupin a složek organizačních celků v kontextu speciální tělesné přípravy. Tyto dva typy testů je navíc možné kombinovat pro ucelenější pohled na tělesnou výkonnost (NV MO č. 12/2011).

Číslo testu	Test	Poznámka
Silové testy		
1	Leh – sed	
2	Klik – vzpor	jen pro muže
3	Shyb na hrazdě	jen pro muže
3a	Výdrž ve shybu nadhmatem	jen pro ženy
4	Šplh 4 m po laně bez přírazu	jen pro muže
5	Výmyk na doskočné hrazdě	
Testy rychlosti, obratnosti a koordinace pohybu		
6	Člunkový běh na 4krát 10 m	
7	Člunkový běh na 10krát 10 m	
8	Hod granátem	
9	Hod kriketovým míčkem	
10	Skokansko-akrobatické cvičení (SAC)	
11	Běh na 100 m	
12	Plavání na 100 m	
13	Rychlostně-obratnostní cvičení (ROC)	jen pro vojenské výkonné letce a vojenský obsluhující personál
14	Opakované toče na točnici HUP-1 M (HUP)	jen pro vojenské výkonné letce a vojenský obsluhující personál
15	Překonání překážkové dráhy (PD)	
Vytrvalostní testy		
16	Běh na 1 000 m	rychlostně-vytrvalostní
17	Běh na 2 000 m	
18	Běh na 12 minut	
19	Plavání na 300 m	
20	Zrychlený přesun jednotky na 5 km	

Obrázek 4: Základní kontrolní testy (Zdroj: NV MO č. 12/2011)

Číslo testu	Test	Poznámka
Složky organizačních celků typu A a B		
21	Boj zblízka	
22	Vojenské lezení	
23	Vojenské plavání	
24	Pěší přesun na 20 km	nesená zátěž 20 kg
25	Překonání překážkové dráhy NATO	
Složky organizačních celků typu C		
26	Pěší přesun na 15 km	nesená zátěž 10 kg
27	Člunkový běh 4krát 10 m	
28	Hod granátem na cíl	

Obrázek 5: Rozšiřující kontrolní testy (Zdroj: NV MO č. 12/2011)

Výše uvedené mechanismy a kontrolní testy představují klíčové prvky, které zajišťují udržení vysoké úrovně fyzické připravenosti vojáků Armády České republiky.

2.3 Moderní operační prostředí

2.3.1 Definice

Vojenské operace představují systematicky koordinované vojenské akce řízené ozbrojenými silami s explicitním účelem. Tímto účelem může být nasazení ve válečných konfliktech (operačním prostředí), udržování míru, poskytování humanitární pomoci nebo protiteroristické intervence v souladu s konkrétními požadavky situace a cíli dané vojenské operace. Tyto moderní válečné operace často probíhají v nestabilním a nejistém prostředí, které je doprovázeno fyzickou námahou, kognitivním přetížením a nedostatkem spánku (Nindl a kol., 2018), jen s velice omezeným množstvím odpočinku, nebo úplně bez něj (Vrijkotte a kol., 2016).

Operační nebo také bojové prostředí definuje Mala a kol. (2015) jako prostředí, ve kterém vojáci provádějí zadané vojenské úkoly a operují v proměnlivých podmínkách. Tyto vojenské intervence s sebou přinášejí omezení a nároky, které mohou představovat zvýšenou fyzickou zátěž, snižovat funkční kapacitu a představovat výzvu pro fyziologické rezervy vojáka (Nindl a kol., 2013).

Operační prostředí se dynamicky vyvíjí v reakci na technologický pokrok a strategické přístupy jednotlivých armád. Moderní bojiště díky adaptaci na tyto podmínky nabylo anaerobního charakteru (Hendrickson a kol., 2010; Knapik a kol., 2004; Kraemer a Szivak, 2012; Mala a kol., 2015), který po vojácích vyžaduje kompetence k plnění vysokointenzivních úkolů a explozivních pohybů, u kterých je potřeba zvýšené explozivní síly. Tento požadavek je umocněn stále se zvyšující hmotností externí zátěže, kterou musí každý voják nést (Nidl, 2018).

2.3.2 Vojenské vybavení a zátěž vojáků

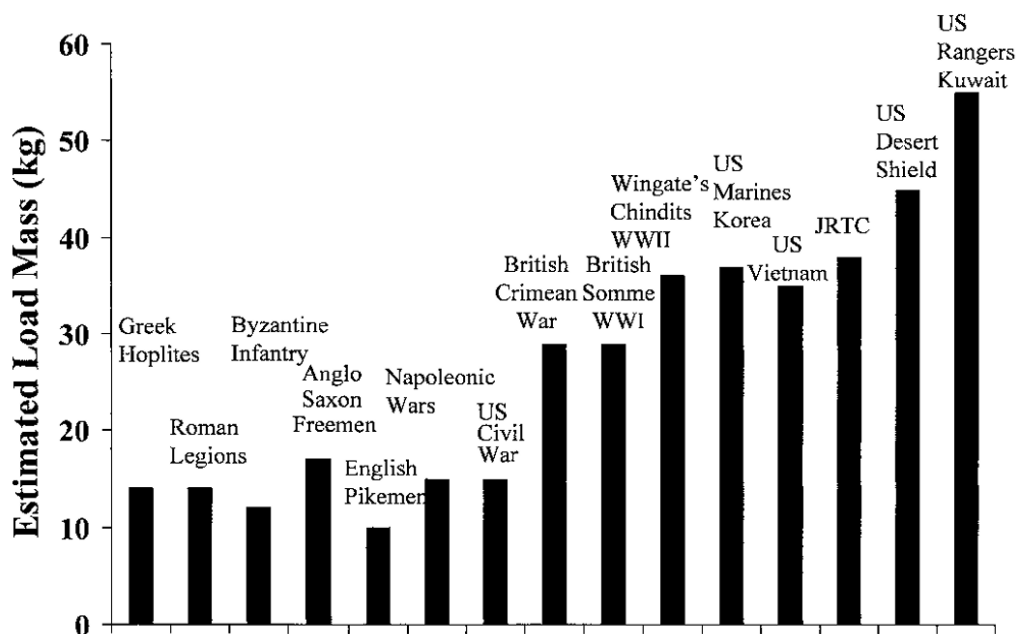
Definice

Vojenská zátěž představuje základní soubor vybavení a materiálů, které jsou nezbytné pro efektivní vykonávání operačních úkolů a pro přežití během bezprostředních bojových operací. Negativní dopad vojenské zátěže spočívá v jejím zásadním vlivu na mobilitu a bojeschopnost vojenských jednotek ve fázi přímého bojového nasazení či v průběhu plnění misí (FM 21-18, Foot Marches, 1990).

Vojenská zátěž současnosti

Navzdory značnému technologickému pokroku v oblasti materiálového vývoje ochranného vybavení se ukázalo, že hmotnost, kterou jsou vojáci nuceni nést, se nejenže neredukovala, ale naopak v průběhu času zaznamenala postupné zvýšení (Knapik a kol., 2004). Tento nárůst hmotnosti, kterou jsou vojáci nuceni nést, lze podle Treloara a kol. (2011) a Martina a Nelsona (1985) přičíst vlivu technologického rozvoje, který sice směřuje k posílení ochrany jednotlivce, avšak vykazuje nežádoucí efekt v podobě snížené pohyblivosti v důsledku zvýšené hmotnosti. Tato skutečnost následně zapříčiňuje zvýšení fyziologické zátěže, což má za následek zvýšenou míru únavy a s tím související pokles bojové výkonnosti (Dubik a Fullerton, 1987; Martin a Nelson, 1985; Treloar a kol., 2011). V extrémních případech může zvýšená hmotnost operační zátěže překročit i 60 kg (Dean a Dupont, 2004; Nindl a kol., 2013).

Názorný vzestup hmotnosti zátěže napříč časem je vyobrazen na obrázku 6.



Obrázek 6: Převážená zátěž na pochodu různými pěšími jednotkami v průběhu historie (Zdroj: Knapik a kol., 2004)

Nezávisle na specifických povinnostech vojáka nebo na daném vojenském prostředí musí vojáci nosit externí operační zátěž (Drain a kol., 2016), přičemž se tato zátěž běžně pohybuje v rozmezí od 20 kg až po 70 kg (Dean a Dupont, 2004; Nindl a kol., 2013).

Rozdělení vojenské zátěže

Celková operační zátěž vojáka závisí na specifických úkolech, prostředí a podmínkách dané operace. Tato zátěž se obvykle skládá z různých prvků a pro každou misi může být jedinečná. Mezi hlavní komponenty operační zátěže patří bojová výstroj, osobní oblečení, voda a další specifické vybavení charakteristické pro danou operaci (Dean a Dupont, 2004).

Podle manuálu Armády Spojených států FM 21-18, pojednávajícího o přesunech ozbrojených složek („Foot marches“, 1990), lze tyto operativní zátěže rozdělit do tří základních kategorií: **bojová zátěž** (Fighting loads), **přibližovací pochodová zátěž** (Approach walk load) a **pohotovostní přibližovací pochodová zátěž** (Emergency approach march load).

1. Bojová zátěž (Fighting loads)

Zahrnuje nezbytné vybavení a materiál potřebný pro boj (zbraň, oděv, helma, taktická vesta a omezené množství munice). Tato konfigurace vybavení umožňuje vojákům udržet vysokou míru pohyblivosti na bojišti.

2. Přibližovací pochodová zátěž (Approach walk load)

Rozšiřuje specifika bojové zátěže o materiál, který umožní vojákům provádět dlouhodobější dynamické operace s nutností samostatného zajištění bojové a existenční kapacity do doplnění potřebných zásob. Tento materiál je nezbytný pro přežití během fází po konsolidaci útoku, může jím být například voda a potraviny.

3. Pohotovostní přibližovací pochodová zátěž (Emergency approach march load)

Představuje specifickou kategorii zátěže, kterou vojáci mohou být nuceni nosit v důsledku zvláštních a často nepředvídatelných podmínek, jako je například přechod terénem neprůjezdným pro vozidla nebo v situacích, kdy nejsou dostupné standardní pozemní či vzdušné dopravní prostředky. Tyto podmínky mohou vyžadovat, aby vojáci přenášeli materiály na dlouhé vzdálenosti (přes 20 km) po dobu několika dní, přičemž hmotnost materiálu může ve výjimečných případech přesahovat i 60 kg. Ačkoliv je takový transport technicky možný, značně zvyšuje fyziologické nároky jednotlivců a také riziko zranění (Dean a Dupont, 2004).

Průměrné hmotnosti všech 3 kategorií vojenské zátěže jsou znázorněny v tabulce 1.

Tabulka 1: Průměr hmotnosti nesené zátěže napříč regimentem (Upraveno dle: Dean a Dupont, 2004)

Bojová zátěž	Průměr hmotnosti BZ v % TH	Přibližovací pochodová zátěž	Průměr hmotnosti PPZ v % TH	Pohotovostní přibližovací pochodová zátěž	Průměr hmotnosti PPPZ v % TH
28.61 kg	35.27 %	45.95 kg	56.74 %	59.76 kg	77.82 %

TH – tělesná hmotnost, BZ – bojová zátěž, PPZ – přibližovací pochodová zátěž, PPPZ – Pohotovostní přibližovací pochodová zátěž

2.3.3 Úkoly operačního prostředí

Operace vojenského charakteru kladou na vojáky vysoké nároky vyplývající z neustále se měnících podmínek a cílů operačního prostředí. Tyto situace vyžadují schopnost rychlé a adekvátní reakce vojenského personálu (Mala a kol., 2015). Úkoly operačního prostředí jsou poté determinovány právě těmito dynamickými podmínkami. Mezi nejčastější kategorie úkolů, kterým jsou vojáci vystavováni, patří: přeprava nákladu, manipulace s materiálem a různé druhy vysokointenzivních, ale i dlouhotrvajících úkolů, přičemž všechny tyto úkoly jsou plněny s externí nesenou zátěží každého vojáka (Dean a Dupont, 2004).

Přeprava nákladu

Historický vývoj ukázal, že přeprava nákladu představuje klíčový prvek úloh v rámci vojenských operací. Vojenský personál během těchto operací čelí povinnosti přenášet různé druhy externí zátěže, přičemž současně vykonávají fyzicky náročné úkoly, které mohou zahrnovat pohyby na dlouhé vzdálenosti nebo krátké intenzivní sprinty. Efektivita při pohybu s touto zátěží a zároveň schopnost provádět fyzicky náročné úkoly často rozhoduje o úspěchu mise, či dokonce přežití dotyčné jednotky (Mala a kol., 2015). Důležitost přepravy nákladu na střední až dlouhé vzdálenosti reflektuje převážně taktiku v kontextu minulých válek, kdy vojáci museli absolvovat pochody na dlouhé vzdálenosti po několik dní a veškerý svůj materiál a zásoby přenášeli do oblastí bojových operací. I v současnosti však zůstává přenášení nákladu a různých typů zátěže jedním z nejzásadnějších a fyzicky nejnáročnějších úkolů vojenského personálu (Dean a Dupont, 2004; Knapik a kol., 2004) i přesto, že se nutná pochodová vzdálenost značně snížila.

Manipulace s materiálem

Vojenský personál je rovněž vystavován úkolům spojeným s ruční manipulací s materiálem, což je klasifikace činnosti, která je v rámci vojenské služby všudypřítomná (Carstairs a kol., 2018; Lester a kol., 2010). Tyto úkoly mohou zahrnovat **zvedání, kopání, přenášení, tlačení, tahání a mnohé kombinace těchto činností** (Carstairs a kol., 2018) s různou frekvencí a intenzitou (Savage a kol., 2014) s tím, že tyto úkoly mohou mít **diskrétní, kontinuální** nebo **opakující** se povahu (Savage a kol., 2014). Nedávná analýza identifikovala 583 fyzicky náročných úkolů v 57 kategoriích zaměstnání v rámci australské armády, z nichž 458 (přibližně 79 %) bylo klasifikováno jako úkoly spojené s ruční manipulací s materiálem (Carstairs a kol., 2018).

Vysokointenzivní zatížení

Vojenské operace prošly evolucí od pěších přesunů k provádění především směrových náletů, během kterých jsou jednotky přepraveny do blízkosti cílových oblastí, kde jsou požadovány převážně rychlé úkoly anaerobního charakteru obnášející sprint, bojové výpady, plazení a lezení, přičemž všechny tyto činnosti musí vojáci vykonávat se svým osobním materiálem (Mala a kol., 2015; Ojanen a kol., 2020). K těmto vysokointenzivním činnostem patří i bojové situace vyžadující evakuaci zraněných spolubojovníků, přičemž Larsson a kol. (2020) popisují tyto úkoly jako mimořádně fyzicky náročné. Tento úkon klade vysoké požadavky na kondici a neuromuskulární systém (Larsson a kol., 2020).

Dlouhodobé zatížení

Dlouhodobé úkoly sice stále zůstávají spjaty s vojenskými povinnostmi (Pihlainen a kol., 2021) zejména v kontextu hlídkování v různorodých terénních podmínkách (Hendrickson a kol., 2010; Knapik a kol., 2004), nicméně moderní bojové prostředí stále častěji konfrontuje vojenský personál s vysokointenzivními úkoly (Hendrickson, 2010; Knapik a kol., 2004; Mala a kol., 2015), což poukazuje na zvětšující se význam specifické přípravy pro anaerobní podmínky současného bojiště (Kraemer a Szivak, 2012).

2.3.4 Determinanty efektivního fungování v operačním prostředí

V každém bojovém prostředí jsou vojenské jednotky vystaveny rozmanitým aspektům operačního stresu, jenž může být manifestován skrze široké spektrum symptomů zahrnujících fyzické vypětí, kognitivní přetížení, emoční a psychický stres,

energetický deficit, omezení spánku a stálé změny v úrovni bojové pohotovosti (Nidl a kol., 2018). Jak dále Nidl a kol. (2018) uvádí, kompetence pro efektivní fungování během bojových misí je přímo závislá na odolnosti jednotlivých vojáků a na jejich schopnosti adaptování se na stres. Tato schopnost nejenom umožňuje jedincům udržet si zdraví a výkonnost v náročných podmínkách, ale je také nezbytná pro úspěšné plnění daných operačních úkolů.

Definice odolnosti

Odolnost lze komplexně chápat jako dynamický proces reflektující schopnost jednotlivce překonávat negativní účinky stresu v nepříznivých situacích, přičemž tato schopnost není omezena pouze na fyziologické a psychologické aspekty jedince, ale je rovněž formována širokou paletou faktorů, mezi které patří pohlaví, životní prostředí a úroveň výcviku (Nindl a kol., 2018). Podle Ruiz-Casarese a kol. (2014) může být odolnost též vnímána jako dynamický proces, kde interakce mezi rizikovými a kompenzačními faktory utváří individuální schopnost odolat stresu a neúspěchům po celou dobu života. Ruiz-Casares a kol. (2014) zde zdůrazňují fakt, že odolnost není statickým atributem, nýbrž se jedná o neustále se vyvíjející schopnost. Russo a kol., (2012) a Wu a kol., (2013) rozšiřují tento koncept přidáním další úrovně, kde odolnost představuje schopnost udržet normální psychologické a fyziologické funkce i v extrémních situacích, jako jsou silný stres a traumata. Tato definice zdůrazňuje adaptabilitu odolnosti, což umožňuje jedinci si uchovávat mentální a tělesnou stabilitu i během život ohrožujících situacích.

Celkově lze tedy odolnost chápat jako komplexní dynamický proces integrující fyziologické, psychologické a sociální faktory. Tato schopnost umožňuje každému jednotlivci efektivně reagovat na stres a vyrovnat se s jeho negativními vlivy, proto je budování adaptivní odolnosti vojáků nezbytnou součástí vojenské připravenosti (Reichmann a kol., 2016).

Odolnost v kontextu operačního prostředí

V kontextu současných a budoucích vojenských operací vyvstává zvýšená potřeba rozvoje a udržení odolnosti vojenského personálu, neboť právě odolnost představuje klíčový faktor determinující efektivitu vykonávání vojenských úkolů (Nindl a kol., 2018). Tento požadavek dosahuje takového významu, že implementace strategií pro optimalizaci

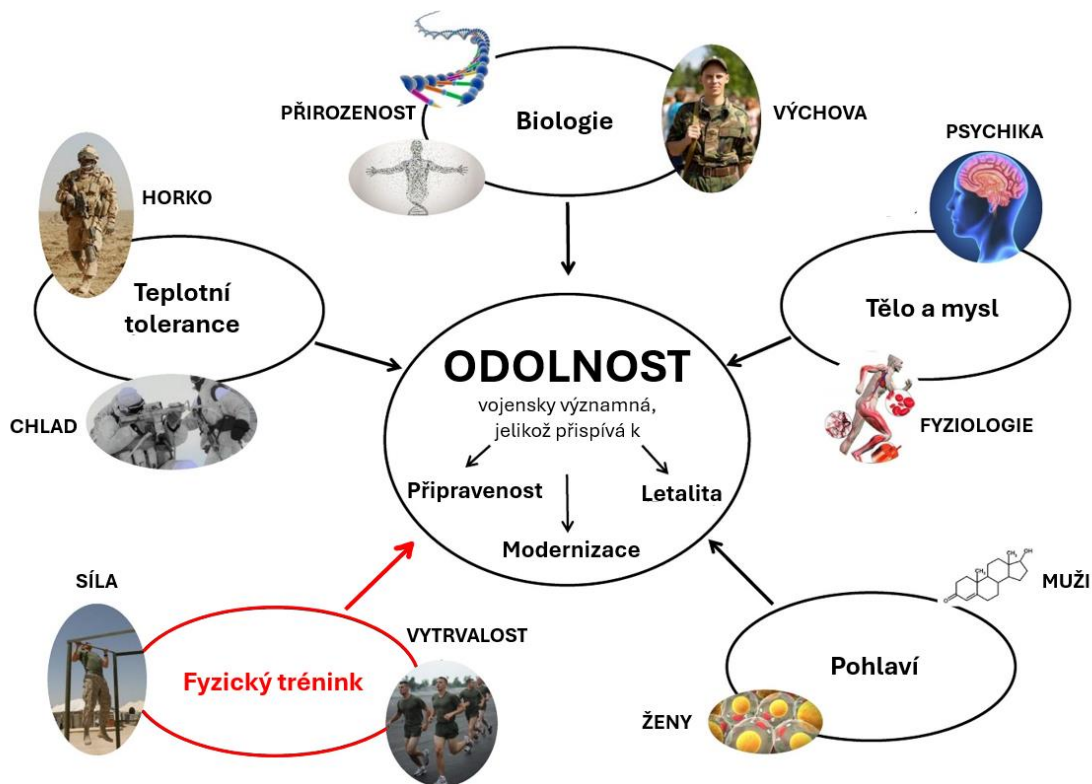
vojenské výkonnosti s cílem zlepšení vojenské připravenosti a letality byla identifikována jako jedna z klíčových priorit v modernizaci budoucích vojenských operací (Maze a Cavallaro, 2016; Nindl a kol., 2013; Nindl, 2015).

Mezi běžné stresory, které mají negativní dopad na výkonnost vojenského personálu, patří omezení spánku, neustále hrozící nebezpečí, energetický deficit a působení extrémních teplot (Castellani a kol., 2003; Nindl a kol., 2006). Je důležité poznamenat, že odolnost je komplexní konstrukt charakterizovaný množstvím vzájemně propojených vrstev, jež se navzájem ovlivňují a podporují vojenskou připravenost a kompetence (Nindl a kol., 2018; Ruiz-Casares, 2014; Russo a kol., 2012; Wu a kol., 2013). Z tohoto důvodu je nezbytné průběžně rozvíjet a udržovat vojenskou odolnost, aby došlo k optimalizaci vojenské připravenosti všech členů jednotek (Sims a kol., 2017).

Oblasti odolnosti

Nindl a kol. (2018) rozlišuje pět klíčových oblastí odolnosti ve vztahu k operačnímu prostředí: **fyziologická** versus **psychická** odolnost, rozdíly mezi **pohlavími**, **tepelná tolerance**, role **přirozenosti** versus **výchovy**, přínos **aerobního** a **silového** tréninku. Například pro rozvoj odolnosti proti extrémnímu teplu nebo chladu se ukazuje jako nezbytná kombinace fyziologického a psychologického výcviku spolu se správným výběrem ochranného oblečení. Přestože jsou některé aspekty odolnosti primárně určeny vrozenými charakteristikami, jako jsou biologické pohlaví a genetické predispozice, odolnost lze značně rozvíjet a vylepšovat skrze fyzický trénink (Nindl a kol., 2018).

Propojení oblastí odolnosti podle Nindla a kol. (2018) je uvedeno na obrázku 7.



Obrázek 7: Pět základních oblastí determinujících odolnost (Upraveno podle: Nindl a kol., 2018)

Těchto pět navzájem se překrývajících oblastí odolnosti nabízí potenciál pro vzájemný rozvoj, což může přispět k vyšší modernizaci, zvýšení letality a celkové připravenosti ozbrojených sil. Specificky navržený fyzický výcvik se jeví jako efektivní a ve velké míře ovlivnitelná komponenta odolnosti poskytující vojenskému personálu nezbytnou přípravu pro splnění unikátních výzev bojového nasazení (Nindl a kol., 2018).

Fyzický trénink jako součást odolnosti

Fyzická připravenost má zásadní vliv na schopnost jedince čelit rozmanitým stresorům a následně se na ně adaptovat (Southwick a Charney, 2012). Tento fakt potvrzují i Crowley a kol. (2015) a Silverman a Deuster (2014), kteří konstatují, že vyšší úroveň fyzické kondice před zahájením náročného vojenského výcviku je asociovaná s nižší stresovou reakcí a lepšími psychologickými výstupy. Podobně Henning a kol. (2011) uvádí, že fyzicky zdatní vojáci nejenže prokazují vyšší efektivitu ve vykonávání vojenských úkolů, ale také vykazují vyšší odolnost vůči operačním stresorům během bojového nasazení. Silverman a Deuster (2014), Taylor a kol. (2008) a Tsatsoulis a Fontoulakis (2006) rovněž zdůrazňují, že pravidelná fyzická aktivita nejenže zlepšuje toleranci vůči akutnímu stresu, ale také při opakovaném vystavení stejným stresorům

sníží intenzitu stresové reakce. Tento fenomén má dlouhodobý význam pro snižování náchylnosti k dalším stresorům, včetně onemocnění nebo psychickému stresu.

Silový vs. vytrvalostní trénink v kontextu operačního prostředí

Kraemer a Szivak (2012) uvádí, že kardiorespirační vytrvalostní trénink představuje významnou odchylku v rámci moderních vojenských výcvikových programů. Aerobní trénink byl po desetiletí základním prvkem vojenské přípravy díky užitečným fyziologickým adaptacím, včetně zvýšeného srdečního objemu, snížení periferní cévní rezistence a zvýšení počtu mitochondrií ve svalových vláknech (Friedl a kol., 2015). Přestože jsou tyto adaptace v kontextu fyziologické zátěže přínosné, v posledních letech se ukazuje, že moderní bojiště klade vyšší nároky spíše na anaerobní připravenost, zahrnující vysokou úroveň síly a rychlých, dynamických pohybů (Hendrickson a kol., 2010; Knapik a kol., 2004; Kraemer a Szivak, 2012; Mala a kol., 2015).

Nedostatečná příprava na tyto stále se vyvíjející nároky moderního bojiště může mít za následek selhání v průběhu bojového nasazení či dokonce smrt (Friedl a kol., 2015; Nindl a kol., 2018). Szivak a kol. (2015) uvádí, že silový trénink je často zanedbáván v důsledku přetrvávajících norem zastaralých výcvikových protokolů zaměřených převážně na vytrvalost a nesrovnalostmi požadavků výcvikového prostředí (před nasazením) a skutečných požadavků moderního bojiště.

2.4 Silové schopnosti

2.4.1 Definice

Silové schopnosti jsou rozsáhlou podskupinou motorických schopností, které jsou definovány jako soubor vnitřních předpokladů, jež přímo podmiňují pohybové projevy jednotlivce (Čelikovský a kol., 1990). Komplex těchto silových schopností, které zkráceně označujeme jako **síla**, představuje nedílnou součást fyzické kondice sportovce, potažmo každého vojáka, a to i v případě, kdy v pohybové činnosti dominuje jiná motorická schopnost (Měkota a Novosad, 2005).

Podle různých autorů jsou dále silové schopnosti interpretovány a chápány v mnoha ohledech. Boyle (2003), Měkota a Novosad (2005), Poliquin (2001), Zatsiorsky a Kraemer (2014) definují sílu jako schopnost překonávat, udržovat nebo brzdit vnější odpor vlastním svalovým úsilím. Tyto silové schopnosti můžeme kategorizovat do různých skupin, přičemž každá silová schopnost je determinována prostřednictvím

(výsledné) svalové síly, která vychází z kontrakce svalů podílejících se na určitém pohybu (Jebavý, 2017). Dále je potřeba zdůraznit, že svalová síla je funkčně dána stažlivostí svalu a může se projevit formou maximálního napětí nebo maximální rychlosti svalové kontrakce (Lehnert, 2010).

Podstata silových schopností je ve schopnosti kosterního svalstva vyvíjet sílu (ve smyslu fyzikálním). To je základní předpoklad schopnosti pohybu těla či jeho segmentů. Silové schopnosti vyvíjené svalovými kontrakcemi a rychlost těchto kontrakcí jsou určujícím prvkem ve velikosti vzniklého mechanického výkonu, který produkuje příslušná svalová soustava v pohybovém projevu. (Jebavý, 2017)

2.4.2 Kategorizace silových schopností

Kvůli komplexnímu rozdělení silových schopností podle různých autorů není vždy jednoduché rozeznat projev jednotlivých silových schopností, což zdůrazňuje i Dovalil (2009), který uvádí, že mezi jednotlivými silovými schopnostmi neexistuje ostrá hranice, nýbrž plynulý přechod. Z tohoto důvodu budeme v teoretické i následné praktické části této diplomové práce vycházet z dělení silových schopností podle Dovalila (2009), Siffa (2003) a Vanderky (2013). Ti kategorizují silové schopnosti na sílu maximální, rychlou, explozivní a vytrvalostní. Toto rozdělení respektuje základní fyzikální pravidla působení síly (Jebavý, 2017) a je zároveň vhodné k využití a popsání v rámci plnění vojenských operačních úkolů.

Maximální síla je podle Stoppaniho (2016) popisována jako maximální množství síly, které je sval nebo skupina svalů schopna vygenerovat při konkrétním pohybovém úkolu za jedno opakovací maximum (1RM). Petr a Šťastný (2012), Jebavý (2017) a Vágner (2016) potvrzují tento koncept a dále zdůrazňují i závislost maximální síly na maximálním volním úsilí na rozdíl od síly absolutní.

Rychlá síla je podle Jebavého (2017) charakteristická cyklickým vykonáním pohybu s vysokou intenzitou a relativně nízkým odporem, kdy vysoké zrychlení nedosahuje nejvyšších hodnot. Tuto myšlenku potvrzuje i Perič s Dovalilem (2010), dle kterých je charakterem rychlé síly nemaximální zrychlení s nízkým odporem a často se opakujícím pohybem.

Explozivní síla je podle Šťastného a Petra (2012) definována jako produkce maximální síly v minimálním čase. To potvrzuje i Jebavý (2017), který uvádí,

že explozivní síla je charakterizována acyklickým pohybem s produkcí maximálního zrychlení za minimální čas. Ke stejnému závěru dochází Perič s Dovalilem (2010), pro které je tato síla charakteristická maximálním zrychlením a nízkým odporem.

Vytrvalostní síla je dle Jebavého (2017) obecně charakterizována dlouhodobě vyvíjenou svalovou kontrakcí s nemaximálním odporem (na 40-60 % z úrovně maximálních silových schopností). Měkota a Novosad (2005) definují tuto sílu jako schopnost odolávat únavě organismu při dlouhodobém silovém výkonu.

2.4.3 Diagnostika silových schopností

Diagnostika silových schopností je nutná pro zjištění výchozí silové úrovně svalových skupin a síly daného cvičence. Díky této diagnostice svalových schopností jsme dále schopni určit efekt daného tréninkového programu, stanovit určité oslabení svalových skupin či svalové dysbalance. K určení velikosti svalové síly se využívají **laboratorní a terénní testy** (Měkota a Novosad, 2005).

Laboratorní testy:

Při laboratorních testech se využívá především biomechanických měření, jako je například izometrické testování formou dynamometrie, kdy je úkolem testovaného jedince vyvinutí co nejvyšší síly proti statickému odporu (zjistíme maximální a rychlou sílu) a izokinetické testování, které hodnotí svalovou sílu v předem definovaném rozsahu pohybu a s konstantní rychlostí (Havel a Hnízdil, 2009).

Terénní testy:

Pro terénní testy je typické využívání standardizovaných tělesných cvičení u kterých je hodnocen výkon, kterého cvičenec dosáhl, přičemž hlavními parametry zde jsou překonaný odpor a počet opakování. Uplatňuje se zde jak testování zaměřené na výkon velkých svalových skupin, tak i jednoduchá dynamometrie (Měkota a Novosad, 2005).

Havel a Hnízdil (2009) rozdělují testy silových schopností na statické a dynamické:

Statické testování:

- maximální síla – ruční dynamometrie, zádová dynamometrie;
- silová vytrvalost – výdrž ve shybu.

Dynamické testování:

- rychlá síla – přednožování v lehu na zádech;
- explozivní síla – skok daleký z místa odrazem snožmo, vertikální výskok;
- silová vytrvalost – opakované shyby, opakované sedy-lehy, opakované kliky.

2.5 Faktory potenciálu svalové síly

Podle Zatsiorskeho a Kraemera (2014) existují dva základní faktory, které determinují svalovou sílu: **periferní** a **centrální**.

2.5.1 Periferní faktory

Periferní faktory, jak zdůrazňuje Petr a Šťastný (2012), jsou manifestovány prostřednictvím jednotlivých svalových vláken, jejichž schopnost generovat sílu závisí z fyziologického hlediska na průřezu každého z nich. Průřez svalu je následně podmíněn dvěma determinanty: **počtem svalových vláken** a **velikostí jejich příčného průřezu**. Je známo, že srovnatelné svaly s větším průřezem jsou schopny produkovat větší sílu než ty s průřezem menším, a to bez ohledu na jejich délku. Velikost příčného průřezu jednotlivých svalových vláken a zvýšení svalové síly může být účinně ovlivněno silovým tréninkem, který může vést ke zvětšení průřezu svalových vláken neboli k hypertrofii. Další adaptační reakcí v procesu silového tréninku, vedoucí k maximalizaci síly, je zvýšení počtu svalových vláken, známé jako hyperplazie. Poměr hyperplazie svalových vláken je však relativně nízký, a proto v praxi silového tréninku zanedbatelný (Zatsiorsky a Kraemer, 2014).

Svaly a jejich dělení

Hlavní funkcí svalové tkáně je umožnění pohybu organismu, vyvíjení tlaku, napětí a síly, čehož dosahuje díky schopnosti kontrakce (stahu), kterou vytváří přeměnou chemické energie adenosintrifosfátu (ATP) na energii mechanickou. Základní stavební a funkční jednotkou každého svalu je svalové vlákno obsahující kontraktilní proteiny, které se nazývají aktin a myosin (Hudák a Kachlák, 2021). Tuto svalovou tkáň můžeme rozdělit na tři typy: svalovinu **hladkou, srdeční a kosterní**. Kosterní typ svaloviny je jako jediný ovládaný vůlí a je tudíž hlavním činitelem pohybu (Čihák, 2016). Podle Jarkovských (2005) máme v těle okolo 600 svalů, z toho kosterní svalstvo tvoří podle Vágnera (2016) okolo 40–50 % hmotnosti lidského těla. Podle Vágnera (2016) a Jarkovských (2009) můžeme svaly z hlediska funkce rozdělit na svaly **posturální**

(tonické) a **fázické**. Svaly **posturální** jsou tvořeny převážně z pomalých svalových vláken, která jsou dobře prokrvena a mají menší práh dráždivosti. Díky své rychlé regeneraci a pomalé unavitelnosti se podílejí na držení vzpřímené pozice těla, díky tomu jsou také nazývány jako svaly postojové nebo stabilizační a mají tendenci ke zkracování. Svaly **fázické**, jinak nazývány také jako rychlé, jsou oproti posturálním svalům rychle unavitelné a jsou tvořeny převážně z rychlých svalových vláken. Tyto svaly mají vysoký práh dráždivosti, horší cévní zásobení a celkové sklony k ochabování. Důležitá je správná vyrovnanost a fungování těchto dvou skupin svalů. V opačném případě se mohou tvořit inhibiční odezvy nebo tzv. svalové dysbalance, které mohou mít za následek zranění či dlouhodobé zdravotní problémy pohybového aparátu (Vágner, 2016).

Druhy svalů podle funkce

Podle Čiháka (2016) je pohybová činnost výsledkem střídání kontrakcí svalových vláken. Jelikož mají různá svalová vlákna různá postavení vůči sobě, můžeme svaly rozdělit podle jejich vlastní funkce při provádění základních pohybů v kloubech (flexe, extenze, addukce, abdukce, rotace, cirkumdukce, laterální flexe a otáčení těla nebo končetin kolem svislé osy) na:

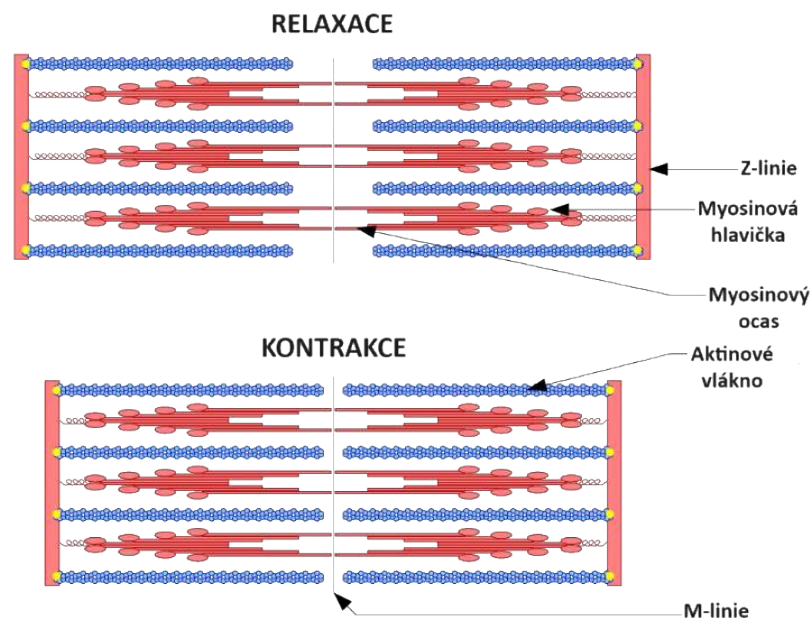
- **agonisty** – svaly nebo svalové skupiny, které pro určitý pohyb působí jako iniciátoři a vykonavatelé pohybu;
- **synergisty** – pomocné svaly, které se spoluúčastní na jednom pohybu;
- **antagonisty** – svaly působící v opačném směru oproti agonistům a proti předchozímu pohybu;
- **neutralizační svaly** – ruší nežádoucí směry pohybů vykonávané hlavními a pomocnými svaly;
- **fixační svaly** – stabilizují určitou část těla při provádění daného pohybu (Čihák, 2016).

Z biomechanického hlediska dokáže každý sval provádět jen jeden pohyb a tím je tah. Proto pokud chceme vykonávat složitější pohyby, například tlačení, je zapotřebí součinnosti několika svalů zároveň (Current, 2021).

Struktura kosterního svalu

Kosterní sval je složen z množství svalových vláken neboli dlouhých cylindrických agregátů svalových buněk, které jsou obklopeny silnější vrstvou vaziva

nazývanou perimysium (Kittnar, 2020). Každé ze svalových vláken je složeno z velkého množství paralelně umístěných myofibril, které tvoří základní kontraktilní aparát svalu a které představují soustavu jednotek zvaných sarkomery. Sarkomery jsou charakterizovány přítomností filamentů neboli tenkých vláken sestávajících z kontraktilních proteinů aktinu a myozinu, která se v určité míře překrývají. Myozinová filamenta jsou vybaveny spirálovitými expanzemi, označovanými jako příčné můstky, které na svých koncích nesou myozinové hlavičky. (Petr a Šťastný, 2012) Tyto hlavičky se během kontrakce nacházejí v přímém kontaktu s tenkými aktinovými filamenty prostřednictvím příčných vazeb. Proces zkracování sarkomer a následně celého svalového vlákna lze interpretovat jako zasunutí aktinových filament mezi myozinová filamenta. (Petr a Šťastný, 2012; Zatsiorsky a Kraemer, 2014)



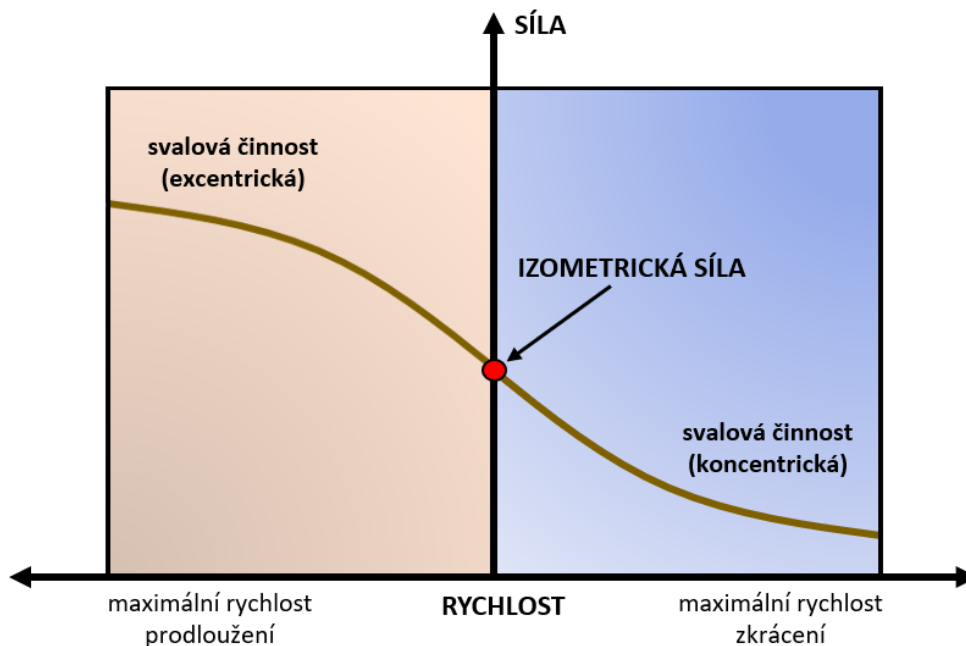
Obrázek 8: Kontrakce a relaxace aktinových a myosinových vláken (Upraveno podle Richfielda, 2014)

Síla generovaná svalovými strukturami je důsledek aktivity těchto svalových podjednotek (sarkomery, myofibrily, svalová vlákna) (Petr a Šťastný, 2012). Maximální síla, kterou jedna sarkomera může vyprodukovat, je značně ovlivněna počtem myozinových hlaviček, jež jsou k dispozici pro vytvoření příčných spojů s aktinovými filamenty. (Zatsiorsky a Kraemer, 2014) Počet příčných spojení v konkrétní sarkomeře je určen převážně množstvím aktinových a myozinových filamentů a závisí tak vzájemně na celkové ploše průřezu těchto filament. Svaly obsahující delší sarkomery mají

schopnost generovat vyšší sílu na jednotku plochy průřezu, což je dáno zvýšeným potenciálem pro přesah mezi filamenty. (Petr a Šťastný, 2012)

Svalová kontrakce

Podle Hudáka a Kachlíka (2021) se sval jako celek může stahovat (kontrahovat) dvěma způsoby: **izotonicky** a **izometricky**. Izotonická kontrakce je taková, kdy se mění délka svalu, přičemž jeho vnitřní napětí zůstává stejné. Izotonickou kontrakci můžeme rozdělit na kontrakci **koncentrickou**, kdy se sval zkracuje a **excentrickou**, kdy se sval prodlužuje. Naopak při izometrické kontrakci sval vykonává činnost statickou, přičemž se jeho délka nemění a jeho akce je patrná na změně napětí svalového břicha (Čihák, 2016). Tento druh stahu je charakteristický pro různé výdrže. Sval při izometrické kontrakci rychle podléhá únavě, neboť trvajícím stahem zabraňuje průtoku krve. Síla svalové kontrakce je podmíněná frekvencí a aktivací počtu jednotlivých motorických jednotek (Sharkey a Gaskill, 2019). Druhy svalových kontrakcí se mohou velmi úzce prolínat a velice rychle se střídají, a to i během jediného pohybu. Součinností těchto svalových kontrakcí vzniká pohybová činnost (Čihák, 2016; Stoppani, 2021). „*Největší svalové síly se vyvíjejí za excentrických podmínek, někdy jsou i dvakrát větší, než za podmínek izometrických*“ (Zatsiorsky a Kraemer, 2014, s. 99).



Obrázek 9: Vztah mezi silou a rychlostí svalové činnosti (Upraveno podle: Hamill a kol., 2009)

Všechny kosterní svaly vykazují za fyziologických okolností určitý stav napětí, tzv. **tonus**. Toto napětí nemá za následek únavu, ani nespotebovává významné množství energie (Karas a kol., 1990). Podle Jarkovských (2005) a Mourka (2006) je toto klidové svalové napětí rozhodujícím faktorem kvalitní svalové kontrakce. Výše klidového napětí podléhá řadě vlivů a zpravidla mají vyšší tonus svaly antigravitační neboli posturální, pro které je typické značný statický režim činnosti (Karas a kol., 1990).

Kategorizace svalových vláken vlákn

Svalová vlákna jsou podle různých autorů kategorizována odlišnými způsoby. Tato práce využívá rozdělení podle McArdle a Katche, (2005) společně s Willmorem a Costillem, (2004) na svalová vlákna typu I a II.

Svalová vlákna typu I (slow oxidative- SO) nejsou schopna generovat velkou sílu, ale dokáží udržet malé napětí po delší časový úsek, aniž by docházelo k vyšším energetickým nárokům. Tato vlákna nemají příliš velkou možnost hypertrofie, tudíž pro jejich efektivní rozvoj má mnohem vyšší efekt pomalé a soustředěné provádění cviků. Zastoupení těchto vláken ve svalech bývá okolo 50 % a **jsou inervována motorickými jednotkami s nízkým prahem dráždivosti** (Petr a Šťastný, 2012; Vágner, 2016).

Svalová vlákna typu II dokáží fungovat při vysoké intenzitě a generovat velké množství síly, ale jsou relativně rychle unavitelná. Svalová vlákna typu II můžeme dále rozdělit na vlákna typu IIA (**fast oxidative glycolytic - FOG**), která jsou zodpovědná za rychlý a silový pohyb, přičemž mají ve svalech zastoupení okolo 35 %, a **vlákna typu IIB (fast glycolytic- FG)**, která jsou zodpovědná za maximální silový pohyb. Ve svalech mají tato vlákna zastoupení okolo 15 % a **jsou inervována motorickými jednotkami s vysokým prahem dráždivosti** (Jebavý, 2017; Rokyta, 2016).

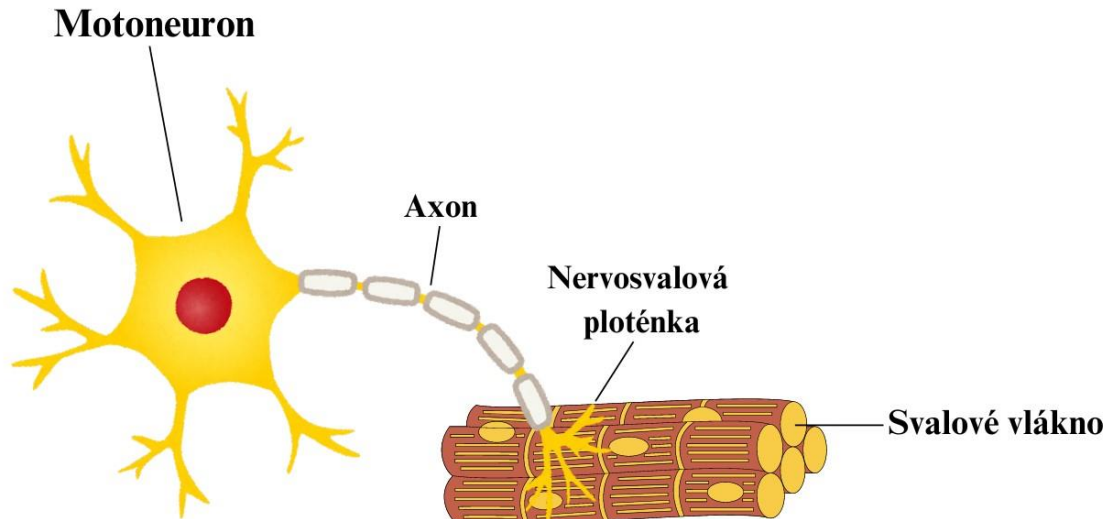
2.5.2 Centrální (nervosvalové) faktory

Centrální nervový systém (CNS) hraje rozhodující úlohu v řízení svalové aktivity a ve schopnosti generovat svalovou sílu prostřednictvím nervových stimulů. Tyto stimuly neboli impulsy, které putují skrze míchu a následné motorické dráhy, stimulují jednotlivá svalová vlákna a vyvolávají kontrakci (Čihák 2016, Petr a Šťastný 2012). Hlavní úlohu při řízení svalových kontrakcí a generování svalové síly hraje proces **intramuskulární koordinace** neboli množství zapojených svalových vláken, které je jedinec během

pohybu schopen aktivovat, a **intermuskulární koordinace** neboli řízená aktivace vícero svalů během jednoho vykonávaného pohybu (Petr a Šťastný, 2012).

Motorické jednotky

Základním článkem lidské motoriky je tzv. motorická jednotka (MJ), která je zodpovědná za řízení kontrakce určitého počtu svalových vláken. Tato motorická jednotka se skládá z motoneuronu (neuronu, který vysílá signály CNS), axonu, motorických plotének a svalových vláken, které přináleží danému motoneuronu. Grafické znázornění motorické jednotky je vyobrazeno na obrázku 10. Lze hovořit o jakémisi článku mezi centrálním řízením (mozkem) a svalem, resp. svalovými vlákny (Petr a Šťastný 2012). Průměrný nerv v kosterním svalstvu aktivuje přibližně 150 svalových vláken a síla svalové kontrakce se odvíjí od velikosti a počtu těchto aktivovaných jednotek. Motorické jednotky se dají dále dělit na dva typy: **motorické jednotky s nízkým prahem dráždivosti**, které inervují pomalá svalová vlákna typu SO a na **motorické jednotky s vysokým prahem dráždivosti**, které inervují rychlá svalová vlákna FOG a FG (Sharkey a Gaskilla, 2019).



Obrázek 10: Grafické znázornění motorické jednotky (Upraveno podle: Petra a Šťastného, 2012)

MJ jsou aktivovány podle zákona „všechno nebo nic“. Když je MJ aktivní, rozdělují se impulzy na všechna vlákna MJ. V jednom určitém časovém okamžiku je MJ buď aktivována, nebo inaktivována. Neexistují žádné stupně podráždění motoneuronů. Vztaženo na jednotku plochy vyvíjejí pomalá i rychlá motorická vlákna srovnatelné síly, ale rychlá motorická vlákna mají větší průřezy a vyvíjejí v jednotlivých motorických jednotkách větší síly. Všechny svaly člověka se skládají jak z pomalých, tak z rychlých motorických jednotek. Poměr mezi rychlými a pomalými motorickými jednotkami se mezi lidmi různí (Zatsiorsky a Kraemer, 2014).

Intermuskulární koordinace

Podle Zatsiorského a Kraemera (2014) vyžaduje každý pohybový projev komplexní koordinaci mnoha svalových skupin. Při učení se nových pohybových vzorců a dovedností je naše síla a rychlost během daného úkonu značně omezená, za což může prvotní neznalost daných pohybových vzorců a nechtěná aktivace antagonistických svalových párů v jeden moment, což tyto pohybové úkoly ztěžuje, či dokonce neguje. Postupným opakováním daných pohybů omezujeme nechtěnou činnost antagonistických párů a tím postupně zefektivňujeme daný pohyb a jsme při něm schopni generovat větší sílu i rychlost (Current, 2021).

Intramuskulární koordinace

Podle Zatsiorského a Kraemera (2014) využívá nervový systém tři možností, jak variovat vyvíjenou svalovou sílu. Těmito možnostmi jsou: **rekrutace** (odstupňování absolutní svalové síly pomocí zapojení a vyřazení aktivních motorických jednotek), **frekvence** (změna vybíjecí frekvence motorických jednotek) a **synchronizace** (aktivování motorických jednotek v jeden moment). Všechny tři možnosti jsou založeny na existenci motorických jednotek (MJ).

1. Rekrutace motorických jednotek (prostorová sumace)

Podle Šťastného (2012) rekrutace motorických jednotek neboli prostorová sumace popisuje množství motorických jednotek, které jsou aktivovány nebo zapojeny do pohybového úkonu. Při vědomých kontrakcích svalových vláken je pořadí náboru neboli rekrutace motorických jednotek určováno velikostí daných motoneuronů podle tzv. principu velikosti. Tento princip určuje, že motorické jednotky s nejnižším prahem

dráždivosti jsou zapojovány přednostně. Z toho vyplývá, že čím vyšší jsou nároky na produkci síly, tím jsou postupně zapojovány motorické jednotky s vyšším prahem dráždivosti. Dosažení plné aktivace pomalých motorických jednotek tedy nastává i u netrénovaných jedinců, avšak pro nábor rychlých motorických jednotek je zapotřebí specifického tréninku (Zatsiorsky a Kraemer, 2014).

2. *Frekvence vybíjení motorických jednotek (časová sumace)*

Proces frekvence vybíjení neboli časové sumace je charakterizován rychlostí, s jakou nervový systém vysílá signály k aktivaci motorických jednotek ve svalech. Vyšší frekvence vybíjení se projevuje rychlejším tempem vysílání signálů nervovým systémem, což může vést k aktivaci více motorických jednotek a následnému zvýšení síly kontrakce svalových vláken. Podíl rekrutace a frekvence vybíjení motorických jednotek na výsledné produkci síly se liší podle typu daného svalu. V případě malých svalů je většina motorických jednotek rekrutována již při dosažení úrovně 50 % maximální síly, přičemž frekvence vybíjení motorických jednotek hraje klíčovou roli při následném zvyšování síly až k maximální možné úrovni. Naopak u velkých svalů je rekrutace motorických jednotek odpovědná za produkci síly až k hranici 80 % maximální síly a více, přičemž další zvýšení síly v rozmezí od 80 % do 100 % maximální síly je téměř výhradně dosahováno intenzifikací časové sumace (Petr a Šťastný 2012).

3. *Synchronizace*

Synchronizace motorických jednotek představuje proces aktivace vyššího počtu motorických jednotek v konkrétním časovém úseku, což má za následek zvýšenou produkci svalové síly. Motorické jednotky fungují zpravidla asynchronně, kvůli zachování plynulosti a přesnosti pohybu. Tento asynchronní režim aktivace zaručuje, že v každém momentu je aktivní pouze část motorických jednotek, která má odpovídající práh dráždivosti. Po „vybití“ těchto motorických jednotek se okamžitě aktivují jiné motorické jednotky, což je dáno časovou sumací. S přibývajícím množstvím aktivovaných motorických jednotek však pohyb začíná postupně ztrácet na plynulosti. Tento fakt lze interpretovat tak, že nárůst počtu aktivovaných motorických jednotek a zvýšené produkce síly je kompenzován častějším vyčerpáním těchto motorických jednotek (Petr a Šťastný 2012).

Zatsiorsky a Kraemer (2014) dále konstatují, že maximální síly lze dosáhnout, pokud:

- se rekrutuje maximální počet pomalých i rychlých motorických jednotek;
- optimální vybíjecí frekvence v každém motorickém vláknu souhrnně vyvolají fúzující tetanii;
- když motorické jednotky pracují synchronně během vědomého vyvíjení maximální síly.

2.6 Bioenergetika svalové činnosti

Všechny svaly spotřebovávají energii ve formě adenosintrifosfátu (ATP) k zabezpečení své mechanické činnosti, což je podle Rokyty a kol. (2016) makroerní sloučenina obsahující vazby s vysokým podílem využitelné energie, které jsou snadno štěpitelné a tuto energii uvolňují. Podle Kittnara a kol. (2020) nám zásoba ATP vystačí pouze na pár sekund svalové činnosti a následně musí být tato zásoba resyntézována pomocí energetických systémů, které se vzájemně překrývají a doplňují. Tyto systémy obecně dělíme na fosfagenový systém, anaerobní glykolýzu a oxidativní fosforylaci. Při prodlužující se délce trvání svalové činnosti se mění dominantní využívání jednotlivých zdrojů a s tím i spojené krytí zvýšených energetických nároků (Máček a Radvanský, 2011; Vilikus, 2020).

2.6.1 Fosfagenový systém (ATP + CP)

ATP je ve svalu syntetizován přirozeně, přičemž jako zdroj energie je za fyziologických podmínek **nevyčerpatelný**, jelikož při snížení koncentrace ATP v buňce dochází k jeho okamžité obnově (resyntéze) prostřednictvím pohotovostní energie uschované v další sloučenině s makroerní vazbou nazývané **kreatin fosfát (CP)**. Obnova ATP z CP umožňuje velmi rychlou resyntézu ATP, která probíhá ve svalech již během intenzivní zátěže. Podle Vilikuse (2020) **ATP-CP** funguje jako dominantní zdroj energie pro svalovou kontrakci při maximální práci **do 20 sekund**. Po tomto časovém úseku dochází ke snižování podílů makroerních fosfátů jakožto dominantního zdroje k hrazení energie svalové činnosti. Systém ATP – CP nachází největší využití během krátké intenzivní zátěže, jako jsou krátké sprinty nebo vysokointenzivní úkoly trvající do 20 vteřin (Lehnert a kol., 2014).

2.6.2 Anaerobní glykolýza

Anaerobní nebo též glykolytický způsob uvolnění energie při maximální zátěži přímo navazuje na ATP-CP systém. Tento glykolytický systém se uplatňuje při krátkých

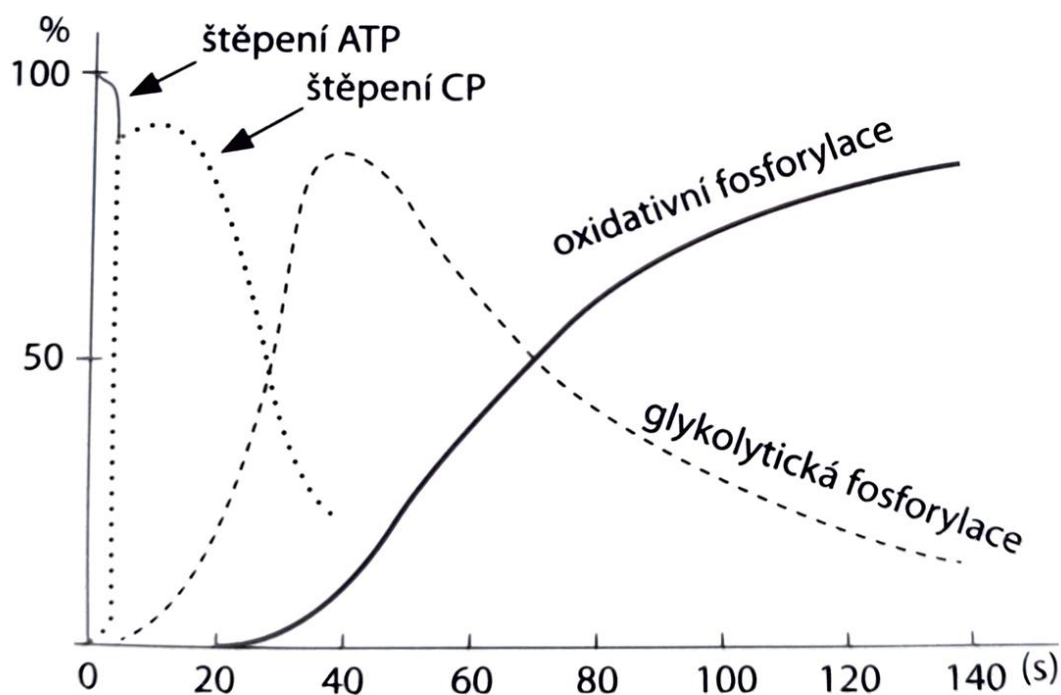
intenzivních zátěžích trvajících do 1 až 2 min (Máček a Radvanský, 2011). Kulminace produkce ATP při anaerobní glykogenolýze se uvádí od 20 do 60 vteřin, za podmínek maximální svalové práce (Vilikus 2020; Máček a Radvanský, 2011), kdy po několik dalších sekund je udržována její vysoká úroveň produkce, přičemž následně začíná klesat a ztrácet své dominantní postavení. Finálním produktem anaerobního štěpení sacharidů je vedle produkce ATP také **laktát** neboli sůl kyseliny mléčné, která podle Mourka a kol. (2012) a Rokyty a kol. (2016) způsobuje pokles Ph v krvi a následně vyvolává svalovou únavu. Podle Lehnerta a kol. (2014) je však vztah laktátu a poklesu Ph v krvi neprůkazný, naopak ho popisuje jako významný zdroj energie pro pracující svaly a myokard, ale pouze za aerobních podmínek.

2.6.3 Oxidativní fosforylace – aerobní způsob resyntézy ATP

Podle Lehnerta a kol. (2014) představuje aerobní způsob produkce ATP nejpomalejší, ale zato nejefektivnější způsob zisku ATP. Aerobní podíl produkce energie začíná převažovat nad anaerobním zhruba po 70-110 vteřinách maximálního zatížení, což je však ovlivněno trénovaností jedince (Máček a Radvanský, 2011; Vilikus 2020). Tento způsob se nejvíce uplatňuje při dlouhodobějších výkonech a při trvalé aktivitě některých svalových skupin. Vyšší výkonnost tohoto energetického systému je ovšem limitována současnou schopností transportního systému (tj. oběhu a dýchání) dodat co nejeekonomičtější formou co nejvyšší možné množství kyslíku (Máček a Radvanský, 2011).

Je potřeba zdůraznit, že tyto systémy neexistují izolovaně a vzájemně se doplňují a probíhají většinou současně s převahou toho, který právě vyhovuje typu zátěže (Máček a Radvanský, 2011). Dále je důležité zmínit, že kvůli charakteru moderních bojových operací, které čím dál více inklinují ke krátkodobým vysokointenzivní úkolům (Hendrickson a kol., 2010; Knapik a kol., 2004; Kraemer a Szivak, 2012; Mala a kol., 2015), se může potřeba vojenských tréninkových programů využívajících ATP-CP systém a glykolitický způsob štěpení ATP jevit jako nejvíce efektivní.

Postupné energetické krytí během maximální intenzity je graficky znázorněno na obrázku 11.



Obrázek 11: Energetické krytí během maximální intenzity (Zdroj: Vilikus, 2020)

2.7 Vztah síly k operačnímu prostředí

V této kapitole bude provedena integrace dosud prezentovaných poznatků s ohledem na operační prostředí, silové schopnosti a fyzickou připravenost jedince k plnění současných úkolů v rámci moderního operačního kontextu.

2.7.1 Vztah silových schopností úkolů v operačním prostředí

V souvislosti s anaerobním charakterem současného operačního prostředí (Mala a kol., 2015; Hendrickson a kol., 2010; Knapik a kol., 2004; Kraemer a Szivak, 2012) lze konstatovat, že vysoká úroveň silových schopností představuje klíčový faktor pro efektivní působení v těchto specifických bojových podmínkách a úspěch při realizaci vojenských operací (Dean a Dupont, 2004; Nindl a kol., 2013). Sporiš a kol. (2014) dále zdůrazňují, že anaerobní kondice a silová vybavenost jsou významnými determinanty výkonu vojáků.

Vztah síly a nesené zátěže

Přestože studie konzistentně poukazují na vztah mezi aerobní kondicí a schopností přenášet zátěž (Rayson a kol., 2000), výzkumy zaměřené na aerobní trénink ukázaly,

že tento druh přípravy má ve srovnání s ostatními tréninkovými metodami nejnižší efektivitu v rámci vojenských úkolů (Knapik a kol., 2012). Důležitost vysoké úrovně svalové síly dále zdůrazňují Dean a Dupont (2004), jež poukazují na technologický pokrok, který sice zvyšuje ochranu vojáků, avšak zároveň zvyšuje hmotnost, kterou musí vojáci nést. Na tuto myšlenku navazují Carstairs a kol. (2016) a Knapik a kol. (2004), kteří zdůrazňují, že i běžné činnosti prováděné s externí zátěží se stávají fyzicky náročnými. Mezi tyto běžné činnosti mohou spadat i dlouhodobé pochodové úkoly, které jsou primárně aerobního charakteru, avšak mohou nabývat i silového charakteru právě kvůli celkově zvýšené hmotnosti. S tím se dále pojí i vyšší riziko zranění a zvýšený kalorický výdej, přičemž minimální nesená hmotnost každého vojáka se pohybuje okolo 20 kg (Dean a Dupont, 2004; Nindl a kol., 2013). Z toho vyplývá, že nedostatečná silová úroveň jedince by vedla ke zvýšeným fyziologickým nárokům při plnění úkolů, a snížila by tak celkovou pracovní kapacitu během dlouhotrvajících úkolů (Drain a kol., 2016), přičemž přidaná externí hmotnost by tyto fyziologické nároky ještě umocnila.

Vztah síly a manipulace s materiálem

Klíčovým aspektem, který zdůrazňuje význam vysoké úrovně silových schopností, je potřeba plnění vojenských úkolů spojených s ruční manipulací s materiálem, jako je zvedání, přenášení, tlačení, tahání a jejich kombinace (Carstairs a kol., 2018; Lester a kol., 2010), přičemž Vaara a kol. (2022) uvádí, že schopnost účinně manipulovat s externí zátěží sice závisí na kombinaci různých aspektů fyzické kondice, i přesto však zůstává nejdůležitějším faktorem svalová síla a to zvláště při manipulaci se stále se zvyšující hmotností tohoto vojenského materiálu. Požadavky vysoké úrovně silových schopností vychází nejen z potřeby efektivního plnění těchto úkolů, ale také z faktu, že jsou tyto úkoly spojovány s vysokým rizikem zranění, zejména během bojového nasazení (Carstairs a kol., 2018; Roy a kol., 2012). Savage a kol. (2014) uvádějí, že úkoly spojené s ruční manipulací by měly být vykonávány přednostně na submaximální úrovni s cílem omezit únavu a minimalizovat riziko zranění, čehož lze dosáhnout zvýšením silové kapacity jednotlivých vojáků. Ve vztahu k úkolům zahrnujícím zvedání těžkých břemen, jako je například nakládání materiálu na korbu tatro, je prokázána silná pozitivní korelace mezi maximální a explozivní silou a výkonem při jednotlivých zdvizech, zatímco slabší vztah byl identifikován u silové vytrvalosti (Hauschild, 2017; Hydren a kol., 2017; Rayson a kol., 2000). Svalová vytrvalost však

vykazuje silnou korelaci s výkonem během opakovaného zvedání a přenášení zátěže (Hauschild, 2017; Rayson a kol., 2000; Kraemer a Szivak, 2012; Nindl a kol., 2013).

Vztah síly a vysokointenzivních úkolů s evakuací raněných

Operační prostředí vojáky neustále vystavuje vysokointenzivním úkolům rychlostního a explozivního charakteru, přičemž Kraemer a Szivak (2012) a Nindl a kol. (2013) upozorňují na významný vztah mezi silovou vytrvalostí a výkonem ve sprintech se zátěží a s tím spojené manévrování přes překážky v členitém terénu. Tuto tematiku zkoumal i Treloar a kol. (2011), který prokázal silnou pozitivní korelaci mezi silou dolních končetin a výkonem při sprintu jak bez zátěže, tak se zátěží.

Během bojových operací se také vojenský personál může setkat se situacemi vyžadujícími evakuaci zraněných spolubojovníků. Tento úkon klade vysoké požadavky na kondici a neuromuskulární systém (Larsson a kol., 2020). Ačkoli neexistuje mnoho studií, které by se zabývaly problematikou srovnání anaerobní zdatnosti s evakuací zraněných, řada autorů (Angeltveit a kol., 2016; Arvey a kol., 1992; Michaelides a kol., 2011; Rhea a kol., 2004) potvrzuje významný kladný vztah mezi anaerobní kapacitou a silou úchopu s výkonem při evakuaci zraněných.

2.7.2 Vztah síly a rizika zranění

Význam silových schopností může být rovněž chápán v kontextu prevence zranění. Zvýšená úroveň silových schopností může sloužit jako preventivní opatření proti zraněním vyplývajícím z explozivních pohybů, manipulace s materiálem nebo při pohybu v náročném terénu. Vztah mezi svalovou silou a ochranným efektem vůči zraněním bylo prokazováno i Kraemerem a Szivakem (2012), kteří poukazovali na přímý vztah mezi zvýšenou úrovní svalové síly a ochrannými účinky, jež jsou poskytovány šlachám, vazům a kostem, čímž se zvyšuje funkční potenciál kosterního svalstva.

2.8 Vztah tělesného složení a vojenských úkolů

Pihlainen a kol. (2018) zdůrazňují význam snížení mrtvé hmotnosti (kombinace tukové hmoty a externí zátěže) ve vztahu k celkové tělesné hmotnosti, což vede ke snížení relativního energetického výdeje a zlepšení výkonu v kontextu vojenských úkolů. Tento fakt poukazuje na skutečnost, že redukce tukové hmoty vůči celkové tělesné hmotnosti společně s optimalizací hmotnosti neseného vybavení, může pozitivně ovlivnit účinnost a úspěšnost při plnění vojenských úkolů. Další výzkumy, jako je studie Hydrena a kol.

(2017) a Raysona a kol. (2000), ukazují, že existuje pozitivní korelace mezi tělesnou hmotností, zejména svalovou hmotou (lean mass) a maximální zdvihací kapacitou. Hydren a kol. (2017) ve své metaanalýze dospěli k závěru, že svalová hmota je předpovídajícím faktorem maximálního zdvihu, jenž vysvětluje 69 % rozptylu v maximálním zdvihu, zatímco ostatní antropometrické proměnné se na této variabilitě podílejí pouze z 24-54 %. Podobné vztahy mezi svalovou hmotou a výkonností byly zaznamenány také v úkolech opakovaného zdvihu. Tento fakt potvrzuje Rayson a kol. (2000) který uvádí existenci pozitivního vztahu mezi svalovou hmotou a výkonem v opakovaném zvedání zátěže. Studie provedené Angeltveitem a kol. (2016) a Poserem a kol. (2019) také ukázaly, že tělesná hmotnost, a hlavně svalová hmota, mírně korelují s výkonem v simulovaném testu evakuace raněných. Kromě toho výzkumy prováděné Fallowfieldem a kol. (2012), Raysonem a kol. (2000) a Terhem a kol. (2018) prokázaly, že celková tělesná hmotnost a svalová hmota mají pozitivní vztah s výkonností při nošení zátěže v rozmezí 15 až 45 kg.

Sumarizace uvedených důkazů vede k závěru, že poměr tělesné k tukové hmotnosti a nesené zátěži mohou působit jako spolehlivý prediktor výkonnosti v náročných vojenských úkolech. Lze tedy předpokládat, že redukce tukové hmoty (Crawford a kol., 2011; Kusano a kol., 1997) a zvýšení svalové hmoty (Hydren a kol., 2017; Kusano a kol., 1997; Rayson a kol., 2000) mohou představovat klíčové faktory tělesného složení pro zvýšení úspěšnosti ve vojenských bojových podmínkách (Pihlainen a kol., 2018).

2.9 Potřeba silové a anaerobní připravenosti

Souhrnem výše zmíněných informací lze konstatovat, že moderní operační prostředí je typické svým anaerobním charakterem a vysokointenzivními úkoly (Hendrickson a kol., 2010; Knapik a kol., 2004; Kraemer a Szivak, 2012; Mala a kol., 2015). Přesto zde stále zůstává potřeba dlouhotrvajících úkolů, mezi které patří hlídkování a dlouhé pochody. Tyto dlouhotrvající úkony jsou však vojáci povinni absolvovat s externí zátěží, která se pohybuje v rozmezí od 20 do 70 kg (Dean a Dupont, 2004; Nindl a kol., 2013) a která těmto úkolům přiřazuje signifikantní silový charakter. Maestroni a kol. (2020) zdůrazňují důležitost vysoké úrovně maximální a explozivní síly, přičemž maximální síla poskytuje pevný základ pro explozivní výkony a společně se zvýšením svalové hmoty (Kusano a kol., 1997) může pomoci zlepšit celkovou

fyzickou připravenost vojáka (Hauschild, 2017). Explosivní síla následně může zlepšit rychlost výbušných manévrů a schopnost explozivních pohybů. Vzhledem k prokázanému silnému vztahu mezi silovými schopnostmi a výkonem při vysoceintenzivních bojových úkolech je patrné, že právě vysoká úroveň silových schopností je klíčovým faktorem reflektujícím požadavky moderního bojiště (Hendrickson a kol., 2010; Kraemer a Szivak, 2012; Kraemer a kol. 2004). Toto tvrzení prokazuje i Mala a kol. (2015), kteří uvádí, že rozvoj síly a hypertrofie zvyšuje bojovou efektivitu, celkovou odolnost a významně snižuje riziko zranění (Kraemer a Szivak, 2012).

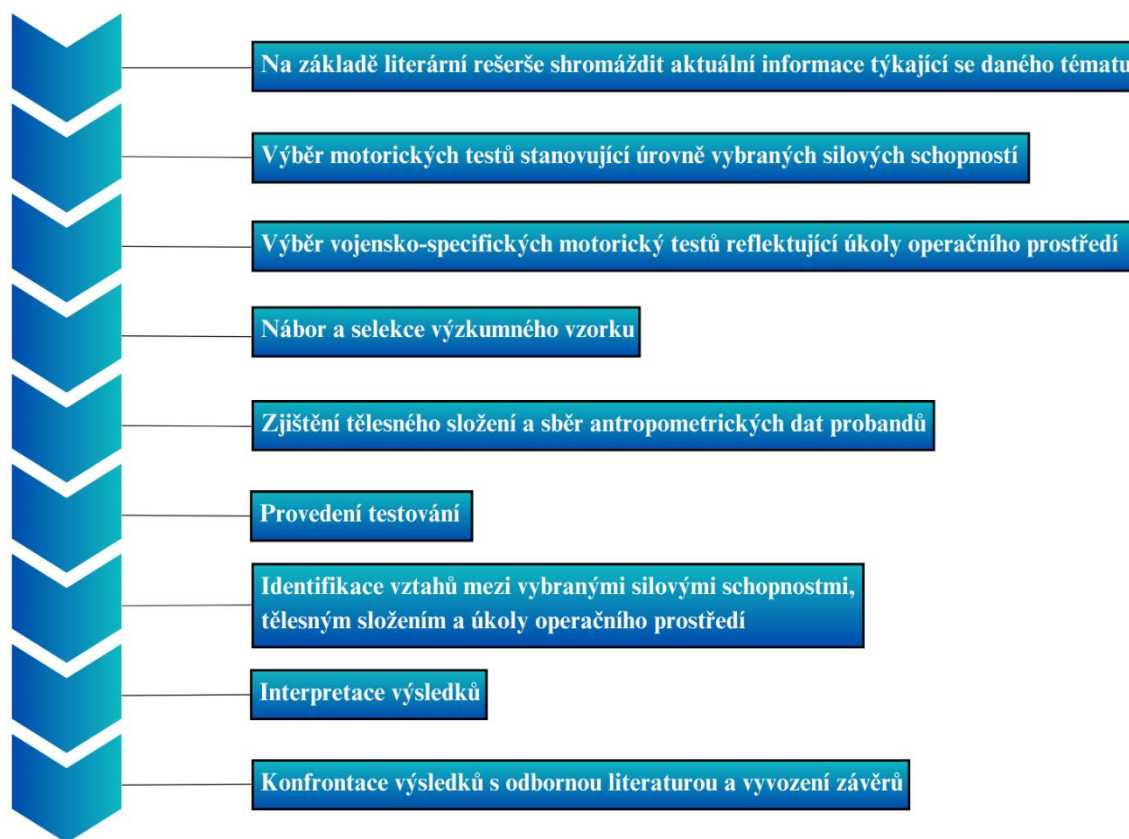
3 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, HYPOTÉZY

3.1 Cíl

Cílem této diplomové práce bylo objasnit vztahy mezi vybranými druhy silových schopností, tělesným složením a výkonem ve vojensko-specifických testech reflektujících bojové operační nasazení.

3.2 Úkoly

Na obrázku 12 jsou znázorněny úkoly této diplomové práce.



Obrázek 12: Úkoly diplomové práce (Zdroj: Autor)

3.3 Hypotézy práce

H1: Existuje statisticky významný pozitivní vztah ($p < 0,05$) mezi explozivní silou dolních končetin měřenou vertikálním výskokem a výkonem ve vojensko-specifickém testu tažení raněného. (Michaelides a kol., 2011)

H2: Existuje statisticky významný pozitivní vztah ($p < 0,05$) mezi maximální silou měřenou testem mrtvý tah a výkonem ve vojensko-specifickém testu tažení raněného. (Poser a kol., 2019)

H3: Existuje statisticky významný pozitivní vztah ($p < 0,05$) mezi procentuálním zastoupením tělesné svalové hmoty probandů a výkonem ve vojensko-specifickém testu maximálního zdvihu. (Hydren a kol., 2017)

H4: Existuje statisticky významný pozitivní vztah ($p < 0,05$) mezi procentuálním zastoupením tělesné svalové hmoty probandů a výkonem ve vojensko-specifickém testu pochodu se zátěží. (Raysona a kol., 2000)

3.4 Výzkumná otázka:

Jaké jsou nejvýznamnější prediktory v rámci silových schopností a tělesného složení v kontextu vojensko-specifického výkonu?

4 METODIKA

Tato část diplomové práce se zaměřuje na popis použitých výzkumných metod a podává informace o způsobu sběru dat a jejich následném vyhodnocení.

4.1 Design studie:

Design studie, který byl aplikován v této diplomové práci, je složen z několika klíčových metodologických prvků, které byly zvoleny s ohledem na cíle práce. Tato práce byla koncipována jako teoreticko-empirická práce, kterou Creswell (2014) popisuje jako kombinaci teoretických poznatků a empirických dat, získaných pomocí vědeckého výzkumu. Do této práce byly primárně zahrnovány aktuální literární zdroje zabývající se námi zkoumanou problematikou. Ve specifitějším zařazení lze tuto studii kategorizovat do skupiny experimentálních výzkumů, které nám podle Hendla (2016) umožňují zkoumat příčinné vztahy mezi proměnnými. V našem případě se jedná o úroveň silových schopností a tělesného složení v komparaci s výkonem během vojensko-specifických motorických testů.

Klasifikace výzkumu dále spadá do kvantitativní kategorie, jelikož jsme pracovali s numericky vyjádřitelnými daty, která byla následně analyzována pomocí statistických metod. Tato práce může být také označena jako konfirmační výzkum v tom smyslu, že jsme testovali předem stanovené hypotézy o vztahu mezi silovými schopnostmi, tělesným složením a výkonem ve vojensko-specifických testech. S tímto přístupem koresponduje i definice konfirmačního výzkumu podle Robsona (2011), který popisuje konfirmační výzkum jako přístup zaměřený na testování hypotéz na základě již existujících teorií.

Vzhledem k cíli práce byla jako primární výzkumná metoda zvolena regresní analýza. Tato statistická metoda umožňuje identifikovat vztahy mezi nezávislými a závislými proměnnými a kvantifikovat, jaký vliv mají nezávislé proměnné na závislé proměnné. Podle Fielda (2013) patří regresní analýza mezi základní nástroje pro analýzu kvantitativních dat v kontextu konfirmačních kvantitativních výzkumů.

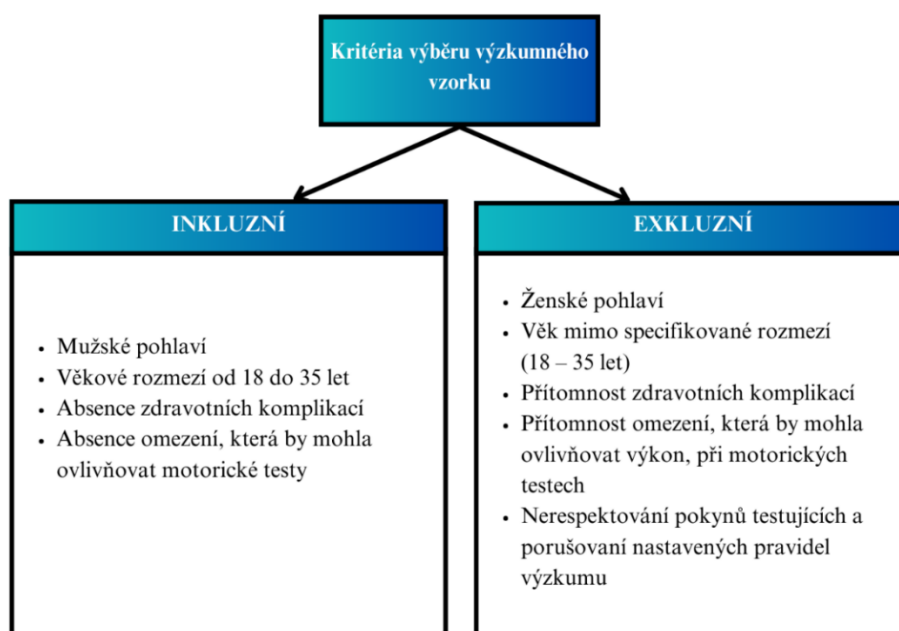
Výzkum byl schválen Etickou komisí Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy pod jednacím číslem 207/2023 dne 16. 11. 2023, přičemž informovaný souhlas je součástí žádosti.

Oba tyto dokumenty jsou k nalezení (viz Příloha 1 a 2).

4.2 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor byl zvolen metodou záměrného výběru, který je podle některých autorů charakterizován jako výběr dle dostupnosti (Hendl, 2008). Tento záměrný výběr byl proveden na studentech Vojenského oboru při Fakultě tělesné výchovy a sportu (VO FTVS UK), který byl dále rozšířen o dobrovolný vzorek, z řad běžné civilní populace, který splnil stanovená vstupní kritéria a který doložil platnou lékařskou prohlídku. Toto rozšíření bylo uskutečněno z důvodu vyšší generalizovatelnosti a reprezentativnosti výsledů tohoto výzkumu. Rekrutace dobrovolné části vzorku probíhala prostřednictvím vytvořených plakátů (viz Příloha 3). Tyto plakáty byly rozšiřovány přes sociální sítě a vyvěšovány v prostorách UK FTVS.

Zkoumaný vzorek tvořilo 31 mužů ($22,5 \pm 2,9$ let, $181,5 \pm 7,1$ cm, $80,2 \pm 10,4$ kg.) ve věku od 18 do 35 let, kteří splňovali předem definovaná kritéria výběru. V celkovém množství probandů bylo 24 studentů (VO FTVS UK) a zbylých 7 probandů tvořil dobrovolný vzorek, který odpovídal stanoveným kritériím. Inkluzní a exkluzní kritéria byla stanovena s cílem zajistit homogenitu vzorku a přesnost výsledků (viz obrázek číslo 13). Výběrové postupy byly zásadní pro eliminaci potenciálních rizikových faktorů, které by mohly ovlivnit výkon nebo spolehlivost dat získaných během testovacího procesu.



Obrázek 13: Inkluzní a exkluzní kritéria (Zdroj: Autor)

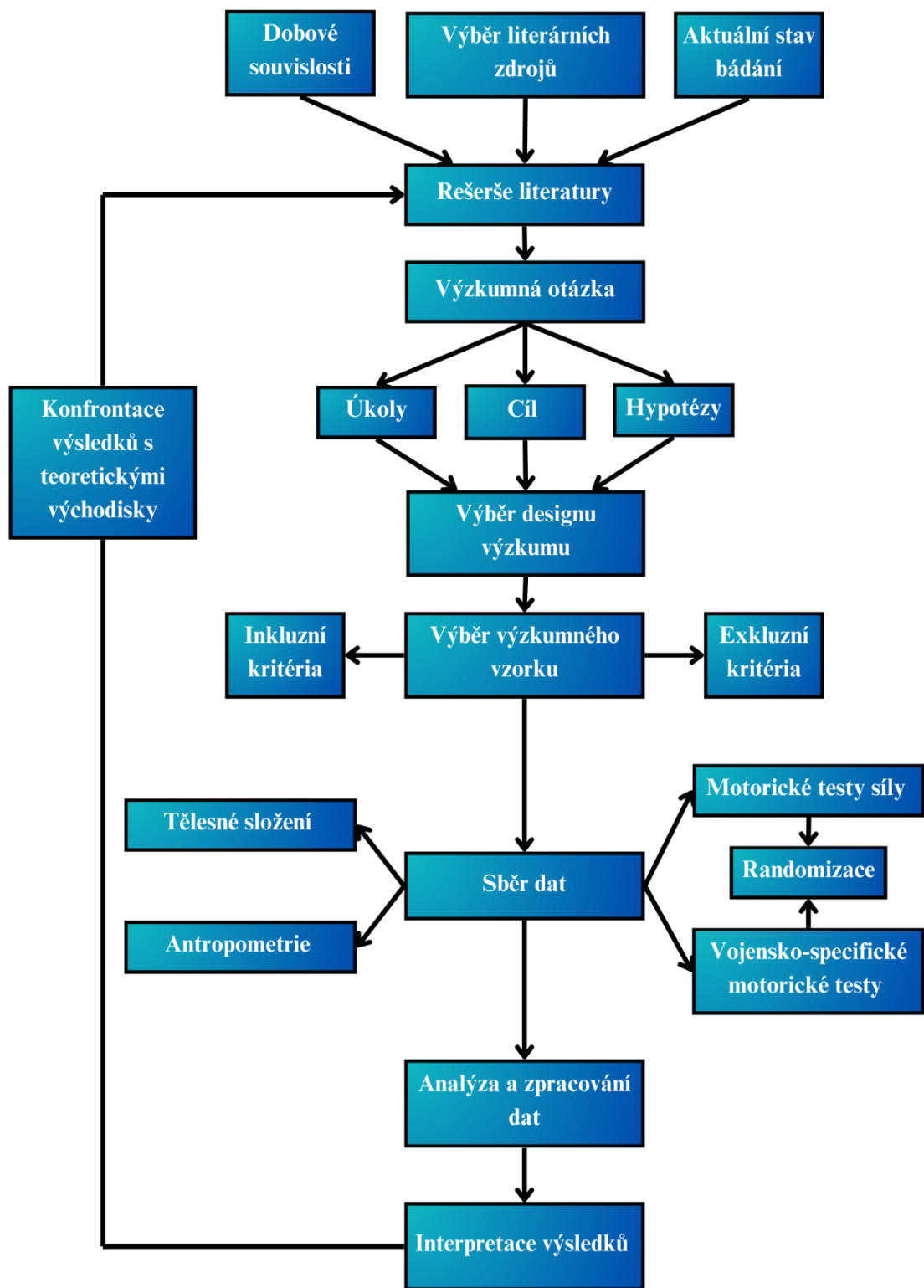
Všichni přijatí účastníci byli řádně informováni o neinvazivní metodice měření a následně všichni vyplnili informovaný souhlas. V souladu s etickými standardy v oblasti výzkumu byla zajištěna plná ochrana osobních údajů účastníků – jména, rodná čísla, kontaktní údaje a další potenciální identifikátory byly pečlivě chráněny a v žádné fázi výzkumu nebyly shromažďovány informace, které by umožnily přímou identifikaci účastníků. Tato pravidla zajistila, že veškeré informace získané během studie byly anonymní a využity výhradně pro účely výzkumu.

4.3 Organizace výzkumu

Výzkum této diplomové práce byl součástí většího projektu, přičemž vedle našeho stanovování silových schopností a tělesného složení probandů zde probíhalo také testování vytrvalostních schopností, což však nebylo cílem této diplomové práce. Celý výzkum byl organizován tak, aby se minimalizovalo vzájemné ovlivňování sběru dat během testování silových a vytrvalostních schopností a s tím spojené nežádoucí paralelní ovlivňování jednotlivých testů.

Celý výzkum probíhal v rámci čtyř testovacích dnů, mezi kterými byla vždy dodržena minimální 48hodinová pauza. Sběr dat pro tuto diplomovou práci probíhal pomocí antropometrického měření, diagnostického měření DEXA (Dual-Energy X-ray Absorptiometry) a dále pomocí dvou baterií motorických testů, přičemž první baterie stanovovala různé úrovně silových schopností probandů a druhá baterie určovala výkon během vojensko-specifických testů, které simulovaly úkoly bojového operačního prostředí. Podrobnější popis jednotlivých motorických testů (viz kapitola Výběr a standardizace motorických testů). Každý z účastníků studie byl pečlivě instruován o průběhu testování s důrazem na potenciální rizika a nezbytná bezpečnostní opatření za účelem minimalizace rizika zranění a zajištění optimálního výkonu během testování. Všechny testy byly prováděny v kontrolním prostředí s důrazem na dodržení standardizovaných podmínek za účelem zvýšení šance získání spolehlivých výzkumných údajů pro následné vyhodnocení a omezení vnějších chyb.

Celkový průběh výzkumu je graficky znázorněn na obrázku 14.



Obrázek 14: Grafické znázornění průběhu výzkumu (Zdroj: Autor)

4.3.1 Zaznamenávání dat:

Pro každého účastníka byl vytvořen osobní záznamový arch, do kterého testující zaznamenávali všechna potřebná data získaná napříč všemi čtyřmi měřeními. Kvůli ochraně osobních údajů nebyla v osobních archích ani jinde v této studii uváděna jména probandů. Ke každému účastníkovi bylo přiřazeno identifikační číslo, které bylo spojeno s jeho jménem, se kterým se dále pracovalo. Toto spojení zná pouze autor této práce. Do datového archu byly zaznamenávány údaje o osobní anamnéze, výsledky antropometrického šetření, údaje tělesného složení probandů, výsledky silových i vytrvalostních motorických testů, výsledky získané během vojensko-specifických testů a také hodnoty Borgovy CR10 škály, která byla využita u vojensko-specifických testů. Fotka záznamového archu (viz Příloha 4).

Všechna získaná data byla následně přepsána do programu Microsoft Office – Excel (verze 16.0) (Microsoft Corporation, 2022), ve kterém se dále prováděla část statistických operací. Pro vytvoření obrázků autorem pro tuto diplomovou práci bylo použito programu Canva (Canva, 2024).

4.3.2 Borgova CR10 škála

Během sběru dat bylo jako kontrolního mechanismu využito Borgovy CR10 škály (Category Ratio), což je modifikovaná verze Borgovy škály, známé též jako RPE (Rating of Perceived Exertion). Tento nástroj se využívá pro subjektivní hodnocení percepce úsilí během pohybové činnosti na základě vlastního vnímání (Borg, 1982).

Tato modifikovaná škála využívá na rozdíl od původní verze rozsah od 0 do 10, přičemž toto rozmezí umožňuje lepší pochopení škály a univerzálnější srovnávání s jinými měřítky. Tato škála je zejména užitečná v situacích, kdy není k dispozici měření absolutní námahy (např. srdeční frekvence) nebo je nutné měřit námahu v různých činnostech, které nejsou přímo srovnatelné. Číslo 0 na této škále označuje velmi lehkou aktivitu, kdy proband necítí žádnou námahu, a číslo 10 reprezentuje maximální úsilí, kdy je proband téměř na pokraji selhání (Borg, 1998).

4.3.3 Metodika získávání dat

1. Měření

Během prvního měření proběhla osobní anamnéza (věk, povolání, zdravotní stav) a sběr vstupních antropometrických dat (výška, hmotnost, délka pravé horní končetiny a délka pravé dolní končetiny). Dále všichni zúčastnění probandi podstoupili vyhodnocení tělesné kompozice pomocí rentgenového systému DEXA (Dual-Energy X-ray Absorptiometry), ve kterém bylo zjištěno procentuální zastoupení svalové hmoty probandů. Sběr těchto dat nalézá oporu v teoretické části této diplomové práce u autorů: Pihlainen a kol. (2018), Hydren a kol. (2017), Angeltveit a kol. (2016), Fallowfield a kol. (2012), Rayson a kol. (2000), Terhem a kol. (2018). Dále probandi podstoupili test VO₂max na běžeckém pásu. Sběr dat během prvního měření probíhal v biomedicínské laboratoři (E217) na Fakultě tělesné výchovy a sportu na Univerzitě Karlově (FTVS UK). Měření probíhalo za dodržení standardizovaných podmínek v rámci jednotlivých metodik a za přítomnosti odborného kvalifikovaného dozoru.

2. Měření

Ve druhém měření podstoupili všichni probandi motorický test maximálního počtu shybů, po kterém následoval Cooperův vytrvalostní test běhu. Mezi jednotlivými testy byl zvolen časový rozestup 30 min. Celému testování předcházelo poučení o bezpečnosti a popis obou testů. U testu maximálního počtu shybů proběhla i demonstrace. Oběma testům předcházelo rozehřátí v podobě 2 až 4 koleček (podle vlastního uvážení) volného tempa na atletickém ovále a následná mobilizace potřebných kloubních struktur. Celé druhé měření probíhalo ve venkovních prostorách FTVS, kde se nacházela doskočná hrazda s atletickým oválem. Oba testy byly vedeny vždy dvěma testujícími, kteří u sebe měli záznamové archy probandů. Testování probíhalo ve sportovní obuvi a sportovním oblečení dle vlastního výběru. Tyto dva motorické testy byly záměrně spojeny v jednom měření, abychom simulovali možnou variantu vojenského výročního přezkoušení AČR (NV MO č. 12/2011) (viz kapitola Testování fyzické připravenosti vojáků AČR).

3. Měření

Během třetího měření všichni probandi podstoupili testovou baterii, která se skládala z 8 motorických testů za dodržení standardizovaných podmínek, přičemž 7

motorických testů stanovovalo úroveň vybraných druhů silových schopností a jeden motorický test (člunkový běh) byl řazen ke stanovení vytrvalostních schopností. Vzhledem k vysoké diverzifikaci silových schopností byly v komparaci s teoretickými východisky (Dovalil, 2009; Siff, 2003; Vanderka, 2013,) testovány pouze 3 složky silových schopností: síla maximální, explozivní a vytrvalostní. Testování těchto 3 druhů silových schopností bylo zvoleno kvůli své relativní jednoduchosti stanovování v terénních testech a následnému popsání v operačních úkolech, kterým jsou vojáci vystavováni. Podrobný popis a výběr jednotlivých motorických testů (viz kapitola Výběr a standardizace motorických testů). Celé třetí měření probíhalo v posilovně FTVS, která obsahovala potřebné vybavení. Probandi měli během tohoto testování sportovní obuv a sportovní oblečení dle vlastního výběru. Celému testování předcházela popis a následná demonstrace jednotlivých motorických testů a poučení o bezpečnosti. Dále byl všem zúčastněným představen a podrobně vysvětlen protokol Borgovy CR10 škály, jenž byl využíván u motorického testu mrtvý tah. Před začátkem testování podstoupili všichni probandi specifické rozcvičení, jež mělo za cíl připravit je na nadcházející specifickou zátěž, která mohla dosahovat maximální subjektivní intenzity. Rozcvičení začínalo tříminutovým zahřátím v podobě několika lokomočních cvičení (4 × 40 m klus vpřed, 2 × 40 m cval stranou, 2 × 40 m klus pozadu, 2 × 40 m klus vpřed) na polyuretanovém povrchu. Dále následovala série cviků: 8 × „bend and reach“, 10 × „windmill“, 10 × rotace v kyčli, 8 × „rower“, 8 × „prone row“, 10 × výpady, 5 m „crab crawl“, 5 × dřep s výskokem, 5 × dynamický klik, 5 × angličák. Na závěr rozcvičení účastníci absolvovali 15 m skipink a 2 × 15 m člunkový sprint. Tento protokol byl volně inspirován podle Hermana a Smitha (2008), Gharbi a kol. (2015) a Pearce a kol. (2012) a upraven dle potřeb výzkumu. Po důkladném rozcvičení byl probandům předán list s náhodně vygenerovaným pořadím, které určovalo pořadí jednotlivých testů. Toto unikátní pořadí bylo vytvořeno pomocí generátoru náhodného pořadí (Haahr, 2024) a bylo využito za účelem randomizace výzkumného vzorku a minimalizace vlivu nekontrolovaných proměnných zanášených do výzkumu. Všichni probandi podstupovali jednotlivé testy v náhodném pořadí, vyjma motorického testu mrtvý tah, který byl u všech probandů zařazen jako poslední test. Toto rozhodnutí vycházelo z eliminace postaktivační potenciace maximální síly (Till a Cooke, 2009), která by mohla následně značně zkreslovat výsledky ostatních testů, například ruční dynamometrie. Před začátkem každého testu byla danému probandovi znovu vysvětlena a ukázána správná technika

konkrétního cviku kvalifikujícím testujícím. Na každém stanovišti byl vždy jeden testující zabezpečující chod daného motorického testu a napříč celým testováním operovali dva nezávislí organizátoři, kteří zabezpečovali logistiku a chod celého testování. Mezi jednotlivými motorickými testy byla vždy dodržována minimální pauza 5 min. Po skončení testování byl zkontrolován zdravotní stav probandů.

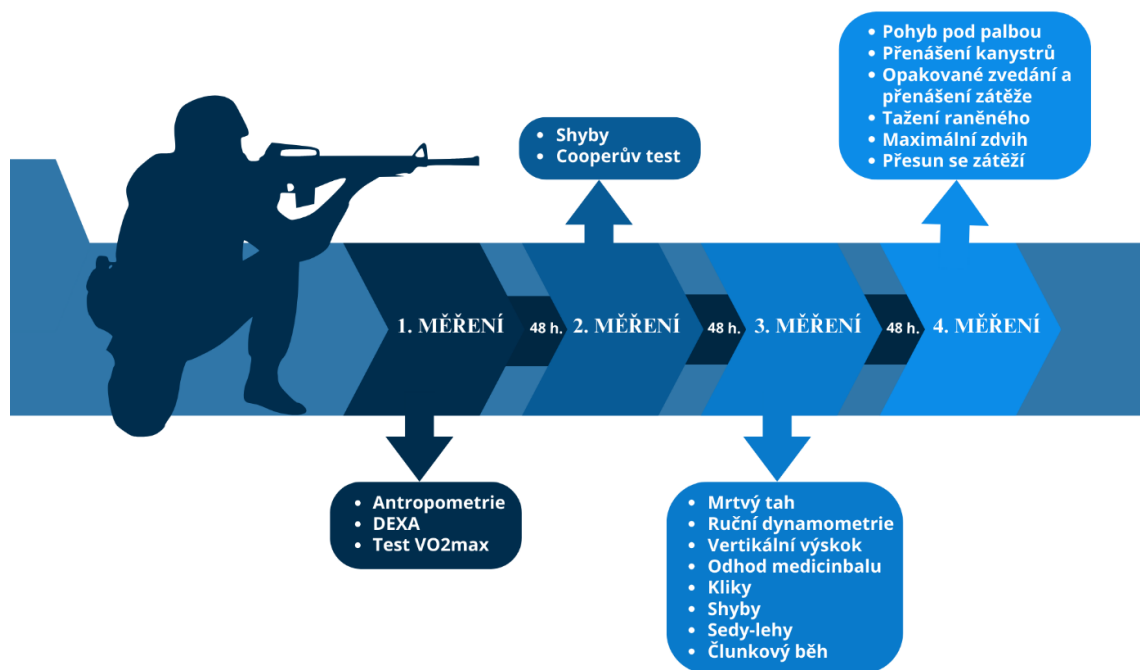
4. Měření

Během čtvrtého měření všichni probandi absolvovali testovou baterii za dodržení standardizovaných podmínek, která byla složena z 6 vojensko-specifických motorických testů reflektujících různé úkoly vojenské činnosti během bojového nasazení. Výběr a popis jednotlivých testů (viz kapitola Výběr a standardizace motorických testů). Všichni probandi podstupovali jednotlivé testy ustrojeni ve stejnokroji AČR vzoru č. 95 a letní vojenské obuvi ECWCS 2000. Pro věrohodnější simulaci reálných podmínek bojového nasazení, byla všem probandům přidána externí zátěž o hmotnosti 10,4 kg, která byla tvořena balistickým nosičem s pláty (6 kg), balistickou helmou (1,3 kg) a gumovou maketou dlouhé útočné pušky (3,1 kg). S tímto vybavením probandi absolvovali všechny vojensko-specifické testy, přičemž u testu pochod se zátěží byla externí zátěž navýšena o vojenský 40l batoh (2 kg), který byl vyplněn letním spacákem (1,5 kg), olympijským kotoučem (10 kg) a čtyřmi pytlíky s pískem ($4 \times 0,275$ kg). Celková hmotnost externí zátěže tohoto testu se rovnala 25 kg. Toto navýšení hmotnosti bylo provedeno za účelem větší realističnosti bojových přesunů s bojovou zátěží (Dean a Dupont, 2004).

Celé čtvrté testování probíhalo v posilovně FTVS ve vnitřním atletickém tunelu a na vnějším atletickém stadionu FTVS. Před začátkem testování proběhlo důkladné seznámení a názorná ukázka jednotlivých testů a instruktáž asociovaných bezpečnostních protokolů vzhledem k zvýšené kondiční náročnosti jednotlivých testů. Probandům byl též připomenut protokol Borgovy CR10 škály, na který byl každý proband dotazován bezprostředně po ukončení každého testu. Tohoto škálování bylo využíváno jako orientačního ukazatele subjektivní náročnosti během jednotlivých vojenských testů a jako orientace, jestli se proband přiblížil maximální intenzitě. Před začátkem testování museli všichni probandi podstoupit totožný rozcvičovací protokol podle Hermana a Smitha (2008), Gharbi a kol., (2015) a Pearce a kol. (2012) stejně jako při třetím měření. Po důkladném rozcvičení byl probandům opět předán list s unikátním pořadím, podle kterého účastníci výzkumu postupovali na jednotlivých testech. Toto pořadí bylo opět

generováno pomocí generátoru náhodného pořadí (Haahr, 2024.). Probandi podstupovali jednotlivé testy v randomizovaném pořadí vyjma motorického testu pochod se zátěží, který byl u všech probandů zařazen jako poslední test kvůli časové náročnosti a proto, aby bylo možné dodržet orientační pauzy mezi jednotlivými testy, které měly trvání 5 min. Před začátkem každého testu, bylo jednotlivým probandům znovu vysvětleno a názorně předvedeno správné provedení motorických testů kvalifikujícím testujícím. Na každém stanovišti byl vždy jeden testující zabezpečující chod daného motorického testu a napříč celým testováním operovali dva nezávislí organizátoři, kteří zabezpečovali logistiku a chod celého testování. Po skončení testování byl zkontrolován zdravotní stav probandů.

Grafické znázornění průběhu sběru dat je znázorněno na obrázku 15.



Obrázek 15: Grafické znázornění průběhu sběru dat (Zdroj: Autor)

4.4 Výběr a standardizace motorických testů

4.4.1 Motorické testy síly

Testová baterie hodnotící úroveň jednotlivých druhů silových schopností byla navržena tak, aby otestovala vybrané druhy silových schopností podle Dovalila (2009), Siffa (2003) a Vanderky (2013). Nebyla zde testována rychlá síla, ale pouze síla

maximální, explozivní a silová vytrvalost. Tato testová baterie se skládala jak z terénních, tak z laboratorních testů (Havel a Hnízdil, 2009; Měkota a Novosad, 2005).

Standardizace a výběr jednotlivých testů vycházel z výročního přezkoušení AČR (NV MO č. 12/2011), a následně z fyzických přezkoušení využívaných americkou a britskou armádou (U.S. Army, 2024; British Army, 2024). Tyto testy byly upraveny podle našich kritérií a dále rozšířeny podle Angeltveita a kol. (2016) a Michaelidese a kol. (2011) tak, aby lépe identifikovaly úroveň vybraných silových schopností. Námi sestavená baterie obsahovala 7 následujících motorických testů:

- mrtvý tah (Deadlift);
- ruční dynamometrie (Hand grip);
- vertikální výskok (Counter movement jump – CMJ);
- odhod medicinbalu (Medball throw);
- kliky (Push-ups);
- shyby (Pull-ups);
- sedy-lehy (Sit-ups).

4.4.2 Standardizace motorických testů síly

1. Mrtvý tah (Deadlift)

Popis testu: Test 1RM mrtvého tahu s hexabarovou osou.

Cíl měření: Stanovit úroveň maximální síly svalových supin napříč dolními končetinami, horními končetinami a trupem.

Použité vybavení: Hexabarová osa (30 kg) s vyvýšenými chyty (30 cm), standardizované olympijské kotouče, GymAware (GymAware, 2024).

Oděv: Sportovní oděv i obuv.

Místo konání testu: Posilovna FTVS.

Specifikace měření: Proband zaujme stoj rozkročný na šíři ramen a pevně sevře střed úchytů hexabarové osy. Následně se pokrčí v kolenou a bocích. Paže jsou plně natažené, záda jsou rovná, hlava v prodloužení páteře a paty se dotýkají země.

Každé opakování začíná z této základní pozice. Po zaujetí základní pozice začne proband na povel testujícího narovnávat boky a kolena. Boky se nezvedají před ramena

a záda zůstávají narovnaná. Chodidla zůstávají ve stejné poloze. Po dosažení pozice v rozkročném postoji proband pouští hexabarovou osu zpět na zem.

Každý proband podstoupil před určováním 1RM rozehrivací série, kdy byl každý účastník tohoto testu doptáván na jeho odhad 1RM u cviku mrtvý tah. Z tohoto odhadu se následně vypočítaly hodnoty 20 %, 40 %, 60 %, 80 % a 90 %. Na každé této hodnotě provedl proband 3 opakování a na hodnotě 90 % z 1RM pouze jedno opakování. Pauza mezi těmito sériemi byla 3 min. Pokud proband neměl zkušenosti s tímto cvikem a neznal své 1RM, začínal rozcvičení s váhou 40 kg na které udělal 3 opakování a dále byla váha nastavována podle subjektivního pocitu probanda, za dodržení správné techniky. K přesnějšímu odhadu 1RM byl využit GymAware a Borgova CR10 škála intenzity, na kterou byli probandi doptáváni po každé sérii. Po absolvování pěti rozcvičovacích sérií byla na osu přidávána váha podle subjektivního pocitu probanda, obvykle v rozmezí (5 –10 kg). Po každém opakování byl proband opět doptáván na Borgovu CR10 škálu intenzity, která testujícím pomáhala lépe určit 1RM. Mezi dvěma opakováními byla vždy dodržena pauza trvající 3 minuty. Celý test končí neschopností probanda dokončit plné opakování, či při znatelném porušení techniky a s tím spojeným rizikem zranění. Každý proband má jeden náhradní pokus na poslední dosažené hmotnosti, pokud testující neshledá pokus za nebezpečný (U.S. Army, 2024).

Vyhodnocování výsledků: Započítává se nejvyšší zvednutá hmotnost, při dokončení celého opakování a za dodržení správné techniky.

Dodatečné informace: Voják a váha musí zůstat po celou dobu pohybu vyvážené a kontrolované. Pokud testující usoudí, že již není z bezpečnostních důvodů navyšovat zvedanou hmotnost, může test ukončit. Jako pomocný prvek byl využit GymAware (GymAware, 2024), který byl připevněn na hexabarovou osu a který pomáhal určit 1RM daného probanda pomocí zrychlení dané hmotnosti a s tím spojenou únavu. Data z GymAware nebyla uvedena v této práci. Probandi mohli využít magnézium.

Průběh testování s použitým vybavením je zaznamenán na obrázku 16.



Obrázek 16: Průběh testování mrtvého tahu s použitým vybavením (Zdroj: Autor)

2. Ruční dynamometrie (Hand grip)

Popis testu: 3x prováděný maximální stisk dynamometru každou rukou.

Cíl měření: Stanovení úrovně maximální síly předloktí.

Použité vybavení: Ruční dynamometr HD-BTA (rozsah: 0 – 600 N, citlivost: 0,21 N, přesnost: $\pm 0,6$ N), notebook (Lenovo – IdeaPad Flex 514ALC05).

Použitý dynamometr je uveden na obrázku 17.

Oděv: Sportovní oděv i obuv.

Místo konání testu: Posilovna FTVS.

Specifikace měření: Proband zaujme stoj rozkročný a pravou rukou uchopí dynamometr podle instrukcí testujícího. Na povel testujícího je proveden stisk dynamometru s maximálním možným úsilím po dobu 5–7 vteřin. Tento protokol je prováděn 3x a poté je vyměněna ruka. Interval odpočinku je 30 vteřin. (Li, 2018)

Vyhodnocování výsledků: Ze 3 pokusů jedné ruky se vypočítává průměr pro obě ruce odděleně, tyto dva průměry se následně zaznamenávají jako výsledné hodnoty, které jsou zaznamenávány v kg.

Dodatečné informace: Pro zaznamenávání výsledků byl využit program Logger Lite 1.9.4. (Vernier Software and Technology, 2012).



Obrázek 17: Ruční dynamometr (Zdroj: Vernier, 2024)

3. Vertikální výskok (Counter movement jump – CMJ)

Popis testu: 3x prováděný maximální výskok s protipohybem s rukama v bok.

Cíl měření: Stanovit úroveň explozivní síly dolních končetin.

Použité vybavení: Siloměrné desky Hawkin Dynamics (ME, USA,) s frekvencí 1000 N, tablet (Lenovo Yoga).

Siloměrné desky jsou uvedeny na obrázku 18.

Oděv: Sportovní oděv i obuv.

Místo konání testu: Posilovna FTVS.

Specifikace měření: Proband se postaví na siloměrné desky, které jsou položeny podélně vedle sebe, do stoje mírně rozkročeného, ruce zaujímají polohu v bok. Na povel měřícího přechází do mírného podřepu, ze kterého provádí vertikální výskok do protipohybu snožmo, nohy musejí zůstat po odrazu natažené. Proband provádí 3 skoky s maximálním úsilím. Vždy je dodržen interval odpočinku 30 vteřin. (Coge, 2024)

Vyhodnocování výsledků: Ze 3 pokusů se vypočítává průměr, který se následně zaznamenává jako výsledná hodnota výšky výskoku v cm.

Dodatečné informace: Pro zaznamenávání dat byl využit software aplikace Hawkin-Dynamics (Hawkin Dynamics, 2024).

Průběh testování s použitým vybavením je zaznamenán na obrázku 19.



Obrázek 18: Siloměrné desky (Zdroj: Hawkin Dynamics, 2024)



Obrázek 19: Průběh testování vertikálního výskoku s použitým vybavením (Zdroj: Autor)

4. Odhod medicinbalu (Medball throw)

Popis testu: 3 maximální odhody medicinbalu trčením od prsou ze sedu.

Cíl měření: Stanovit úroveň explozivní síly horních končetin.

Použité vybavení: Medicinbal (5 Kg), pásno.

Oděv: Sportovní oděv i obuv.

Místo konání testu: Posilovna FTVS.

Specifikace měření: Proband zaujme polohu sedu rozkročného, při kterém se opírá o zeď lopatkami. Přípravený medicinbal uchopí tak, aby byl medicinbal v úrovni hrudi, ruce se hrudi dotýkají. Na povel testujícího je medicinbal maximálním úsilím trčen před sebe, přičemž lopatky nesmí ztratit kontakt se zdí. Po úspěšném pokusu vrací testující medicinbal testovanému a ten svůj pokus ještě dvakrát opakuje. Interval odpočinku je roven 30 vteřinám (Sterczala a kol., 2023).

Vyhodnocování výsledků: Ze 3 pokusů se vypočítává průměr, který se následně zaznamenává jako výsledná hodnota odhodu medicinbalu v cm.

Dodatečné informace:

Průběh testování s použitým vybavením je zaznamenán na obrázku 20.



Obrázek 20: Průběh testování odhodu medicinbalu s použitým vybavením (Zdroj: Autor)

5. Kliky (Push-ups)

Popis testu: Kliky prováděné po dobu 30 sekund.

Cíl měření: Stanovit úroveň vytrvalostní síly horní poloviny těla.

Použité vybavení: Žíněnka.

Oděv: Sportovní oděv i obuv.

Místo konání testu: Posilovna FTVS.

Specifikace měření: Základní poloha – vzpor ležmo (hlava rovně, ruce v šíři ramen, trup a dolní končetiny v jedné přímce, nohy u sebe). Po zaujetí základní polohy a na povel testujícího začíná proband střídavě zaujímat pozici vzporu ležmo a kliku ležmo (dotyk hrudníku země). Po celou dobu cvičení musí cvičenec udržet zpevněné tělo – hlava rovně, ruce v šíři ramen, trup a dolní končetiny v jedné přímce, nohy u sebe (NV MO č. 12/2011).

Vyhodnocování výsledků: Zaznamenává se dosažený počet kliků za půl minuty při dodržení správné formy provedení cviku.

Dodatečné informace: Při chybném či neúplném provádění opakování je proband upozorněn na dané chyby. Chybná opakování se nezapočítávají.

6. Shyby (Pull-ups)

Popis testu: Opakované shyby ze svisu nadhmatem na doskočné hrazdě.

Cíl měření: Stanovit úroveň vytrvalostní síly horní poloviny těla.

Použité vybavení: Doskočná hrazda.

Oděv: Sportovní oděv i obuv.

Místo konání testu: Posilovna FTVS.

Specifikace měření: Proband zaujme základní polohu visu nadhmatem s úplným vyvšením (propnuté lokty). Na povel testujícího začíná proband přitahem, kdy dostává bradu nad hrazdu, přičemž poloha hlavy zůstává stále v prodloužení páteře (cvičenec hledí před sebe). Po dosažení brady nad hrazdou se cvičenec kontrolovaně spouští do základní polohy visu. Tento cyklus cvičenec provádí do úplného vyčerpání. Test není časově omezen a končí seskokem cvičence z náradí. (NV MO č. 12/2011)

Dodatečné informace: Doprovodné švihové nebo jiné pohyby nohou nejsou povoleny (neplatný pokus). Dopomoc je povolena k zaujetí výchozí polohy (svis). Je povoleno používat magnezium.

Vyhodnocování výsledků: Zaznamenává se dosažený počet shybů při dodržení správné formy provedení cviku.

Dodatečné informace: Při chybném či neúplném provádění opakování je proband upozorněn na dané chyby. Chybná opakování se nezapočítávají.

7. Sedy-lehy (Sit-ups)

Popis testu: Proband provádí opakované sedy-lehy po dobu jedné minuty.

Cíl měření: Stanovit úroveň vytrvalostní síly trupu a kyčelních přitahovačů.

Použité vybavení: Žíněnka, žebřiny.

Oděv: Sportovní oděv i obuv.

Místo konání testu: Posilovna FTVS.

Průběh měření: Leh pokrčený roznožmo v šíři boků (pokrčit znamená úhel max. 90°) – skrčit vzpažmo zevnitř (ruce v týl). Po zaujetí základní polohy a na povel testujícího začíná proband test ohnutým předklonem sed pokrčený roznožmo, kdy se lokty musejí dotknout kolen. Následně se vrací do základní polohy. Nohy jsou v průběhu testu fixovány na podložce (zaklesnuty pod žebřinami). (NV MO č. 12/2011)

Vyhodnocování výsledků: Zaznamenává se dosažený počet sedů-lehů za jednu minutu při dodržení správné formy provedení cviku.

Dodatečné informace: Při chybném či neúplném provádění opakování je proband upozorněn na dané chyby. Chybná opakování se nezapočítávají.

4.4.3 Vojensko-specifické motorické testy:

Testová baterie skládající se z vojensko-specifických motorických testů byla navržena tak, aby co nejlépe refletovala vojenské úkoly moderního operačního prostředí (Hendrickson a kol., 2010; Knapik a kol., 2004, Kraemer a Szivak, 2012; Mala a kol., 2015). Hlavní oporou při sestavování této baterie byla teoretická část této diplomové práce, která stanovovala různé kategorie vojenských úkolů (přenášení nákladu/zátěže, manipulace s materiálem, vysokointenzivní úkoly, dlouhodobé úkoly). Jednotlivé úkoly byly vybírány tak, aby vystihovaly zmíněné kategorie, a bylo tak zastoupeno co nejširší spektrum situací, se kterými se může voják během svého operačního nasazení setkat (Carstairs a kol., 2018; Dean a Dupont, 2004; Hendrickson a kol., 2010; Knapik a kol., 2004; Kraemer a Szivak, 2012; Larsson a kol., 2020; Lester a kol., 2010; Mala a kol., 2015; Ojanen a kol., 2020; Pihlainen a kol., 2021; Savage a kol., 2014).

Standardizace jednotlivých testů vycházela z vojensko-specifických testů britské armády (British Army, 2024), které byly upraveny dle našich kritérií a rozšířeny podle

Sterczala a kol. (2023), Vaara a kol. (2022) a Conkrighta a kol. (2021). Nými sestavená baterie obsahovala 6 následujících testů:

- pohyb pod palbou (Fire movement);
- přenášení kanystrů (Water can carry);
- opakované zvedání a přenášení zátěže (Repeated lift and carry);
- tažení raněného (Casualty drag);
- maximální zdvih (Single max lift);
- pochod se zátěží (Loaded march).

Všichni probandi podstupovali testovou baterii ve vojenském stejnokroji vzoru 95 a vojenské obuvi ECWCS 2000. Dále byli během všech testů vybaveni gumovou maketou útočné pušky, balistickým nosičem s pláty a helmou, přičemž externí hmotnost tohoto vybavení činila 10,4 kg. Tato hmotnost činila 1/3 průměrné bojové zátěže podle Deana a Duponta (2004) a bylo tak učiněno proto, aby se snížilo celkové riziko zranění během intenzivních vojensko-specifických testů. Výjimkou byl test dvou kilometrový pochod se zátěží, kde externí hmotnost byla navýšena na 25 kg.

Vojenský stejnokroj a použité vybavení je zaznamenáno na obrázku 21 a 22.



Obrázek 21: Stejnokroj vz. 95 + externí materiál – 10,4 kg (Zdroj: Autor)



Obrázek 22: Stejnokroj vz. 95 + externí materiál – 25 kg (Zdroj: Autor)

4.4.4 Standardizace vojensko-specifických motorických testů

1. Pohyb pod palbou (Fire movement)

Popis testu: Přerušovaný sprint se zaleháváním na dráze 35 metrů a následný sprint 35 metrů.

Použité vybavení: Kužel, barevná lepicí páska.

Oděv: Stejnokroj 95, vojenská obuv ECWCS 2000, gumová maketa útočné pušky, balistický nosič s pláty, balistická helma.

Místo konání testu: Vnitřní atletická dráha FTVS.

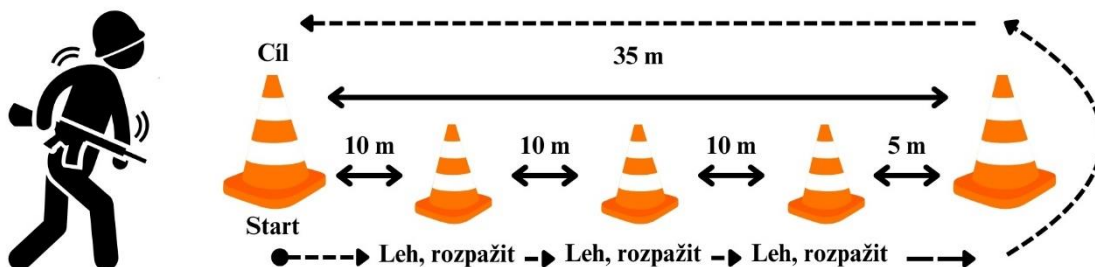
Specifikace měření: Proband začíná v základní poloze vleže na břiše bez opory, s rozpaženými horními končetinami a hlavou do směru běhu. Při této poloze se proband nesmí žádnou svou částí dotýkat startovní čáry. Na signál testujícího se proband zvedá a rozbíhá se k první značce, která je 10 metrů od startovní čáry. Na této značce proband opět zaujímá základní polohu. Po zaujetí základní polohy včetně rozpažení rukou, kde nevzniká opora, se proband zvedá a běží k další značce. Tento protokol se opakuje i u druhé a třetí značky. Po zaujetí základní polohy na třetí značce se proband zvedá a běží k poslední značce vzdálené 5 metrů, kterou obíhá a sprintem se vrací na startovní čáru. Test končí dotykem dolní končetiny startovní čáry (Conkright a kol., 2021).

Vyhodnocování výsledků: Výsledný čas průběhu testu se zaznamenávána ve vteřinách na jedno desetinné místo.

Dodatečné informace: Testující může test v průběhu přerušit a stanovit 2 pokus, pokud testující nedodrží rozpažování rukou v základní poloze.

Teoretická opora: Tento test simuluje vysokointenzivní zatížení, kdy je voják pod palbou nepřítele a je nucen se pomocí sprintů a zalehvacích poloh přesunout ze svého stanoviště (Conkright a kol. 2021).

Grafický popis a reálný průběh testu je uveden na obrázcích 23 a 24.



Obrázek 23: Grafický popis testu pohybu pod palbou (Zdroj: Autor)



Obrázek 24: Průběh testu pohybu pod palbou (Zdroj: Autor)

2. Přenášení kanystrů (Water can carry)

Popis testu: Přenášení dvou kanystrů na úseku 30 metrů.

Použité vybavení: Dva kanystry naplněné vodou (2 x 22 kg).

Oděv: Stejnokroj 95, vojenská obuv ECWCS 2000, gumová maketa útočné pušky, balistický nosič s pláty, balistická helma.

Místo konání testu: Vnitřní atletická dráha FTVS.

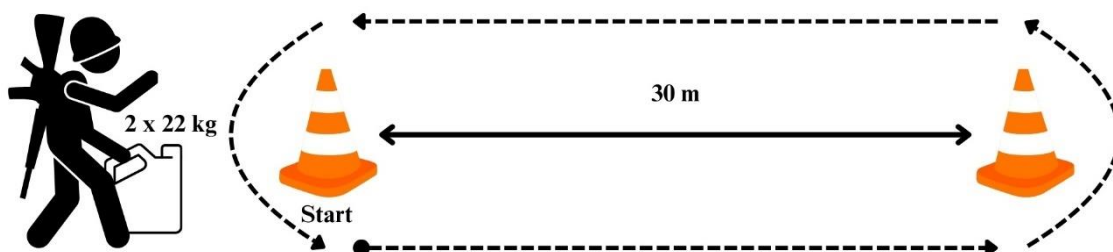
Specifikace měření: Proband zaujme polohu vysokého startu se dvěma kanystry za startovní čarou. Po signálu testujícího se proband rozbíhá a překonává 30metrový úsek. Po doběhnutí stanoveného úseku proband obíhá značku a běží zpět, kde obíhá druhou značku na startovní čáře. Tyto cykly provádí po dobu 2 min. Celý test končí uplynutím vymezeného času, po kterém testující test ukončuje (Conkright a kol., 2021, Sterczal a kol., 2023).

Vyhodnocování výsledků: Zaznamenává se překonaná vzdálenost za 2 minuty s přesností na celé metry.

Dodatečné informace: Proband smí během testu položit kanystry, ale nesmí se bez nich dále pohybovat.

Teoretická opora: Tento test simuluje přenášení zátěže či vybavení během plnění pracovních úkolů. To může zahrnovat přenášení zbraní, munice, vybavení, potravin, vody, lékařského materiálu nebo. jako v tomto testu, kanystrů vody či benzínu (Dean a Dupont, 2004; Knapik a kol., 2004).

Grafický popis a reálný průběh testu je uveden na obrázcích 25 a 26.



Obrázek 25: Grafický popis testu přenášení kanystrů (Zdroj: Autor)



Obrázek 26: Průběh testu přenášení kanystrů (Zdroj: Autor)

3. Opakované zvedání a přenášení zátěže (Repeated lift and carry)

Popis testu: Opakované zvedání a přenášení pytle s pískem na dráze 15 metrů.

Použité vybavení: Pytel s pískem (20 kg), žíněnka a bedny plyosoft (151cm). Použitý materiál je vyobrazen na obrázku 28.

Oděv: Stejnokroj 95, vojenská obuv ECWCS 2000, gumová maketa útočné pušky, balistický nosič s pláty, balistická helma.

Místo konání testu: Posilovna FTVS.

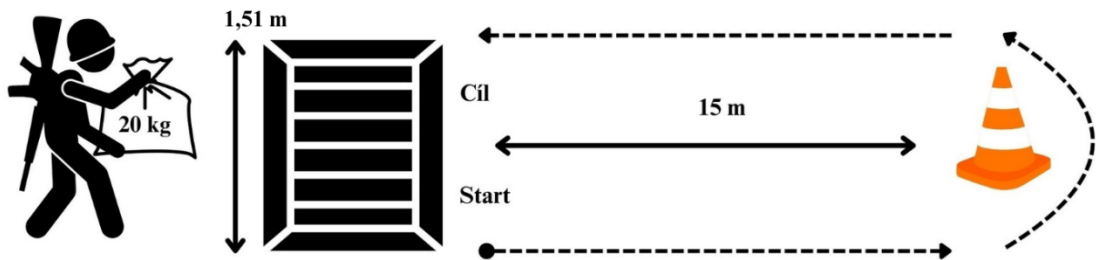
Specifikace měření: Proband zaujme polohu stoje rozkročného nad pytle s pískem, který leží vedle plyosoft beden (dále jen plyoboxy) vysokých 151 cm. Na povel testujícího proband zvedá pytel z podlahy, přenáší jej kolem kužele vzdáleného 15 metrů a vrací se k plyoboxům, položí pytel na plyoboxy a následně pytel shodí z plyoboxů na zem. Poté proband opět běží ke kuželu (nyní bez pytle), který obíhá a vrací se k plyoboxům a k pytli, který následně zvedá opět na plyoboxy. Dohromady proband absolvuje 20 těchto cyklů. Test končí ukončením dvacátého cyklu a dotykem plyoboxů. (Sterczala a kol., 2023)

Vyhodnocování výsledků: Zaznamenává se čas trvání testu na celé vteřiny.

Dodatečné informace: Velikost žíněnky a plyoboxů (151 cm) odpovídá velikosti korby využívané u přepravních vozidel AČR.

Teoretická opora: Tento test simuluje přenášení materiálu společně s jeho manipulací během plnění pracovních úkolů. To může být charakteristické pro opakované přenášení a zvedání materiálu na korbu nákladního auta (Carstairs a kol., 2018; Lester a kol., 2010).

Grafický popis a reálný průběh testu je uveden na obrázcích 27 a 29.



Obrázek 27: Grafický popis testu opakovaného zvedání a přenášení zátěže (Zdroj: Autor)



Obrázek 28: Použité vybavení (Zdroj: Autor)



Obrázek 29: Průběh testu opakovaného zvedání a přenášení zátěže (Zdroj: Autor)

4. Tažení raněného (Casualty drag)

Popis testu: Tažení figuríny (110 kg) na vzdálenost 20 metrů.

Použité vybavení: Figurína ustrojena do vojenského stejnokroje 95 s balistickou vestou, balistickou helmou, vojenskou obuví ECWCS 2000 a batohem naplněným olympijskými kotouči zabalenými ve spacácích.

Oděv: Stejnokroj 95, vojenská obuv ECWCS 2000, gumová maketa útočné pušky, balistický nosič s pláty, balistická helma.

Místo konání testu: Vnitřní atletická dráha FTVS.

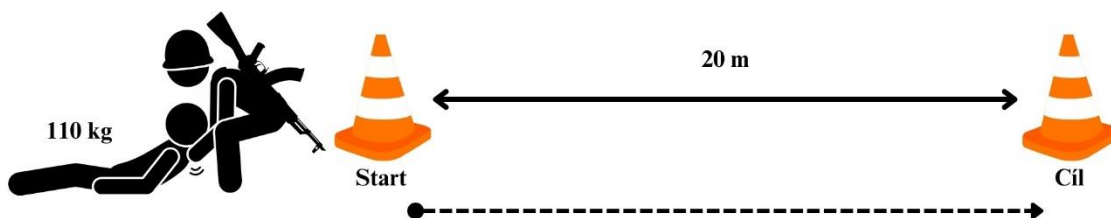
Specifikace měření: Proband zaujme polohu stoje rozkročného nad rameny ležící figuríny a figurínu uchopí za nasazený balistický nosič plátů. Po signálu testujícího proband začíná táhnout figurínu na dráze 20 metrů. Celý test končí přetažením chodidel figuríny přes cílovou čáru (Conkright a kol., 2021, Sterczala a kol., 2023).

Vyhodnocování výsledků: Čas zaznamenaný na celé vteřiny.

Dodatečné informace: Hmotnost figuríny 110 kg byla odvozena od stanovené tělesné hmotnosti vojáka – 80 kg a ta následně rozšířena o bojovou zátěž, která činí v průměru okolo 30 kg. (Dean a Dupont, 2004).

Teoretická opora: Tento test simuluje vysokointenzivní úkol, při kterém je voják nucen odtáhnout zraněného kolegu co nejrychleji do bezpečnějšího místa během střetu s nepřátelskou jednotkou (Harman a kol., 2008; Hendrickson a kol., 2010; Lester a kol., 2014; Poser a kol., 2019; Solberg a kol., 2015).

Grafický popis a reálný průběh testu je uveden na obrázcích 30 a 31.



Obrázek 30: Grafický popis testu tažení raněného (Zdroj: Autor)



Obrázek 31: Průběh testu tažení raněného (Zdroj: Autor)

5. Maximální zdvih (Single max lift)

Popis testu: Diskrétní zdvihy vojenského batohu se zvyšující se zátěží.

Použité vybavení: Vojenský batoh (40 l), pytle s pískem (5 kg), švédská bedna a žíněnky (151 cm).

Oděv: Stejnokroj 95, vojenská obuv ECWCS 2000, gumová maketa útočné pušky, balistický nosič s pláty, balistická helma.

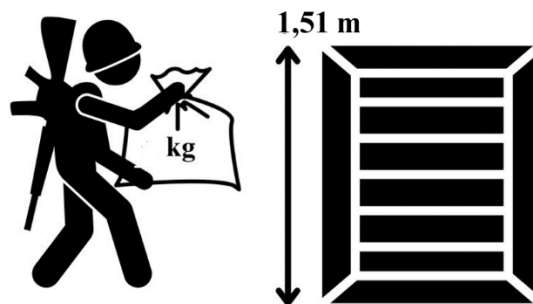
Specifikace měření: Proband zaujme polohu stoje rozkročného nad vojenským batohem, následně uchopuje batoh a individuální technikou batoh zvedá na švédskou bednu (vypodloženou žíněnkami) do výšky 151 cm. Test je platný v případě, kdy batoh zůstává na švédské bedně bez držení probanda. Hmotnost batohu vždy začínala na 20 kg a s každým úspěšným pokusem se navyšovala podle subjektivního pocitu probanda v rozmezí od 5 do 20 kg pomocí pytlů naplněných pískem. Při neúspěšném pokusu mohl proband jednou opakovat pokus na stejné váze. Pokud i druhý pokus byl neúspěšný, test byl ukončen. Minimální interval odpočinku mezi každým zdvihem byl 3 min. (Sterczala a kol., 2023).

Vyhodnocování výsledků: Zaznamenává se nejvyšší zvednutá hmotnost na švédskou bednu v kg.

Dodatečné informace: Účastníci měli povoleno navalování batohu na kolena.

Teoretická opora: Tento test simuluje manipulaci s materiálem, kdy je voják nucen v krizové situaci zvednout svůj osobní materiál na korbu auta nebo přes překážku. Tento materiál může běžně dosahovat od 10 do 60 kg a v určitých situacích i více (Carstairs a kol., 2018; Dean a Dupont, 2004; Lester a kol., 2010).

Grafický popis a reálný průběh testu je uveden na obrázcích 32 a 33.



Obrázek 32: Grafický popis testu maximálního zdvihu (Zdroj: Autor)



Obrázek 33: Průběh testu maximálního zdvihu (Zdroj: Autor)

Pochod se zátěží (Loaded march)

Popis testu: Pochod se zvýšenou zátěží.

Použité vybavení: 40l batoh (2 kg) vyplněn letním spacákem (1,5 kg), 10 kg olympijským kotoučem a čtyřmi 0,275kg pytlíky s pískem.

Oděv: Stejnokroj 95, vojenská obuv ECWCS 2000, gumová maketa útočné pušky, balistický nosič s pláty, balistická helma.

Místo konání testu: Test probíhal na venkovním atletickém ovále FTVS.

Specifikace měření: Proband zaujme polohu vysokého startu před startovní čarou a na povel testujícího se pokusí co nejrychleji překonat vzdálenost 2 km na atletickém ovále. Test končí překročením cílové čáry po 2 km (Sterczala a kol., 2023).

Vyhodnocování výsledků: Zaznamenává se čas trvání testu na celé vteřiny.

Dodatečné informace: Přidaná externí zátěž probanda tvořila 25 kg.

Teoretická opora: Tento test simuluje zrychlený přesun vojáka s bojovou zátěží (Dean a Dupont, 2004), kdy je voják nucen dostat se co nejrychleji na místo určení (Pihlainen a kol., 2021, Hendrickson a kol., 2010; Knapik a kol., 2004).

Reálný průběh testu je uveden na obrázku 34.



Obrázek 34: Průběh testu pochodu se zátěží (Zdroj: Autor)

4.5 Statistická analýza

Pro analýzu dat této diplomové práce byla zvolena metoda regresní analýzy, která byla využita k porozumění a vysvětlení toho, jak se hodnoty nezávislých proměnných (výsledné hodnoty motorických testů síly a tělesného složení) odráží ve změně hodnot závislých proměnných (vojensko-specifické testy) (Kutner a kol., 2004). Využití regresní analýzy zahrnuje několik klíčových kroků, podle kterých jsme v této diplomové práci postupovali (Field, 2013; Hair a kol., 2019).

4.5.1 Čištění a úprava dat

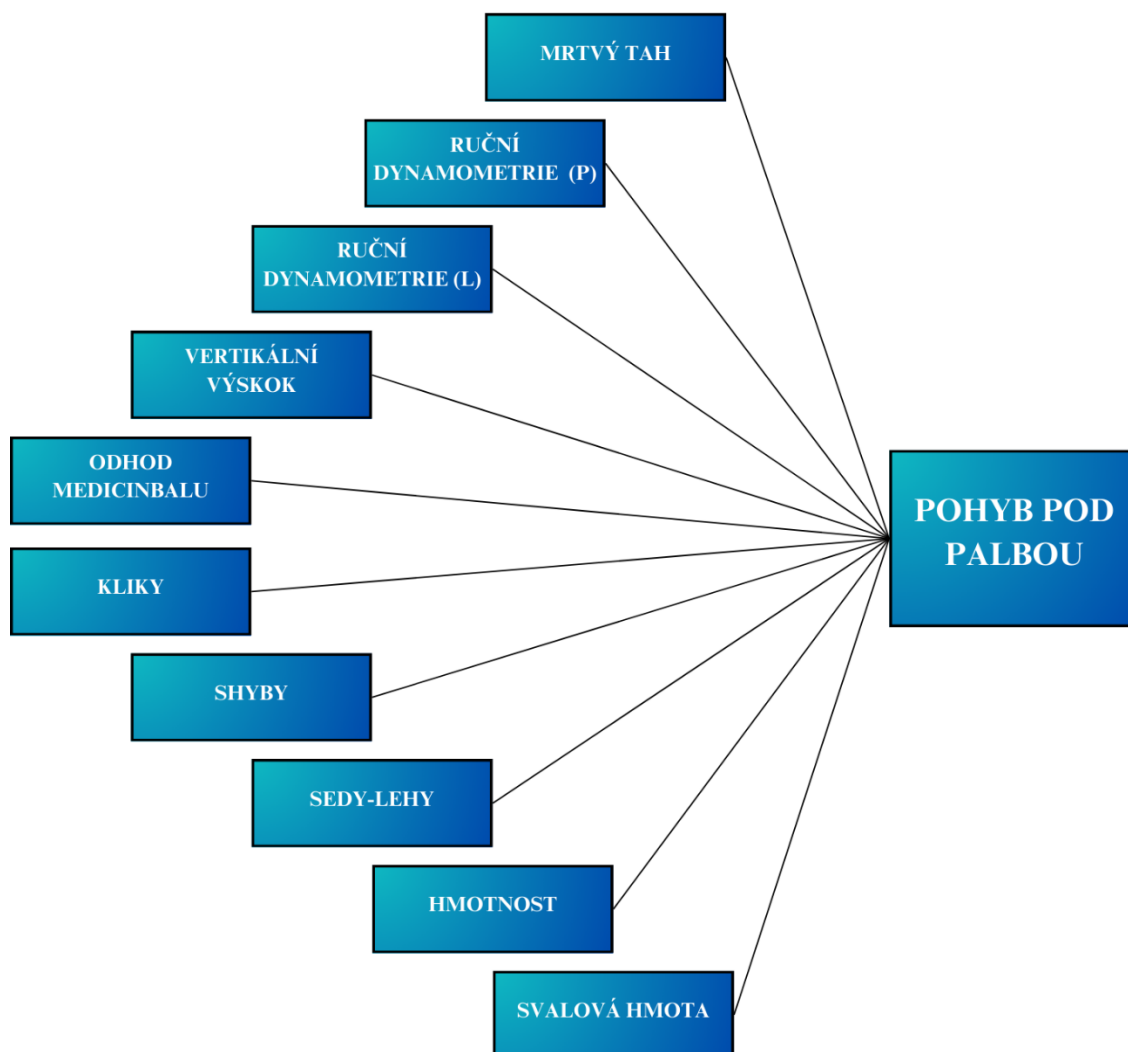
Všechna naměřená data od výzkumného vzorku ($n = 31$) prošla procesem čištění, který zahrnoval odstranění neúplných, chybně zadaných nebo nepřesných záznamů. Dále byla prověřena konzistence a integrita datového souboru. Následně proběhla identifikace a odstranění duplicitních záznamů. Celý uvedený postup byl uskutečněn v programu Microsoft Office – Excel (veze 16.0) (Microsoft Corporation, 2022).

4.5.2 Výběr typu regresní analýzy

V tomto kroku byla ověřována existence lineárního vztahu závislých a nezávislých proměnných prostřednictvím vizuální analýzy pomocí rozptylových grafů (scatter plots). Po analýze rozptylových grafů byla pro analýzu závislosti prediktorů na závislých proměnných zvolena mnohonásobná lineární regrese. Tato metoda byla zvolena díky své schopnosti posoudit vliv jednotlivých motorických testů síly a tělesného složení v izolaci i v kombinaci na výkon při vojensko-specifických úkolech (Frost, 2019).

4.5.3 Vytvoření modelů

Prvním krokem byla charakteristika jednotlivých účastníků studie a následně deskriptivní popis všech proměnných. Následně byl vytvořen prvotní model se všemi vybranými nezávislými proměnnými a jednou zvolenou závislou proměnou (viz obrázek 34). Následně byla provedena analýza multikolinearity pomocí VIF (Variance Inflation Factor) za účelem určení možné nežádoucí korelace mezi nezávislými proměnnými (Hendl, 2008). Nezávislé proměnné, jejichž hodnota VIF byla větší než 5 ($VIF > 5$), byly z modelu odstraněny (Kutner a kol., 2005). Po odstranění nežádoucích nezávislých proměnných bylo vytvořeno šest modelů mnohonásobné lineární regrese se stejnými nezávislými proměnnými, přičemž každý model měl jiný regresant, po kterém byl celý model pojmenován.



Obrázek 35: Grafické znázornění prvotního regresního modelu (Zdroj: Autor)

Jako nezávislé proměnné zde byly určeny všechny výkony v silových motorických testech, dále celková hmotnost probandů a procentuální zastoupení svalové hmoty (bez oblasti hlavy). Jako závislé proměnné zde byly určeny výkony ve vojensko-specifických motorických testech. Po vytvoření všech 6 modelů byl u každého modelu proveden test normálního rozložení reziduí, ke kterému byl použit Shapiro-Wilk test, u kterého byla stanovena hodnota ($p > 0,05$) pro prokázání normálního rozložení reziduí (Field, 2013). Dalším krokem bylo provedení Durbin-Watsonova testu k identifikaci autokorelace reziduí a k určení míry závislosti reziduí na vlastních minulých hodnotách, u tohoto testu byla zvolena hodnota (Durbin-Watsonova statistika ≈ 2) (Chatfield, 2003). Modely byly dále podrobeny testu NCVST (Non-constant Variance Score Test), pomocí kterého byl ověřován předpoklad homoskedasticity, přičemž práh k zjištění

homoskedasticity byl nastaven na ($p > 0.05$) (Fox a kol., 2022). Posledním krokem byla identifikace odlehlých hodnot, které by mohly snižovat celkovou robustnost modelů, přičemž toho bylo dosaženo pomocí Cookovy vzdálenosti (Cook a Weisberg, 1982). Hodnoty přesahující prahovou hodnotu 1 ($\text{Max} < 1$) během testu Cookovy vzdálenosti byly kategorizovány jako vlivné hodnoty s možným významným dopadem na model (Montgomery, 2012). K určení vlivných hodnot napříč proměnných byly také vypočítány Z–scóry v programu Microsoft Office– Excel (veze 16.0) (Microsoft Corporation, 2022). Pro sestavování modelů, provedení všech testů předpokladů a uskutečnění mnohonásobné regresní analýzy byl použit program Jamovi – verze 2.3 (The Jamovi Project, 2023) a pro test NCVST bylo využito statistického programu R – verze 4.4.1. (R Core Team, 2024). Celý využívaný dataset naměřených výsledků a vypočítané z–scóry jsou nahrané společně se schválením etické komise a informovaným souhlasem na platformě figshare, na následujícím hypertextovém odkazu (URL, DOI).

URL:

https://figshare.com/articles/dataset/The_relevance_of_strength_abilities_and_body_composition_in_the_context_of_specific_performance_of_military_personnel/26169661

DOI:

<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.26169661.v1>

5 VÝSLEDKY

V tabulce 2 jsou zobrazena data, která charakterizují jednotlivé probandy tohoto výzkumu. První sloupec obsahuje identifikační čísla všech probandů. V druhém sloupci je zobrazen věk probandů, ve třetím sloupci jejich výška a ve čtvrtém jejich tělesná hmotnost. Ve čtvrtém sloupci jsou v procentech zaznamenány výsledky svalové hmoty jednotlivých probandů (bez oblasti hlavy).

Tabulka 2: Data charakterizující jednotlivé probandy

ID	Věk	Výška (cm)	Váha (kg)	Svalová hmota (%)
1	20	182,5	76,7	82.2
2	21	187	84,3	78.8
3	21	172	74,4	82.4
4	20	184	82,3	81.8
5	23	178	82	81.9
6	24	192	81	82.2
7	24	181	73,3	81.8
8	23	170,5	74,8	81.2
9	19	180,5	64,3	80.1
10	19	175	69,2	81.0
11	20	182,5	86,3	80.6
12	19	191	97,1	78.4
13	27	179,5	61,9	83.0
14	22	201	87,2	81.0
15	22	176	75,4	83.7
16	22	184	82,1	78.5
17	22	182.5	92.1	76.9
18	24	176.5	68.2	84.3

ID	Věk	Výška (cm)	Váha (kg)	Svalová hmota (%)
19	23	174.5	73.9	85.7
20	22	179.5	80.3	80.9
21	22	186	89.9	74.7
22	18	177.5	69.1	81.8
23	25	180.5	82.6	77.1
24	31	185	99.6	79.3
25	23	185.5	88.2	76.6
26	23	174.5	77.6	82.6
27	25	193	99.5	84.6
28	27	168.5	60.6	82.1
29	19	185	89.5	83.8
30	28	187	89.5	75.8
31	21	174	74.3	84.1
Průměr	22.5	181.5	80.2	80,9
Směrodatná odchylka	2.9	7.1	10.4	2.7

ID – identifikační číslo

Z analýzy této tabulky lze vyvodit, že průměrný věk účastníků je 22,5 let, průměrná výška účastníků je 181,5 cm a průměrná váha se pohybuje okolo 80,2 kg. Průměrná svalová hmota účastníků (bez oblasti hlavy) je přibližně 80,9 %.

V tabulce 3 je vyobrazen deskriptivní popis závislých i nezávislých proměnných. V prvním sloupci je vyobrazen počet probandů, druhý sloupec popisuje průměrné hodnoty jednotlivých testů a třetí sloupec popisuje mediánové (střední) hodnoty jednotlivých testů. Ve čtvrtém sloupci je popsána směrodatná odchylka, měřící rozptyl hodnot všech proměnných. Pátý sloupec vyobrazuje interkvartilový rozptyl a v šestém a sedmém sloupci jsou zobrazeny nejmenší a nejvyšší zaznamenané hodnoty testů. Jednotky výsledků všech proměnných jsou uvedeny vždy u dané proměnné.

Tabulka 3: Deskriptivní popis všech proměnných

	Počet	Průměr	Medián	SO	IQR	Min	Max
Mrtvý tah (kg)	30	189.2	180.0	35.05	41.25	120.00	270.0
Ruční dynamometrie – P (kg)	30	45.9	45.7	7.87	7.94	31.35	65.4
Ruční dynamometrie – L (kg)	30	42.2	42.9	6.34	7.81	26.52	56.2
Vertikální výskok (cm)	30	38.7	37.9	5.64	5.15	26.80	52.7
Odhod medicinbalu (cm)	30	513.2	499.5	63.58	78.25	407.00	655.0
Kliky (rep)	30	36.6	38.0	6.42	6.50	19.00	45.0
Shyby (rep)	30	14.6	15.0	4.29	4.75	5.00	23.0
Sedy-lehy (rep)	30	50.2	52.0	7.36	8.25	32.00	62.0
Tělesná hmotnost (kg)	31	80.2	81.0	10.35	13.60	60.60	99.6
Svalová hmota (%)	31	80.9	81.8	2.74	3.50	74.75	85.7
Pohyb pod palbou (s)	30	21.6	21.6	1.60	1.98	18.13	24.5
Přenášení kanystrů (m)	29	269.1	270.0	37.96	46.00	175.00	330.0
Opakované zvedání a přenášení zátěže (s)	29	275.9	266.0	29.78	28.00	231.00	358.0
Tažení raněného (s)	30	27.7	25.4	12.14	11.20	11.60	68.4
Maximální zdvih (kg)	30	71.0	70.0	10.78	10.00	50.00	100.0
Pochod se zátěží (s)	29	764.8	780.0	95.81	111.00	503.00	910.0

SO – směrodatná odchylka, IQR – interkvartilový rozptyl, Min – minimální hodnota, Max – maximální hodnota, P – pravá, L – levá

Analýza multikolinearity v prvotním modelu odhalila hodnoty VIF (Variance Inflation Factor) neboli faktor zvýšení rozptylu, které naznačují zvýšenou míru multikolinearity ($VIF > 5$) mezi nezávislými proměnnými (Kutner, 2005). Konkrétně hodnoty VIF pro proměnné „kliky“ ($VIF = 12.61$), „hmotnost“ ($VIF = 9.89$) a „shyby“ ($VIF = 5.44$) překročily hranici 5, což je podle Kutnera (2005) indikátorem zvýšené míry multikolinearity mezi nezávislými proměnnými, což může snižovat predikční schopnost modelů (Hair, 2019). Výsledky analýzy multikolinearity všech nezávislých proměnných jsou vyobrazeny v tabulce 4.

Tabulka 4: Statistika multikolinearity nezávislých proměnných

	VIF	Tolerance
Mrtvý tah (kg)	3.99	0.2508
Ruční dynamometrie – P (kg)	3.96	0.2527
Ruční dynamometrie – L (kg)	4.93	0.2029
Vertikální výskok (cm)	2.25	0.4439
Odhod medicinbalu (cm)	7.14	0.1401
Kliky (max)	12.61	0.0793
Shyby (rep)	5.44	0.1837
Sedy-lehy (rep)	2.72	0.3679
Tělesná hmotnost (kg)	9.89	0.1011
Svalová hmota (%)	2.55	0.3927

VIF – faktor zvýšení rozptylu, P – pravá, L – levá

S přihlédnutím k těmto výsledkům byly z modelu odstraněny nezávislé proměnné „kliky“, následně i prediktor „hmotnost“. Po odstranění těchto proměnných se hodnota VIF u prediktoru „shyby“ snížila pod stanovenou hranici 5, z čehož vyplývá, že všechny prediktory, u kterých dále nebyla pozorovaná zvýšená multikolinearita ($VIF < 5$), byly využity při sestavování 6 hlavních regresních modelů. Výsledky analýzy multikolinearity výsledných nezávislých proměnných jsou podrobně uvedeny v tabulce 5.

Tabulka 5: Statistika multikolinearity po odstranění nežádoucích prediktorů

	VIF	Tolerance
Mrtvý tah (kg)	2.97	0.336
Ruční dynamometrie – P (kg)	3.71	0.269
Ruční dynamometrie – L (kg)	4.08	0.245
Vertikální výskok (cm)	1.98	0.505
Odhod medicinbalu (cm)	2.64	0.379
Shyby (rep)	2.39	0.418
Sedy-lehy (rep)	1.85	0.542
Svalová hmota (%)	2.06	0.486

VIF – faktor zvýšení rozptylu, P – pravá, L – levá

5.1 Modely regresní analýzy

K vytvoření 6 hlavních regresních modelů bylo využito 8 nezávislých proměnných. Tyto proměnné jsou: mrtvý tah (kg), ruční dynamometrie – P (kg), ruční dynamometrie – L (kg), vertikální výskok (cm), odhod medicinbalu (cm), shyby (rep), sedy-lehy (rep) svalová hmota (%). Tyto všechny prediktory byly stejné pro všech šest modelů. Závislou proměnnou poté v modelech představoval vždy jeden vojensko-specifický motorický test, podle kterého byl celý model pojmenován.

5.1.1 První model (Pohyb pod palbou)

První model zkoumá vztah mezi nezávislými proměnnými a regresantem pohyb pod palbou.

Celý model s vybranými koeficienty je vyobrazen v tabulkách 6 a 7.

Tabulka 6: Vlastnosti prvního modelu (pohyb pod palbou)

Model	R	R ²	Upravené R ²
1	0.781	0.609	0.453

R – korelační koeficient, R² – koeficient determinace

Tabulka 7: Vybrané koeficienty prvního modelu

Prediktory	Odhad	SE	95% Konfidenční interval		t	p
			DH	HH		
Intercepce	37.347	8.482	19.654	55.041	4.403	< .001
Mrtvý tah (kg)	-0.006	0.011	-0.029	0.017	-0.571	0.574
Ruční dynamometrie – P (kg)	0.110	0.055	-0.004	0.225	2.018	0.057
Ruční dynamometrie – L (kg)	-0.113	0.071	-0.261	0.036	-1.582	0.129
Vertikální výskok (cm)	-0.143	0.056	-0.261	-0.026	-2.539	0.020
Odhod medicinbalu (cm)	-0.002	0.006	-0.013	0.010	-0.265	0.794
Shyby (rep)	0.014	0.080	-0.154	0.182	0.175	0.863
Sedy-lehy (rep)	-0.027	0.041	-0.113	0.060	-0.643	0.527
Svalová hmota (%)	-0.091	0.116	-0.333	0.150	-0.788	0.440

SE – standartní chyba (error), DH – dolní hranice, HH – horní hranice, t – t-test, p – p-hodnota, P – pravá, L – levá

První model poukazuje na středně silnou korelaci mezi silovými schopnostmi, svalovou hmotou a pozorovanými hodnotami R (0.781). Hodnota R^2 (0.609) zde poukazuje na to, že 60,9 % variability v cílové proměnné lze vysvětlit pomocí nezávislých proměnných, přičemž upravené R^2 (0.453) tuto hodnotu snižuje a poukazuje na přebytek nezávislých proměnných, které zatěžují model.

Dále lze konstatovat, že jediným statisticky významným koeficientem modelu je vertikální výskok ($p = 0.020$), který se svým negativním koeficientem ($\beta = -0.143$) a negativním konfidenčním intervalem $[-0.261, -0.026]$ poukazuje na fakt, že vyšší hodnoty vertikálního výskoku snižují čas na testu pohybu pod palbou. Přesněji model určuje, že po zlepšení v testu vertikálního výskoku o jeden centimetr se čas potřebný

k dokončení testu pohybu pod palbou sníží o 0.143 vteřiny. Druhým prediktorem, který se přiblížil hladině statistické významnosti, je ruční dynamometrie pravé ruky ($p = 0.057$), přičemž koeficient tohoto testu je pozitivní ($\beta = 0.110$). Z toho vyplývá, že pokud se zvýší výkon tohoto testu o jeden kilogram, zvýší se tím i čas testu pohybu pod palbou o 0.11044 sekund. Avšak konfidenční interval tohoto prediktoru $[-0.004, 0.225]$ obsahuje nulu, což naznačuje nemožnost zamítnutí nulové hypotézy (Wooldridge, 2013) a připouští tak absenci významného vlivu ruční dynamometrie pravé ruky na pohyb pod palbou.

Ostatní proměnné modelu se ukázaly jako statisticky nevýznamné ($p > 0.05$).

Kontrola předpokladů prvního modelu:

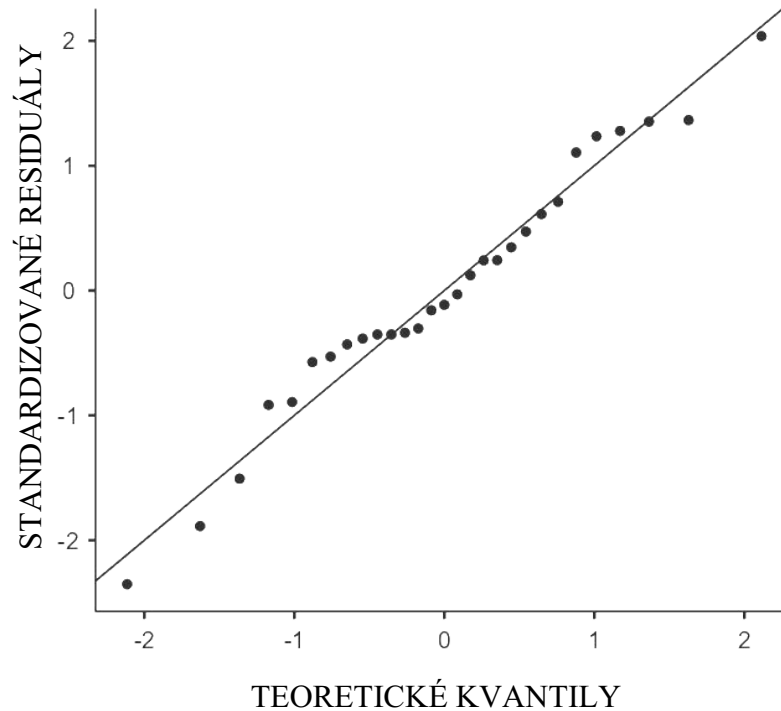
Model byl podroben Shapiro-Wilk testu normálního rozložení reziduí (Statistika = 0.975, $p > 0,05$) (Razali a Wah, 2011), přičemž proběhla i grafická kontrola Q-Q grafů. Pomocí těchto dvou nástrojů bylo zamítnuto nenormální rozložení reziduí tohoto modelu.

Výsledek Shapiro-Wilk testu a grafické zobrazení Q-Q grafů jsou obsaženy v tabulce 8 a na obrázku 36.

Tabulka 8: Shapiro-Wilk test normality prvního modelu

Statistika	p
0.975	0.702

p – p-hodnota.



Obrázek 36: Q-Q grafy prvního modelu (Zdroj: Autor)

Model byl dále podroben Durbin-Watsonově testu k identifikaci autokorelace reziduí k určení míry závislosti na vlastních minulých hodnotách, přičemž tento test prokázal zanedbatelnou míru korelace proměnných se svými předchozími hodnotami (DW statistika ≈ 2). (Chatfield, 2003)

Darbin-Watsonův test je vyobrazen v tabulce 9.

Tabulka 9: Durbin-Watsonův test autokorelace prvního modelu

Autokorelace	DW Statistika	p
0.0168	1.94	0.864

p – p-hodnota, DW – Durbin-Watsonův

NCVST test prokázal konstantní rozptyl reziduí u prvního modelu ($p > 0.05$), čímž byl splněn předpoklad homoskedasticity (Fox a kol., 2022).

Data z NCVST testu jsou vyobrazena v tabulce 10.

Tabulka 10: NCVST test k určení heteroskedasticity prvního modelu

χ^2	p
1.528	0.216

χ^2 – chi-kvadrát, p – p-hodnota

Dále byl pro celý model proveden test Cookovy vzdálenosti k určení vlivných hodnot. Podle Montgomeryho (2012) nebyly v prvním modelu detekovány vlivné hodnoty, které by výrazně ovlivňovaly model ($\text{Max} < 1$).

Data z tohoto testu jsou vyobrazena v tabulce 11.

Tabulka 11: Test Cookovy vzdálenosti prvního modelu

Průměr	Medián	SO	Rozsah	
			Min	Max
0.0504	0.0134	0.0776	4.21e-5	0.306

SO – směrodatná odchylka, Min – minimální hodnota, Max – maximální hodnota

5.1.2 Druhý model (Přenášení kanystrů)

Druhý model zkoumá vztah mezi nezávislými proměnnými a vojenským testem přenášení kanystrů.

Celý model s vybranými koeficienty je vyobrazen v tabulkách 12 a 13.

Tabulka 12: Vlastnosti druhého modelu (Přenášení kanystrů)

Model	R	R ²	Upravené R ²
2	0.703	0.494	0.291

R – korelační koeficient, R² – koeficient determinace

Tabulka 13: Vybrané koeficienty druhého modelu

Prediktory	Odhad	SE	95% Konfidenční interval		t	p
			DH	HH		
Intercepce	1.976	225.837	-469.112	473.065	0.009	0.993
Mrtvý tah (kg)	-0.408	0.292	-1.018	0.202	-1.396	0.178
Ruční dynamometrie – P (kg)	0.259	1.457	-2.781	3.299	0.178	0.861
Ruční dynamometrie – L (kg)	2.191	1.897	-1.766	6.147	1.155	0.262
Vertikální výskok (cm)	-3.462	1.502	-6.595	-0.328	-2.305	0.032
Odhod medicinbalu (cm)	0.478	0.152	0.161	0.795	3.143	0.005
Shyby (rep)	1.437	2.141	-3.028	5.902	0.671	0.510
Sedy-lehy (rep)	0.562	1.098	-1.727	2.852	0.512	0.614
Svalová hmota (%)	0.981	3.080	-5.443	7.405	0.319	0.753

SE – standartní chyba (error), DH – dolní hranice, HH – horní hranice, t – t-test, p – p-hodnota

Tento model prokazuje středně silnou korelaci mezi silovými schopnostmi, svalovou hmotou a pozorovanými hodnotami R (0.703). Hodnota R^2 (0.494) zde poukazuje na to, že 49.4 % variability v cílové proměnné lze vysvětlit pomocí nezávislých proměnných, přičemž upravené R^2 (0.291) tuto hodnotu snižuje a naznačuje přebytek nezávislých proměnných, které zatěžují model.

Dále lze konstatovat, že model obsahuje dva statisticky významné prediktory. Prvním statisticky významným prediktorem je odhod medicinbalu ($p = 0.005$), který má pozitivní koeficient ($\beta = 0.478$) a pozitivní konfidenční interval [0.161, 0.795], což poukazuje na fakt, že vyšší hodnoty při výkonu odhod medicinbalu zvyšují

překonanou vzdálenost na testu přenášení kanystrů. Model prokazuje, že každé zvýšení výkonu v testu odhod medicinbalu o jeden centimetr zvýší překonanou vzdálenost v testu přenášení kanystrů o 0.478 metrů. Druhým statisticky významným prediktorem druhého modelu je vertikální výskok s výrazným negativním koeficientem ($\beta = -3.462$) a negativní konfidenčním intervalem $[-6.595, -0.328]$. To naznačuje, že zvýšený výkon při vertikálním výskoku o jeden centimetr snižuje překonanou vzdálenost při testu přenášení kanystrů o 3.462 metrů.

Ostatní proměnné modelu se ukázaly jako statisticky nevýznamné ($p > 0.05$).

Kontrola předpokladů druhého modelu:

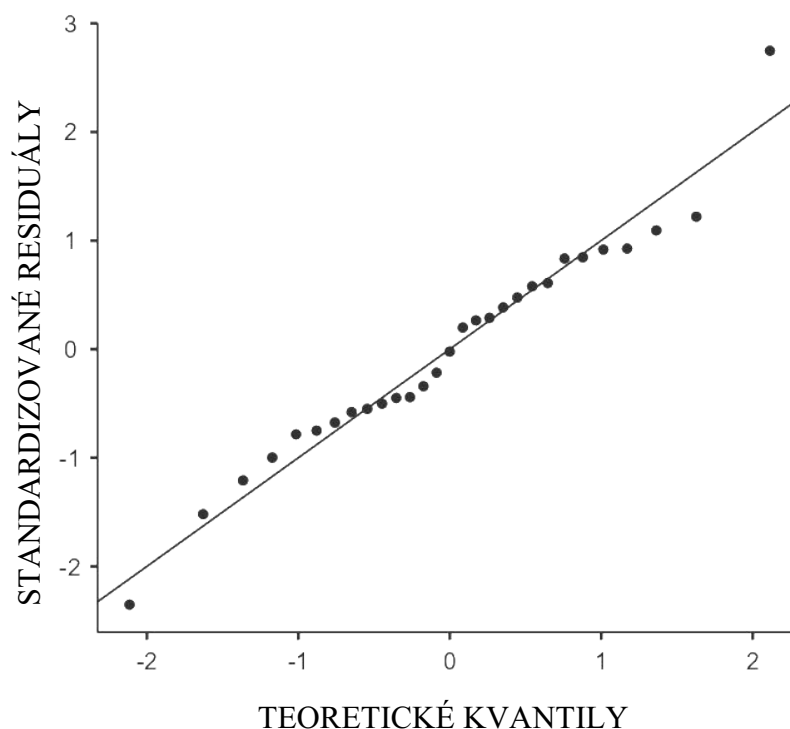
Model byl podroben Shapiro-Wilk testu normálního rozložení reziduí (Statistika = 0.972, $p > 0,05$) (Razali a Wah, 2011), dále proběhla i grafická kontrola Q-Q grafů. Pomocí těchto dvou nástrojů bylo zamítnuto nenormální rozložení reziduí tohoto modelu.

Výsledek Shapiro-Wilk testu a grafické zobrazení Q-Q grafů jsou obsaženy v tabulce 14 a na obrázku 37.

Tabulka 14: Shapiro-Wilk test normality druhého modelu

Statistika	p
0.972	0.627

p – p-hodnota



Obrázek 37: Q-Q grafy druhého modelu (Zdroj: Autor)

Model byl dále podroben Durbin-Watsonově testu k identifikaci autokorelace reziduí k určení míry závislosti na vlastních minulých hodnotách, přičemž tento test prokázal zanedbatelnou míru korelace proměnných se svými předchozími hodnotami (DW statistika ≈ 2). (Chatfield, 2003)

Darbin-Watsonův test je vyobrazen v tabulce 15.

Tabulka 15: Durbin-Watsonův test autokorelace druhého modelu

Autokorelace	DW Statistika	p
0.161	1.67	0.426

p – p-hodnota, DW – Durbin-Watsonův

NCVST test prokázal konstantní rozptyl reziduí, avšak hodnota ($p = 0.057$) byla na hranici stanoveného prahu, což může signalizovat možnou hraniční hodnotu heteroskedasticity (Fox a kol., 2022).

Data z NCVST testu jsou vyobrazena v tabulce 16.

Tabulka 16: NCVST test k určení homoskedasticity druhého modelu

χ^2	p
3.627	0.057

χ^2 – chi-kvadrát, p – p-hodnota

Dále byl pro celý model proveden test Cookovy vzdálenosti k určení vlivných hodnot, přičemž podle Montgomeryho (2012) nebyly v druhém modelu detekovány vlivné hodnoty, které by výrazně ovlivňovaly model ($Max < 1$).

Data z tohoto testu jsou vyobrazena v tabulce 17.

Tabulka 17: Test Cookovy vzdálenosti druhého modelu

Průměr	Medián	SO	Rozsah	
			Min	Max
0.0630	0.0290	0.120	2.58e-5	0.515

SO – směrodatná odchylka, Min – minimální hodnota, Max – maximální hodnota

5.1.3 Třetí model (Opakované zvedání a přenášení zátěže)

Třetí model mnohonásobné lineární regrese vyobrazuje vztah mezi silovými schopnostmi, svalovou hmotou a testem opakované zvedání a přenášení zátěže.

Celý model s vybranými koeficienty je vyobrazen v tabulkách 18 a 19.

Tabulka 18: Vlastnosti třetího modelu (Opakované zvedání a přenášení zátěže)

Model	R	R ²	Upravené R ²
3	0.586	0.343	0.081

R – korelační koeficient, R² – koeficient determinace

Tabulka 19: Vybrané koeficienty třetího modelu

Prediktory	Odhad	SE	95% Konfidenční interval		t	p
			DH	HH		
Intercepce	674.541	201.759	253.679	1095.404	3.343	0.003
Mrtvý tah (kg)	0.094	0.261	-0.451	0.639	0.360	0.723
Ruční dynamometrie – P (kg)	0.923	1.302	-1.793	3.639	0.709	0.487
Ruční dynamometrie – L (kg)	-1.759	1.694	-5.293	1.776	-1.038	0.312
Vertikální výskok (cm)	2.071	1.342	-0.728	4.870	1.543	0.138
Odhod medicinbalu (cm)	-0.203	0.136	-0.487	0.080	-1.495	0.150
Shyby (rep)	1.677	1.912	-2.312	5.666	0.877	0.391
Sedy-lehy (rep)	-1.319	0.981	-3.365	0.726	-1.345	0.194
Svalová hmota (%)	-3.938	2.751	-9.678	1.801	-1.431	0.168

SE – standartní chyba (error), DH – dolní hranice, HH – horní hranice, t – t-test, p – p-hodnota, P – pravá, L – levá

Tento model prokazuje středně silnou korelaci mezi prediktory a testem opakované zvedání a přenášení zátěže ($R = 0.586$). Hodnota R^2 (0.343) naznačuje, že pouze 34,3 % variability v cílové proměnné lze vysvětlit pomocí zahrnutých nezávislých proměnných, přičemž ještě nižší hodnota Upravené R^2 (0.081) ukazuje na výrazný přebytek nezávislých proměnných, což naznačuje, že mnoho z těchto proměnných nedisponuje přiměřeným vysvětlovacím potenciálem a zatěžuje model.

Z modelu vyplývá, že žádná z uvedených nezávislých proměnných nedosahuje signifikantního statistického významu ve vztahu k testu opakované zvedání a přenášení zátěže ($p > 0.05$). Pouze intercepce zde nabývá statistické významnosti ($p = 0.003$),

kdy jeho koeficient odhadu ($\beta = 674.541$) představuje základní čas potřebný na splnění úkolu bez zohlednění ostatních proměnných.

Kontrola předpokladů prvního modelu:

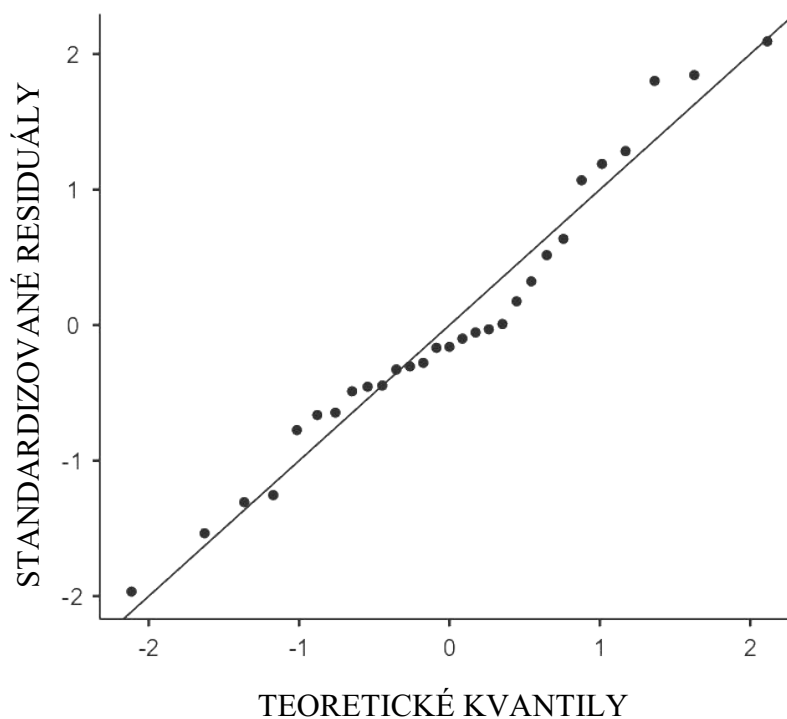
Model byl podroben Shapiro-Wilk testu normálního rozložení reziduí (Statistika = 0.972, $p > 0,05$) (Razali a Wah, 2011). Proběhla rovněž i grafická kontrola Q-Q grafů. Pomocí těchto dvou nástrojů bylo zamítnuto nenormální rozložení reziduí tohoto modelu.

Výsledek Shapiro-Wilk testu a grafické zobrazení Q-Q grafů jsou obsaženy v tabulce 20 a na obrázku 37.

Tabulka 20: Shapiro-Wilk test normality třetího modelu

Statistika	P
0.962	0.363

p – p-hodnota



Obrázek 38: Q-Q grafy třetího modelu (Zdroj: Autor)

Model byl dále podroben Durbin-Watsonově testu k identifikaci autokorelace reziduí k určení míry závislosti na vlastních minulých hodnotách. Tento test

prokázal zanedbatelnou míru korelace proměnných se svými předchozími hodnotami (DW statistika ≈ 2). (Chatfield, 2003)

Darbin-Watsonův test je vyobrazen v tabulce 21.

Tabulka 21: Durbin-Watsonův test autokorelace třetího modelu

Autokorelace	DW Statistika	p
0.161	1.56	0.262

p – p-hodnota, DW – Durbin–Watsonův

NCVST test prokázal nekonstantní rozptyl reziduí u třetího modelu ($p < 0.05$), čímž byl potvrzen výskyt heteroskedasticity (Fox a kol., 2022).

Data z NCVST testu jsou vyobrazena v tabulce 22.

Tabulka 22: NCVST test k určení homoskedasticity třetího modelu

χ^2	p
5.925	0.015

χ^2 – chi-kvadrát, p – p-hodnota

Dále byl pro celý model proveden test Cookovy vzdálenosti k určení vlivných hodnot, přičemž podle Montgomeryho (2012) nebyly v třetím modelu detekovány vlivné hodnoty, které by výrazně ovlivňovaly model ($\text{Max} < 1$).

Data z tohoto testu jsou vyobrazena v tabulce 23.

Tabulka 23: Test Cookovy vzdálenosti třetího modelu

Průměr	Medián	SO	Rozsah	
			Min	Max
0.0559	0.0186	0.0693	1.88e-6	0.220

SO – směrodatná odchylka, Min – minimální hodnota, Max – maximální hodnota

5.1.4 Čtvrtý model (Tažení raněného)

Čtvrtý model mnohonásobné lineární regrese vyobrazuje vztah mezi silovými schopnostmi, svalovou hmotou a testem tažení raněného.

Celý model s vybranými koeficienty je vyobrazen v tabulkách 24 a 25.

Tabulka 24: Vlastnosti čtvrtého modelu (Tažení raněného)

Model	R	R²	Upravené R²
4	0.674	0.454	0.235

R – korelační koeficient, R² – koeficient determinace

Tabulka 25: Vybrané koeficienty čtvrtého modelu

Prediktory	Odhad	SE	95% Konfidenční interval		t	p
			DH	HH		
Intercepce	80.809	75.688	-77.074	238.692	1.068	0.298
Mrtvý tah (kg)	0.007	0.098	-0.197	0.211	0.072	0.944
Ruční dynamometrie – P (kg)	-0.078	0.488	-1.097	0.941	-0.160	0.874
Ruční dynamometrie – L (kg)	-0.879	0.636	-2.204	0.447	-1.382	0.182
Vertikální výskok (cm)	0.687	0.503	-0.363	1.737	1.364	0.188
Odhod medicinbalu (cm)	-0.071	0.051	-0.177	0.035	-1.391	0.179
Shyby (rep)	-0.955	0.717	-2.452	0.541	-1.332	0.198
Sedy-lehy (rep)	-0.012	0.368	-0.779	0.756	-0.032	0.975
Svalová hmota (%)	0.128	1.032	-2.025	2.281	0.124	0.902

SE – standartní chyba (error), DH – dolní hranice, HH – horní hranice, t – t-test, p – p-hodnota, P – pravá, L – levá

Tento regresní model prokazuje středně silnou korelaci mezi prediktory a testem tažení raněného ($R = 0.674$). Ačkoliv model vysvětluje téměř polovinu variability v cílové proměnné ($R^2 = 0.454$), hodnota upraveného R^2 (0.235) naznačuje, že model obsahuje nadbytečné proměnné, které model zatěžují.

Z analyzovaných proměnných se žádná nezávislá proměnná neukázala jako statisticky významná ($p > 0.05$) ve vztahu k testu tažení raněného.

Kontrola předpokladů čtvrtého modelu:

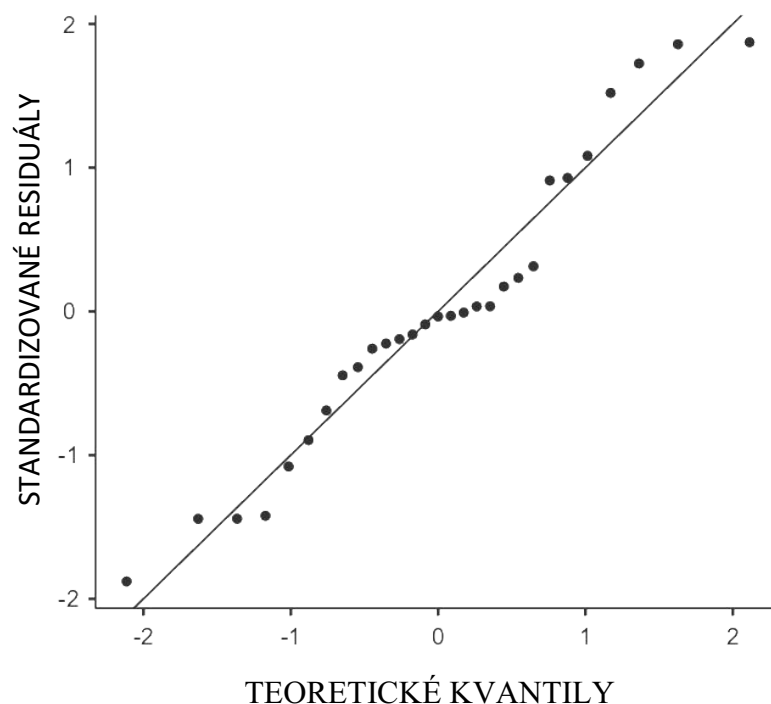
Model byl podroben Shapiro-Wilk testu normálního rozložení reziduí (Statistika = 0.952, $p > 0,05$) (Razali a Wah, 2011), přičemž proběhla i grafická kontrola Q-Q grafů. Pomocí těchto dvou nástrojů bylo zamítnuto nenormální rozložení reziduí tohoto modelu.

Výsledek Shapiro-Wilk testu a grafické zobrazení Q-Q grafů jsou obsaženy v tabulce 26 a na obrázku 39.

Tabulka 26: Shapiro-Wilk test normality čtvrtého modelu

Statistika	p
0.952	0.212

p – p-hodnota.



Obrázek 39: Q-Q grafy čtvrtého modelu (Zdroj: Autor)

Model byl dále podroben Durbin-Watsonově testu k identifikaci autokorelace reziduí k určení míry závislosti na vlastních minulých hodnotách. Tento test prokázal zanedbatelnou míru korelace proměnných se svými předchozími hodnotami (DW statistika ≈ 2). (Chatfield, 2003)

Darbin-Watsonův test je vyobrazen v tabulce 27.

Tabulka 27: Durbin-Watsonův test autokorelace čtvrtého modelu

Autokorelace	DW Statistika	p
-0.105	2.18	0.614

p – p-hodnota, DW – Durbin–Watsonův

NCVST test prokázal nekonstantní rozptyl reziduí u čtvrtého modelu ($p < 0.05$), čímž byl potvrzen výskyt heteroskedasticity (Fox a kol., 2022).

Data z NCVST testu jsou vyobrazena v tabulce 28.

Tabulka 28: NCVST test k určení homoskedasticity čtvrtého modelu

χ^2	p
8.796	0.003

χ^2 – chi-kvadrát, p – p-hodnota

Dále byl pro celý model proveden test Cookovy vzdálenosti k určení vlivných hodnot, přičemž podle Montgomeryho (2012) byly ve čtvrtém modelu detekovány vlivné hodnoty, které by mohly ovlivňovat model (Max > 1).

Data z tohoto testu jsou vyobrazena v tabulce 29.

Tabulka 29: Test Cookovy vzdálenosti čtvrtého modelu

Průměr	Medián	SO	Rozsah	
			Min	Max
0.109	0.00758	0.294	1.91e-6	1.59

SO – směrodatná odchylka, Min – minimální hodnota, Max – maximální hodnota

5.1.5 Pátý model (Maximální zdvih)

Pátý model mnohonásobné lineární regrese vyobrazuje vztah mezi silovými schopnostmi, svalovou hmotou a testem maximálního zdvihu.

Celý model s vybranými koeficienty je vyobrazen v tabulkách 30 a 31.

Tabulka 30: Vlastnosti pátého modelu (Maximální zdvih)

Model	R	R ²	Upravené R ²
5	0.844	0.712	0.596

R – korelační koeficient, R² – koeficient determinace

Tabulka 31: Vybrané koeficienty pátého modelu

Prediktory	Odhad	SE	95% Konfidenční interval		t	p
			DH	HH		
Intercepce	-0.769	49.262	-103.529	101.991	-0.0156	0.988
Mrtvý tah (kg)	-0.052	0.064	-0.185	0.081	-0.816	0.424
Ruční dynamometrie – P (kg)	0.327	0.318	-0.336	0.990	1.029	0.316
Ruční dynamometrie – L (kg)	0.363	0.414	-0.500	1.226	0.877	0.391
Vertikální výskok (cm)	0.054	0.328	-0.629	0.738	0.166	0.870
Odhod medicinbalu (cm)	0.112	0.033	0.043	0.182	3.382	0.003
Shyby (rep)	0.025	0.467	-0.949	0.999	0.053	0.958
Sedy-lehy (rep)	-0.053	0.239	-0.552	0.447	-0.221	0.827
Svalová hmota (%)	-0.073	0.672	-1.475	1.328	-0.109	0.914

SE – standartní chyba (error), DH – dolní hranice, HH – horní hranice, t – t-test, p – p-hodnota, P – pravá, L – levá

Na základě analýzy modelových koeficientů lze konstatovat, že tento regresní model má silnou predikční schopnost, což je potvrzeno vysokou hodnotou R (0.844). Tuto skutečnost potvrzuje i koeficient determinace R^2 (0.712), který poukazuje na fakt, že 72,2 % variability v cílové proměnné lze vysvětlit pomocí zahrnutých prediktorů.

Hodnota koeficientu upravené R^2 (0.596) rovněž podporuje fakt o robustnosti a efektivitě modelu při vysvětlování variability v testu maximálního zdvihu.

Z analyzovaných nezávislých proměnných se pro tento model prokázal jako statisticky významná proměnná pouze silový test odhod medicinbalu ($p = 0.003$), což společně s pozitivním koeficientem ($\beta = 0.112$) a pozitivním konfidenčním intervalem [0.043, 0.182] naznačuje, že výkon v hodu medicinbalem pozitivně ovlivňuje maximální zvednutou hmotnost v testu maximální zdvih, přesněji zlepšení v testu odhod medicinbalu o jeden centimetr zvyšuje výkon v testu maximálního zdvihu o 0.1122 kg.

Ostatní nezávislé proměnné se ukázaly jako statisticky nevýznamné ($p > 0.05$).

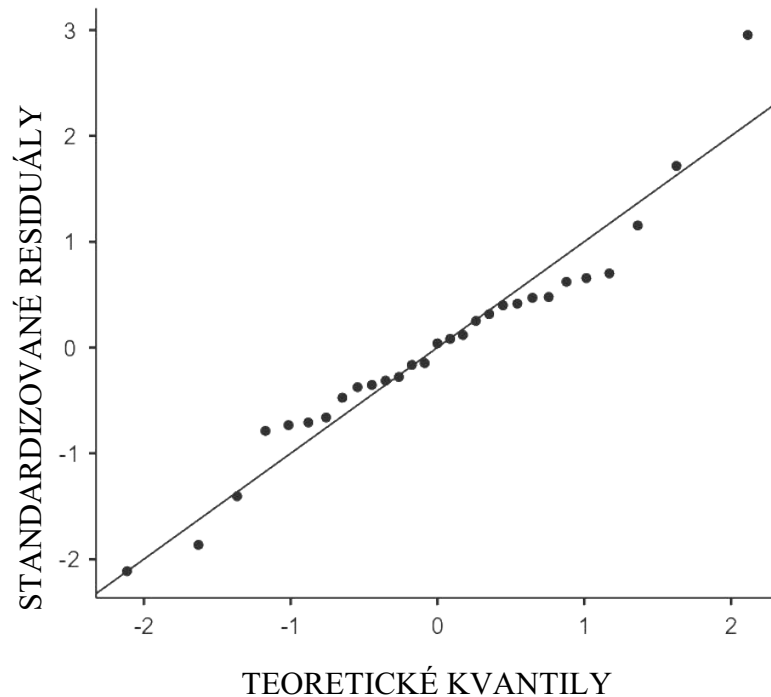
Kontrola předpokladů pátého modelu:

Model byl podroben Shapiro-Wilk testu normálního rozložení reziduí (Statistika = 0.949, $p > 0,05$) (Razali a Wah, 2011), dále proběhla i grafická kontrola Q-Q grafů. Pomocí těchto dvou nástrojů bylo zamítnuto nenormální rozložení reziduí tohoto modelu. Výsledek Shapiro-Wilk testu a grafické zobrazení Q-Q grafů jsou obsaženy v tabulce 32 a na obrázku 39.

Tabulka 32: Shapiro-Wilk test normality pátého modelu

Statistika	p
0.949	0.175

p – p-hodnota



Obrázek 40: Q-Q grafy pátého modelu (Zdroj: Autor)

Model byl dále podroben Durbin-Watsonově testu k identifikaci autokorelace reziduí k určení míry závislosti na vlastních minulých hodnotách, přičemž tento test prokázal zanedbatelnou míru korelace proměnných se svými předchozími hodnotami (DW statistika ≈ 2). (Chatfield, 2003)

Darbin-Watsonův test je vyobrazen v tabulce 33.

Tabulka 33: Durbin-Watsonův test autokorelace pátého modelu

Autokorelace	DW Statistika	p
-0.0318	2.06	0.896

p – p-hodnota, DW – Durbin–Watsonův

NCVST test prokázal konstantní rozptyl reziduí u pátého modelu ($p > 0.05$), čímž byl splněn předpoklad homoskedasticity (Fox a kol., 2022).

Data z NCVST testu jsou vyobrazena v tabulce 34.

Tabulka 34: NCVST test k určení homoskedasticity pátého modelu

χ^2	p
0.004	0.949

χ^2 – chi-kvadrát, p – p-hodnota

Dále byl pro celý model proveden test Cookovy vzdálenosti k určení vlivných hodnot. Dle Montgomeryho (2012) nebyly v druhém modelu detekovány vlivné hodnoty, které by výrazně ovlivňovaly model ($Max < 1$).

Data z tohoto testu jsou vyobrazena v tabulce 35.

Tabulka 35: Test Cookovy vzdálenosti pátého modelu

Průměr	Medián	SO	Rozsah	
			Min	Max
0.0549	0.00813	0.0792	1.33e-4	0.282

SO – směrodatná odchylka, Min – minimální hodnota, Max – maximální hodnota

5.1.6 Šestý model (Pochod se zátěží)

Šestý model mnohonásobné lineární regrese vyobrazuje vztah mezi silovými schopnostmi, svalovou hmotou a testem pochod se zátěží.

Celý model s vybranými koeficienty je vyobrazen v tabulkách 36 a 37.

Tabulka 36: Vlastnosti šestého modelu (Pochod se zátěží)

Model	R	R ²	Upravené R ²
6	0.640	0.409	0.173

R – korelační koeficient, R² – koeficient determinace

Tabulka 37: Vybrané koeficienty šestého modelu

Prediktory	Odhad	SE	95% Konfidenční interval		t	p
			DH	HH		
Intercepce	1808.276	615.887	523.559	3092.993	2.936	0.008
Mrtvý tah (kg)	1.094	0.797	-0.569	2.757	1.372	0.185
Ruční dynamometrie – P (kg)	-5.380	3.974	-13.670	2.910	-1.354	0.191
Ruční dynamometrie – L (kg)	2.507	5.172	-8.281	13.296	0.485	0.633
Vertikální výskok (cm)	8.026	4.096	-0.519	16.570	1.959	0.064
Odhod medicinbalu (cm)	-0.426	0.415	-1.291	0.439	-1.027	0.317
Shyby (rep)	-6.244	5.838	-18.421	5.933	-1.070	0.298
Sedy-lehy (rep)	2.502	2.993	-3.742	8.746	0.836	0.413
Svalová hmota (%)	-15.284	8.399	-32.803	2.236	-1.820	0.084

SE – standartní chyba (error), DH – dolní hranice, HH – horní hranice, t – t-test, p – p-hodnota, P – pravá, L – levá

Šestý a poslední regresní model vykazuje středně silnou korelaci mezi prediktory a závislou proměnnou ($R = 0.640$). Koeficient determinace ($R^2 = 0.409$), naznačuje, že přibližně 40.9 % variability výsledků v testu pochodu se zátěží je vysvětleno tímto modelem. Koeficient determinace upravené R^2 (0.173) značí, že při zohlednění počtu prediktorů se vysvětlující schopnost modelu značně snížila.

Z analyzovaných nezávislých proměnných se žádná neprokázala jako statisticky významná ($p > 0.05$). Dva prediktory se však přiblížily hladině statistické významnosti ($p = 0.05$). Prvním prediktorem je vertikální výskok ($p = 0.064$) který se svým pozitivním koeficientem ($\beta = 8.026$) poukazuje na fakt, že lepší výkon v testu vertikální výskok o jeden centimetr zhoršuje výkon v testu pochodu se zátěží o 8.026 vteřin. Druhým prediktorem, který se přiblížil hladině statistické významnosti je svalová hmota ($p = 0.084$), jejíž záporný koeficient ($\beta = -15.284$) naznačuje, že každé procento zvýšeného množství svalové hmoty sníží čas při testu pochodu se zátěží o 15.284 vteřin. Konfidenční interval obou těchto prediktorů obsahuje nulu, což může naznačovat možnost zamítnutí nulté hypotézy a s tím spojený zanedbatelný vliv obou prediktorů (Wooldridge, 2013).

Kontrola předpokladů šestého modelu:

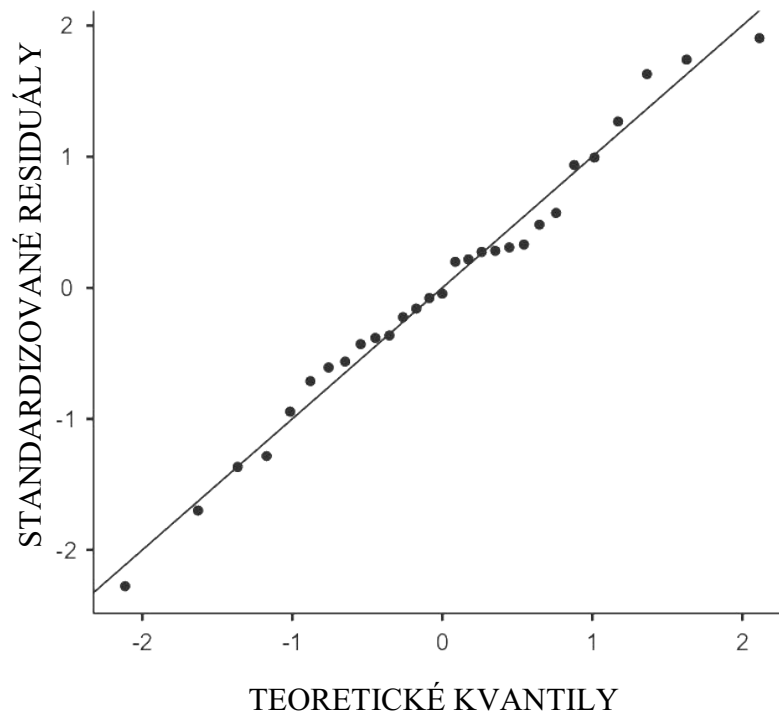
Model byl podroben Shapiro-Wilk testu normálního rozložení reziduí (Statistika = 0.983, $p > 0,05$) (Razali a Wah, 2011), dále proběhla i grafická kontrola Q-Q grafů. Pomocí těchto dvou nástrojů bylo zamítnuto nenormální rozložení reziduí tohoto modelu.

Výsledek Shapiro-Wilk testu a grafické zobrazení Q-Q grafů jsou obsaženy v tabulce 38 a na obrázku 40.

Tabulka 38: Shapiro-Wilk test normality šestého modelu

Statistika	p
0.983	0.915

p – p-hodnota



Obrázek 41: Q-Q grafy šestého modelu (Zdroj: Autor)

Model byl dále podroben Durbin-Watsonově testu k identifikaci autokorelace reziduí k určení míry závislosti na vlastních minulých hodnotách. Tento test prokázal existenci nízké pozitivní autokorelace mezi rezidui šestého modelu (DW statistika ≈ 2), přičemž hodnota p (0.016) naznačuje, že existuje statisticky významný důkaz proti nulové hypotéze o absenci autokorelace. (Chatfield, 2003)

Darbin-Watsonův test je vyobrazen v tabulce 39.

Tabulka 39: Durbin-Watsonův test autokorelace šestého modelu

Autokorelace	DW Statistika	p
0.402	1.19	0.016

p – p -hodnota, DW – Durbin–Watsonův.

NCVST test prokázal konstantní rozptyl reziduí u prvního modelu ($p > 0.05$), čímž byl splněn předpoklad homoskedasticity (Fox a kol., 2022).

Data z NCVST testu jsou vyobrazena v tabulce 40.

Tabulka 40: NCVST test k určení homoskedasticity šestého modelu

χ^2	p
2.234	0.135

χ^2 – chi-kvadrát, p – p-hodnota

Dále byl pro celý model proveden test Cookovy vzdálenosti k určení vlivných hodnot. Podle Montgomeryho (2012) nebyly v šestém modelu detekovány vlivné hodnoty, které by výrazně ovlivňovaly model ($\text{Max} < 1$). Data z tohoto testu jsou vyobrazena v tabulce 41.

Tabulka 41: Test Cookovy vzdálenosti šestého modelu

Průměr	Medián	SO	Rozsah	
			Min	Max
0.0453	0.0120	0.0623	4.01e-5	0.227

SO – směrodatná odchylka, Min – minimální hodnota, Max – maximální hodnota.

5.1.7 Komparace výsledků předpokladů lineární regrese

U hodnocených proměnných všech 6 modelů nebyla zamítnuta normalita dat, jelikož žádná z p hodnot nepřesahovala konvenční hladinu významnosti ($p < 0,05$). Na základě těchto výsledků bylo pro hodnocení dat využito u všech modelů parametrických přístupů. (Wooldridge, 2013)

Výsledky Shapiro-Wilk testu všech šesti modelů jsou vyobrazeny v tabulce 42.

Tabulka 42: Shapiro-Wilk test normality všech šesti modelu

Model	Číslo modelu	Statistika	p
Pohyb pod palbou	1	0.975	0.702
Přenášení kanystrů	2	0.972	0.627
Opakované zvedání a přenášení zátěže	3	0.962	0.363
Tažení raněného	4	0.962	0.363
Maximální zdvih	5	0.949	0.175
Pochod se zátěží	6	0.983	0.915

p – p-hodnota.

Durbin-Watsonův test napříč všemi modely prokázal existenci nízké pozitivní autokorelace mezi rezidui šestého modelu (DW statistika = 1.19). Hodnota p (0.016) tohoto modelu naznačuje, že existuje statisticky významný důkaz proti nulové hypotéze o absenci autokorelace (Chatfield, 2003). U ostatních modelů byla míra autokorelace shledána za zanedbatelnou.

Výsledky Durbin-Watsonova testu napříč všemi šesti modely jsou vyobrazeny v tabulce v tabulce 43

Tabulka 43: Durbin-Watsonův test autokorelace všech šesti modelů

Model	Číslo modelu	Autokorelace	DW Statistika	p
Pohyb pod palbou	1	0.0168	1.94	0.864
Přenášení kanystrů	2	0.161	1.67	0.426
Opakované zvedání a přenášení zátěže	3	0.161	1.56	0.262
Tažení raněného	4	-0.105	2.18	0.614
Maximální zdvih	5	-0.0318	2.06	0.896
Pochod se zátěží	6	0.402	1.19	0.016

p – p-hodnota, DW – Durbin–Watsonův

NCVST test napříč všemi modely prokázal homoskedasticitu reziduí ($p > 0,05$) u prvního modelu (pohyb pod palbou), pátého modelu (maximální zdvih) a šestého modelu (pochod se zátěží). U druhého modelu (přenášení kanystrů) byla zjištěna hraniční hodnota homoskedasticity reziduí ($p = 0.057$) a u třetího modelu (opakované zvedání a přenášení zátěže) a čtvrtého modelu (tažení raněného) byl prokázán výskyt heteroskedasticity ($p < 0,05$). (Fox a kol., 2022)

Data z NCVST testů napříč všemi modely jsou vyobrazena v tabulce 44.

Tabulka 44: NCVST test k určení homoskedasticity napříč všemi šesti modely

Model	Číslo modelu	χ^2	p
Pohyb pod palbou	1	1.528	0.216
Přenášení kanystrů	2	3.627	0.057
Opakované zvedání a přenášení zátěže	3	5.925	0.015
Tažení raněného	4	8.796	0.003
Maximální zdvih	5	0.004	0.949
Pochod se zátěží	6	2.234	0.135

χ^2 – chi-kvadrát, p – p-hodnota

Test Cookovy vzdálenosti napříč všemi modely prokázal výskyt možných vlivných hodnot ($Max > 1$) u čtvrtého modelu (tažení raněného), přesto byly všechny hodnoty v modelu ponechány. U ostatních modelů tyto vlivné hodnoty nebyly identifikovány. (Montgomery, 2012)

Data z testů Cookovy vzdálenosti napříč všemi modely jsou vyobrazena v tabulce 45

Tabulka 45: Test Cookovy vzdálenosti všech šesti modelů

Model	Číslo modelu	Průměr	Medián	SO	Min	Max
Pohyb pod palbou	1	0.0504	0.0134	0.0776	4.21e-5	0.306
Přenášení kanystrů	2	0.0630	0.0290	0.120	2.58e-5	0.515
Opakované zvedání a přenášení zátěže	3	0.0559	0.0186	0.0693	1.88e-6	0.220
Tažení raněného	4	0.109	0.00758	0.294	1.91e-6	1.59
Maximální zdvih	5	0.0549	0.00813	0.0792	1.33e-4	0.282
Pochod se zátěží	6	0.0453	0.0120	0.0623	4.01e-5	0.227

SO – směrodatná odchylka, Min – minimální hodnota, Max – maximální hodnota

5.1.8 Zhodnocení všech šesti modelů modelů:

Po analýze a komparaci předešlých modelů lze konstatovat, že nejrobustnějším modelem s největší predikční schopností je pátý model (maximální zdvih), u něhož nezávislé proměnné (testy silových schopností a svalová hmota) dokázaly nejlépe vysvětlit variabilitu tohoto testu (upravené $R^2 = 0.596$). Robustnost tohoto modelu dále zdůrazňuje fakt, že tento model splňuje všechny vybrané testy předpokladů pro lineární regresi. Jako další významný model tohoto testování se ukázal první model (pohyb pod palbou), jehož schopnost predikce byla menší než u předešlého modelu, ale stále významná (upravené $R^2 = 0.453$). Stejně jako u předchozího modelu, první model rovněž splňuje všechny vybrané testy předpokladů lineární regrese. Hodnota upraveného R^2 druhého modelu (přenášení kanystrů), čtvrtého modelu (tažení raněného) a šestého modelu (pochod se zátěží) poukazuje na jejich slabší robustnost (upravené $R^2 < 0.300$), zároveň u čtvrtého modelu byla identifikována heteroskedasticita ($p < 0,05$) (Fox a kol., 2022) i odlehlé hodnoty ($Max > 1$), které by mohly zkreslovat výsledky čtvrtého modelu (Montgomery, 2012). Třetí model (opakované zvedání a přenášení zátěže) vykazuje oproti ostatním modelům nejnižší vysvětlení variability po zohlednění počtu prediktorů (upravené $R^2 = 0.081$).

Nejvýznamnějšími prediktory napříč všemi modely se ukázaly být: vertikální výskok, odhod medicinbalu, svalová hmota a ruční dynamometrie pravé ruky. Test vertikálního výskoku se objevil jako statisticky významný ve dvou modelech a v jednom

se statistické významnosti přiblížil, přičemž zlepšoval výkon v testu pohybu pod palbou, a naopak snižoval výkon v testech přenášení kanystrů a pochod se zátěží. Druhým čtým prediktorem se ukázal být odhod medicinbalu, který se objevuje jako statisticky významný v druhém a pátém modelu. U obou těchto modelů má pozitivní vliv na závislé proměnné, což vede k lepším výsledkům v testech maximálního zdvihu a přenášení kanystrů. U testu ruční dynamometrie pravé ruky se prokázal negativní vztah k testu pohybu pod palbou a prediktor svalová hmota se naopak ukázal jako pozitivní ve vztahu k testu pochodu se zátěží. Oba tyto prediktory se však neprokázaly jako statisticky významné ($p > 0,05$) a konfidenční intervaly obou těchto modelů procházejí nulou, což může naznačovat možnost zamítnutí nulté hypotézy a s tím spojený zanedbatelný vliv obou prediktorů (Wooldridge, 2013).

Vybrané hodnoty napříč všemi modely jsou vyobrazeny v tabulce 46.

Tabulka 46: Komparace vybraných koeficientů všech šesti modelů a významných prediktorů

Model	ČM	R	R ²	UR ²	Významné prediktory	p	KI	β
Pohyb pod palbou	1	0.781	0.609	0.453	Vertikální výskok	0.020	-	↑
					Dynamometrie pravé ruky	0.057	0	↓
Přenášení kanystrů	2	0.703	0.494	0.291	Odhod medicinbalu	0.005	+	↑
					Vertikální výskok	0.032	-	↓
Opakované zvedání a přenášení zátěže	3	0.586	0.343	0.081	X	X	X	X
Tažení raněného	4	0.674	0.454	0.235	X	X	X	X
Maximální zdvih	5	0.844	0.712	0.596	Odhod medicinbalu	0.003	+	↑
Pochod se zátěží	6	0.640	0.409	0.173	Vertikální výskok	0.064	0	↓
					Svalová hmota	0.084	0	↑

ČM – číslo modelu, R – korelační koeficient, R² – koeficient determinace, UR² – upravený koeficient determinace, p – p-hodnota, KI – konfidenční interval, - – záporné rozmezí konfidenčního intervalu, + – kladné rozmezí konfidenčního intervalu, 0 – konfidenční interval prochází nulou, β – koeficient odhadu, ↑ – pozitivní vliv v rámci závislé proměnné, ↓ – negativní vliv v rámci závislé proměnné, X – prázdné pole

6 DISKUZE

Cílem této diplomové práce bylo objasnění vztahu mezi jednotlivými druhy silových schopností, tělesnou stavbou a úkoly operačního prostředí, kterým jsou vojenští specialisté nuceni čelit. Tohoto cíle bylo dosahováno pomocí šesti modelů mnohonásobné lineární regrese, kde nezávislé proměnné představovala svalová hmota probandů a vybrané motorické testy, testující různé druhy silových schopností. Závislé proměnné představovaly vybrané vojensko-specifické motorické testy, reflektující úkoly vojenského operačního prostředí.

6.1 Komparace prvního modelu s teoretickými východisky

Vojenské operace prošly značnou evolucí, která v bojovém nasazení zvýšila počet vysokointenzivních úkolů, kterým jsou vojáci podrobováni. Mezi tyto úkoly patří sprinty na různé vzdálenosti, bojové výpady, plazení a lezení (Mala a kol., 2015; Ojanen a kol., 2020). První regresní model byl sestaven k určení determinantů vysokointenzivního zatížení, při kterém je voják pod palbou nepřítele nucen provádět sprinty střídající se se zalehávací polohou (Conkright a kol., 2021). První model uvádí, že 60,9 % variability v pohybu pod palbou lze vysvětlit pomocí nezávislých proměnných, které zde představovaly testy silových schopností a svalová hmota probandů. To evokuje dobrou predikční schopnost modelu pomocí silových schopností a svalové hmoty. Upravené R^2 (0.453) tuto hodnotu sice snižuje a poukazuje na přebytek nepotřebných nezávislých proměnných, přesto se první model prokázal jako druhý nejrobustnější z vytvořených modelů. Dále lze konstatovat, že jediným statisticky významným koeficientem modelu je vertikální výskok ($\beta = -0.143 [-0.261, -0.026]$; $p = 0.020$). Model také poukazuje na fakt, že vyšší hodnoty vertikálního výskoku snižují čas pohybu pod palbou. Toto zjištění je v souladu s tvrzením Treloara a kol. (2011), který poukazuje na silnou pozitivní korelaci mezi silou dolních končetin a výkonem při sprintu jak bez zátěže, tak se zátěží. Tento fakt dále rozvíjí i Hauschild a kol. (2017), kteří uvádí, že vztah mezi sprinty trvající do 30 vteřin a silou dolních končetin je významný. Kraemer a Szivak (2012) a Nindl a kol. (2013) upozorňují na významný pozitivní vztah mezi silovou vytrvalostí a výkonem ve sprintech, což se v tomto modelu v rámci našich prediktorů nepotvrdilo. Je však důležité brát v potaz absenci testů silových schopností se zaměřením na vytrvalostní schopnosti dolních končetin. Druhým prediktorem, který se přiblížil hladině statistické

významnosti ($p = 0.05$), je ruční dynamometrie pravé ruky ($\beta = 0.110 [-0.004, 0.225]$; $p = 0.057$). Z modelu je patrné, že zvýšením síly stisku pravé ruky se prodlužuje čas u testu pohybu pod palbou. V tomto případě je vhodné zohlednit konfidenční interval $[-0.004, 0.225]$, který u tohoto prediktoru obsahuje nulu a naznačuje nemožnost zamítnutí nulové hypotézy a s tím i spojenou statistickou nevýznamnost. (Wooldridge, 2013).

6.2 Komparace druhého modelu s teoretickými východisky

Úkoly spojené s ruční manipulací, při které je voják nucen manipulovat s materiálem, je klasifikace činností, která je v rámci vojenské služby všudypřítomná (Carstairs a kol., 2018; Lester a kol., 2010). Bylo identifikováno 583 fyzicky náročných úkolů v 57 kategoriích zaměstnání v rámci australské armády, z nichž 458 (přibližně 79 %) bylo klasifikováno jako úkoly spojené s ruční manipulací s materiálem (Carstairs a kol., 2018). Úkoly spojené s ruční manipulací mohou mít podle Savage a kol. (2014) diskrétní (jednotlivé), kontinuální nebo opakující se povahu. Druhý model v sobě zahrnoval kontinuální úkol manipulace s materiálem, kdy jsou vojáci nuceni přenášet zátěž či vybavení, přičemž zde byly využity dva kanystry naplněné vodou (Knapik a kol., 2004). Druhý model prokázal, že 49,4 % variability v cílové proměnné lze vysvětlit pomocí nezávislých proměnných ($R^2 = 0.494$). Upravené R^2 (0.291) naznačuje přebytek nezávislých proměnných, které model zatěžují. Model obsahuje dva statisticky významné prediktory, což je odhod medicinbalu ($\beta = 0.478 [0.152, 0.161]$; $p = 0.005$) a vertikální výskok ($\beta = -3.462 [-6,595, -0.328]$; $p = 0.032$). Odhod medicinbalu měl na přenášení kanystrů pozitivní efekt a vertikální výskok naopak efekt negativní. Pozitivní vztah přenášení kanystrů a odhodu medicinbalu může být odůvodněn tím, že odhod medicinbalu je testem síly horní poloviny těla, která je pro přenášení kanystrů stěžejní. Tuto skutečnost dokládá i Sterczala a kol. (2023), který poukazuje na důležitost síly horní části těla pro výkonnost při kontinuálním přenášení kanystrů s vodou. Negativní vliv vertikálního výskoku na přenášení kanystrů může být spojován s více rozvíjenou explozivní a maximální silou dolních končetin na úkor silové vytrvalosti dolních končetin. Tento fakt může být kontraproduktivní u úkolů spojených s delší kardiovaskulární zátěží. Dalším z možných odůvodnění negativního vlivu vertikálního výskoku na přenášení kanystrů může být přičítán možnému vzniku falešné pozitivivity. Falešná pozitivita může nastat důsledkem malé velikosti vzorku a následně zkreslovat výsledky modelů a chybně identifikuje prediktory jako statisticky významné. (Smith a

Jones, 2019). Rayson a kol. (2000) dále zdůrazňuje význam síly stisku ruky při přenášení zátěže, což náš model také nepotvrdil.

6.3 Komparace třetího modelu s teoretickými východisky

Dalším typickým vojenským úkolem v rámci manipulace s materiálem je opakované zvedání a přenášení zátěže, což je úkol opakujícího se cyklického charakteru (Savage a kol., 2014). Tento konkrétní test simuluje přenášení materiálu společně s jeho manipulací a následným zvedáním materiálu na korbu vojenského nákladního auta (Carstairs a kol., 2018; Lester a kol., 2010). Třetí model naznačuje, že pouze 34,3 % variability v opakovaném zvedání a přenášení zátěže lze vysvětlit pomocí zahrnutých nezávislých proměnných ($R^2 = 0.343$), přičemž upravené R^2 (0.081) poukazuje na přebytek nezávislých proměnných, které nedisponují přiměřeným vysvětlovacím potenciálem v kontextu tohoto modelu. Náš model tedy nepotvrdil tvrzení Raysona a kol. (2000), kteří uvádí, že existuje pozitivní vztah mezi svalovou hmotou a výkonem v opakovaném zvedání zátěže. Model také odporuje Hauschildovi a kol. (2017), kteří uvádí, že korelace mezi výsledky testů na explozivní sílu dolních končetin a úkoly zahrnujícími opakované zvedání a shazování břemene byla velmi silná. Hauschild a kol. (2017) také uvádí, že korelace mezi svalovou vytrvalostí horní části těla a výkonem v tomto testu byla významná. Tuto myšlenku rozvíjí i Rayson a kol. (2000), Kraemer a Szivak (2012) a Nindl a kol. (2013), kteří uvádí silný vztah mezi svalovou vytrvalostí a úkoly spojenými s opakovaným zvedáním a přenášením zátěže. Třetí model však ani jedno z uvedených tvrzení nepotvrdil. Naopak zamítá významný vztah mezi silovými schopnostmi se svalovou hmotou a výkonem v testu opakovaného zvedání a přenášení zátěže.

6.4 Komparace čtvrtého modelu s teoretickými východisky

Během bojových operací se vojenský personál může setkat se situacemi, které vyžadují evakuaci zraněných spolubojovníků. Tento úkol klade vysoké požadavky na kondici a neuromuskulární systém (Larsson a kol., 2020). Evakuace zraněného může zahrnovat samostatné nebo kombinované činnosti včetně přenášení, zvedání a vlečení. (Vaara a kol., 2022). Přestože čtvrtý regresní model vysvětluje téměř polovinu variability v tažení raněného ($R^2 = 0.454$), hodnota upraveného R^2 (0.235) naznačuje, že model je zatížený nadbytečnými proměnnými. Z analyzovaných proměnných se žádná

neprokázala v rámci tohoto modelu jako statisticky významná ($p > 0.05$). Tento fakt zamítá první hypotézu (H1), která konstatuje, že existuje statisticky významný pozitivní vztah ($p < 0,05$) mezi explozivní silou dolních končetin měřenou vertikálním výskokem a výkonem ve vojensko-specifickém testu tažení raněného. Tento závěr je v rozporu s tvrzením Michaelidese a kol. (2011), kteří zdůrazňují důležitost síly dolních končetin a uvádí silnou pozitivní korelaci mezi tažením figuríny (82 kg) a vertikálním výskokem. Toto tvrzení rozvádí i Angeltveit a kol. (2016), kteří uvádí silný vztah mezi svalovou hmotou, silou dolních končetin a tažením raněného. S hodnotami čtvrtého modelu také nesouhlasí Rhea a kol. (2004) a Arvey a kol. (1992), kteří dokládají, že maximální síla a svalová vytrvalost, včetně síly stisku ruky, jsou důležitými prediktory při výkonu během evakuace zraněných. Tento model také zamítá druhou hypotézu (H2), která konstatuje, že existuje statisticky významný pozitivní vztah ($p < 0,05$) mezi maximální silou měřenou testem mrtvý tah a výkonem ve vojensko-specifickém testu tažení raněného. Tato hypotéza vychází z tvrzení Posera a kol. (2019), kteří poukazují na významný vztah mezi maximální silou měřenou modifikovaným mrtvým tahem, svalovou hmotou a výkonem v tažení raněného. Ani jedno z uvedených tvrzení nebylo naším modelem potvrzeno.

6.5 Komparace pátého modelu s teoretickými východisky

Dalším vybraným testem je maximální zdvih, který reflektuje vojenské úkoly spadající do kategorie manipulace s materiálem, přičemž tento úkol má diskrétní (jednotlivý) charakter (Savage a kol., 2014) a simuluje situaci, kdy je voják nucen zvednout svůj osobní materiál na korbu vojenského nákladního auta nebo přes překážku. Osobní materiál může běžně dosahovat od 10 do 60 kg a v určitých situacích i více (Dean a Dupont, 2004). Hodnota R^2 (0.712) pátého modelu prokázala, že 71,2 % variability v testu maximálního zdvihu lze vysvětlit pomocí vybraných prediktorů. Hodnota koeficientu upraveného R^2 (0.596) rovněž podporuje fakt o robustnosti a efektivitě modelu. Z toho lze vyvodit významný silový charakter tohoto testu, což dokládají i Vaara a kol. (2022), kteří uvádí, že nejdůležitějším determinantem fyzické kondice při manipulaci s externí zátěží je právě svalová síla, zvláště při manipulaci se stále se zvyšující hmotností vojenského materiálu. Z analyzovaných nezávislých proměnných se pro tento model prokázal jako statisticky významná proměnná pouze odhod medicinbalu ($\beta = 0.112$ [0.043, 0.182]; $p = 0.003$), přičemž lepší výkon v hodu medicinbalem pozitivně ovlivňuje maximální zvednutou hmotnost maximálního zdvihu.

Tento fakt zamítá třetí hypotézu (H3), která konstatuje, že existuje statisticky významný pozitivní vztah ($p < 0,05$) mezi procentuálním zastoupením tělesné svalové hmoty probandů a výkonem ve vojensko-specifickém testu maximálního zdvihu. Tato hypotéza vychází z výsledků Hydrena a kol. (2017), kteří ve své metaanalýze dospěli k závěru, že svalová hmota je předpovídajícím faktorem maximálního zdvihu, který vysvětluje 69 % rozptylu tohoto testu. Toto tvrzení podporují i Rayson a kol. (2000), kteří popisují tělesnou hmotu bez tukové tkáně jako nejlepší prediktor maximálního zdvihu. Hydren a kol. (2017) dále podotýkají, že měření silové vytrvalosti má tendenci být nejméně prediktivní ze všech měření, která vyžadují, aby subjekt vyvinul fyzickou sílu. Hauschilda a kol. (2017) dále poukazují na pozitivní vztah mezi zvedáním zátěže a silou dolních končetin. Dalším významným prediktorem při zvedání zátěže se podle Raysona a kol. (2000) se ukázala být síla stisku ruky. Samostatně byla jako významný prediktor při vytváření tohoto modelu určena také výška probandů, ta však nebyla do našich modelů zahrnuta kvůli nemožnosti ovlivnění této proměnné fyzickým tréninkem.

6.6 Komparace šestého modelu s teoretickými východisky

Déletrvající úkoly jsou spjaty s vojenskými povinnostmi (Pihlainen a kol., 2021) zejména v kontextu hlídkování v různorodých terénních podmínkách (Hendrickson a kol., 2010; Knapik a kol., 2004). Vysvětlovaná proměnná šestého modelu reflektuje zrychlený přesun se zátěží v co nejkratším čase (British Army, 2024). Hodnota R^2 (0.409) vykazuje, že přibližně 40,9 % variability výsledků v pochodu se zátěží je vysvětleno tímto modelem. Koeficient determinace upraveného R^2 (0.173) značí, že při zohlednění počtu prediktorů se vysvětlující schopnost modelu značně snížila. Z analyzovaných nezávislých proměnných se žádná neprokázala jako statisticky významná ($p > 0.05$), což zamítá čtvrtou hypotézu (H4), která konstatuje, že existuje statisticky významný pozitivní vztah ($p < 0,05$) mezi procentuálním zastoupením tělesné svalové hmoty probandů a výkonem ve vojensko-specifickém testu pochodu se zátěží. Avšak svalová hmota ($\beta = -15.284 [-32.803, 2.236]$; $p = 0.084$) a vertikální výskok ($\beta = 8.026 [-0.519, 16.570]$; $p = 0.064$) se statistické hladině významnosti přiblížily. Čtvrtá hypotéza vychází z tvrzení Raysona a kol. (2000) kteří společně s Terha a kol. (2018) prokazují pozitivní vztah mezi tělesnou hmotností, svalovou hmotou a pochodem se zátěží. S tím souhlasí i Fallowfield a kol. (2012), kteří pozitivní vztah mezi svalovou hmotou a pochodem se zátěží vysvětlují efektem, že lehčí jedinci zažívají vyšší kardiovaskulární zátěž a větší

pokles neuromuskulárních funkcí při nošení zátěže ve srovnání s jedinci kteří mají větší procento svalové hmoty. Negativnímu vlivu vertikálního výskoku naopak rozporují Hauschild a kol. (2017), kteří zdůrazňují význam síly dolních končetin zahrnující chůzi, běh, lezení a zvedání, přičemž dále uvádí, že pochod se zátěží silně závisí na síle dolních končetin. U negativního vlivu vertikálního výskoku na pochod se zátěží je opět vhodné brát v potaz konfidenční interval tohoto prediktoru $[-0.519, 16.570]$, který prochází nulou a naznačuje nemožnost zamítnutí nulové hypotézy a s tím i spojenou statistickou nevýznamnost (Wooldridge, 2013).

6.7 Komparace všech šesti modelů s teoretickými východisky

Celkové hodnocení všech šesti regresních modelů ukazuje na fakt, že silové schopnosti hrají významnou roli při plnění různorodých vojenských úkolů. Modely prokazují silnější vztah mezi silovými schopnostmi, svalovou hmotou a vojenskými úkoly krátkodobého, explozivního charakteru (viz první model – pohyb pod palbou) a úkoly, kdy se zátěž pohybuje okolo 1RM probandů u daného testu (viz pátý model – maximální zdvih). Robustnost a prediktivní schopnost těchto dvou modelů dokazují kromě analyzovaných koeficientů i provedené testy předpokladů lineární regrese.

Jako nejvýznamnější prediktor se ukázal být odhod medicinbalu, což může evokovat důležitost explozivní síly a s ní spojenou maximální sílu horní poloviny těla. Dále se jako významný prediktor prokázal vertikální výskok, který měl v rámci prvního modelu pozitivní determinující efekt na pohyb pod palbou a v rámci druhého modelu (přenášení kanystrů) a šestého modelu (pochod se zátěží) negativně ovlivňoval závislé proměnné. Stejného negativního vlivu dosáhla i dynamometrie pravé ruky na pohyb pod palbou. Dynamometrie pravé ruky však nedosáhla statistické významnosti ($p = 0.057$) a konfidenční interval tohoto prediktoru obsahuje nulu $[-0.004, 0.225]$. Jako téměř významný pozitivní prediktor se prokázala svalová hmota ($\beta = -15.284 [-32.803, 2.236]$; $p = 0.084$) v šestém modelu (pochod se zátěží), což Fallowfield a kol. (2012) odůvodňují tvrzením, že větší hmotnost svalové hmoty je spojena s nižší kardiovaskulární zátěží. Tyto zjištění odpovídají na vztyčenou výzkumnou otázku, která zní: Jaké jsou nejvýznamnější prediktory v rámci silových schopností a tělesného složení v kontextu vojensko-specifického výkonu? Nejvýznamnějšími prediktory napříč všemi šesti modely se ukázaly být: odhod medicinbalu, vertikální výskok, svalová hmota a dynamometrie pravé ruky. Avšak statistické významné se prokázaly být pouze odhod medicinbalu

a vertikální výskok. Z tohoto závěru lze vyvodit, že explozivní síla dolní a horní poloviny těla, měřená odhodem medicinbalu a vertikálním výskokem se napříč všemi šesti modely prokázala jako nejvýznamnější determinant pro náročné vojenské úkoly, kterým je vojenský personál vystavován.

Zatímco některé teoretické podklady byly našimi modely potvrzeny (Treloar a kol., 2011; Sterczala a kol., 2023; Vaar a kol., 2022; Rayson a kol., 2000; Terh a kol., 2018; Fallowfield a kol., 2012; Hauschild a kol., 2017), jiná teoretická východiska našim modelům rozporují (Kraemer a Szivak, 2012; Nindl a kol., 2013; Rayson a kol., 2000; Hauschild a kol., 2017; Rhea a kol., 2004; Arvey a kol., 1992; Angeltveit a kol., 2016; Michaelides a kol., 2011; Poser a kol., 2019; Hydren a kol., 2017).

Faktem však zůstává, že silové schopnosti sehrávají svůj nezastupitelný význam napříč vojenskými úkoly, což potvrzují některé z našich modelů i teoretická východiska. Komplexnost a množství faktorů, které ovlivňují výkon vojáků během plnění vojenských výkonů, komplikují získání jednostranných závěrů a je zapotřebí dalších výzkumů k většímu objasnění vztahu mezi silovými schopnostmi, tělesným složením a výkonem při plnění bojových úkolů.

6.8 Limity diplomové práce

Klíčovou limitací této diplomové práce je nedostatečný výzkumný vzorek, který může značně zkreslovat výsledné hodnoty a oslabovat predikční schopnost modelů. Z toho vyplývá, že pro větší zpřesnění výsledků a jejich následnou generalizaci je zapotřebí rozšíření výzkumného vzorku. Další významnou limitací je relativní složitost a komplexnost modelů, která koresponduje s první zmíněnou limitací. Mezi limitace můžeme rovněž zařadit možné rozdíly v technice u některých testů (viz Tažení raněného a Maximální zdvih), kdy využitá technika mohla značně ovlivnit výsledky těchto testů. Výzkum dále mohly ovlivnit různé kovariáty (strava, spánek, psychické rozpoložení) a nebo vnější vlivy, které mohly být do výzkumu zaneseny.

7 ZÁVĚR

Tato diplomová práce zkoumala vztah mezi silovými schopnostmi, tělesným složením a výkonem během vojensko-specifických testů reflektujících typické úkoly operačního prostředí. Tento vztah byl zkoumán pomocí šesti modelů mnohonásobné lineární regrese, přičemž jako nezávislé proměnné byly zvoleny vybrané druhy silových schopností a procentuální zastoupení svalové hmoty probandů. Jako závislá proměnná byl pro každý model zvolen jeden z šesti vojensko-specifických testů. Tyto testy simulovali typické kategorie fyzických vojenských úkolů rozebíraných v teoretické části této diplomové práce. Tyto kategorie byly následující: úkoly spojené s manipulací s materiálem, vysokointenzivní úkoly, déletrvající úkoly.

Z analýzy literární rešerše a šesti navržených regresních modelů využitých v této diplomové práci je patrné, že silové schopnosti a svalová hmota mají významný determinující vztah v rámci vojenských úkolů, přičemž výsledná data modelů prokázala, že silnější predikční význam mají silové schopnosti a svalová hmota spíše pro úkoly krátkodobého a explozivního charakteru a pro úkoly, kde se zátěž přibližuje 1RM. Významnými prediktory napříč všemi šesti modely se ukázaly být: odhod medicinbalu, vertikální výskok, svalová hmota a dynamometrie pravé ruky. Avšak statisticky významné se prokázaly být pouze odhod medicinbalu a vertikální výskok. Tento fakt nám prokazuje, že explozivní síla horní i dolní poloviny těla, se ukázala být jako nejvýznamnější determinant vojenské výkonnosti během plnění specifických úkolů napříč všemi šesti modely.

Výsledky této diplomové práce mohou být využity do praktické implementace vojenských fyzických přezkoušení, či v rámci reorganizace a inovace nových tréninkových postupů v rámci armádního prostředí. Zvláště velkého významu by výsledky této diplomové práce mohly nabývat při aplikaci zjištěných poznatků do tělesné přípravy vojenských specialistů, kteří jsou připravováni do zahraničních operací.

Kvůli limitacím této diplomové práce musejí být výsledky interpretovány s opatrností, avšak navzdory těmto omezením nám tato práce poskytuje informace o významu konkrétních druhů silových schopností a svalové hmoty během plnění

náročných vojenských úkolů a dává možnost budoucímu výzkumu rozšířit uvedená zjištění a přispět tak k rozsáhlejšímu a cílenějšímu objasnění této problematiky.

Seznam literatury

1. Angeltveit, A., Paulsen, G., Solberg, P. A., & Raastad, T. (2016). Validity, reliability, and performance determinants of a new job-specific anaerobic work capacity test for the Norwegian navy special operations command. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 487–496.
2. Arvey, R. D., Landon, T. E., Nutting, S. M., & Maxwell, S. E. (1992). Development of physical ability tests for police officers: A construct validation approach. *Journal of Applied Psychology*, 77(6), 996–1009. Dostupné z: <http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA227007>.
3. Bigland-Ritchie, B. (1981). EMG/force relations and fatigue of human voluntary contractions. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 9, 75–117.
4. Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377–381.
5. Borg, G. (1998). Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign, IL: Human Kinetics.
6. Boyle, M. (2003). *Functional training for sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.
7. British Army. (2024). Dostupné z <http://www.army.mod.uk>.
8. Burley, S. D., Drain, J. R., Sampson, J. A., Nindl, B. C., & Groeller, H. (2020). Effect of a novel low volume, high intensity concurrent training regimen on recruit fitness and resilience. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(10), 979–984. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.03.005>
9. Canva. (2024). *Canva: Graphic design & video editor*. Dostupné 28 Ledna, 2024, z <https://www.canva.com>
10. Carlson, M. J., & Jaenen, S. P. (2012). The development of a pre-selection physical fitness training program for Canadian special operations regiment applicants. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(Suppl 2), S2–S14.
11. Carstairs, G. L., Ham, D. J., Savage, R. J., Best, S. A., Beck, B., & Billing, D. C. (2018). A method for developing organisation-wide manual handling based physical employment standards in a military context. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(11), 1162–1167.

12. Carstairs, G. L., Ham, D. J., Savage, R. J., Best, S. A., Beck, B., & Doyle, T. A. (2016). A Box Lift and Place Assessment is related to performance of several military manual handling tasks. *Military Medicine*, 181(3), 258–264.
13. Castellani, J. W., Stulz, D. A., Degroot, D. W., Blanchard, L. A., Cadarette, B. S., Nindl, B. C., & Montain, S. J. (2003). Eighty-four hours of sustained operations alter thermoregulation during cold exposure. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(1), 175–181.
14. Coge, M., Neiva, H. P., Pereira, A., Faíl, L., Ribeiro, B., & Esteves, D. (2024). Effects of 34 weeks of military service on body composition and physical fitness in military cadets of Angola. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 9(3), 111. <https://doi.org/10.3390/jfmk9030111>
15. Conkright, W. R., Beckner, M. E., Sinnott, A. M., Eagle, S. R., Martin, B. J., Lagoy, A. D., Proessl, F., Lovalekar, M., Doyle, T. L. A., Agostinelli, P., Sekel, N. M., Flanagan, S. D., Germain, A., Connaboy, C., & Nindl, B. C. (2021). Neuromuscular performance and hormonal responses to military operational stress in men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(5), 1296–1305. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004013>
16. Cook, R. D., & Weisberg, S. (1982). *Residuals and influence in regression*. New York: Chapman and Hall.
17. Courtright, S. H., McCormick, B. W., Postlethwaite, B. E., et al. (2013). A meta-analysis of sex differences in physical ability: Revised estimates and strategies for reducing differences in selection contexts. *Journal of Applied Psychology*, 98(4), 623–641.
18. Crawford, K., Fleishman, K., Abt, J. P., Sell, T. C., Lovalekar, M., Nagai, T., Deluzio, J., Rowe, R. S., McGrail, M. A., & Lephart, S. M. (2011). Less body fat improves physical and physiological performance in army soldiers. *Military Medicine*, 176(1), 35-43. <https://doi.org/10.7205/milmed-d-10-00003>
19. Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage Publications.
20. Crowley, S. K., Wilkinson, L. L., Wigfall, L. T., et al. (2015). Physical fitness and depressive symptoms during army basic combat training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(1), 151–158.
21. Current, A. (2021). *Silový trénink z pohledu anatomie: Pochopte fungování těla pro lepší a účinnější cvičení* (M. Schubertová, Trans.). Praha: Euromedia Group.

22. Čelíkovský, S. (1990). Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu: celostátní vysokoškolská učebnice pro posluchače fakult tělesné výchovy a sportu (3. vydání). Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
23. Česká republika. (1999). Zákon č. 219/1999 Sb., o ozbrojených silách České republiky. Sbírka zákonů České republiky.
24. Česká republika. (1999). Zákon č. 221/1999 Sb., o vojácích z povolání. Sbírka zákonů České republiky.
25. Čihák, R. (2016). Anatomie (3. vydání). Praha: Grada.
26. Dean, C., & Dupont, F. (2004). The modern warrior's combat load: Dismounted operations in Afghanistan. Natick, MA: US Army.
27. Dovalil, J. (2009). Výkon a trénink ve sportu (3. vydání). Praha: Olympia.
28. Drain, J., Billing, D., Neesham-Smith, D., & Aisbett, B. (2016). Predicting physiological capacity of human load carriage: A review. *Applied Ergonomics*, 52, 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.07.003>
29. Dubik, J. M., & Fullerton, T. D. (1987). Soldier overloading in Grenada. *Military Review*, 67, 38-47.
30. Dziados, J. E., Damokosh, P. A. I., Mello, R. P., Vogel, J. A., & Farmer, K. L. (1987). Physiological determinants of load-bearing capacity (Report No. T19-87). Natick, MA: US Army Research Institute of Environmental Medicine. Dostupné z: <http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA184977>.
31. Fallowfield, J. L., Blacker, S. D., Willems, M. E., Davey, T., & Layden, J. (2012). Neuromuscular and cardiovascular responses of royal marine recruits to load carriage in the field. *Applied Ergonomics*, 43(6), 1131–1137.
32. Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage Publications.
33. Foulis, S. A., Sharp, M. A., Redmond, J. E., et al. (2017). U.S. Army physical demands study: Development of the occupational physical assessment test for combat arms soldiers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(Suppl 4), S74–S78.
34. Fox, J. (2015). *Applied regression analysis and generalized linear models*. Sage Publications.
35. Fox, J., Weisberg, S., Price, B., Adler, D., Bates, D., Baud-Bovy, G., Bolker, B., Ellison, S., Firth, D., Friendly, M., Gorjanc, G., Graves, S., Heiberger, R., Krivitsky, P., Laboissiere, R., Maechler, M., Monette, G., Murdoch, D., Nilsson, H., ... R-Core. (2022).

- car: Companion to Applied Regression (3.1-1) [Software]. Dostupné z <https://CRAN.R-project.org/package=car>
36. Friedl, K. E., Knapik, J. J., Hakkinen, K., et al. (2015). Perspectives on aerobic and strength influences on military physical readiness: Report of an international military physiology roundtable. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(Suppl. 11), S10–S23.
 37. Frost, J. (2019). *Regression analysis: An intuitive guide for using and interpreting linear models*. Statistics By Jim Publishing.
 38. Gharbi, Z., Dardouri, W., Haj-Sassi, R., Chamari, K., & Souissi, N. (2015). Aerobic and anaerobic determinants of repeated sprint ability in team sports athletes. *Biology of Sport*, 32(3), 207–212. <https://doi.org/10.5604/20831862.1150302>
 39. Godhe, M., Helge, T., Mattsson, C. M., Ekblom, Ö., & Ekblom, B. (2020). Physiological factors of importance for load carriage in experienced and inexperienced men and women. *Military Medicine*, 185(7-8), E1168–E1174. <https://doi.org/10.1093/milmed/usaa050>
 40. Gujarati, D. N. (2003). *Basic econometrics* (4. vydání). McGraw-Hill.
 41. GymAware. (2024). *GymAware - The leading technology in performance measurement*. Dostupné z <https://www.gymaware.com/>
 42. Haahr, M. (2024). *RANDOM.ORG - True random number service*. Dostupné z <https://www.random.org/>
 43. Hackney, A. C., Ketteler, D. L., Coyne, J. T., & Hodgdon, J. A. (1992). Military operations at moderate altitude: Effects on physical performance. *Military Medicine*, 157(12), 625-629. <https://doi.org/10.1093/milmed/157.12.625>
 44. Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis*. Cengage Learning.
 45. Hamill, J., Knutzen, K. M., & Derrick, T. R. (2009). *Biomechanical basis of human movement* (4 vydání). Wolters Kluwer. ISBN 978-1-4511-7730-5
 46. Hanumantha, S., Kamath, A., & Shastry, R. (2021). Diurnal variation in visual simple reaction time between and within genders in young adults: An exploratory, comparative, pilot study. *The Scientific World Journal*, Article ID 6695532. <https://doi.org/10.1155/2021/6695532>
 47. Harman, E. A., Gutekunst, D. J., Frykman, P. N., Nindl, B. C., Alemany, J. A., Mello, R. P., & Sharp, M. A. (2008). Effects of two different eight-week training programs on

- military physical performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 524–534.
48. Hauschild, V. D., DeGroot, D. W., Hall, S. M., Grier, T. L., Deaver, K. D., Hauret, K. G., & Jones, B. H. (2017). Fitness tests and occupational tasks of military interest: A systematic review of correlations. *Occupational and Environmental Medicine*, 74(2), 144–153. <https://doi.org/10.1136/oemed-2016-103684>
49. Havel, Z., & Hnízdil, J. (2009). *Rozvoj a diagnostika silových schopností. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem. ISBN 978-80-7414-189-8*
50. Hawkin Dynamics. (2024). *Hawkin Dynamics software. Dostupné z <https://www.hawkindynamics.com/>*
51. Headquarters Department of the Army. (2020). *FM 7-22: Holistic Health and Fitness. Washington D.C: Headquarters Department of the Army. Dostupné z https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/ARN30714-FM_7-22-000-WEB-1.pdf*
52. Hendl, J. (2008). *Kvalitativní výzkum: Základní teorie, metody a aplikace (2nd ed.). Praha: Portál. ISBN 978-80-7367-485-4*
53. Hendl, J. (2016). *Kvalitativní výzkum: Základní metody a aplikace. Portál.*
54. Hendrickson, N. R., Sharp, M. A., Alemany, J. A., Walker, L. A., Harman, E. A., Spiering, B. A., Hatfield, D. L., Yamamoto, L. M., Maresh, C. M., Kraemer, W. J., & Nindl, B. C. (2010). Combined resistance and endurance training improves physical capacity and performance on tactical occupational tasks. *European Journal of Applied Physiology*, 109(6), 1197–1208.
55. Henning, P. C., Park, B. S., & Kim, J. S. (2011). Physiological decrements during sustained military operational stress. *Military Medicine*, 176(9), 991–997.
56. Herman, S. L., & Smith, D. T. (2008). Four-week dynamic stretching warm-up intervention elicits longer-term performance benefits. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1286–1297. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318173da50>
57. Hudák, R., & Kachlík, D. (2021). *Memorix anatomie (5. vydání). Praha: Triton. ISBN 978-80-7553-873-4*
58. Hydren, J. R., Borges, A. S., & Sharp, M. (2017). Systematic review and meta-analysis of predictors of military task performance: Maximal lifting capacity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 1142–1164.

59. Chassé, E., Tingelstad, H. C., Needham-Beck, S. C., & Reilly, T. (2019). Factors affecting performance on an army urban operation casualty evacuation for male and female soldiers. *Military Medicine*. <https://doi.org/10.1093/milmed/usz075>
60. Chatfield, C. (2003). *The analysis of time series: An introduction* (6. vydání). Chapman and Hall/CRC.
61. Jamnik, V., Gumienak, R., & Gledhill, N. (2012). Developing legally defensible physiological employment standards for prominent physically demanding public safety occupations: A Canadian perspective. *European Journal of Applied Physiology*, 113, 2447–2457.
62. Jarkovská, H., & Jarkovská, M. (2005). *Posilování: s vlastním tělem 417krát jinak*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-0861-4.
63. Jarkovská, H., & Jarkovská, M. (2009). *Posilování s náčiním: 306krát jinak*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2535-2.
64. Jebavý, R. (2017). *Rozvoj silových schopností na nestabilních plochách*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-3665-8.
65. Karas, V., Otáhal, S., & Sušanka, P. (1990). *Biomechanika tělesných cvičení: Vysokošk. učebnice pro posl. Fak. tělesné výchovy a sportu Univ. Karlovy v Praze a pro pedagog. fak. vys. škol v ČR pro učitelství 5.-12. roč. aprobační předmět tělesná výchova*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. ISBN 8004205542.
66. Kittnar, O. (2020). *Lékařská fyziologie* (2nd ed.). Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-1963-4.
67. Knapik, J. J., & East, W. B. (2014). History of the United States army physical fitness and physical readiness testing. *US Army Medical Department Journal*, 5–19.
68. Knapik, J. J., Harper, W., & Crowell, H. P. (1999). Physiological factors in stretcher carriage performance. *European Journal of Applied Physiology*, 79, 409–413.
69. Knapik, J. J., Reynolds, K. L., & Harman, E. (2004). Soldier load carriage: Historical, physiological, biomechanical, and medical aspects. *Military Medicine*, 169(1), 45–56. <https://doi.org/10.7205/MILMED.169.1.45>
70. Knapik, J., Staab, J., Bahrke, M., et al. (1990). Relationship of soldier load carriage to physiological factors, military experience and mood states. Natick, MA: US Army Research Institute of Environmental Medicine. Report No. T17.
71. Kraemer, W. J., & Szivak, T. K. (2012). Strength training for the warfighter. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(Suppl 2), S107-S118.

72. Kraemer, W. J., Mazzetti, S. A., Nindl, B. C., Gotshalk, L. A., Volek, J. S., Bush, J. A., Marx, J. O., Dohi, K., Gomez, A. L., Miles, M., Fleck, S. J., Newton, R. U., & Hakkinen, K. (2001). Effect of resistance training on women's strength/power and occupational performances. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6), 1011–1025.
73. Kraemer, W. J., Vescovi, J. D., Volek, J. S., et al. (2004). Effects of concurrent resistance and aerobic training on loadbearing performance and the Army physical fitness test. *Military Medicine*, 169(12), 994-999.
74. Kusano, M. A., Vanderburgh, P. M., & Bishop, P. (1997). Impact of body size on women's military obstacle course performance. *Biomedical Sciences Instrumentation*, 34, 357-362. PMID: 9603066.
75. Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J., & Li, W. (2005). *Applied linear statistical models* (5 vydání.). McGraw-Hill/Irwin.
76. Kyröläinen, H., & Nindl, B. C. (2012). Preface. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(Suppl 2). <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825d8297>
77. Kyröläinen, H., Pihlainen, K., Vaara, J. P., Ojanen, T., & Santtila, M. (2018). Optimising training adaptations and performance in military environment. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(11), 1131–1138. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.11.019>
78. Laing Treloar, A. K., & Billing, D. C. (2011). Effect of load carriage on performance of an explosive, anaerobic military task. *Military Medicine*, 176(9), 1027-1031. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-11-00017>
79. Larsson, J., Dencker, M., Olsson, M. C., & Bremander, A. (2020). Development and application of a questionnaire to self-rate physical work demands for ground combat soldiers. *Applied Ergonomics*, 83, 103002. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.103002>
80. Lašák, P., Pavlík, V., Fajfrová, J., et al. (2018). Pravidelná pohybová aktivita v Armádě České republiky. *Military Medical Science Letters*, 87(3), 126-133. ISSN 0372-7025.
81. Lehnert, M. (2010). *Trénink kondice ve sportu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2614-3.
82. Lehnert, M., Botek, M., Sigmund, M., & Smékal, D. (2014). *Kondiční trénink*. Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4369-0.
83. Lester, M. E., Knapik, J. J., Catrambone, D., Antczak, A., Sharp, M. A., Burrell, L., & Darakjy, S. (2010). Effect of a 13-month deployment to Iraq on physical fitness and body composition. *Military Medicine*, 175(6), 417–423.

84. Lester, M. E., Sharp, M. A., Werling, W. C., Walker, L. A., Cohen, B. S., & Ruediger, T. M. (2014). Effect of specific short-term physical training on fitness measures in conditioned men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(3), 679–688.
85. Li, M., Yao, W., & Sundahl, C. (2018). Motor unit number estimate and isometric hand grip strength in military veterans with or without muscular complaints: Reference values for longitudinal follow-up. *Military Medicine*, 183(9-10), e399-e404. <https://doi.org/10.1093/milmed/usy025>
86. Máček, M., & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-695-3.
87. Maestroni, L., Read, P., Bishop, C., & Turner, A. (2020). Strength and power training in rehabilitation: Underpinning principles and practical strategies to return athletes to high performance. *Sports Medicine*, 50(2), 239-252. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01195-6>
88. Mala, J., Szivak, T. K., Flanagan, S. D., Comstock, B. A., Laferrier, J. Z., Maresh, C. M., & Kraemer, W. J. (2015). The role of strength and power during performance of high intensity military tasks under heavy load carriage. *US Army Medical Department Journal*, Apr-Jun, 3-11. PMID: 26101902.
89. Martin, P. E., & Nelson, R. C. (1985). The effect of carried loads on the combative movement performance of men and women. *Military Medicine*, 150(7), 357-362.
90. Maze, R., & Cavallaro, G. (2016). Battling bureaucracy: The way forward requires modernizing the modernization process. *Army Magazine*, 68, 36–38.
91. McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2005). *Essentials of exercise physiology* (3. vydání). Lippincott Williams & Wilkins.
92. McMillan, B. (2009). *Velký ilustrovaný atlas lidského těla*. Praha: Svojtka & Co. ISBN 978-80-256-0152-5
93. Měkota, K., & Novosad, J. (2005). *Motorické schopnosti*. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 802440981X
94. Mello, R. P., Damokosh, A. I., Reynolds, K. L., Witt, C. E., & Vogel, J. A. (1988). The physiological determinants of load bearing performance at different march distances. Natick, MA: US Army Research Institute of Environmental Medicine. Report No. T15-88. Dostupné z: <http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA197733>.

95. Microsoft Corporation. (2022). Microsoft Excel (Verze 16.0) [Computer software]. Microsoft Office. <https://office.microsoft.com/excel>
96. Michaelides, M. A., Parpa, K. M., Henry, L. J., Thompson, G. B., & Brown, B. S. (2011). Assessment of physical fitness aspects and their relationship to firefighters' job abilities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 956–965.
97. Ministerstvo obrany České republiky. (2024). Armáda České republiky. Dostupné z <https://www.army.cz>
98. Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2012). *Introduction to linear regression analysis*. John Wiley & Sons.
99. Mourek, J. (2012). *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů (2. vydání)*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3918-2
100. Muddle, T. W. D., Colquhoun, R. J., Magrini, M. A., Luera, M. J., DeFreitas, J. M., & Jenkins, N. D. M. (2018). Effects of fatiguing, submaximal high-versus low-torque isometric exercise on motor unit recruitment and firing behavior. *Physiological Reports*, 6, e13675. <https://doi.org/10.14814/phy2.13675>
101. Nikolaidis, P. T., Papaioannou, K.-G., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). Exercise testing of muscle strength in military. *Military Medicine*, 184(9-10), e426–e430. <https://doi.org/10.1093/milmed/usz152>
102. Nindl, B. C. (2015). Physical training strategies for military women's performance optimization in combat-centric occupations. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(Suppl 11), S101–S106.
103. Nindl, B. C., Billing, D. C., Drain, J. R., Beckner, M. E., Greeves, J., Groeller, H., Teien, H. K., Marcora, S., Moffitt, A., Reilly, T., Taylor, N. A. S., Young, A. J., & Friedl, K. E. (2018). Perspectives on resilience for military readiness and preparedness: Report of an international military physiology roundtable. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(11), 1116–1124. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.05.005>
104. Nindl, B. C., Castellani, J. W., Warr, B. J., Sharp, M. A., Henning, P. C., Spiering, B. A., & Scofield, D. E. (2013). Physiological employment standards III: Physiological challenges and consequences encountered during international military deployments. *European Journal of Applied Physiology*, 113(11), 2655–2672. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2591-1>

105. Nindl, B. C., Jaffin, D. P., Dretsch, M. N., et al. (2015). Human performance optimization metrics: Consensus findings, gaps, and recommendations for future research. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(Suppl. 11), S221–S245.
106. Nindl, B. C., Rarick, K. R., Castellani, J. W., Tuckow, A. P., Patton, J. F., Young, A. J., & Montain, S. J. (2006). Altered secretion of growth hormone and luteinizing hormone after 84 h of sustained physical exertion superimposed on caloric and sleep restriction. *Journal of Applied Physiology*, 100(1), 120–128.
107. Nindl, B. C., Williams, T. J., Deuster, P. A., et al. (2013). Strategies for optimizing military physical readiness and preventing musculoskeletal injuries in the 21st century. *US Army Medical Department Journal*, 5–23.
108. Normativní výnos ministerstva obrany č. 12. (2011). Služební tělesná výchova v rezortu ministerstva obrany. Ministerstvo obrany. Čj. 384/2011-SRDS-OS MO
109. Ojanen, T., Häkkinen, K., Hanhikoski, J., & Kyröläinen, H. (2020). Effects of task-specific and strength training on simulated military task performance in soldiers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 8000. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218000>
110. Payne, W., & Harvey, J. (2010). A framework for the design and development of physical employment tests and standards. *Ergonomics*, 53, 858–871.
111. Pearce, A. J., Rowe, G., & Whyte, D. G. (2012). Neural conduction and excitability following a simple warm up. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(2), 164–168. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.09.001>
112. Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2118-7
113. Petr, M., & Šťastný, P. (2012). *Funkční silový trénink*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu. ISBN 978-80-86317-93-9
114. Pihlainen, K., Pesola, A. J., Helén, J., Häkkinen, K., Finni, T., Ojanen, T., Vaara, J. P., Santtila, M., Raitanen, J., & Kyröläinen, H. (2021). Training-induced acute neuromuscular responses to military specific test during a six-month military operation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 215. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010215>
115. Pihlainen, K., Santtila, M., Häkkinen, K., & Kyröläinen, H. (2018). Associations of physical fitness and body composition characteristics with simulated military task performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32, 1089–1098.

116. Pihlainen, K., Santtila, M., Häkkinen, K., Lindholm, H., & Kyröläinen, H. (2014). Cardiorespiratory responses induced by various military field tasks. *Military Medicine*, 179(2), 218–224.
117. Plat, M. J., Frings-Dresen, M. H., & Sluiter, J. K. (2011). A systematic review of job-specific workers' health surveillance activities for fire-fighting, ambulance, police and military personnel. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 84, 839–857.
118. Plowman, S. A., & Smith, D. L. (2007). *Exercise physiology for health, fitness, and performance* (2nd ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
119. Poliquin, C. (2001). *Modern trends in strength training: Volume 1, sets and reps* (4. vydání). Seco.
120. Poser, W. M., Trautman, K. A., Dicks, N. D., Christensen, B. K., Lyman, K. J., & Hackney, K. J. (2019). Simulated casualty evacuation performance is augmented by deadlift peak force. *Military Medicine*, 184(9-10), e406–e411. <https://doi.org/10.1093/milmed/usz050>
121. Přívětivý, L. (2004). *Vojenská tělovýchova*. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-0805-7
122. R Core Team. (2024). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Dostupné z <https://www.R-project.org/>
123. Rayson, M., Holliman, D., & Belyavin, A. (2000). Development of physical selection procedures for the British Army. Phase 2: Relationship between physical performance tests and criterion tasks. *Ergonomics*, 43(1), 73–105.
124. Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1), 21-33.
125. Reichmann, F., & Holzer, P. (2016). Neuropeptide Y: A stressful review. *Neuropeptides*, 55, 99–109.
126. Rhea, M. R., Alvar, B. A., & Gray, R. (2004). Physical fitness and job performance of firefighters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 348–352.
127. Richfield, D. (2014). *Medical gallery of David Richfield 2014*. WikiJournal of Medicine, 1(2). <https://doi.org/10.15347/wjm/2014.009>
128. Robson, C. (2011). *Real world research*. Wiley.
129. Rokyta, R. (2016). *Fyziologie* (3. vydání). Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-238-1

130. Roy, T. C., Knapik, J. J., Ritland, B. M., Murphy, N., & Sharp, M. A. (2012). Risk factors for musculoskeletal injuries for soldiers deployed to Afghanistan. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 83(11), 1060–1066.
131. Ruiz-Casares, M., Guzder, J., Rousseau, C., et al. (2014). Cultural roots of well-being and resilience in child mental health. In *Handbook of Child Well-Being* (pp. 2379–2407). Springer.
132. Russo, S. J., Murrough, J. W., Han, M. H., et al. (2012). Neurobiology of resilience. *Nature Neuroscience*, 15(11), 1475–1484.
133. Savage, R. J., Best, S. A., Carstairs, G. L., Ham, D. J., & Doyle, T. L. (2014). On the relationship between discrete and repetitive lifting performance in military tasks. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(3), 767–773.
134. Sharkey, B. J., & Gaskill, S. E. (2019). *Fyziologie sportu pro trenéry* (M. Barda, Trans.). Praha: Mladá fronta. ISBN 978-80-204-4532-2
135. Siff, M. C. (2003). *Supertraining* (6. vydání). Denver: Supertraining Institute. ISBN 18-748-566-56
136. Silverman, M. N., & Deuster, P. A. (2014). Biological mechanisms underlying the role of physical fitness in health and resilience. *Interface Focus*, 4(5), 20140040. <https://doi.org/10.1098/rsfs.2014.0040>
137. Silvey, K., Porter, J., Sacko, R. S., Hand, A. F., Terlizzi, B. M., et al. (2021). The potential role of functional motor competence to promote physical military readiness: A developmental perspective. *Military Medicine*, 186(9-10), 242-247. <https://doi.org/10.1093/milmed/usab043>
138. Sims II, D. A., & Adler, A. B. (2017). Enhancing resilience in an operational unit. *Parameters*, 47(1), 69-80. <https://doi.org/10.55540/0031-1723.2838>
139. Sims, D. A., & Adler, A. B. (2017). Enhancing resilience in an operational unit. *The US Army War College Quarterly: Parameters*, 47(1). <https://doi.org/10.55540/0031-1723.2838>
140. Smith, J., & Jones, A. (2019). The impact of sample size on the reliability of statistical models. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 190, 1-14.
141. Solberg, P. A., Paulsen, G., Slaathaug, O. G., Skare, M., Wood, D., Huls, S., & Raastad, T. (2015). Development and implementation of a new physical training concept in the Norwegian navy special operations command. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(Suppl. 11), S204-S210.

142. Southwick, S. M., & Charney, D. S. (2012). The science of resilience: Implications for the prevention and treatment of depression. *Science*, 338(6103), 79-82.
143. Sporiš, G., Harasin, D., Baić, M., Krističević, T., Krakan, I., Milanović, Z., Cular, D., & Bagarić-Krakan, L. (2014). Effects of two different 5 weeks training programs on the physical fitness of military recruits. *Collegium Antropologicum*, 38(Suppl. 2), 157-164. PMID: 25643544.
144. Sporiš, G., Harasin, D., Bok, D., et al. (2012). Effects of a training program for special operations battalion on soldiers' fitness characteristics. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2872-2882. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318242966c>
145. Sterczala, A. J., Krajewski, K. T., Peterson, P. A., Sekel, N. M., Lovalekar, M., et al. (2023). Twelve weeks of concurrent resistance and interval training improves military occupational task performance in men and women. *European Journal of Sport Science*, 23(12), 2411-2424. <https://doi.org/10.1080/17461391.2023.2239752>
146. Stoppani, J. (2016). *Velká kniha posilování: tréninkové metody a plány : 381 posilovacích cviků* (2nd ed.). Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5643-1
147. Szivak, T. K., & Kraemer, W. J. (2015). Physiological readiness and resilience: Pillars of military preparedness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(Suppl. 11), S34-S39. <https://doi.org/10.1519/JSC.000000000001073>
148. Taylor, M. K., Markham, A. E., Reis, J. P., Padilla, G. A., Potterat, E. G., Drummond, S. P., & Mujica-Parodi, L. R. (2008). Physical fitness influences stress reactions to extreme military training. *Military Medicine*, 173, 738-742.
149. Terho, A., Vaara, J. P., & Kyröläinen, H. (2018). Effects of two different loads on cardiorespiratory functions during simulated load carriage exercises. *CISM sport science abstract research line: Psychophysiological military fitness and operational readiness*. Dostupné z <https://www.milспорт.one/medias/fdvprfiles.php?d=ZmljaGllcnM=&f=Q0lTTV9TcG9y dF9TY2llbmNlX0Fic3RyYWNOX1RoZXJvXzIwMTgucGRm&s=0e67397e61f19199e65b9db611c8722a>
150. The Jamovi Project. (2023). *Jamovi (Verze 2.3)* [software]. Dostupné z <https://www.jamovi.org>

151. Till, K. A., & Cooke, C. (2009). The effects of postactivation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1960-1967.
152. Treloar, A. K., & Billing, D. C. (2011). Effect of load carriage on performance of an explosive, anaerobic military task. *Military Medicine*, 176(9), 1027-1031.
153. Tsatsoulis, A., & Fountoulakis, S. (2006). The protective role of exercise on stress system dysregulation and comorbidities. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1083, 196-213.
154. U.S. Army. (2024). Dostupné z <https://www.army.mil>
155. Vaara, J. P., Groeller, H., Drain, J., Kyröläinen, H., Pihlainen, K., Ojanen, T., Connaboy, C., Santtila, M., Agostinelli, P., & Nindl, B. C. (2022). Physical training considerations for optimizing performance in essential military tasks. *European Journal of Sport Science*, 22(1), 43-57. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1930193>
156. Vágner, M. (2016). *Kondiční trénink pro tenis*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5814-5
157. Vanderka, M. (2013). *Silový trénink pre výkon*. Bratislava: Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport. ISBN 978-80-89075-40-9
158. Vernier Software & Technology. (2012). *Logger Lite (Verze 1.9.4)* [software]. Dostupné z <https://www.vernier.com>
159. Vernier. (2024). Vernier HD-BTA. Retrieved June 28, 2024, dostupné <https://www.vernier.cz/video/podle-produktu/kod/HD-BTA>
160. Vilásek, J., & Gerhát, I. (2017). *Příprava občanů k obraně státu*. Praha: Falešník Ondřej Ing. - FALON. ISBN 978-80-87432-24-2
161. Vilikus, Z. (2020). *Výživa sportovců a sportovní výkon (3. vydání)*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-4455-4
162. Vrijlkotte, S., Roelands, B., Meeusen, R., & Pattyn, N. (2016). Sustained military operations and cognitive performance. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 87(8), 718-727. <https://doi.org/10.3357/AMHP.4468.2016>
163. Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). *Physiology of sport and exercise (3. vydání)*. Human Kinetics.
164. Wooldridge, J. M. (2013). *Introductory econometrics: A modern approach (5. vydání)*. South-Western, Cengage Learning.

165. Wu, G., Feder, A., Cohen, H., et al. (2013). Understanding resilience. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 7, 10.
166. Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2014). *Silový trénink: praxe a věda*. Praha: Mladá fronta. ISBN 978-80-204-3261-2

Seznam grafické dokumentace

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Grafické znázornění aktuálních vojenských operací AČR (Zdroj: Autor)	3
Obrázek 2: Grafické znázornění motorických testů americké armády (Zdroj: U.S. Army, 2024)	5
Obrázek 3: Grafické znázornění vojensko-specifických testů britské armády (Zdroj: British Army, 2024).....	6
Obrázek 4: Základní kontrolní testy (Zdroj: NV MO č. 12/2011).....	8
Obrázek 5: Rozšiřující kontrolní testy (Zdroj: NV MO č. 12/2011)	8
Obrázek 6: Převážovaná zátěž na pochodu různými pěšími jednotkami v průběhu historie (Zdroj: Knapik a kol., 2004)	10
Obrázek 7: Pět základních oblastí determinující odolnost (Upraveno podle: Nindl a kol., 2018).....	16
Obrázek 8: Kontrakce a relaxace aktinových a myosinových vláken (Upraveno podle Richfielda, 2014)	22
Obrázek 9: Vztah mezi silou a rychlostí svalové činnosti (Upraveno podle: Hamill a kol., 2009)	23
Obrázek 10: Grafické znázornění motorické jednotky (Upraveno podle: Petra a Šťastného, 2012).....	25
Obrázek 11: Energetické krytí během maximální intenzity (Zdroj: Vilikus, 2020)	30
Obrázek 12: Úkoly diplomové práce (Zdroj: Autor)	35
Obrázek 13: Inkluzní a exkluzní kritéria (Zdroj: Autor)	38
Obrázek 14: Grafické znázornění průběhu výzkumu (Zdroj: Autor)	40
Obrázek 15: Grafické znázornění průběhu sběru dat (Zdroj: Autor).....	45
Obrázek 16: Průběh testování mrtvého tahu s použitým vybavením (Zdroj: Autor)	48
Obrázek 17: Ruční dynamometr (Zdroj: Vernier, 2024)	49

Obrázek 18: Siloměrné desky (Zdroj: Hawkin Dynamics, 2024)	50
Obrázek 19: Průběh testování vertikálního výskoku s použitým vybavením (Zdroj: Autor)	50
Obrázek 20: Průběh testování odhodu medicinbalu s použitým vybavením (Zdroj: Autor)	51
Obrázek 21: Stejnokroj vz. 95 + externí materiál – 10.4 kg (Zdroj: Autor).....	54
Obrázek 22: Stejnokroj vz. 95 + externí materiál – 25 kg (Zdroj: Autor).....	55
Obrázek 23: Grafický popis testu pohybu pod palbou (Zdroj: Autor)	56
Obrázek 24: Průběh testu pohybu pod palbou (Zdroj: Autor)	56
Obrázek 25: Grafický popis testu přenášení kanystrů (Zdroj: Autor)	57
Obrázek 26: Průběh testu přenášení kanystrů (Zdroj: Autor).....	58
Obrázek 27: Grafický popis testu opakovaného zvedání a přenášení zátěže (Zdroj: Autor)	59
Obrázek 28: Použité vybavení (Zdroj: Autor)	59
Obrázek 29: Průběh testu opakovaného zvedání a přenášení zátěže (Zdroj: Autor).....	59
Obrázek 30: Grafický popis testu tažení raněného (Zdroj: Autor)	60
Obrázek 31: Průběh testu tažení raněného (Zdroj: Autor).....	61
Obrázek 32: Grafický popis testu maximálního zdvihu (Zdroj: Autor)	62
Obrázek 33: Průběh testu maximálního zdvihu (Zdroj: Autor)	62
Obrázek 34: Průběh testu pochodu se zátěží (Zdroj: Autor)	63
Obrázek 35: Grafické znázornění prvotního regresního modelu (Zdroj: Autor).....	65
Obrázek 36: Q-Q grafy prvního modelu (Zdroj: Autor).....	74
Obrázek 37: Q-Q grafy druhého modelu (Zdroj: Autor)	78
Obrázek 38: Q-Q grafy třetího modelu (Zdroj: Autor).....	81
Obrázek 39: Q-Q grafy čtvrtého modelu (Zdroj: Autor)	85
Obrázek 40: Q-Q grafy pátého modelu (Zdroj: Autor).....	89

Obrázek 41: Q-Q grafy šestého modelu (Zdroj: Autor)	93
---	----

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Průměr hmotnosti nesené zátěže napříč regimentem (Upraveno dle: Dean a Dupont, 2004)	12
Tabulka 2: Data charakterizující jednotlivé probandy	67
Tabulka 3: Deskriptivní popis všech proměnných	69
Tabulka 4: Statistika multikolinearity nezávislých proměnných	70
Tabulka 5: Statistika multikolinearity po odstranění nežádoucích prediktorů	71
Tabulka 6: Vlastnosti prvního modelu (pohyb pod palbou)	71
Tabulka 7: Vybrané koeficienty prvního modelu	72
Tabulka 8: Shapiro-Wilk test normality prvního modelu	73
Tabulka 9: Durbin-Watsonův test autokorelace prvního modelu	74
Tabulka 10: NCVST test k určení heteroskedasticity prvního modelu	75
Tabulka 11: Test Cookovy vzdálenosti prvního modelu	75
Tabulka 12: Vlastnosti druhého modelu (Přenášení kanystrů)	75
Tabulka 13: Vybrané koeficienty druhého modelu	76
Tabulka 14: Shapiro-Wilk test normality druhého modelu	77
Tabulka 15: Durbin-Watsonův test autokorelace druhého modelu	78
Tabulka 16: NCVST test k určení homoskedasticity druhého modelu	79
Tabulka 17: Test Cookovy vzdálenosti druhého modelu	79
Tabulka 18: Vlastnosti třetího modelu (Opakované zvedání a přenášení zátěže)	79
Tabulka 19: Vybrané koeficienty třetího modelu	80
Tabulka 20: Shapiro-Wilk test normality třetího modelu	81
Tabulka 21: Durbin-Watsonův test autokorelace třetího modelu	82
Tabulka 22: NCVST test k určení homoskedasticity třetího modelu	82
Tabulka 23: Test Cookovy vzdálenosti třetího modelu	82

Tabulka 24: Vlastnosti čtvrtého modelu (Tažení raněného).....	83
Tabulka 25: Vybrané koeficienty čtvrtého modelu	83
Tabulka 26: Shapiro-Wilk test normality čtvrtého modelu	84
Tabulka 27: Durbin-Watsonův test autokorelace čtvrtého modelu	85
Tabulka 28: NCVST test k určení homoskedasticity čtvrtého modelu	86
Tabulka 29: Test Cookovy vzdálenosti čtvrtého modelu	86
Tabulka 30: Vlastnosti pátého modelu (Maximální zdvih)	86
Tabulka 31: Vybrané koeficienty pátého modelu	87
Tabulka 32: Shapiro-Wilk test normality pátého modelu.....	88
Tabulka 33: Durbin-Watsonův test autokorelace pátého modelu.....	89
Tabulka 34: NCVST test k určení homoskedasticity pátého modelu	90
Tabulka 35: Test Cookovy vzdálenosti pátého modelu	90
Tabulka 36: Vlastnosti šestého modelu (Pochod se zátěží).....	90
Tabulka 37: Vybrané koeficienty šestého modelu	91
Tabulka 38: Shapiro-Wilk test normality šestého modelu.....	92
Tabulka 39: Durbin-Watsonův test autokorelace šestého modelu.....	93
Tabulka 40: NCVST test k určení homoskedasticity šestého modelu	94
Tabulka 41: Test Cookovy vzdálenosti šestého modelu.....	94
Tabulka 42: Shapiro-Wilk test normality všech šesti modelu	95
Tabulka 43: Durbin-Watsonův test autokorelace všech šesti modelů	95
Tabulka 44: NCVST test k určení homoskedasticity napříč všemi šesti modely	96
Tabulka 45: Test Cookovy vzdálenosti všech šesti modelů	97
Tabulka 46: Komparace vybraných koeficientů všech šesti modelů a významných prediktorů.....	99
Seznam příloh:	
Příloha 1: Etická komise	I

Příloha 2: Informovaný souhlas	IV
Příloha 3: Náborové plakáty	VI
Příloha 4: Záznamový arch	VII

CHARLES UNIVERSITY
FACULTY OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORT
Josef Martího 31, 162 52 Prague 6–Veleslavín

Application for Approval by UK FTVS Ethics Committee

of a research project, qualification, or seminar work involving human subjects

The title of the project: Verification of the relevance of physical fitness metrics in the context of specific performance of military personnel

Project form: research project

Period of realisation of the project: November 2023 – November 2025

Applicant: Jan Maleček, PhD (Department of Military Physical Education, Faculty of Physical Education and Sport, Charles University)

Lead researcher: Jan Maleček, PhD (DMPE, FPES, Charles University)

Workplace: FPES Charles University – gym and athletic tunnel, FPES BML laboratory, athletic stadium – José Martího 269/31, 162 52, Prague 6 – Veleslavín

Co-researcher(s): David Mašek, BA.; Ondřej Matoušek, BA.; Roman Malif, MS.; Vladan Oláh, MS.; Vit Třebický, PhD.; Assoc. Prof. Michal Vágner, PhD.

Supervisor of the project: Jan Maleček, PhD

Financial support: the project has no financial support

Project description: This project endeavours to explore the interplay between endurance and strength capabilities and their impact on performance in specialized military evaluations that mimic operational burdens encountered by military personnel. Through this analysis, we aim to determine the significance of certain physical fitness metrics in predicting and enhancing the operational performance of military individuals.

Aims of the research: - To evaluate endurance, strength, and military-specific capabilities and examine the interrelationships between these variables.

Material and methods: Participants will undergo a series of 4 measurements over two weeks: 1) body composition analysis by DEXA (Dual energy x-ray absorptiometry) – total time allocation: 20 minutes; laboratory measurement of VO₂max on a treadmill (test to exhaustion; Bruce protocol will be used, VO₂max will be determined by using a gas analysis system; exercise intensity will be measured by wearing a chest strap and a sporttester, to evaluate subjective exercise intensity, participants will be asked the Borg scale measurement of perceived effort) – total time allocation: 20 minutes; 2) Cooper's test at the athletic stadium (running for 12 minutes for the longest distance possible; intensity of performance will be measured by using a chest strap and a sporttester, participants will be asked about the Borg scale of perceived effort to evaluate subjective intensity of their performance) – time allocation: 30 minutes; 3) strength tests: a) pull-ups, push-ups, and sit-ups for maximum repetitions, b) maximal vertical jump, c) medicine ball throw in seated position with back support, d) hexbar deadlift (one repetition maximum), e) shuttle run (10 × 10 meters), f) handgrip strength – total time allocation: 90 minutes; 4) military specific tests: a) infantry movement with a load for 2 km (military gear and equipment – ballistic vest, helmet, mock-up rifle, backpack weighing – total 25 kg), b) pulling a 110 kg dummy for 20 metres measuring time, c) simulated extrication of a casualty from a vehicle (repeated vertical lifting of a 70 kg load on a rope in an elevated position on a 30 cm tall box), d) moving an external load (20 kg sandbag – 20 × 30 metres), e) max. single lift: participants will lift power (sand) bags from the floor to a 1.50 m platform – total time allocation: 90 minutes. All of these tests are standard components of physical fitness assessments routinely conducted in military forces globally, including the Czech, US, and British armies.

Characteristics of participants in the research: The planned sample of this research will be consisted of 20–30 volunteer participants – male students of the Department of Military Physical Education, FPES at Charles university with a valid medical examination and without any medical restrictions. The age of the participants will be from 19 to 35 years. Persons with acute, especially infectious diseases, injuries, limitations of their musculoskeletal system and persons in recovery from a disease or an injury will not participate in the research. The participants will only be approached by project co-researchers (their classmates). The project will be presented to all the Military students who will then have the opportunity to voluntarily participate. It will be explicitly explained to them that they may withdraw from the research at any time without giving any reason. Faculty teachers and supervisors of potential participants will not interfere in any way with the process of approaching and deciding about the research.

Ensuring safety within the research: This is a non-invasive method of data acquisition. Due to the disciplines of the exercise protocol, there is some risk of falling, abrasion, or muscle strain. Prevention and minimization of the risk will be ensured by adequate athletic wear, warm-up prior to the exercise, and supervision throughout the study.

Adequate environmental conditions will be provided within the research setting, with the exception of running in an athletic stadium where we will be guided by weather conditions (running will not be conducted in rainy, freezing or stormy weather that could pose an immediate threat to the safety of participants). The risks associated with participation in this research will not be greater than those normally expected for activities and testing conducted as part of this type of research or normal exercise of the selected sample. Safety and supervision during testing will be provided by qualified scientists experienced in both the instrumentation and the operation of the tests. A minimum of two soldiers who have successfully completed a military first aid course will also be always present during the research. Safety will be provided in the standard way. Any medical problems will be dealt via ambulance service (155).

Ethical aspects of the research: Participation in this study will be always voluntary and only healthy and adult individuals will be allowed to participate.

Potential conflict of interest: In this research, the members of the research team are not aware of any potential or actual conflict of primary (e.g., participants and broader public welfare, or the validity of research) or secondary interests (e.g., financial and other gains or personal rivalry) that could influence the integrity and objectivity of this study.

Neither I nor any of the research team has a private interest in the results of the research, nor does the research lead to personal gain.

The views expressed are solely those of the authors' research and do not reflect the official policy or position of the Czech Army, the Department of Defense, or the Czech Government.

Protection of personal data: The data collected in this project by the methods described above will be collected and processed following the General Data Protection Regulation of the European Union No. 2016/679 and Law No. 110/2019 Code. Following personal data will be gathered: name and surname, age, sex, body height, body weight, and data obtained by the above methods. All obtained data will be stored in a computer secured by a password, which will be accessible only to researchers of this project. The data will be processed only in an anonymous form, i.e., the data will not contain any information that could individually or in its summary lead to identifying a specific person. Any personal data that could lead to identifying a specific person will be anonymized at the latest 14 days after the data collection. The data will be used for scientific and research purposes only and will not be passed on to third parties. The obtained data will be processed, securely stored, and published anonymously in scientific journals, data repositories, and monographs and presented at conferences or used in further research work and qualification thesis at FPES CUNI.

Taking photographs of the participants: With the participant's informal consent, we will capture images of participants during testing. These photographs will be utilized for marketing our research and for publication purposes. We commit to ensuring participants' privacy, and any image that risks identifying an individual will be anonymized. Anonymization of individuals in photographs will be carried out by blacking out/blurring faces or body parts, and any distinctive features that could lead to the identification of the subject. Unanonymized photographs will be securely stored on a password-protected computer located in a locked area, accessible only to the lead researcher, Jan Maleček, and will be deleted within 14 days after testing. Only anonymized photographs will be published.

Taking videos recordings of the participants: Anonymization of individuals in videos will be carried out by blacking out/blurring faces or body parts, and any distinctive features that could lead to the identification of the subject. Unanonymized videos will be securely stored on a password-protected computer located in a locked area, accessible only to the lead researcher, Jan Maleček, and will be deleted within 14 days after testing. Only anonymized videos recordings will be published.

There will be no audio recordings within this research.

I shall ensure that the research data will not be misused to the maximum extent possible.

Informed consent: The informed consent sheet can be found attached.

It is the duty of **all participants of the research team** to protect life, health, dignity, integrity, the right to self-determination, privacy, and protection of the personal data of all research subjects and to undertake all possible precautions. Responsibility for the protection of all research subjects lies on the researcher(s) and not on the research subjects themselves, even if they gave their consent to participate in the research. All participants of the research team must take into consideration ethical, legal, and regulative norms and standards of research involving human subjects applicable not only in the Czech Republic but also internationally.

CHARLES UNIVERSITY
FACULTY OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORT
Josef Martího 31, 162 52 Prague 6-Vešelavín

I confirm that this project description corresponds to the plan of the project and, in case of any change, especially of the methods used in the project, I will inform the UK FTVS Ethics Committee, which may require a re-submission of the application form.

In Prague, 10 / 11 / 2023

Applicant's signature:

Approval of UK FTVS Ethics Committee

The Committee: Chair:	Doc. PhDr. Irena Parry Martinková, Ph.D.	
Members:	Prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.	Prof. MUDr. Jan Heller, CSc.
	PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.	Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.
	Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.	MUDr. Simona Majorová

The research project was approved by UK FTVS Ethics Committee under the registration number: 204/2023
Date of approval: 15. 11. 2023

UK FTVS Ethics Committee reviewed the submitted research project and found **no contradictions** with valid principles, regulations, and international guidelines for carrying out research involving human subjects.

The applicant has met the necessary requirements for receiving approval of UK FTVS Ethics Committee.

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6
- 20 -


Signature of the Chair of UK FTVS Ethics Committee

Příloha 2: Informovaný souhlas

CHARLES UNIVERSITY
FACULTY OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORT
Josef Martího 31, 162 52 Prague 6–Veleslavín

INFORMOVANÝ SOUHLAS k žádosti 207/2023

Vážený pane, vážená paní,
v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné). Váš žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci diplomové práce s názvem „Verifikace relevance metrik fyzické kondice v kontextu specifického výkonu vojenského personálu“ prováděné v posilovně FTVS UK, v atletickém ovále s přílehlou travnatou plochou.

Projekt bude probíhat v období: listopad 2023 – listopad 2025

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

Cílem tohoto projektu je analyzovat vztahy mezi vytrvalostními a silovými schopnostmi a výkony při specifických vojenských testech simulujících operační zatížení u vojenského personálu.

Jedná se celkově o 4 dny měření. Pauza mezi jednotlivými dny měření bude minimálně 24 h.
Mezi jednotlivými testy budou pauly 5-10 minut.

Budete se účastnit následujících měření:

1. den měření – analýza tělesné kompozice metodou DEXA (Dual energy x-ray absorptiometry).
 - laboratorní měření VO_{2max} na běžeckém trenažeru.
2. den měření – Cooperův test na atletickém ovále, shyby, kliky a leh-sedy
3. den měření – vertikální výškok,
 - odhod medicinbalu,
 - mrtvý tah s hexbar osou,
 - člunkový běh (10 × 10 metrů),
 - síla stisku ruky
4. den měření – pěší přesun se zátěží
 - tažení figuríny
 - simulované vytahování raněného z vozíku
 - přesouvání externí zátěže
 - maximální zdvih břemene

STANDARDIZACE JEDNOTLIVÝCH TESTŮ

- Během všech testů budete mít na sobě sportovní oblečení a obuv.
- Bude Vám vysvětleno provedení všech motorických testů.
- Podstoupíte 10 min zahřátí a mobilizaci na pokyny testujícího.

TESTY – podrobné informace

Testování vytrvalostních schopností:

1. VO_{2max} test:

- Testování proběhne na běžeckém trenažeru, VO_{2max} bude stanovena pomocí systému plynové analýzy.
- Zátěžové parametry budou nastaveny podle standardizovaného Bruce protokolu.

2. Cooperův test:

- Test bude probíhat na atletickém ovále UK FTVS.
- Doba trvání bude 12 min.
- Zahájení na povel měřícího.
- Nasazení při testu se bude hodnotit využitím Borgovy škály a monitoringem tepové frekvence pomocí chytrých hodinek s hrudním pásem.

Testování silových schopností:

- Pauza mezi jednotlivými testy bude maximálně 10 min.

1. Silová vytrvalost horní poloviny těla – shyby:

- Maximální počet opakování (nadhmatem).
- Test končí chybným, či neúplným provedením motorického testu.
- Zahájení ve visu na povel měřícího.

2. Silová vytrvalost trupu – leh-sed:

- Maximální počet opakování
- Test končí chybným, či neúplným provedením motorického testu
- Zahájení v dolní poloze sed-lehu na povel měřícího.

3. Silová vytrvalost horních poloviny těla – kliky

- Maximální počet opakování
- Test končí chybným, či neúplným provedením motorického testu.
- Zahájení v dolní poloze kliku na povel měřícího.

4. Explosivní síla dolních končetin – vertikální výškok:

- Proběhne s využitím siloměrných desek HAWKINDYNAMICS.
- Začínáte ve stoji mimě rozkrocném, ruce v bok a na povel měřícího provedete dřep s následným vertikálním výškokem s maximálním úsilím.

- Celkem 3 skoky s 30 s intervalem mezi jednotlivými skoky
- Zahájení na povel měřícího.

5. Explosivní síla horních končetin – trčení medicinbalu:

- Medicinbal o hmotnosti 4 kg.
- Máte 3 pokusy
- Sednete si na zem a opřete se zády o zeď, po dotyku medicinbalu prsou, trčíte medicinbal vši silou před sebe.
- Zahájení na povel měřícího.

6. Explosivní síla – 100 m člunkový běh:

- 10x10 m člunkový běh ve vyznačeném prostoru (vždy se dotknete rukou vyznačené linie).
- Každý absolvuje jedno měření.

7. Maximální síla – mrtvý tah:

- Zahájení na povel měřícího.
- Test je prováděn s „hex“ osou.
- Maximálnímu výkonu předchází 2 rozcvičovací série se 70 % a druhá s 85 % 1 RM.

CHARLES UNIVERSITY
FACULTY OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORT
Josef Martího 31, 162 52 Prague 6–Velešlavín

STANDARDIZACE JEDNOTLIVÝCH VOJENSKÝCH TESTŮ

- Během všech testů budete mít na sobě vojenskou ústroj vz. 95 a kanady
- Bude Vám vysvětleno provedení všech motorických testů.
- Podstoupíte 10 min. zahřátí a mobilizaci na pokyny testujícího

1. Tažení figuríny

- Tažení figuríny po 20 m vyznačeném úseku
- Figurína o hmotnosti 110 kg
- Test bude proveden maximálním možným úsilím
- Zahájení na povel měřícího
- Čas na provedení testu bude 1 min.

2. Přenášení kanystřů

- Přenášení dvou 22 kg kanystřů naplněných vodou.
- Délka tratě bude 240 m (4x60 m)
- Zahájení na povel měřícího
- Časový limit bude 10 min.

3. Pěší přesun se zátěží

- Délka tratě bude 2 km
- Zátěž bude rovna 25 kg (balistická vesta, maketa dlouhé zbraně, batoh, přilba)
- Zahájení na povel měřícího

4. Simulované vytahování raněného z vozidla

- Opakované vytahování zátěže na laně
- Zátěž bude rovna 70 kg.
- Proband bude stát na dvou bednách o výšce 30 cm
- Zahájení na povel měřícího
- 5. Přesouvání externí zátěže
- Pytel s pískem o hmotnosti 20 kg.
- Vzdálenost bude rovna 600 m (20 x 30 m).
- Po každém úseku odhodíte pytel a znovu ho zvedne
- Časový limit tohoto testu bude 25 min.

Časová náročnost projektu:

- 20 min DEXA
- 20 min test VO2Max
- 30 min Cooperův test (včetně zahřátí)
- 90 min testy silových schopností
- 90 min vojenské testy

Jedná se o neinvazivní metodu. Vzhledem k disciplinám zátěžového protokolu je určité riziko pádu, odření, nebo natažení svalů. Prevence bude zajištěna adekvátním sportovní oděvem a důkladným rozcvičením před výkonem. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí v rámci daného výzkumu, s výjimkou běhu na atletickém stadionu, kde se budeme řídit podmínkami počasí, nicméně zmíněný běh nebude probíhat za deštivého, mrazivého nebo bouřkového počasí, které by mohlo bezprostředně ohrozit bezpečnost probandů. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost a dozor při testování bude zajištěna kvalifikovanými vědeckými pracovníky se zkušenostmi s měřicími přístroji i s provozováním daných testů. Během výzkumu budou také vždy přítomni minimálně dva vojáci s úspěšně absolvovaným vojenským kurzem první pomoci. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem. Případné zdravotní potíže budou řešeny prostřednictvím ZS 155.

Výzkumu se neúčastní osoby s akutním zejména s infekčním onemocněním, úrazem, s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu nebo v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu. Účastníci výzkumu musí mít platnou lékařskou prohlídku.

Z kteréhokoliv testu můžete kdykoliv odstoupit bez udání důvodu.

Přínosem tohoto výzkumu pro Vás bude zjištění Vaší aktuální hodnoty VO_{2max} podle standardizovaného testu, zjištění tělesné kompozice metodou DEXA, zjištění úrovně Vaší maximální síly a dalších silových schopností a úroveň Vašich specifických, vojenských, pohybových dovedností a výkonnosti během vojenského operačního zatížení. Dalším přínosem pro Vás bude zkušenost s aktivní účastí na vědeckém projektu. Osobní výsledky vám budou předány do 14 dnů po posledním měření, poté budou data anonymizována a nebude možno Vaši osobu rozpoznat.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v diplomové práci ve studentském informačním systému UK nebo na e-mailové adrese: malecckhonza@gmail.com

Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocena.

Data budou shromažďována a zpracována v souladu s pravidly vymezenými nařizením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – O zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje – jméno a příjmení, pohlaví, věk, výška, váha, data získaná výše uvedenými metodami – které budou bezpečně uchovány heslem na zajištěném počítači v uzamčeném prostoru. Budou k nim mít přístup pouze řešitel a školitel. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivé či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 14 dnů po testování anonymizována. Získaná data budou zpracována, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, v monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

V rámci výzkumu budeme pořízovat fotografie a videa. Anonymizace osob na fotografiích a videích bude provedena začerněním nebo rozmazáním obličejů nebo části těla a odstraněním znaků, které by mohly vést k identifikaci osoby. Neanonymizované fotografie a videa budou bezpečně uloženy na počítači chráněném heslem v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít pouze hlavní výzkumník Jan Maleček, a do 14 dnů po provedení testování budou smazány. K publikaci budou použity pouze anonymizované fotografie a videa.

Jméno a příjmení hlavního předkladatele a hlavního řešitele projektu: Mgr. Jan Maleček, Ph.D.

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

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážít všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasně a srozumitelně odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že mám platnou zdravotní prohlídku bez omezení způsobilosti k vybraným sportovním aktivitám.** Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis

VOJENSKÝ VÝZKUM TĚLESNÉ ZDATNOSTI

- Chceš zjistit, jak komplexní sportovec jsi?
- Chceš si vyzkoušet specifické testy používané ve vojenském prostředí?
- Přijď otestovat svou fyzickou zdatnost a srovnej ji se studenty vojenského oboru!
- Zjisti svou aktuální tělesnou kompozici a hodnotu VO2max pomocí nejmodernějšího laboratorního vybavení.

TERMÍNY MĚŘENÍ:
(nutné absolvovat všechny)
16.11.
20.11.
22. nebo 23.11.
24. nebo 27.11.

Výzkum je určen pro zdravé muže od 18 do 35 let

Pro přihlášení do výzkumu nebo bližší informace napiš na tento profil nebo na email:
Dm.david.masek@seznam.cz

VOJENSKÝ VÝZKUM TĚLESNÉ ZDATNOSTI

OTESTUJ SVOU FYZICKOU ZDATNOST POMOCÍ VOJENSKO-SPECIFICKÝCH TESTŮ A SROVNEJ JI SE STUDENTY VOJENSKÉHO OBORU!

Pro více informací naskenuj QR kód nebo napiš na email:
Dm.david.masek@seznam.cz

Příloha 4: Záznamový arch

ID:	1		
AGE:			
GROUP:			

1. MEETING	Date:	START TIME:	FINISH TIME:
Height (cm):			
Weight (kg):			
Arm lenght (cm):			
Leg lenght (cm):			
Fat (%):			
Total Mass (kg):			
Fat Mass (kg):			
Lean Mass (kg):			
Bone mineral content (kg):			
VO2max (mL/kg/min):			
maxHR_after_treadmill (bpm):			
RPE_VO2max:			

2. MEETING	Date:	START TIME:	FINISH TIME:
Pull ups (reps):			
RPE_Pull ups:			
Distance Cooper (m):			
maxHR_after_cooper (bpm):			
RPE_Distance Cooper:			

3. MEETING	Date:	START TIME:	FINISH TIME:
RANDOMIZATION sequence:	6 1 3 7 4 2 5		
1 Push ups (reps in 30 sec):			
2 Sit ups (reps in 60 sec):			
3 CMJ (cm):	1st:.....2nd:.....3rd:.....		
4 Seated_medball_throw (cm):	1st:.....2nd:.....3rd:.....		
5 1RM Deadlift (kg):	Estimated:..... Maximal:.....		
Warm_up lifts: (kg):	20%:.....40%:.....60%:.....80%:.....90%:.....		
Maximal_lifts (kg):	1st:.....2nd:.....3rd:.....4th:.....5th:.....		
Width of stance (cm):			
6 HandGrip_strength (N):	L:.....P:.....L:.....P:.....L:.....P:.....		
7 ShuttleRun (sec):			

4. MEETING	Date:	START TIME:	FINISH TIME:
RANDOMIZATION sequence:	4 3 1 2 5 6		
1 Casualty Drag_20m (sec):			
RPE_Casualty_Drag:			
2 Single_lift_mass_max. (kg):			
RPE_Single_lift mass:			
3 Water_can_carry_2minutes (sec):			
RPE_Water_can_carry:			
4 Repeated_LiftCarry_600m (min):			
RPE_Repeated_LiftCarry:			
5 Fire_movement_60m (sec):			
RPE_Fire_movement:			
6 2km_Loaded_March_20kg (min):			
RPE_Loaded_March:			