

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

**VLIV KOGNITIVNÍ ÚNAVY NA AKTUÁLNÍ
FYZICKOU VÝKONNOST ČLOVĚKA**

Disertační práce

Mgr. Vladimír Michalička

Školitel: doc. MUDr. Staša Bartůňková, CSc.

Konzultant: PhDr. Ivana Harbichová, Ph.D.

2020

ABSTRAKT

Název:

Vliv kognitivní únavy na aktuální fyzickou výkonnost člověka.

Cíl práce:

Cílem práce je zjištění míry vlivu předchozí kognitivní únavy na přesnost střelby a následnou aktuální aerobní výkonnost sledovaných příslušníků naší armády.

Metoda:

Intervenční jednoduše zaslepená randomizovaná studie se zkříženým designem byla provedena u 17 mužů. Měření probíhala v Praze v listopadu a v prosinci 2018, dále pak v březnu 2019. Každý z dobrovolníků absolvoval iniciační vyšetření a následně byl v náhodném pořadí podroben dvěma fázím cross-over experimentu. V průběhu experimentu byly zaznamenávány psychologické a fyziologické parametry, zejména dotazování standardizovanými dotazníky, měření výkonnostních parametrů (srdeční frekvence, čas chůze do vita-maxima či přesnost střelby) a rozbor záznamů o biochemickém vyšetření hladin slinného kortizolu.

Výsledky:

Indukovaná kognitivní únava ovlivňuje psychofyziologický stav organismu člověka a jeho výkonnost. Hodnoty Pearsonovy korelace ρ neprokázaly vazby mezi psychickou odolností, motivací k výkonu a výkonem v kognitivně náročné činnosti.

Prací byla zjištěna statistická významnost vlivu indukované kognitivní únavy na přesnost střelby na hladině $p = 0,003$. Zároveň došlo k posunům v aktuální náladě subjektů u dimenzí Únava na hladině $p = 0,002$, resp. Vitalita, $p = 0,048$, posuny byly ovšem zapříčiněny předchozím aerobním zatížením. Nebyl prokázán vliv kognitivní únavy na subjektivně vnímanou zátěž.

Statisticky významným se ukázal efekt opakování ($p = 0,000$) u hladin slinného kortizolu, jež reagovaly na aerobní zatížení organismu. Naopak, aerobní výkon nebyl ovlivněn předchozí kognitivní únavou.

Klíčová slova:

Kognitivní zátěž, aerobní výkonnost, psychická odolnost, motivace k výkonu, subjektivní vnímání zátěže, slinný kortizol.

ABSTRACT

Title:

Effect of cognitive fatigue on present physical human performance.

Goal:

The goal of this thesis is to investigate the effect size of previous cognitive load on shooting accuracy and subsequent aerobic performance in observed group of army members.

Method:

An intervention randomized single blind crossover study was conducted on 17 males. The measurements were conducted between November and December 2018 and in March 2019. After initial phase, each volunteer underwent two phases of the experiment in a random order. Psychological and physiological parameters were recorded, especially using standardized questionnaires, performance outcomes (heart rate, time to exhaustion during walking phase, shooting accuracy) and salivary cortisol levels.

Results:

Induced cognitive fatigue affects the psychophysiological state of human organism and its performance. Pearson's correlation values did not show linkage amongst psychic resistance, motivation to performance and cognitively demanding activity.

Results showed the statistical significance of induced cognitive fatigue effect on shooting accuracy ($p = 0,003$). Also, a shift in the present mood was demonstrated in dimensions Fatigue $p = 0,002$ and Vitality $p = 0,048$ respectively. The shifts were caused by the previous aerobic load. The effect of induced cognitive fatigue on subjectively rated exertion was not demonstrated.

Statistical significance ($p = 0,000$) was demonstrated in effect Repetition in salivary cortisol levels, which responded to aerobic load. The human aerobic performance was not influenced by previous cognitive fatigue.

Key words:

cognitive load, aerobic performance, mental resistance, motivation to performance, subjectively perceived load, salivary cortisol

Touto cestou chci poděkovat vedoucí práce doc. MUDr. Bartůňkové, CSc., za vedení práce a velkorysost, MUDr. Radku Pohnánovi, Ph. D., a Ing. Ladislavu Siegrovi, CSc., za mentorství a cenné rady. MUDr. Lence Pospíšilové a jejímu týmu laborantů při vyhodnocení hodnot kortizolu, týmu Ochrany Ministra obrany ČR za zapůjčení laserové střelnice, prof. Ing. Františku Zahálkovi, Ph. D., a jeho týmu za poskytnutí laboratorní techniky a prostor. Prof. PhDr. et PhDr. Radku Ptáčkovi, Ph. D., MBA, za zapůjčení přístroje PDS-5P, PhDr. Ivaně Harbichové, Ph. D., za četné konzultace a Mgr. Marinu Komarcovi, Ph. D., za pomoc při analýze dat.

Největší dík patří manželce Lindě, bez jejíž trpělivé podpory by tato práce nemohla vzniknout.

Prohlašuji, že jsem disertační práci zpracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce, ani její podstatná část, nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 5. března 2020

Mgr. Vladimír Michalička

Svoluji k zapůjčení své disertační práce ke studijním účelům. Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovateli, kteří musejí pramen převzaté literatury řádně citovat.

Jméno a příjmení: **Číslo OP:** **Datum vypůjčení:** **Poznámka:**

OBSAH

1	Úvod	13
2	Současný stav problematiky	15
	Teoretická část	18
3	Únava v teorii stresu	18
3.1	Fyzické projevy únavy	21
3.1.1	Neurohumorální reakce organismu	21
3.1.2	Změny v metabolismu a utilizace energie	22
3.1.3	Funkční změny	25
3.2	Psychické reakce na únavu	26
3.2.1	Aktuální stav člověka	26
3.2.2	Osobnostní charakteristiky	28
3.3	Psychické projevy únavy	28
	Empirická část	30
4	Výzkumná otázka, cíl, úkoly, hypotézy	30
5	Metodika výzkumu	32
5.1	Zajištění výzkumu	32
5.1.1	Zabezpečení výzkumu	32
5.1.2	Důvody ukončení experimentu	33
5.2	Výzkumný soubor	33
5.3	Měřicí nástroje	34
5.3.1	Aerobní výkonnost organismu – chůze se zátěží	34
5.3.2	Senzomotorický výkon – střelba	36
5.3.3	Srdeční frekvence – sporttester	38
5.3.4	Kognitivní zatížení – determinační test	39
5.3.5	Humorální reakce na stres – kortizol	40

5.3.6	Motivace k výkonu – dotazník LMI	42
5.3.7	Psychická odolnost – dotazník SOC	44
5.3.8	Aktuální nálada – dotazník POMS 37	45
5.3.9	Subjektivní vnímání zátěže – škála RPE	46
5.3.10	Další	47
5.4	Design výzkumu.....	47
5.4.1	Iniciační vyšetření.....	48
5.4.2	Intervenční zatížení.....	50
5.4.3	Kontrolní zatížení	52
5.5	Analýza dat.....	53
6	Výsledky.....	55
6.1	Baseline	55
6.1.1	Motivace k výkonu	56
6.1.2	Psychická odolnost	57
6.1.3	Determinační test	57
6.1.4	Asociace kovariačních proměnných	58
6.2	Výkonnostní parametry	59
6.2.1	Střelba	59
6.2.2	Čas chůze	60
6.2.3	Srdeční frekvence	61
6.3	Psychologické parametry	62
6.3.1	Aktuální nálada	62
6.3.2	Vnímání zátěže	64
6.4	Hladina kortizolu.....	65
7	Diskuze	68
7.1	Výsledky předkládané práce	69

7.2	Limitující faktory práce.....	73
8	Závěr.....	74
9	Použité zdroje	76
10	Seznam grafické dokumentace	91
10.1	Obrázky	91
10.2	Tabulky	91
10.3	Grafy	92
11	Seznam příloh – dokumentace k experimentu.....	93

SEZNAM SYMBOLŮ

Symbol	Jednotka	Význam
<i>HR</i>	$\text{tep} \cdot \text{min}^{-1}$	Heart rate (srdeční frekvence)
<i>MET</i>	$\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-2}$	Metabolic equivalent of task (jednotka energetického výdeje)
<i>n</i>	---	Celkový počet subjektů souboru
<i>p</i>	---	Hladina statistické významnosti
<i>SALc</i>	$\text{nmol} \cdot \text{L}^{-1}$	Salivary cortisol (hladina slinného kortizolu)
<i>SD</i>	---	Standard deviation (směrodatná odchylka)
<i>T</i>	$^{\circ}\text{C}$	Teplota
<i>t</i>	ms; s	Čas
<i>t0</i>	min	Referenční čas
<i>v</i>	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$	Rychlost (velocity)
<i>v_{max}</i>	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$	Maximální rychlost
<i>$\dot{V}O_{2max}$</i>	$\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-2}$	Volume of oxygen (maximální minutová spotřeba kyslíku)
<i>$\dot{V}O_{2peak}$</i>	$\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-2}$	Maximální volní (dosažená) minutová spotřeba kyslíku
<i>v_{ref}</i>	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$	Referenční rychlost
<i>r</i>	---	Koeficient lineární korelace
<i>M</i>	---	Medián
<i>HNB</i>	kg	Hmotnost neseného břemene
ρ	hPa	Atmosférický tlak

SEZNAM ZKRATEK

Symbol	Význam
%	Procento
.csv	Soubor ve formátu Comma-separated values
.tcx	Soubor ve formátu Training center XML
ACTH	Adrenocorticotropic hormone
AČR	Armáda České republiky
ATP	Adenosintrifosfát
b	Bod
CRH	Corticotropin-releasing hormone
DET-T	Determinační test
fInV	Fáze iniciačního vyšetření
fIntZ	Fáze intervenčního zatížení
fKonZ	Fáze kontrolního zatížení
FTVS	Fakulta tělesné výchovy a sportu
HZS	Hasičský záchranný sbor ČR
Ibid.	Ibidum, tamtéž
kap.	Kapitola
LA	Laktát
LMI	Dotazník výkonové motivace
LSM	Laboratoř sportovní motoriky
min	Minuta
mj.	Mimo jiné
MOA	Minute of angle (úhlová minuta)
ms	Milisekunda
MS	Microsoft

OKB	Oddělení klinické biochemie
PC	Osobní počítač (Personal computer)
POMS	Profile of mood states (dotazník)
POŠ	Posádková ošetrovna
resp.	Respektive
RPE	Škála subjektivně vnímané námahy
RPE	Rating of perceived exertion scale (Škála subjektivně vnímané zátěže)
s	Sekunda
SALc	Slinný kortizol
SE	Standart error
SOC	Sence of coherence (dotazník)
SW	Software
tj.	To jest
tzv.	Takzvané, takzvaný, takzvaně
UK	Univerzita Karlova
ÚVN	Ústřední vojenská nemocnice
vč.	Včetně
ver.	Verze
VO	Vojenský obor
ZZS HMP	Zdravotnická záchranná služba Hlavního města Prahy

1 ÚVOD

Únava je fenomén, s nímž se každý z nás denně setkává a jehož důsledky neméně často prožívá. Únava je také předmětem zkoumání řady oborů pro své zdravotní i psychické dopady na lidský organismus, jeho výkonnost, a s tím spojené snížení kvality života. Nejvýraznější zájem o toto téma jeví obory z oblasti zátěžové fyziologie, psychologie a lékařství. Pro každý ze zájmových oborů jsou charakteristická odlišná výchozí paradigmatata a z nich vycházející specifické uchopení problematiky únavy, vč. odlišných přístupů v jejím hodnocení.

Dopady únavy na lidský organismus se projevují různě - od malé svalové bolesti bez potřeby cílené regenerace, až po patologické fyzické a psychické poruchy s nutnou odbornou intervencí. Právě hypertrofovaná racionalita na úkor introspekce je vizitkou přístupu k problematice – kvantitativní výzkumy aktuálně zastiňují kvalitativní metody psychologie, přičemž smyslem by mělo být hledání průniku obou přístupů, a tedy holistického uchopení multidimenzionální problematiky, již únava bezesporu je.

Tématem disertační práce je problematika vztahu únavy a fyzického výkonu. Cílena je zejména na psychickou – kognitivní formu únavy a následný senzomotorický a vytrvalostní výkon člověka. Téma disertační práce jsem zvolil na základě mnohaleté zkušenosti v oblasti výcviku v ozbrojených složkách. Jako odborný garant vojenského lezení a jeden z hlavních metodiků přesunů na sněhu a ledu v Armádě České republiky (AČR) vedu v průběhu roku mnoho lavinových, instruktorských a dalších odborných kurzů nejen pro příslušníky AČR, Hasičský záchranný sbor (HZS), ale také pro civilní sektor. Má účast v zahraniční misi v Afghánistánu ukázala, jak velkou důležitost mají vojenské specializace zabývající se bojovou činností v úmorných, psychicky náročných činnostech a jak je pro ně důležitá nejen rychlá a správná reakce, ale zároveň také schopnost odolávat dlouhodobému vyčerpávajícímu zatížení.

Praxi v oboru odpovídá relativně standardní struktura předložené práce. Ilustruje problematiku únavy lidského organismu ve dvou základních rovinách fyziologie únavy a jejích psychických konotacích, a zároveň jejímu vlivu na vybrané výkonnostní parametry. Druhá kapitola je stručným přehledem k orientaci v problematice se současně spatřovanými problémy. Ve třetí kapitole je prostor věnován současným pohledům na únavu jako na formu stresu v obecnějším rámci teoretického úvodu.

Empirická část (čtvrtá a další kapitoly) je rozčleněna na relativně samostatné subkapitoly. Úvodní část je teoretickým zpřesněním obecně stanovených hranic pro oblast únavy a je směřována přímo do aplikace v této práci. Další podkapitola se věnuje metodologii a analýze experimentální části práce.

Předložená disertační práce se pokusí navázat na výše stanovený problém zkoumáním vlivu indukované kognitivní únavy na senzomotorickou a aerobní výkonnost člověka. Bylo by potěšující, kdyby její závěry přispěly k vnímání psychické únavy jako faktoru, který může ovlivnit zdraví a životy lidí.

2 SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY

Pozitivní koreláty vlivu pohybové aktivity (dále jen PA) na psychický stav člověka jsou dobře známy (Calfas a Taylor, 1994; Lubans et al., 2016). V kontrastu s nimi leží výzkumy, jež dokazují negativní dopady únavy, často vzniklé právě na základě předchozí PA, na následnou výkonnost člověka.

V zásadě se jedná o snížení celé řady výkonnostních parametrů na fyziologické, orgánové, systémové a psychické úrovni, přičemž provázanost jednotlivých oblastí neumožňuje problematiku únavy uchopit jen jedním způsobem či přístupem.

Vliv akutní fyziologické únavy na fyzické bázi na fyzickou výkonnost člověka byl předmětem mnoha studií a je tedy relativně dobře prozkoumán. V této práci je problematika uchopena v subkapitole 3.1. Fyziologické přístupy staví na teorii Obecného stresového syndromu (Seley, 1950), resp. adaptačních mechanismech organismu (Watanabe et al., 2007; Marino, 2019) jako jeho reakci na narušení homeostázy, jež lze lapidárně zobrazit jako následující proces:



Obrázek 1 Reakce organismu na stresor

Teorie o narušení rovnovážného stavu organismu je aktuálně aplikována i na psychické reakce, a to zejména z evolučního hlediska (Boullosa a Nakamura, 2013), jež opět podtrhuje provázanost reakce organismu jako celý komplex nespecifických reakcí.

V konotaci limitace fyzické výkonnosti organismu jako reakci na zátěž se jeví velmi zajímavou skutečností silná závislost na volném úsilí člověka. Vlivu akutní fyziologické únavy na psychiku, resp. jejím projevům na psychické bázi, se věnuji v subkapitole 3.2. Jaké reakce lze očekávat, bude-li únava vyvolána čistě mentálním vypětím? Vliv psychické, mentální či také kognitivní únavy (v literatuře se objevují všechny termíny arbitrárně) je intenzivním předmětem výzkumů poslední doby. Komplikovaná standardizace intervenujících proměnných vedla obecně všechny výzkumníky k využívání počítačových programů, tedy počítačem experimentálně indukovanou kognitivní únavu.

K **navození** a následné **kontrole míry únavy** je využívána řada více či méně průkazných metod. Kognitivní zatížení se vznikem únavy je softwarově vyvoláváno různými kognitivně-reakčními testy. Continuous Performance Test v různých verzích se v literatuře objevuje zřejmě nejčastěji. Identical Pair verze (Cornblatt et al., 1988) nebo A-X verze (Marcora et al., 2009; Pageux et al., 2013) využívají intenzivního zapojení subjektu v rozpoznávání a následné jednoduché reakci (nejběžněji zmáčknutí jediného tlačítka při pozitivní shodě) na podněty zobrazované na obrazovce. Typickými podněty jsou např. po sobě následující znaky nebo jejich pár. Determinační testy (Lorist et al., 2002, Raisbeck & Diekfuss, 2015) naopak vyžívají jednodušších podnětů (zvukových nebo optických) s následnou složitější reakcí (stisk odlišných tlačítek, sešlápnutí pedálů apod.). Výsledné reakční hodnoty (čas správných či chybných reakcí, počty vynechaných či pozdních reakcí) potom bývají využity pro snahu o pochopení trendu vývoje únavy u jedince. Vliv takto indukované únavy je následně zkoumán odlišnými optikami. Zatímco kognitivní únava snižuje hodnotu glykémie podle Marcora et al. (2009), na hladiny LA v krvi lze nahlížet (Ibid.) v souladu s MacMahon et al. (2014) jako na vzrůstající, ale v rozporu s Marcora a Stiano (2010), kteří tento jev nepotvrdili. Jednou z možných cest je měření hormonální odezvy organismu, která byla zvolena i pro tuto práci (více v subkapitolách 3.1.2 a 5.3.5).

Vlivu kognitivní únavy na následný výkon organismu se věnovala řada autorů s průřezově podobnými výsledky. Fyzický výkon aerobního charakteru, ať už na běžeckém páse (Pageux et al., 2014), při běhu (MacMahon et al., 2014), nebo na bicyklovém ergometru (Marcora et al., 2009), bývá významně ovlivněn (Amann a Dempsey, 2008). Stejně tak maximální síla, kterou jedinec vyvine (Pageux et al., 2013), na předchozí psychické zatížení reaguje.

Lze tedy předpokládat, že vliv kognitivní únavy na fyzický výkon bude prokazatelný i ve výkonnosti krátkodobějšího charakteru, resp. nejen prvoplánově fyzickém. V pohledu na problematiku z hlediska pracovní (Lal & Craig, 2001, 2002; Craig et al., 2011) či vojenské praxe jsem stanovil jako jeden z cílů práce určení míry vlivu indukované kognitivní únavy na přesnost střelby.

Na míru vlivu kognitivní únavy na fyzický výkon člověka má významný vliv řada proměnných psychického charakteru. Recipročně, kognitivní únava ovlivňuje aktuální psychiku jedince. Tyto přístupy korespondují s výzkumy kognitivní únavy a autoři se shodují na faktu, že psychické proměnné dlouhodobého i krátkodobého charakteru hrají

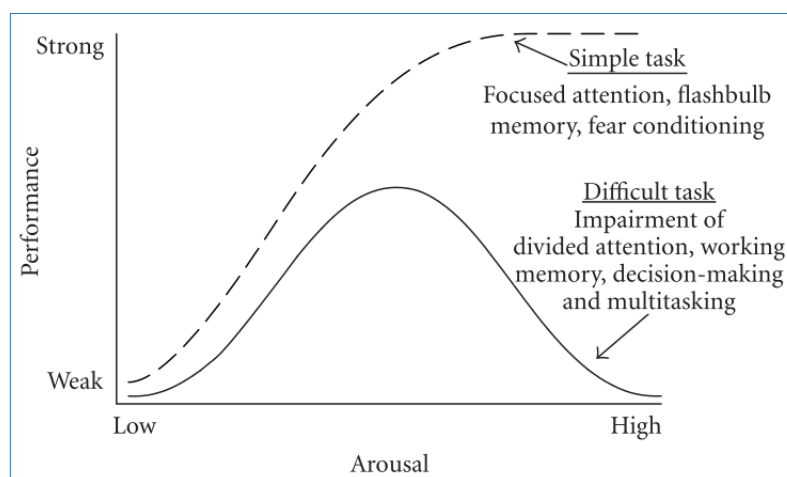
v problematice klíčovou roli. Snaha o celkové pochopení zainteresovaných mechanismů vede výzkumníky k reflektování dlouhodobě stálých psychických fenoménů, jakými jsou psychická odolnost, resp. vulnerabilita jedince (Hošek, 1999; Křivohlavý, 2008; Paulík, 2017), jeho motivace (Nakonečný, 1997, Marcora et al., 2009; MacMahon et al., 2014) či inteligence (Paulík, 2017) a v neposlední řadě také osobnostní charakteristika (Ibid.). Mezi krátkodobě platné psychické proměnné, které v rámci výzkumů kognitivní únavy autoři nejčastěji používají, patří aktuální nálada (Boksem a Tops, 2008) se svými projevy emočního charakteru, subjektivní vnímání zátěže (Borg a Dahlstrom, 1962; Daďová, 2016) postavené na introcepci v kontextu fyziologických změn organismu či aktuálním prožívání (Mehling et al., 2009; Křivohlavý, 2013). Celá řada psychických fenoménů v této oblasti prozatím zkoumána nebyla. Mohl bych mezi ně zahrnout imaginaci a představivost, paměť či další kognitivní složky osobnosti (Eysenck a Keane, 2008; Kulišťák, 2011). Některé z nejvyužívanějších jsou zahrnuty v této práci a lze je nalézt v subkapitolách 3.2 či 5.3.

Cílem této studie je využití kortizolu jako indikátoru míry kognitivní únavy a zároveň zjištění míry jejího vlivu na psychický stav člověka a jeho následný výkon. Zejména v oblasti jemné motoriky, střelby na cíl, a využití slinného kortizolu se jedná o nový přístup (srov. s Gatti a DePaolo, 2011; Flegr et al., 2012; Paulík, 2012, MacMahon et al., 2014).

TEORETICKÁ ČÁST

3 ÚNAVA V TEORII STRESU

Na stresor lze v nejobecnější rovině nahlížet jako na působek výrazně narušující integritu organismu, homeostázu člověka (Seley, 1950). Působky, jednotlivé stresory působící na člověka, lze charakterizovat dle mechanismu jejich vzniku a podle reakce daného organismu. Ať se jedná o stresory fyzikální, chemické, psychosociální nebo biologické, reakce organismu probíhá zcela autonomně, a to v zásadě v souladu s obecnou teorií stresové reakce. Reakce na stresor jsou dle Chrousos (2009) ryze individuální a mohou variovat v celé šíři od pozitivního eustresu (LeFevre et al., 2003) po negativní distres (Seley, 1976), resp. alostatický stres (McEwan, 1998). Intenzita a délka působení stresoru může určovat charakter stresové reakce – jeho fyziologickou nebo patologickou formu. Míru vlivu intenzity stresoru na výkon jedince lze ilustrovat na tzv. Obrácené-U teorii stresu a výkonnosti Yerkesa a Dodsona (1908).



Obrázek 2 Yerkes-Dodsonův zákon (Yerkes a Dodson, 1908)

Na základě dvou základních fylogeneticky daných reakčních strategií „fight or flight“ (Cannon, 1932) lze u člověka charakterizovat tzv. „vyhýbače,“ resp. „konfrontéry.“

Seleyeho teorie obecného stresového syndromu (Seley, 1950) rozlišuje tři fáze automatické reakce organismu na působení stresoru, které jsou mj. podstatou sportovního (Perič, 2010) i psychologického (Štrach, 2009 nebo Kovářová, 2016) tréninku:

- **alarmová fáze** sloužící zejména pro hrubou orientaci ve stresové situaci a pro přípravu organismu stresoru čelit (mj. dochází k rychlé mobilizaci energetických zdrojů, zvýšení výkonu kardiopulmonálního systému nebo zlepšení kognitivních schopností či rozšíření zorniček nebo inhibici některých aktuálně nepotřebných fyziologických mechanismů);
- **fáze resistance**, nebo také **adaptace**, je následnou fází stresové reakce, k níž v organismu dochází řádově později a na základě opakované nebo trvající expozice stresoru. Adaptační fáze slouží k normalizaci reakcí v rámci alarmové fáze, kdy k tomu organismus využívá řadu zpětnovazebních mechanismů buněčné i systémové úrovně. Fáze adaptace může být úplná, částečná nebo žádná.
- **fáze exhauce** představuje finální krok ve stresové reakci organismu. Je výrazem příliš silné intenzity stresoru nebo poruchy (selhání) adaptačních mechanismů.

Je nutné konstatovat, že teorie Obecného stresového syndromu má, ve světle řady výzkumů (Levine, 2005; Armario, 2006), celou řadu diskrepancí. Kriticky je třeba pohlížet zejména na vysokou variabilitu reakcí – neexistuje přímá závislost mezi konkrétním stresorem a typickou reakcí, což se projevuje jak odlišnými humorálními reakcemi na konkrétní stresor, tak odlišnými patogenními účinky na organismus při působení shodného stresoru u rozdílných jedinců. Reakce na specifický stres je tak často odlišná.

Teorii obecného stresového syndromu lze úspěšně aplikovat i na fenomén únavy, a to včetně zmíněných kritických poznámek. Podle dualistické teorie lze k únavě přistupovat jako k fyziologickému stavu organismu, nebo jako k čistě psychologické problematice individuality jedince. Přístupy tedy jsou spíše kvantitativní či naopak spíše kvalitativní. Svým způsobem nad tímto chápáním lze vidět přístup holistický – celostní, jež se snaží problematiku únavy uchopit kombinací teorií fyziologických a psychologických.

Ruku v ruce se základním rozdělením jde i forma a stanovení míry únavy. V první řadě se jedná o únavu akutní a chronickou, v druhé pak o kvantifikaci její míry. V této konkrétní problematice se prozatím nelze plně spolehnout na jednoduchý, měřitelný a průkazný ukazatel úrovně únavy (Boullousa a Nakamura, 2013). Ta je ve svých projevech i příčinách vysoce multifaktoriální veličinou a je k ní jako takové velmi často potřeba přistupovat individuálně.

Z výše zmíněného se tedy jednoznačně potvrzuje multidimenzionalita problematiky vztahu výkonnost – únava, resp. psychická – fyzická (fyziologická) podstata únavy. Proto je zřejmé, že k objektivizaci stavu únavy je zapotřebí současné využití a kombinaci celé řady metod kontroly stavu organismu.

Únava, jako jedna z automatických reakcí organismu na stresor, je potencována celou řadou faktorů. Podle Phillipse (2015) vědci nejčastěji pracují s následujícím výčtem proměnných, které vznik a míru stresové reakce s následnou únavou určují a ovlivňují:

- energetická náročnost reakce na stresor, tedy charakter a intenzita zatížení;
- biologická reakce na stresor, mj. trénovanost jedince a míra jeho adaptace;
- psychická reakce na stresor, převážně aktuální stav jedince a psychická predispozice.

Pouze ve světle těchto oblastí se můžeme pokusit únavu definovat. Většina autorů se ve svých závěrech blíží „slovníkovým“ definicím, např. Merriam-Webster (2020) ji chápe ve třech rovinách:

- vědomí či pocit únavy;
- dočasná ztráta schopnosti adekvátně reagovat, jež je indukována na sensorickém receptoru, motorické nebo orgánové úrovni jako následek dlouhodobější stimulace;
- stav nebo pocit netečnosti či apatie zapříčiněný vystavením opakovaným podnětům podobného charakteru.

Obecně považuji za nejuniverzálnější „multidimenzionální“ definici únavy dle Craig et al. (2011), podle kterých je únava „...*psychofyziologický stav, který se u osob projevuje únavou a ospalostí, snížením kapacit a funkcí organismu vedoucím k nižšímu výkonu a také negativním emocím a znučenosti...*“, což lze úspěšně doplnit jako „...*vědomí snížené fyzické či mentální kapacity způsobené dysbalancemi mezi přísunem anebo obnovou zdrojů potřebných k pokračování v aktivitě...*“ autorů Strobera a DeLucy (2013). Philips (2015) ve své rešerši pracuje s několika oborovými oblastmi, které se samy snaží únavu definovat průřezově takto: „*Únava v každodenním životě, únava jako zkušenost, únava jako fyziologický stav nebo pokles výkonnosti, či dynamický multidimenzionální koncept.*“

Komplexnost fenoménu únavy nutně vede k definování jejích projevů na různých úrovních, jimž se budu věnovat v dalších částech této kapitoly. Přes rozdělení na fyziologicko-výkonnostní a psychickou oblast je třeba mít stále na paměti provázanost obou oblastí (Boullosa a Nakamura, 2013), jejich vzájemné ovlivňování, útlum i nabuzení a fakt, že únava vzniká působením odlišných stresorů, sama je však také stresorem.

Obtížnost samotné definice únavy s sebou nese i obtížnost uchopení jejích projevů. Pro snadnější orientaci bude i v rámci této práce postupováno v souladu s paradigmatem jejího rozdělení na tvrdší, kvantitativní fyzické projevy, a měkčí, psychické projevy spíše kvalitativního charakteru. V reakci na vystavení organismu opakovaným podnětům lze spatřovat snahu o zachování či navrácení do původního stavu fyzické i psychické homeostázy (Chrousos a Gold, 1992). Zbytek této kapitoly bude pracovat s definicemi akutní formy únavy bez patologických konotací.

3.1 Fyzické projevy únavy

Fyzické, částečně měřitelné a kvantitativně snáze uchopitelnější následky působení stresoru s sebou nesou vznik únavy na různých systémových či orgánových úrovních organismu.

3.1.1 Neurohumorální reakce organismu

Na fyziologických reakcích organismu v rámci stresové reakce má hlavní podíl periferní nervový systém se svým systémem intero- i extero- receptorů stojící na aferentních i eferentních nervových drahách. Ascendentní i descendentní dráhy somatického a autonomního nervového systému pak ve všech fázích reakce napomáhají organismu reagovat na změny vnitřních či vnějších podmínek (Kittnar a kol., 2011; Kulišťák, 2011; Noakes, 2012.). Explicitně u kognitivní únavy byl prokázán útlum aktivity parasymptiku a naopak zvýšená aktivita symptiku (Tanaka et al., 2009; Mizuno et al., 2011).

Alarmová fáze stresové reakce se vyznačuje především aktivitou sympatické složky s mediátory, ale také hormony, noradrenalinem a adrenalinem, které aktivují řadu dalších neurotransmiterů a tím ovlivňují činnost srdce, cév, kosterních svalů, ale i ledvin či střev. Mezi hlavní hormony stresové reakce patří kortikosteroidní hormony během iniciační, rychlé fáze stresové reakce, následovány vyplavením „pomalých“ glukokortikoidů (Kloet et al., 2007). Kortikosteron podle autorů (Ibid) zvyšuje citlivost

receptorů na synapsích a tedy účinek dalších hormonů steroidní povahy (srov. McArdle et al., 2010). Komplexnost stresové reakce a rozdílná míra aktivace bohužel nenahrává hormonům jako univerzálním ukazatelům míry únavy.

Přesto je hormon kortizol využíván jako jeden z markerů stanovení míry stresové reakce organismu na působící stresory (Dorn et al., 2007; Hansen et al., 2008; Gatti a De Palo, 2011; Powel et al., 2015). Kortizol je zodpovědný za řízení diurnálního cyklu, jež může být narušen předchozí fyzickou aktivitou (Kittnar a kol., 2011, Molina, 2013) a může tak být jedním z projevů reakce organismu na únavu. Změny hladin dalších hormonů jako reakce na stres i únavu jsou často polarizovány v závislosti na charakteru stresoru, resp. délce jeho působení (McArdle et al., 2010; Molina, 2013):

- inzulin ↓ při krátkodobém stresu při alarmové fázi stresové reakce;
- kortikoidy ↓ při vyčerpání;
- pohlavní hormony ↓ při akutním i chronickém stresu;
- tyroxin ↑ při dlouhodobé fyzické zátěži, ↓ při krátkodobé fyzické zátěži;
- vazopresin ↑ při nastartování stresové reakce.

3.1.2 Změny v metabolismu a utilizace energie

Metabolismus a utilizace energie je významně ovlivněna endokrinní reakcí organismu. Je zároveň hlavním „hmatatelným“ důkazem únavy. Právě pro změny v energetických nárocích a jejich pokrytí je člověk schopen poznat její nástup, resp. se pokusit definovat její míru.

Energetické pokrytí zvýšených nároků organismus kompenzuje snahou o udržení dostatečné hladiny glykémie, i ta bývá měřena pro stanovení míry únavy (Marcora et al., 2009; Marcora a Staiano, 2009; MacMahon et al., 2014). Rozpad glykogenu, glykogenolýza, pokrývá energetickou spotřebu v iniciační fázi reakce. Novotvorba, glukoneogeneze, pak nastupuje později, následována lipolýzou (Kittnar, 2011). Právě v energetickém pokrytí zvýšených nároků hrají klíčovou roli glukokortikoidy, protože zvyšují jaterní glukoneogenezi a glykémii, ovlivňují proteinovou degradaci a podporují proteolýzu.

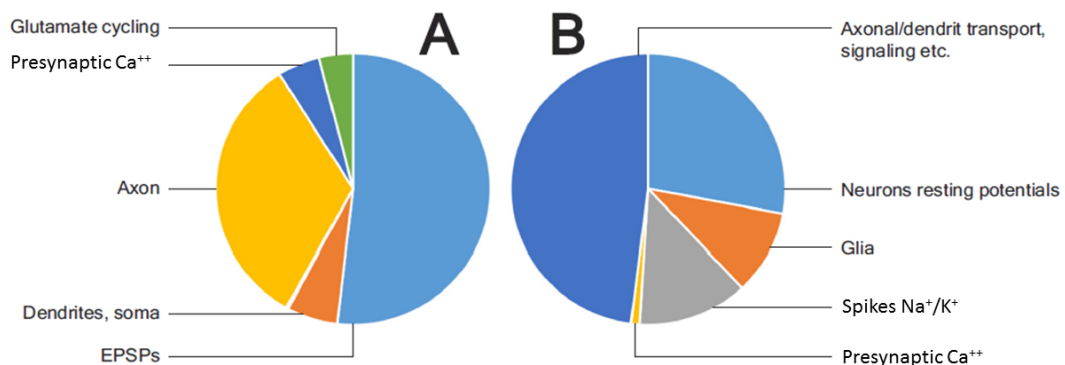
Je třeba si uvědomit, že enormní a stabilní pokrytí energetických nároků vyžaduje také lidský mozek. Využití energetických zdrojů v mozku je úzce spjato s počtem aktivních neuronů, jejich aktivitou a individuální energetickou spotřebou, což je stěžejní

pro pochopení vlivu energetické náročnosti mozku při kognitivních činnostech na celkovou distribuci a utilizaci energie při pohybových činnostech. V kognitivních funkcích hraje klíčovou roli kortex – mozková kůra. Energetická náročnost činnosti mozkové kůry byla odhadována na základě srovnání mozku člověka a hlodavce (Lennie, 2003). Do výpočtu spotřeby energie vstupuje několik oblastí, které lze spatřovat separovaně:

- postsynaptický potenciál – $1,2 \times 10^9$ ATP na jeden vzruch, při kalkulaci s 50% chybou přenosu (Markram et al., 1997);
- přenos signálu – $9,2 \times 10^8$ ATP na jeden vzruch, počítáme-li s 2,5x delšími axony než u hlodavců (Attwell a Laughlin, 2001);
- uvolňování a recyklace neurotransmiterů – $2,3 \times 10^4$ ATP, resp. $2,1 \times 10^3$ ATP při znovu využití.

Pro celkovou energetickou náročnost neurální aktivity mozku je samozřejmě potřeba počítat i s počtem zapojených neuronů a zároveň se zůstatkovou hodnotou akčního potenciálu.

Proporcionalitu energetické náročnosti může dobře ilustrovat následující obrázek:



Picture 1. Energetic demands of neural activity in human cortex (6)

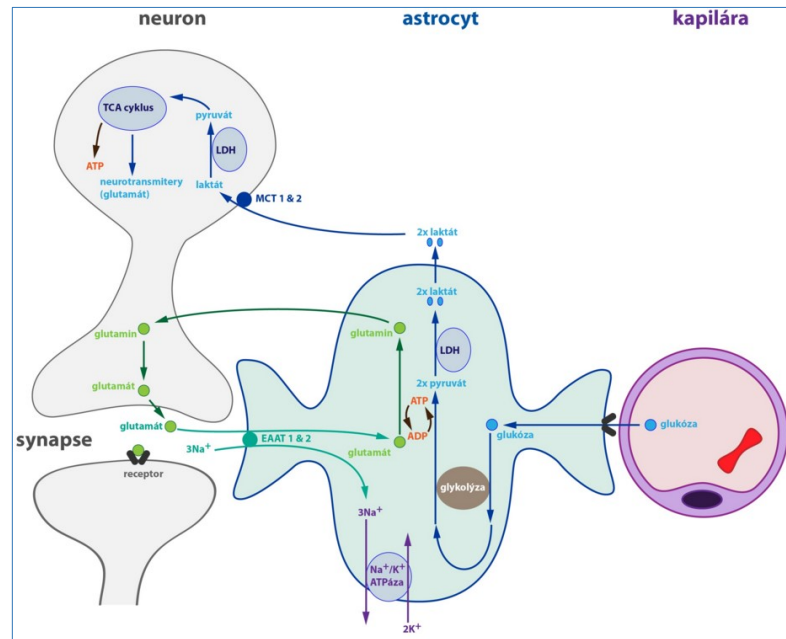
(A) How the cost of a single spike in human pyramidal cell arises in different processes. A spike consumes 2.4×10^9 molecules of ATP. The principal cost (52%) is EPSPs evoked at postsynaptic sites. Propagation in dendrites and soma account for 6% and 0.25%, respectively. Propagation along axon accounts for 33%. Mechanisms of transmitter release and recycling consume 5% and 4%, respectively.

(B) Fractions of total energy expenditure in neocortex that are attributable to different functions. Maintaining resting potentials in neurons and glia accounts for 28% and 10%, respectively. Reversing Na⁺ and K⁺ fluxes from spikes accounts for an additional 13%. Calcium movements associated with transmitter release and transmitter recycling each account for less than 1%. Functions unrelated to neural signaling account for the remainder. Segments that represent costs associated with spiking are pulled out from the chart.

Obrázek 3 Energetické nároky neurální aktivity kůry mozkové u člověka (Michalička a Pohnán, 2019 upraveno dle Lennie, 2003)

Celková spotřeba kortexu mozku je podle Lennieho (2003) stanovena na $3,4 \times 10^{21} \text{ ATP} \cdot \text{min}^{-1}$, při jeho průměrné váze 475 g.

Jednu z klíčových rolí v přenosu signálu tvoří kromě ostatních neurotransmiterů i uvolnění glutamátu z astrocytů (Parpura et al., 2004). Ty využívají převážnou část glukózy utilizované v mozku. Neurony jako takové využívají jiné zdroje energie, zejména laktát a pyruvát. Fontana a kol. (2014) dále vysvětlují mechanismus takto: „Astrocyty hrají důležitou úlohu i v recyklaci glutamátu (nejdůležitější excitační neurotransmitter CNS). Ze synaptické štěrbiny je glutamát do astrocytu přenášen se sodnými kationty. Zvýšená koncentrace Na^+ v astrocytu poté aktivuje Na^+/K^+ -ATPázu, která tak obnovuje elektrochemický gradient nutný pro transport. V astrocytu se glutamát přemění na glutamin a ten se vrací do neuronu k dalšímu použití. Oba popsané procesy vyžadují ATP.“ Vše je patrné i z následujícího schématu:



Obrázek 4 Přenos energie neuron-astrocyt (Fontana a kol. 2014)

„Zvýšený transport glutamátu do astrocytu způsobí zvýšenou aktivitu Na^+/K^+ -ATPázy a zvýšenou konverzi glutamátu na glutamin. Tím se zvýší spotřeba ATP a jeho množství v astrocytu klesá. Toto stimuluje glykolýzu, což vede k vyššímu přísunu glukózy z krve a k tvorbě ATP. Zároveň vzniká i více laktátu, jež mohou neurony využívat.“ (Ibid.).

Protože astrocyty obsahují velmi malé množství glykogenu, je činnost mozku, potažmo celé CNS, závislá na dodávce glukózy krevním řečištěm.

3.1.3 Funkční změny

Na vyšší systémové úrovni se únava projevuje celou řadou často protichůdně polarizovaných manifestací. Obecně lze konstatovat, že vyšší míra únavy zvyšuje míru inhibice orgánových systémů – do určité meze tvoří výjimku kardiorepirační systém, který na vyšší míru únavy reaguje **vyšší aktivitou**. U akutní fyziologické formy únavy s přetrvávající aktivitou (fyzického či psychického charakteru) je příčinou zvýšená funkce sympatiku (Tanaka et al., 2009; Mizuno et al., 2011), spojená s vyšší náročností zachovat homeostázu a využít zvýšené množství energetických zdrojů a kyslíku. Zároveň dochází k transportu metabolitů energetického krytí, kde kardiorepirační systém hraje klíčovou roli. Po zátěži převažuje funkce parasympatiku a odbourávání následků únavy (Molina, 2013). Přetrénování a jeho symptomy patří spíše k patologickým projevům dlouhodobého vystavení abnormální zátěži. Mezi zajímavé projevy však stojí za zmínku uvést prokazatelně vyšší průtok krve v gyrus cinguli a amygdale v rámci posttraumatické stresové poruchy (post-traumatic stress disorder) u vojáků (Nutt a Malizia, 2004).

Snaha organismu o udržení homeostázy vede v akutních fázích zatížení od počátku narůstající únavy k útlumu některých aktuálně méně podstatných systémů. Homeostázu lze v tomto kontextu spatřovat jako prioritu, jíž se musí některé funkce organismu podřídit a **inhibovat** svou aktivitu. Na akutní únavu reagují **zejména trávicí a vylučovací pochody** (zejména v alarmové fázi působení stresoru), **pohybový a reprodukční systém**. **Příjem potravy** závisí na převládající hormonální kontrole, protože reakce na únavu může být jak snížená (McArdle et al., 2010), tak zvýšená (Ibid.) chuť k jídlu. Na polarizaci reakce mají vliv orexiny, hormony podporující chuť k jídlu, jako i β -endorfiny či neuropeptid Y. Opačný vliv má působení CRH nebo leptinu (Watanabe et al., 2007; Molina, 2013). Dalším systémem, u kterého dochází ke snížení aktivity, je **systém imunitní** (Watanabe et al., 2007), kde zvýšení glukokortikoidů omezuje imunitní odpověď organismu snížením počtu cirkulujících lymfocytů (Mescher, 2018). **Pohybový systém**, senzomotorika a posturální stabilita jsou únavou narušeny. Hlavní roli opět hraje aktivita sympatiku, jež adrenergickým systémem stimuluje svalový tonus. Tento vliv má za následek pozorovatelné změny v obličeji u žvýkacích a mimických svalů (Vodáčková, 2002; Marino, 2019). Citlivě reagují svaly šíje či

pletence ramenního nebo svaly lumbální. Dané mimovolní změny mimo jiné ovlivňují následný senzomotorický výkon. Pro účely této studie se zejména jedná o sníženou koordinaci při střelbě (Hoffman et al., 1992; Derave et al., 2002).

3.2 Psychické reakce na únavu

Psychické reakce na stresor, jako působe vedoucí k pocitu únavy, lze chápat zejména na pozadí aktuálního stavu jedince a jeho časově stářejšímu charakterovému nastavení.

3.2.1 Aktuální stav člověka

Hodnocení míry únavy je vždy subjektivního charakteru a zakládá se na pocitech hodnotitele a percepci projevů únavy (Marino, 2019). Právě emoce a schopnost vnímání sebe sama, spolu s konativními procesy (Paulík, 2017), a tedy individuální mix kognitivních, afektivních a behaviorálních atributů, hrají klíčovou roli v adaptačních mechanismech, zejména při subjektivním prožívání únavy. Dosažení biologických, fyzických limitů bez zapojení psychických determinantů, zejména dostatečné motivace, není možné (srov. subkapitola 5.3.1), což bylo experimentálně prokázáno (Marino, 2019). Tyto závěry opět potvrzují pohled na únavu jako komplexní fyziologickou a psychickou reakci organismu na narušení homeostázy. Její postavení v reakci na stresor pak může hrát protektivní funkci pro celý organismus.

Kognitivní hodnocení situace, v níž se člověk právě nachází, tedy appraisal (Lazarus a Folkman, 1984) a reappraisal – přehodnocení, hraje při celkovém hodnocení klíčovou roli (Selye, 1983). Autor dokonce tvrdí, že vnímání a hodnocení stresu může ve výsledku ovlivňovat jeho dopady více, než autonomní reakce organismu. Kognitivní, vědomé, hodnocení situace vstupuje do popředí teprve tehdy, kdy podněty nebyly zvládnuty autonomními regulačními mechanismy organismu (Paulík, 2017). Podle shodného autora do kognitivní složky adaptace – tedy mj. reakce na únavu, patří ještě **kognitivní styl**, který lze chápat jako určité schéma, očekávatelný přístup jedince k dané, problémové, zátěžové situaci. Jedná se tedy o snahu udržet homeostázu, vnitřní konzistenci, na základě zkušeností, na základě subjektivních obrazů světa okolo a na postavení sebe samého v jakési historické paměti svých reakcí, myšlenek a představ. Na tomto základě se pak lze snažit uchopit kognitivní styl, predikovatelnou pravděpodobnou reakci člověka na stresor, zátěž. Nemalou měrou v kognitivním hodnocení figuruje i **sebepojetí, sebehodnocení**. Jak postuluje Paulík (2017), u sebepojetí „*Jde o celkový*

obraz sama sebe či mentální reprezentaci vlastního já.“ Stěžejní je v této problematice důkladná sebereflexe.

Afektivní, emoční, procesy hrají podle mnoha autorů klíčovou roli v celkové psychické reakci organismu na stres i únavu. Už Cannon et al. (1927) prokázali obdobné fyziologické reakce organismu při zcela odlišných emočních stavech, jakými bez pochyb jsou např. strach a zlost. Reakcí bylo zvýšené pocení a zvýšená srdeční frekvence, i když působením odlišných hormonálních mixů. Provázanost fyziologické reakce emocemi a hormonální regulací je tak zcela zřejmá.

Vzhledem k obecně podobné reakci organismu na únavu, jako na jiné stresory, je jistě zajímavé zmínit zejména vliv emocí na hodnocení únavy, na jejím prožívání. Konkrétní nástroj využitý v této práci je zmíněn v kapitole 5.3.9, ale pro provázanost emocí a vnímání stresoru rád poukážu na výzkum Reichertse et al. (2013), kteří prokázali silnou závislost mezi vnímáním bolesti s a bez emocionálně zbarvených instrukcí, „přípravy“. Explicitně u únavy byl vliv emocí, pozornosti zaměřené na únavu, prokázán např. v terapeutické praxi (McCaul a Malott., 1984), kdy šlo principiálně o odvedení pozornosti a tím zmírnění prožívání únavy.

Pro správné pochopení termínu prožívání zátěže, únavy, je vhodné zmínit následující hierarchizaci psychických procesů (Marino, 2019):

Koncept	Definice
Emoce	Pocit vzniklý na základě psychických a fyzických stimulů, potenciálně detekovaný a interpretovaný dalšími jako převažující nálada či pocit.
Vědomí	Stav vnímání a uvědomění si sebe sama.
Vnímání	Fyziologické změny zapříčiněné smyslovými podněty a dalšími vlivy jako teplota okolí, propriorecepce nebo rovnováha, které jsou interpretovány CNS.
Vnímání úsilí	Komplexní sensorická zkušenost, jež není přímo spojena se specifickým receptorem nebo nervovou strukturou, ale je integrována jako vnímání úsilí.
Vnímání zátěže*	Komplexní subjektivní zkušenost, prožitek založený na fyziologických a psychologických vlivech, který generuje vnímání rozsahu zátěže

* Vnímání zátěže a úsilí je v literatuře často zaměňováno a oba termíny se prolínají (Marino, 2019).

Aplikace teoretických východisek je v této práci zahrnuta v subkapitole 5.3.8 věnované aktuální náladě, a tedy snaze o uchopení aktuálně prožívaných emocí v experimentální části.

Konativní procesy, tedy zaměřenost úsilí – seberegulace chování je dalším způsobem, kterým jedinec na stresor, únavu, reaguje. „Coping“ je tématem zmíněným v subkapitole 5.3.7, ale obecně lze tuto vědomou aktivní součást psychické reakce na zátěž definovat jako detekování rozdílů v aktuálním chování a zažitém standardu a jejich následné omezení či odstranění. Opakem lidí, kteří autoregulaci ovládají a jsou tak schopni lépe odolávat rušivým vlivům, jsou jedinci impulzivní.

Zajímavou myšlenkou pro shrnutí může být termín kongruence, jež lze definovat jako „...shodu vrozené sebeaktualizační tendence a sebehodnocení, která nadměrně nepodléhá soudům subjektivně důležitých lidí z okolí.“ (Paulík, 2017).

3.2.2 Osobnostní charakteristiky

Je zřejmé, že na nastavení člověka k prožívání únavy mají vliv další, v čase relativně stálé, proměnné. Mimo pohlaví, kdy muži obecně nesou psychickou únavu hůře (Hodačová a kol., 2007), lze hovořit zejména o osobnostních dispozicích a sebepojetí.

V této oblasti je velmi obsáhlá monografie Kovářové (2016), zaměřující se na psychologii triatletů, tedy populace sportující intenzivně vytrvalostně, čili obdobně jako subjekty v této práci ve srovnání s běžnou populací. Statisticky významně byla tato skupina – často vystavena nepříjemnému vytrvalostnímu zatížení – odlišná od běžné populace v oblastech potřebných pro dosažení limitní výkonnosti. Lze tedy předpokládat, že tato skupina má rozdílné vnímání subjektivní zátěže. V osobnostních charakteristikách se jednalo o rozdíly ve škálách resistance vůči vyrušení, integrity osobnosti či sebeprosazování. V rámci motivace k výkonu, s opětovným předpokladem resistance vůči únavě, byly dotazníkem LMI (viz subkapitola 5.3.6) zjištěny statisticky významné rozdíly v dimenzích angažovanosti, flexibility, preference obtížnosti či soutěživosti a orientace na status.

3.3 Psychické projevy únavy

Je nasnadě, že na vlastních subjektivně i objektivně pozorovatelných reakcích na únavu se podílí složitý koktejl proměnných aktuálního stavu člověka stojící na základu osobnostních charakteristik. Provázanost psychických a fyzických, fyziologických,

autonomních či vědomých reakcí byla zmíněná několikrát, a proto se tento komplex může projevovat odlišně.

V rámci své publikace definovala Vodáčková (2002) aktivní a pasivní skupiny reakcí na zátěž (v souladu s Cannonovu teorií „fight or flight“). Vybrané jsou aktuálně pouze reakce psychického charakteru.

Aktivní reakce:

- emoce jsou výrazné a jsou i výrazně projevovány;
- převažují smutkové nebo zlostné emoce, křik, nářek, zloba nejsou výjimkou;
- objevují se emoce, které nejsou vzhledem k situaci „přiléhavé“;
- agresivní a autoagresivní projevy;
- tempo řeči je překotné, jedinec rychleji mluví, než myslí;
- čas se subjektivně zkracuje;
- nesoustředěnost, těkání, zhoršená schopnost komunikace.

Pasivní reakce:

- emoce nejsou pociťovány ani projevovány;
- snížení percepce těla až neschopnost cítit tělo – může vést k záměrnému zraňování z důvodu snahy citlivosti dosáhnout;
- časová distorze;
- výrazně snížená schopnost porozumět verbálním sdělením;
- neschopnost navázat oční kontakt.

Je třeba zmínit, že autoři pracovali s reakcemi na různě silné podněty a že ne všechny se týkají i únavy, resp. její projevy nemusí projevovat vždy ve výše zmíněných „extrémních“ variantách.

Projevy únavy většinou nabývají charakteru problémů s koncentrací, sníženou pozorností, sníženou schopností vizuální percepce, sníženou reaktivitou vč. komunikace, zvýšenou chybovostí v běžných kognitivních činnostech nebo ospalostí. Je tedy očividné, že únava může mít řadu často fatálních následků, zejména při výkonu povolání vyžadující vysokou míru pozornosti (Lal a Craig, 2001, 2002; Philips, 2015).

EMPIRICKÁ ČÁST

4 VÝZKUMNÁ OTÁZKA, CÍL, ÚKOLY, HYPOTÉZY

Výzkumná otázka:

Do jaké míry jsou aktuální aerobní výkonnost, hodnocená maximální délkou trvání specifického zátěžového testu, a přesnost střelby u vojáků ovlivněny předchozí kognitivní únavou?

Cíl:

Cílem práce je zjištění míry vlivu předchozí kognitivní únavy na přesnost střelby a následnou aktuální aerobní výkonnost sledovaných příslušníků naší armády.

Úkoly:

- studium odborné literatury;
- rešerše dosavadních výzkumů v oblasti psychické, kognitivní a fyzické únavy, fyziologie zátěže a biochemie, senzomotoriky, psychologie osobnosti a sportovního výkonu;
- plánování měření na základě rešerše, dostupných podmínek a technologických možností;
- podání žádosti ke schválení výzkumu Etickou komisí FTVS UK;
- výběr subjektů;
- pilotní měření;
- vlastní měření;
- zpracování a vyhodnocení dat;
- sepsání výsledků a závěrů;
- obhajoba disertační práce.

Hypotézy:

- 1) Předpokládáme, že hladina kortizolu bude schopna rozlišit rozdílnou úroveň reakce organismu na kognitivní a aerobní zatížení organismu.
- 2) Očekáváme, že kognitivní únava bude významně ovlivňovat výkonnost člověka, konkrétně jemnou motoriku hodnocenou střelbou a jeho aerobní výkonnost.
- 3) Předpokládáme, že jedincem vnímaná subjektivní zátěž a jeho nálada budou negativně ovlivněny kognitivní únavou.

5 METODIKA VÝZKUMU

Projekt studie byl schválen Etickou komisí Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy v Praze, dále FTVS UK, (Příloha 1), vydáno dne 5. března 2015. Součástí žádosti o schválení projektu byl i Informovaný souhlas (Příloha 2), který byl probandům předán. Před vlastním výzkumem s ním byli seznámeni a byl jimi podepsán.

Intervenční randomizovaná studie byla provedena jako jednoduše zaslepená s cross-over designem. Schéma experimentu je uvedeno na Obrázku 10. Oslovení a nábor probandů byl proveden v Praze na Katedře vojenské tělovýchovy FTVS UK. Zařazení do výzkumu bylo čistě dobrovolné, kdy vstupním kritériem byl dosažený výsledek ve Výročním přezkoušení z tělesné výkonnosti, které se provádí u AČR jednou ročně (Ministerstvo obrany, 2011).

Měření proběhlo v laboratoři sportovní motoriky (dále jen LSM) FTVS UK v Praze v nadmořské výšce 311 metrů nad mořem, v termínech 12. listopadu – 7. prosince 2018 a 5. – 19. března 2019. Experiment probíhal za standardizovaných podmínek v LSM FTVS UK při běžném umělém osvětlení a v normálních atmosférických podmínkách. Atmosférický tlak (p) byl během měření sledován na webu Českého hydrometeorologického ústavu pro meteostanici Praha – Ruzyně, kdy dosahoval průměrných hodnot 1015,3 hPa v době začátku měření, tedy v 07.00 hodin.

5.1 Zajištění výzkumu

Po celou dobu vlastního měření bylo třeba zajistit zdravotnické zabezpečení.

5.1.1 Zabezpečení výzkumu

Zdravotnické zabezpečení bylo pro neinvazivní povahu experimentu voleno cestou ZZS HMP (Zdravotnická záchranná služba Hlavního města Prahy) – na telefonu 155, což korespondovalo i s konzultovanou rizikovostí fyzického a psychického zatížení probandů (ošetřující lékař všech subjektů z Posádkové ošetrovny Dukla Praha).

Pro odběr vzorků slinného kortizolu byla dodržována hygienická opatření v souladu s Přílohou 4.

5.1.2 Důvody ukončení experimentu

Experiment vlivu indukované kognitivní únavy na fyzický výkon člověka mohl být kdykoli ukončen na základě jednoho nebo více z uvedených faktorů:

- žádost subjektu;
- HR vyšší než 210 tepů·min⁻¹;
- délka trvání zátěžového testu více než 45 min;
- zdravotní indispozice.

5.2 Výzkumný soubor

Výzkumu se účastnilo 18 neplacených dobrovolníků, mužů (výjimku tvořila finanční motivace pro nejlepšího v každé větvi experimentu – viz kapitola 5.3.6). Základní charakteristika souboru je uvedena v Tabulce 1. Počet subjektů byl vybrán na základě již publikovaných studií podobného charakteru. Vlastní měření dokončilo 17 subjektů. Všichni probandi byli příslušníky Armády České republiky a zároveň studenty prezenční formy studia Vojenského oboru při Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy. Všechny subjekty byly v době výzkumu pod pravidelným lékařským dohledem (Zákon č. 221/1999 Sb.; Zákon č. 372/2011 Sb.) a byly zdravý i podle klasifikace American Society of Anesthesiologists (ASA), kdy splňovaly klasifikaci ASA I (Daabis, 2011). Všichni zúčastnění dobrovolníci byli vysoce motivovaní lucidní nekuřáci bez vad zraku, příp. s jejich korekcí.

V rámci Iniciační fáze výzkumu byla zjišťována anamnestická data a základní antropometrické parametry.

Experimentální část výzkumu probíhala vzhledem k relativně dlouhé washout periodě (Segen's Medical Dictionary, 2011; Hendl, 2015) a nutnosti standardních časů odběru slinného kortizolu v termínech 12. listopadu – 7. prosince 2018 a 5. – 19. března 2019.

Tabulka 1 Charakteristika výzkumného souboru

Parametr	Všechny subjekty			
	Průměr	SD	Min	Max
Věk (roky)	21,4	1,5	19	24
Hmotnost (kg)	79,92	7,68	68,9	96,5
Výška (m)	1,83	0,06	1,71	1,92
BMI (kg·m ⁻²)	23,96	1,70	21,75	27,69
$\dot{V}O_{2peak}$ (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻²)	52,85	3,83	45,0	58,4
v_{max} (km·h ⁻¹)	7,23	0,35	6,50	7,70
v_{ref} (km·h ⁻¹)	5,78	0,28	5,20	6,16
HNB (kg)	23,98	2,30	20,67	28,95

Hodnoty jsou uvedeny jako průměr, hodnoty \pm vyjadřují směrodatnou odchylku a hodnoty v závorce vyjadřují rozsah (minimální – maximální). Zkratky: BMI – Body Mass Index; $\dot{V}O_{2peak}$ – maximální volní dosažený aerobní výkon; v_{max} – maximální dosažená rychlost chůze; HNB – hmotnost neseného břemene.

5.3 Měřicí nástroje

Ke zjištění dat byla využita celá řada měřicí techniky a nástrojů. Všechny jsou zmíněny v následujících podkapitolách, v případě potřeby i se specifiky jejich nastavení.

5.3.1 Aerobní výkonnost organismu – chůze se zátěží

Lidský organismus pro pokrytí svých energetických potřeb využívá mj. kyslík. Minutová spotřeba kyslíku představuje množství tohoto plynu, které je transportováno a využito ve tkáních (Jabor et al., 2008). Tato veličina je zobrazována pomocí specifických analyzátorů a může být vyjádřena dvěma způsoby. Jestliže absolutní hodnota (udávaná v L·min⁻¹) vyjadřuje celkovou spotřebu, logicky nepostihuje somatické rozdíly měřených subjektů. Proto je využívána relativní hodnota, udávaná v mL·kg⁻¹·min⁻² (Wassermann et al., 2005), a bývá považována za nejpřesnější ukazatel zatížení (Miller, 2012). Maximální spotřeba kyslíku ($\dot{V}O_{2max}$) je hodnota maximálního množství kyslíku, které je daný organismus schopen využít při zátěži. $\dot{V}O_{2max}$ je považován za aktuálně nejpřesnější ukazatel aerobního výkonu organismu a úrovně trénovanosti.

Tato práce nicméně pracuje s hodnotou maximální volní (dosažené) spotřeby kyslíku ($\dot{V}O_{2peak}$), jelikož relevantní stanovení hodnot $\dot{V}O_{2max}$ předpokládá splnění několika podmínek:

- a) dosažení tzv. plata (Astorino et al., 2000). Wassermann et al. (2005) uvádějí, že pouze cca 1/3 subjektů plata dosahuje;
- b) repetici měření (Green a Askew, 2018);
- c) nízkou motivaci, resp. „nezkušenost“ subjektu s měřením (Ibid.).

Přes nenaplnění výše zmíněných podmínek je $\dot{V}O_{2max}$ často citováno, lze předpokládat, že se spíše jedná o zažitý zvyk (Poole a Jones, 2017) a reálně jde o hodnoty $\dot{V}O_{2peak}$. Obecně lze říci, že $\dot{V}O_{2peak} < \dot{V}O_{2max}$.

Aerobní výkonnost organismu se zpravidla zjišťuje při déletrvajících lokomoci cyklického charakteru. Ať se jedná o bicyklový ergometr, veslování, běh nebo chůzi, vždy se jedná o zátěž v co nejvyšší, resp. stoupající (Miller, 2012) intenzitě, často do vita-maxima. Pro svou disertační práci jsem zvolil zatížení na úrovni 80% $\dot{V}O_{2peak}$, což odpovídá střední zóně energetického krytí za vzniku kyseliny mléčné, LA (McArdle et al., 2010). Její dynamické změny měly být původně jedním z hodnocených parametrů, ale invazivní metoda (odběr kapilární krve) se ukázala jako organizačně nemožná, a i proto bylo přistoupeno k měření SALc. Protože intenzita činnosti je stanovena na 80% $\dot{V}O_{2peak}$, což koreluje s 80% mezní hodnoty laktátu (Wassermann et al., 2005; McArdle et al., 2010, Sherr et al., 2013), bylo zajímavé sledovat, po jak dlouhou dobu byly subjekty schopny tuto mezní hranici intenzity akceptovat.

K vlastnímu zatížení organismu subjektů bylo využito běžeckého pásu LSM, který byl nastaven na elevaci 8 %. Beekley et al. (2007) a Padulo et al. (2013) uvádějí, že se jedná o hraniční hodnotu sklonu, která výrazně neomezuje biomechaniku chůze, přičemž vlastní sklon slouží ke zvýšení intenzity zatížení. Chůze byla pro subjekty náročná i proto, že na zádech nesly batoh o HNB 30 % vlastní váhy subjektu (Knapik et al., 2004; Beekley et al., 2007). Všechny tyto faktory měly přispět k co nejreálnějším podmínkám, v jakých se vojáci pohybují (Ibid.).

K vlastnímu záznamu a zobrazení zjištěných hodnot $\dot{V}O_{2peak}$ byl použit kalibrovaný analyzátor vydechovaných plynů (MetaLyzer 3B, Cortex Biophysik,

Leipzig, Německo) s náustkem (série 7600, Hans Rudolph, Kansas City, USA) a SW MetaSoft výrobce. Jeho kalibrace i použití bylo vždy pouze proškolenou obsluhou.



Obrázek 5 Zjišťování $\dot{V}O_{2peak}$

5.3.2 Senzomotorický výkon – střelba

Střelecký postoj, míření, spouštění s následným výstřelem a psychická charakteristika střelce patří v teorii přesné střelby mezi základní taxonomické oblasti mající vliv na vlastní střelecký výkon (Hošek, 1992; Skanaker a Antal, 2007; Perič, 2010). Specifičnost přesné střelby lze spatřovat v enormní potřebě kvalitní postury – stabilizačního systému těla, perfektním zvládnutí precizních mikropohybů (spouštění), což stojí na kvalitní receptorové a analyzátorové bázi.

Střelecký postoj, jako výsledek posturální stability, je souborem řady proměnných, souhrnně nazývaným prostorový analyzátor (Novotný et al., 1997). Ten je souborem eferentních informací z proprioreceptorového, vestibulárního a somatosenzorického systému (Redfern et al, 2001), které spolu během střeleckého výkonu kooperují v odlišných poměrech – proprioreceptory 70 %, vestibulární podněty 20 % a zrakové informace 10 % (Horak et al., 1990; Horak, 2006). Propriorecepce, jako nejsilněji zastoupená složka, se dle Trojana (2003) dělí na další 3 kvality:

- statestezie, informující o vzájemné poloze těla a postavení kloubů;
- kinestezie, podávající informaci o rychlosti pohybu;
- silový smysl umožňující odhad svalové síly.

Zapojeny jsou dle autorů (Ibid a (Mehling et al., 2009) další systémy a receptory. Kromě uvedených proprioreceptorů (svalových vřetének a Golgiho tělísek) se uplatňují exteroceptory (rychle reagující Vater-Paciniho a pomalejší Meissnerova tělíska či

směrově citlivá Ruffiniho tělíska a Merkelovy terče). Velice významnou roli mají interoceptivní informace (především srdeční činnost).

Zapojení vestibulárního aparátu, vedoucího k detekci polohy hlavy a jejího pohybu, je stěžejní pro relativní stabilizaci obrazu, tedy střeleckého terče a mířidel zbraně. Trojan (2003) uvádí, že tento aparát reflexivně reguluje svalový tonus, a tedy kooperuje na kompenzačních pohybech.

Zrakové informace mají výhradní úlohu při udržování stabilního postoje (Černý a Goetz, 2004; Skanaker a Ankal, 2007; Goonetilleke et al., 2009), přičemž její narušení vede k instabilitě (Mononen et al., 2006; Yiou et al., 2019).

Je třeba uvést, že každý pohyb i poloha je provázen multisenzorickou činností (interocepce, informace taktilní a optické, propiocepce), přičemž výpadek nebo omezení jednoho systému je možné nahradit zintenzivněním jiných smyslových složek (Véle, 1997). Výsledná stabilita pak může být ovlivněna biomechanickými a neurofyziologickými faktory (Kolář, 2009).

Spouštění je poslední fází, kterou lze činností střelce ovlivnit finální výsledek – střelecký výkon, po něm vše závisí na fyzikálních jevech a technologii zpracování zbraně, prachu, střeliva a dalších faktorech (Černý a Goetz, 2004; Brych, 2008). Brych (2008) také uvádí, že spouštění je rozhodující činností při přesné střelbě, kde malá chyba může zapříčinit velký vliv na výsledek. V teorii balistiky se uvádí, že chyba míření o jednu úhlovou minutu, tj. $1/60$ stupně (1 MOA), vede k odchylce v terči o 29,1 mm na 100 m (Černý a Goetz, 2004). V mém případě tedy téměř 3 cm na 10 m. Mikropohyb, kterým jistě spouštění (zmáčknutí spouště) bezpochyby je, silně závisí na neurofyziologických faktorech, a tedy může být negativně ovlivněno předchozí kognitivní únavou (van der Linden et al., 2006; Raisbeck a Diekfuss, 2015).

Jedním z cílů aktuální práce je porovnat míru vlivu kognitivní únavy na následný střelecký výkon u střelců – laiků, studentů VO FTVS UK. Srovnat lze s podobnými záměry ve vztahu k praxi (Mononen et al., 2007; Herpin et al., 2010; Brown et al., 2013).

V této práci se pracovalo s libovolným postojem, subjekty si tedy mohly volit mezi Weaver-Chapman nebo Isosceles (Westmoreland, 1989), jelikož jsou oba využívány v AČR a metodika použití postoje závisí na druhu činnosti i druhu vojsk (Ministerstvo obrany, 2010). K vlastní střelbě byl využit systém firmy Apeom (Česká republika) se zbraní Glock 17, vč. Laser Popper PopUp detektoru, protože daná zbraň je

zavedena ve výzbroji AČR a probandi měli možnost s ní pracovat. Detaily této části experimentu jsou popsány v jiných částech této práce.



Obrázek 6 Glock 17 v úpravě firmy Apeom umožňující laserovou střelbu



Obrázek 7 Systém Apeom pro laserovou střelbu s kamerou

5.3.3 Srdeční frekvence – sporttester

Srdeční frekvence (HR) je využívána coby relativně přesná reflexe intenzity zatížení organismu (McArdle et al., 2010). Pro účely této práce byly hodnoty HR zjišťovány kontinuálně zejména proto, že SALc, coby reflexe míry stresu, byl A) předmětem vlastního zkoumání a B) vzorky nebyly odebírány v průběhu vlastní aerobní zátěže. K zobrazení HR a záznamu byly využity 2 ks sporttesterů, konkrétně se jednalo o produkt Fenix 3 HR s hrudním pásem společnosti Garmin (USA). Oba sporttestery byly využívány randomizovaně pro obě větve cross-over experimentu v personifikovaném nastavení (nastavení „Běh na pásu“ se záznamem HR každých 5s).

Zaznamenaná data byla po ukončení experimentu přenesena do PC a z formátu *.tcx* konvertována SW TCX Converter ver. 2.0.32 (volně ke stažení na www.tcxconverter.com) do formátu *.csv*, s nímž je možno nadále pracovat v běžném tabulkovém procesoru, v mém případě MS Excel 2016.

5.3.4 Kognitivní zatížení – determinační test

Mentální reprezentace skutečnosti v konceptu kognitivistické psychologie sjednocuje ve shodné důležitosti kognitivní, emoční a motivační procesy (Pear, 2007; Nakonečný, 2011). Emočním i motivačním proměnným se věnuji v jiných kapitolách práce, naopak kognice by mohla zahrnovat veškeré další psychické procesy vnímání, imaginace, myšlení a jazyka či paměti, učení a dalších (Nakonečný, 1998; Sternberg, 2009; Kulišťák, 2011; Eysenck a Keane, 2008).

Psychická (v anglosaské literatuře často „*mental*“ nebo „*cognitive*“) únava je tématem studií v řadě klinických oborů psychologie, mj. Billse a Blockinga (1931), kteří tento termín zavedli a dalších (Maarten et al., 2005; Paulík, 2017), pracovní psychologie (Lal a Craig, 2001 a 2002), neurofyziologie (Lorist et al., 2002; Boksem et al., 2006; Boksem a Tops, 2008), psychiatrie a lékařství (Cornblatt et al., 1988; Hjollund et al., 2007), hygieny (Costa a Baptista, 2013) či kinantropologie (Moore et al., 2012; Demougeot a Papaxanthis, 2013; Mehta a Parasuraman, 2013; Michalička a Pohnán, 2019).

Vlivu kognitivní únavy (termín bude v práci používán pro své specifické a záměrné využití – viz níže) na fyzickou výkonnost a jejich reciproční vztah se věnovali zejména Marcora et al. (2009), Marcora a Stiano (2010), Lorist et al. (2012), MacMahon et al. (2014) a Marino (2019). Všichni experimentátoři indukovali kognitivní únavu pomocí počítačových SW, bohužel s podstatně odlišnými výsledky (srov. Marcora a Stiano, 2010 a MacMahon et al., 2014) a zároveň bez implikací pro vojenskou praxi. Vyplnění této mezery za využití odlišné metodiky (prekurzorem byl determinační test) a rozdílných fyziologických (hladina hormonu kortizolu) a výkonnostních parametrů bylo cílem této práce.

Kognitivním zatížením, indukujícím kognitivní únavu, se pro účely této práce rozumí míra záměrné pozornosti (Sternberg, 2009; Eysenck a Keane, 2008), krátkodobé, recentní paměti (Sternberg, 2009; Kulišťák, 2011), resp. paměti procedurální, operační (Bartoš a Raisová, 2015); a rychlosti reakce v systému oko – ruka (Quevedo et al., 1999) v rámci determinačního testu (dále jen DET-T). Sternberg (2009) experimenty podobného charakteru zahrnul do oblasti psychobiologického výzkumu se všemi jejich výhodami i nedostatky.

Psychologický diagnostický systém firmy Geta Centrum PDS-P5 ver. 3.1.3 byl nainstalován dle návodu výrobce (Getacentrum, 2016). SW byl pro specifičnost výzkumu konfigurován v souladu s Instrukčním manuálem (Getacentrum, 2013) tak, aby bylo možno subjekty mentálně zaměstnat, vyvolat intervenční zatížení (viz subkapitola 5.3.4) po dobu 90 minut (Marcora et al., 2009; MacMahon et al., 2014) a zároveň minimalizovat fyzickou zátěž. Z možností systému byl vybrán Determinační test (DET-T), v němž byly vynechány haptické signály a ponechány byly signály optické a akustické. Délka trvání jednotlivých podnětů byla nastavena na 1200 ms (Ibid.), z nichž 950 ms bylo věnováno vlastnímu signálu. Za celou dobu trvání tedy jednotlivé subjekty absolvovaly (měly reagovat na) 4500 randomizovaných podnětů. Systém generoval signál „barva“ volbou jednou z pěti možných barev (odpovídajících barvě tlačítek na speciální klávesnici – červená, bílá, modrá, žlutá, zelená), resp. signál „tón“ volbou mezi vysokým (pravé černé tlačítko na klávesnici) a hlubokým (levé černé tlačítko). Intenzita zvuku byla nastavena pro všechny subjekty na shodnou úroveň a v rámci tzv. „dema“ testována. „Demo“ zároveň sloužilo pro seznámení s formátem DET-T testu, mělo jasné parametry a byly v něm obsaženy všechny druhy signálů.



Obrázek 8 Speciální klávesnice systému PDS-5P verze 3.1.3

5.3.5 Humorální reakce na stres – kortizol

Glukokortikoidy jsou obecně považovány za hormony hrající klíčovou roli při stresové reakci. Jsou produktem především střední vrstvy kůry nadledvin, zv. zona fasciculata (Kittnar et al., 2011). Jejich prekurzorem je cholesterol. Hlavní představitel, kortizol, je používán jako ukazatel intenzity a míry stresové reakce organismu. (Ibid.). Jeho sekrece je řízena negativní zpětnou vazbou kortikotropinem neboli

adrenokortikotropním hormonem (ACTH) z adenohypofýzy a nadřazeným spouštěcím hormonem kortikoliberinem (CRH), tvořeným v hypotalamu (McArdle et al., 2010). Při stresovém zvýšení sekrece ACTH se však zpětnovazebná inhibice podle Trojana (2003) neuplatňuje.

Hypotalamus představuje počátek obou hlavních stresových os, osy sympato-adrenální a osy hypotalamus-hypofýza-nadledviny (Kittnar a Mlček, 2009). Produkce kortizolu má diurnální charakter s maximem v časných ranních hodinách (Dorn et al., 2007; Kittnar et al., 2011), což vyžadovalo striktní sjednocení času odběru vzorků u jednotlivých subjektů. Začátek experimentu byl stanoven na 07.00 a pak probíhal dle přesně stanovených úkonů (viz subkapitola 5.4).

Kortizol byl vybrán ze všech variant neurohumorální reakce organismu na působení stresorů (viz subkapitoly 3.1.1 a 5.3.5) z několika důvodů:

- a) je to často používaný ukazatel míry stresové reakce v klinické praxi řady oborů (McArdle et al., 2010; Gatti a Palo, 2011; Flegr et al., 2012);
- b) má významný metabolický, zejména glukoneogenetický, efekt se zajištěním glukózy pro mozek (Bolek, 2008; Gatti a Palo, 2011);
- c) je možné použít neinvazivní odběr. Popis odběru ze slin je rozpracován v kapitole 5.4.2. Hladina slinného kortizolu (dále jen SALc) vykazuje vysokou korelaci s hladinami sérového kortizolu ($R = 0,667-0,910$, $p < 0,05$) (Powel et al., 2015) a zároveň vykazuje vyšší citlivost během fáze zklidnění (Ibid.);
- d) je známa snadná manipulace a vysoká stabilita vzorku – udává se až jeden rok (Hansen et al., 2008; Endokrinologický ústav, 2017). V mém experimentu byl vzorek po odebrání okamžitě zchlazen v termosce s ledem a ihned po ukončení celého experimentu (cca za 3h) uložen do lednice s teplotou $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Do cca 3 měsíců byly vzorky transportovány k vyhodnocení. Daný postup dodržoval jak pokyny výrobce (Roche, 2018), tak i pokyny Laboratorní příručky pro nakládání a vyhodnocení vzorků (Endokrinologický ústav, 2017);
- e) vykazuje nižší finanční náklady oproti stanovení ACTH, a to více než poloviční (ÚVN, 2019).



Obrázek 9 Zkumavka pro odběr SALc

Hladina kortizolu u jednotlivých vzorků byla stanovena v certifikovaném pracovišti Ústřední vojenské nemocnice (ÚVN) za použití reagentie Roche Cortisol G2, kat. č. 06687733190 (Roche, 2018). Nejistota měření v Oddělení klinické biochemie (OKB) je certifikována na hladině 9,6 %, což je stále jen cca 50 % přípustné hodnoty dle norem. Vzorky byly centrifugovány na 2000 G/5 min, některé vzorky I-3 (třetí odběr u fIntZ) dokonce dvakrát pro malou výtěžnost u první centrifugace.

5.3.6 Motivace k výkonu – dotazník LMI

Koncept problematiky motivace k výkonu lapidárně ve své písni Automatická shrnuje skupina Mucha (2014) „... *nebudu, nechci; nemožu, nemožu, nechci; nebudu, musím, možu, chci; budu muset chtít ...*“, jež v několika verších vyjadřuje vývoj procesu vnitřní motivace a její akcentaci motivací vnější, incentivní (Nakonečný, 1997). Rozdělení motivů lidského chování se věnuje řada autorů (Maslow, 1987; Nakonečný, 1997 a 2011) s přesahem do psychologie sportu (Marcus a Forsyth, 2009; Moran a Toner, 2012). Stejní autoři zmiňují právě pojem „*extrinsic motivation*“, jež vyjadřuje i motivaci využitou v mém experimentu – činnost s vnější pobídkou, která je vykonávána pro její „konec“, nikoli pro požitek z ní samé (srov. Cashmore, 2008). Jednat se může o incentiv uznání, trofeje či finanční odměnu (Marcora et al., 2009; Moran a Toner, 2012; MacMahon et al., 2014).

Nakonečný (1997) komentuje vztah motivace a kognitivních procesů následovně: „...*motivace dává chování smysl, ale jeho instrumentalizace, tj. jeho způsob, je determinována také kognitivní analýzou situace, v níž probíhá...*“ a dále: „...*motivace zostruje vnímavost...*“. Plháková a Nakonečný (2005) tvrdí, že individuální a pro výkon

důležitá je tedy nejen motivace, ale i míra, intenzita, tzv. arousal, nabuzení (srov. Yerkes a Dodson, 1908).

Maslow (1987) by toto uspokojení v rámci své teorie hierarchie potřeb nejspíše zahrnul do skupiny uspokojování „metapotřeb“, tj. potřeb růstu, sebezdokonalování. Výkonová motivace je poté shrnuta do tří dimenzí potřeb:

- potřeba dosažení úspěšného výkonu;
- potřeba vyhnout se neúspěchu;
- potřeba vyhnout se úspěchu.

Potřebu úspěchu ve výkonových situacích „*achievement*“ definoval Murray (in Rathus, 1984) jako „*nAch*“ – need achievement, tedy potřebu překonávat překážky, uplatňovat své schopnosti, snažit se vykonat něco obtížného.

Právě pro variabilitu a individualitu motivačních procesů je nutno konstatovat, že fenomén motivace je vysoce individuální proměnnou (Plháková a Nakonečný, 2005) mající vliv na výkon v jakékoli činnosti, což lze považovat za hlavní důvod využití dotazníku výkonové motivace *Leistungsmotivationsinventar* – LMI.

Dotazník motivace k výkonu – LMI (Schuler a Prochaska, 2001; Hoskovcová, 2003) v pozdější anglické verzi Achievement Motivation Inventory – AMI (Schuler, 2004) pracuje s motivací jako významným determinantem výkonu i jako s konstruktem formovaným celou řadou proměnných a teoretických přístupů. Obsáhlost použitého dotazníku, čítajícího 170 položek v 17 dimenzích, se snaží shrnout odlišné přístupy k výkonové motivaci a jejich průnikem jedince hodnotit (Hoskovcová, 2003). Dimenze hodnocené Dotazníkem motivace k výkonu – LMI jsou následující: *Vytrvalost, dominance, angažovanost, důvěra v úspěch, flexibilita, flow, nebojácnost, internalita, kompenzační úsilí, hrdost na výkon, ochota učit se, preference obtížnosti, samostatnost, sebekontrola, orientace na status, soutěživost, cílevědomost*. Dotazník je přes nedostatky (Sedláková a Knapová, 2017) relativně hojně využíván v české klinické praxi (Šucha, 2010; Bariaková, et al., 2012; Sigmund et al., 2014; Baláková, 2014).

Dotazník motivace k výkonu – LMI není přílohou této práce z důvodu zákazu šíření testového materiálu i manuálu k vyhodnocení.

5.3.7 Psychická odolnost – dotazník SOC

Coping (Lazarus a Folkman, 1984), tedy aktivní zvládnání stresových situací primárně na psychické úrovni pracuje se dvěma možnými skupinami variant reakcí: A) coping zaměřený na problém a B) coping zaměřený na emoce (Crandall a Perrewé, 1995). Pokud subjekt usoudí, že je možno problém řešit, volí coping zaměřený na problém, pokud naopak subjekt vyhodnotí, že se nedá dělat nic, volí coping zaměřený na emoce se snahou o regulaci emočního doprovodu stresové reakce (Paulík, 2017). Toto rozdělení nicméně není jediné, uvažuje se i o funkčnosti copingu (Carver et al., 1989) či anticipatory coping (Pelcák, 2013). Křivohlavý (2002) zmiňuje tzv. taktiky zvládnání, jež zahrnují drobné kroky vedoucí k vyřešení situace. (srov. Mareš, 2001; Kebza, 2005).

Efektivní zvládnání krizových, stresujících situací vyžaduje, jak uvádí Vodáčková et al. (2002), mimo vnitřních zdrojů i pomoc zvenčí. Jedná se např. o využívání dostupných informací a prostředků k orientaci v situaci, zapojení fantazie, vnímavost k tělesným pocitům a potřebám či víru a naději.

Pojem psychická odolnost je autory (Kebza a Šolcová, 2015) definována jako kvalita lidské psychiky, schopnost nenechat se výrazněji vyvést z míry, rychle po odeznění zátěže obnovit původní stav akceschopnosti i kreativně využít zkušenosti (srov. Hošek, 1994; Paulík et al., 2009). Termín „odolnost“ současně dle Paulíka (2017) nabízí celou řadu spektakulárních otázek (*Je její hladina stálá v čase? Je univerzální, a tedy přenositelná do různých oblastí života? Je závislá na sociokulturních podmínkách?*). Jako s osobnostním rysem, v čase tedy relativně stálým, s psychickou odolností pracuje i koncept Antonovského (1985) Sence-Of-Coherence, či nezdolnosti (Křivohlavý, 2002; Pelcák, 2013; Paulík, 2017).

Salutoprotetivní model zdraví, zahrnující mj. psychiku člověka, tedy pozitivně dynamický, well-being, proaktivní přístup je reflektován právě v konceptu Antonovského (1985), který jím stanovuje globální orientaci vyjadřující rozsah, v jakém má člověk trvalý, i když dynamický pocit důvěry (Koukola, 2000). Teoretický konstrukt Sence-Of-Coherence (dále SOC) je tvořen třemi komponentami odlišné důležitosti, které jsou ve vlastním dotazníku zahrnuty ve 29 otázkách, jež vykazují reliabilitu $\alpha = 0,91$ (Koukola, 2000; Pelcák, 2013):

1. *srozumitelnost (Comprehensibility)* je kognitivní trend jistým způsobem vnímat a chápat svět a své místo v něm. Má vypovídat o rozsahu vnímání stimulů vnitřního

i vnějšího prostředí, se kterými je konfrontován. Vysoká hodnota srozumitelnosti je spojena s pocitem, že události dopadnou podle očekávání, že svět je strukturovaný celek, v němž je jedinec integrován;

2. *zvládnutelnost (Manageability)* vypovídá o rozsahu, ve kterém jedinec vnímá disponibilní interní i externí zdroje jako odpovídající požadavkům, jež jsou na něj kladeny. Vztahuje se tedy ke zdrojům pod kontrolou vlastní i cizí (rodina, kolegové, historie, Bůh);
3. *smysluplnost (Meaningfulness)* je vztažena k emocionální složce celkového postoje k životu. Vysoká míra naznačuje, že jedinec je přesvědčen o vhodnosti, smysluplnosti investice energie a úsilí do překonávání problémů, do jejichž řešení je angažován a přistupuje k nim aktivně.

Pelcák (2008) postuluje následovně: „*Osobnost se silným SOC je pružná, flexibilní z hlediska hranic svých životních oblastí a existenciálních cílů, které považuje za významné.*“

5.3.8 Aktuální nálada – dotazník POMS 37

Subjektivní prožívání libosti a nelibosti lze nazvat emocemi; jejich průběh lze pozorovat ve fyziologické, vegetativní i motorické rovině (Nakonečný, 2000). Mají kognitivní vazbu a jsou poměrně krátkého trvání (Kulišťák, 2011; Křivohlavý, 2013). Sídlem emocí je limbický systém a především amygdala (Gainotti, 2001, Stuchlíková, 2007) a na jejich řízení se podílí cerebrální kortex (Gainotti, 2001) a hypotalamus (Nakonečný, 1997), přičemž na neurohumorální regulaci emocí se podílí endokrinní a vegetativní systém (Kulišťák, 2011). Emoce tedy ovlivňují vnímání člověka (Nakonečný, 2000), a to i recipročně (Morgan et al., 1987, Slivka et al., 2010), a zároveň jsou úzce spjaty s motivací (Nakonečný, 1997, 2000 a 2011). Pro všechny tyto důvody byla i emoční proměnná v rámci aktuální práce zkoumána.

Deskripce a kvantifikace změny aktuálního psychického stavu (emočního stavu) – nálady je možná pomocí verbalizovaných proměnných a škál (Stackeová, 2009 a 2011).

Pro účely výzkumu byl vybrán dotazník POMS (Profile of Mood States) pro vhodnost ke sledování krátkodobých intervencí, rychlost administrace a vyhodnocení, i citlivostí – srov. s POMS-BI (Lorr, 1984, Terry, 2019), a časté použití v klinické praxi (Reddon et al., 1985; Renger, 1993; Terry et al., 1996 a 2003; Muñoz et al., 2015, Decroix et al., 2015, DeOliveira et al., 2019). Oproti původní 65ti položkové verzi (McNair et al.,

1971, 1992) byla pro aktuální výzkum zvolena verze zkrácená, 37mi položková verze (Schacham, 1983) v českém jazyce (Stuchlíková a Man, 2005), která vykazuje korelační koeficient 0,95 s původní verzí a je tak její vhodnou alternativou. Všechny verze pracují s šesti faktory: *T = Tension – Anxiety* (napětí – úzkost), *D = Depression – Dejection* (deprese – sklíčenost), *A = Anger – Hostility* (hněv – nepřátelství), *V = Vigor – Activity* (vitalita – aktivita), *F = Fatigue – Inertia* (únava – netečnost) a *C = Confusion – Bewilderment* (zmatenost – popletenost).

5.3.9 Subjektivní vnímání zátěže – škála RPE

Zlatým standardem pro stanovení intenzity fyzické zátěže je individuální kardiopulmonální testování a analýza vydechovaných plynů spolu se zjišťováním hladin LA, které výslednou hodnotu míry intenzity zpřesní (Sherr et al., 2013). Využívání těchto metod zjišťování výkonových parametrů fyziologické odezvy organismu na zatížení je velmi běžné, ale existuje řada důvodů, zejména ekonomického a organizačního charakteru, pro které se využívají i jiné nástroje.

Nástrojem pracujícím s méně „tvrdými“ daty je i hojně používaná (Rating of Perceived Exertion Scale – dále jen RPE) Borgova škála subjektivně vnímané zátěže (Borg a Dahlstroöm, 1962; Borg a Linderholm 1967; Borg 1973; Borg, 1998). Daňová (2015) definuje hodnocení vnímaného úsilí jako: „...*stupeň namáhavosti a úsilí, které jedinec pocítuje při tělesné práci, odhadnuté vzhledem ke specifické hodnotící metodě...*“ Vnímání zátěže lze pojmut jako komplexní psychofyzický proces integrující množství zátěžových faktorů (Hampson et al., 2004), ať už se jedná o diskomfort skrze periferní či centrální (respiračně – metabolické) signály (Robertson a Noble, 1997). Použití tohoto nástroje je běžné v klinické praxi preskripce zátěže pomocí RPE (Lamb et al., 2004; Ciolac et al., 2015) nebo při hodnocení sportovního výkonu (Robertson a Noble, 1997; Hampson et al., 2004).

Jak jsem zmiňoval, zjišťování hladiny LA nebylo v experimentech obdobného charakteru průkazné (Marcora a Stiano, 2010 a MacMahon et al., 2014) a v tom aktuálním tedy nebylo realizováno. Naopak, pro zpřesnění míry intenzity zatížení bylo využito právě psycho-fyzického (Sherr et al., 2013) nástroje Borgovy RPE (srov. s OMNI RPE autorů Robertson et al., 2004 či Utter et al., 2004). Důvodem byla nejen snadná organizace (oproti např. odběru LA) a následná administrace, ale také nízká

cena a především vysoká korelace mezi RPE a hladinou LA či HR. Tu udávají na kohortě evropských subjektů čítající $n = 2560$, věk o $M = 28$ autoři Sherr et al. (2013) jako $r = 0,74$, $p < 0,001$ u srdeční frekvence a $r = 0,83$, $p < 0,001$ u hodnot LA, přičemž věk, pohlaví nebo úroveň fyzické zdatnosti výsledky významně neovlivňovaly $p > 0,05$. Dané výsledky tak potvrzují silný vztah mezi HR a RPE během fyzické aktivity následovně: $1 \text{ RPE} \cong 10 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$.

Je patrné, že míra subjektivně vnímané zátěže zjištěné pomocí Borgovy RPE může vhodným způsobem napomoci splnění cílů této práce. Pro experimentální potřeby mého výzkumu byla využívána škála 6 – 20, jež by tedy zhruba mělo odpovídat srdeční frekvenci na úrovni 60 – 200 $\text{tepů} \cdot \text{min}^{-1}$ (Sherr et al., 2013).

5.3.10 Další

Pro kompletní uvedení veškeré použité techniky je třeba uvést i osobní váhu (Tanita WB-150 MA P), na které probíhalo jak iniciační vážení subjektů, tak následné vážení jednotlivých zátěží (armádní batoh s vodou naplněnými Aquahity). Jako poslední je třeba zmínití použití standardních sportovních stopek (Casio H8-BOTW), které byly použity pro měření všech časů ve všech fázích experimentu.

5.4 Design výzkumu

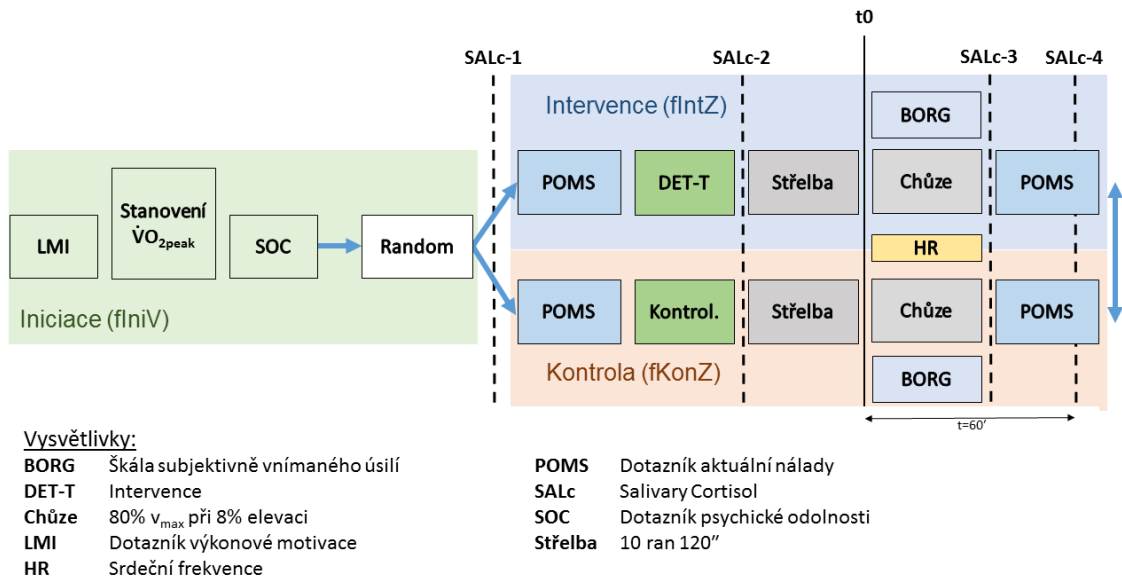
Jednotlivé subjekty z výzkumného souboru byly v rámci výzkumu podrobeny třem fázím zkříženého experimentu (Hendl, 2015). Pro jednotný postup při přípravě a provedení všech fází experimentu bylo využito zpracovaného dokumentu „Postup činnosti“ (Příloha 3), který tak zajistil shodné podmínky v rámci dlouhodobého měření.

Před vlastním zahájením experimentu každý ze subjektů obdržel mimo „Informovaného souhlasu“ (Příloha 2) i formuláře „Pokyny k měření“ (Příloha 4) a „Pokyny pacienta pro odběr kortizolu“ (Ibid.), v rámci kterých mu byly vysvětleny organizační pokyny, jež jej provedou všemi fázemi experimentu. Každý ze subjektů tak přesně věděl jaký pohybový, stravovací i pitný režim dodržet, jakým způsobem mu budou odebírány vzorky, i doporučenou formu odpočinku.

Pro standardizaci podmínek byla zvolena sjednocená ústroj (vojenská bojová uniforma vč. obuvi) a přesně stanoveny typy výstrojních součástí (standardně k dispozici každému vojáku).

Stejně tak byl dodržován shodný čas zahájení experimentu pro každého jednotlivého probanda – ten byl stanoven na 06.00 vzbuzením a 07.00 vyplněním dotazníku POMS.

Schéma designu výzkumu je uvedeno na následujícím obrázku.



Obrázek 10 Design výzkumu

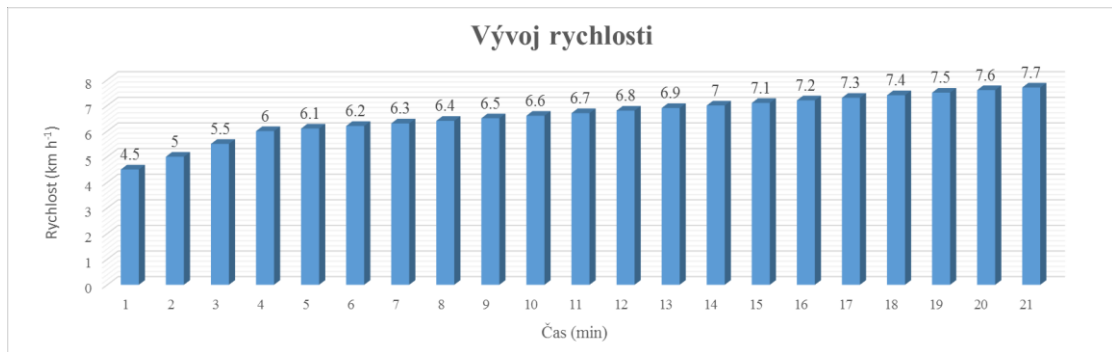
5.4.1 Iniciační vyšetření

„fIniV“ – fáze **Iniciačního Vyšetření** byla designována pro získání informací o déletrvajících osobnostních charakteristikách (dotazníky LMI a SOC) a informaci o aktuální fyzické kondici subjektu jako referenčních hodnotách pro cross-over větve experimentu. Všechny její kroky probíhaly v prostorách Vojenského oboru FTVS (dále jen VO FTVS) nebo LSM.

Společná část fIniV byla zahájena hromadně všemi subjekty vyplněním dotazníku LMI (viz subkapitola 5.3.6) v klidné místnosti dle stanovených pokynů autorů. K dalším krokům a celým fázím experimentu byly subjekty vysílány jednotlivě v řádech dnů až týdnů po vyplnění dotazníku LMI.

Individuální část fIniV byla zahájena kontrolou správného ustrojení subjektu, kontrolou měřicí techniky (Sporttester s hrudním pásem, analyzátor vydechovaných plynů, běžecký pás) a nastavením běžeckého pásu na sklon 8 %. Subjekt byl následně zvážen bez výstroje a byla mu předána zátěž o celkové *HNB* 30 % individuální hmotnosti subjektu bez výstroje.

Ke stanovení referenční úrovně fyzické kondice subjektu $\dot{V}O_{2peak}$ bylo využito **chůze se zátěží** (30 % hmotnosti subjektu) **do kopce** (8% sklon) s dynamickým růstem rychlosti chůze, která od rychlosti $4,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ rostla do individuálního maxima každého subjektu (McArdle et al., 2010). Takto bylo dosaženo interindividuální **standardizace intenzity zatížení**. Subjekt toto zatížení absolvoval podle svých možností do vita-maxima až do ukončení. Dynamika růstu zatížení je znázorněna na Grafu 1.



Graf 1 Růst zatížení při stanovování referenční $\dot{V}O_{2peak}$

řiniV byla po zklidnění subjektu zakončena vyplněním dotazníku SOC.

Probandi byli zařazeni do dalších fází, obou větví cross-over experimentu, v náhodném pořadí, které bylo randomizováno pomocí softwarové aplikace v rámci programu MS Excel 2016. Jelikož se jednalo o jednoduše zaslepenou studii, tak subjekty nebyly seznámeny, kterou větev (Skupina A a Skupina B) experimentu podstupují. Touto informací disponoval pouze hlavní řešitel.



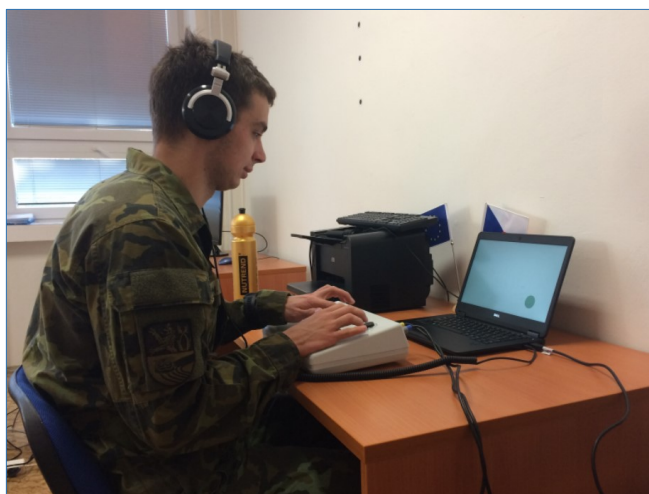
Obrázek 11 Fáze iniciačního vyšetření

5.4.2 Intervenční zatížení

„fIntZ“ – **fáze Intervenčního zatížení** byla zahájena řádově po dnech až týdnech od fInIV opětovným seznámením subjektu o místě a čase měření v LSM. Vzhledem k časové náročnosti celé větve fIntZ byl proband instruován mj. o přesném čase vstávání, což bylo telefonicky ověřeno hlavním řešitelem, a v daném časovém úseku si dle „Pokynů pacienta pro odběr kortizolu“ (Příloha 4) samoodběrem odebral první vzorek **SALc** nalačno. Díky ubytování všech subjektů nedaleko laboratoří byl tento vzorek uložen v souladu s Laboratorní příručkou (2017) do mrazicího zařízení do 60 minut od odběru při teplotě -18 °C. Hladina SALc-1 tak činila referenční hodnotu pro daný subjekt.

Subjektu byla poskytnuta **sjednocená** forma **snídaně** (ovesné müsli). Poté se přesunul do LSM, kde pokračoval v fInIV vyplněním Dotazníku aktuální nálady POMS, které proběhlo v klidné místnosti LSM při běžných pokojových podmínkách. Tento krok zároveň sloužil jako zklidnění před intervenčním zatížením, které následovalo bezprostředně po vyplnění dotazníku.

Indukovaná **kognitivní únava** byla zajištěna dlouhotrvající, kognitivně náročnou činností během DET-T (viz subkapitola 5.3.4). Během celých 90 minut měl proband zajištěn pitný režim v dobře větrané a osvětlené klidné místnosti. Pro standardizaci akustických podmínek byla využívána mušlová sluchátka, interindividuálně nastavená shodná úroveň hlasitosti, která byla ještě před vlastním spuštěním DET-T s probandem odzkoušena. Po ukončení DET-T byl probandovi odebrán vzorek SALc-2, který sloužil k posouzení reakce organismu na DET-T, indukující kognitivní únavu.



Obrázek 12 Intervenční zatížení DET-T

Díky možnostem LSM navazoval vždy po DET-T přesun subjektu lehkou chůzí k dalšímu kroku fIntZ, **senzomotorickému testu** – střelbě z pistole obouruč na cíl. Průběžné výsledky nebyly probandovi sdělovány proto, aby možným stresem nemohl být zkreslen další vzorek SALc. Detailní informace týkající se střelby na přesnost jsou uvedeny v subkapitole 5.3.2.



Obrázek 13 Senzomotorický test

Po přesunu k běžeckému pásu byl subjekt opět zkontrolován a byla mu předána zátěž individuálně nastavena podle jeho hmotnosti na 30 % čisté hmotnosti subjektu. Pro řádné zahřátí a rozcvičení organismu byla iniciační rychlost **běžeckého pásu** stanovena na $4,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ($v = 1,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) při sklonu 8 % na dobu 1 minuty. Po této době byla rychlost zvýšena na 80% rychlosti stanovené dle referenční hodnoty $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ (získané ve fIntV). Subjekt měl za úkol chůzi touto rychlostí udržet co nejdéle, a to i díky verbálním pobídkám od hlavního řešitele (Marcora et al., 2009). SALc-3 byl odebrán ihned po ukončení aerobního testu na běhacím koberci, tj. ve vita-maxima jednotlivých subjektů. Přesné nastavení testu aerobní zátěže je rozpracováno v subkapitole 5.3.1. Společně se začátkem aerobního testu byl měřen čas t_0 , který přesně po 60 minutách stanovil dobu odběru SALc-4 a zajistil tak interpersonální srovnání hladiny kortizolu ve shodný okamžik od začátku fyzického zatížení pro všechny účastníky výzkumu. Čas t_0 byl stanoven na základě zkušenosti z pretestu, který prokázal, že jsou subjekty schopny vydržet cca 40 minut aerobního testu v tomto designu. Limitní čas byl tedy stanoven na 45 minut. Po jeho dosažení byl řešitelem Aerobní test ukončen.



Obrázek 14 Aerobní test

Během celé doby aerobního testu byl subjekt nucen hodnotit míru subjektivně vnímané zátěže na škále BORG, jež je detailně rozebrána v subkapitole 5.3.9. Po ukončení fyzického zatížení byl ukončen záznam HR, který byl snímán po celou dobu chůze až do této fáze. fIntZ byla ukončena po zklidnění subjektu, do 15 minut po ukončení aerobního testu, druhým vyplněním dotazníku aktuální nálady POMS, po kterém následovaly jen organizační pokyny pro další fázi experimentu.

Washout perioda (Segen's Medical Dictionary, 2011; Hendl, 2015) mezi fIntZ a fKonZ (fáze Kontrolního zatížení) byla dle zkušeností z pretestace a zásad sportovního tréninku a regenerace (Perič, 2010) stanovena na minimum 5 dní.

5.4.3 Kontrolní zatížení

„fKonZ“ – **fáze Kontrolního zatížení** fungovala vzhledem k povaze experimentu jako druhá větev cross-over designované studie (Hendl, 2015) a byla proto ve všech krocích shodná s jedinou výjimkou – indukovanou kognitivní únavou zkoumaného subjektu.

Po samoodběru SALc-1, příchodu do LSM a vyplnění dotazníku POMS navazoval pro subjekt krok v kontrolní větvi cross-over designu nikoli intervenčním zatížením, ale kontrolním „zatížením.“ Toto bylo designováno jako kognitivně nenáročná činnost (Marcora et al., 2009; MacMahon et al., 2014) o shodné délce trvání, tedy 90

minut v podobě četby časopisů v klidné místnosti s pokojovou teplotou a běžným osvětlením.

Po ukončení kroku „Kontrolní zatížení“ byl odebrán SALc-2 a subjekt pokračoval v celé kontrolní větvi, která byla shodná se zbytkem fIntZ.



Obrázek 15 Kontrolní zatížení

5.5 Analýza dat

Statistická analýza byla provedena za využití SW IBM SPSS ver. 25 a MS Excel 2016, přičemž hladina statistické významnosti byla stanovená na $\alpha = 0,05$. Pro všechny proměnné byly nejdříve spočítány základní deskriptivní statistiky (polohy – průměr, medián; variability a tvaru) a byl ověřen předpoklad normality rozdělení pomocí Shapiro–Wilk testu.

Vztah kovariačních proměnných z fIntV (LMI, SOC, DET-T) k nezávislé (DET-T) i závislé proměnné (střelba, chůze, HR) byl hodnocen pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. V rámci předběžné analýzy byly pomocí t-testu pro nezávislé skupiny rovněž testovány rozdíly mezi Skupinou A, a Skupinou B, jakožto test ekvivalence skupin po randomizaci.

Hlavní část analýzy byla provedena samostatně pro jednotlivé proměnné: výkon ve střelbě na přesnost, výkon v chůzi se zátěží do vita-maxima, srdeční frekvence, hodnota slinného kortizolu, aktuální nálada, subjektivně vnímaná zátěž. Rozdíly mezi kontrolním a intervenčním zatížením u těchto proměnných byly analyzovány pomocí hierarchického lineárního modelu (Field, 2013), přičemž opakovaná měření (opakování

v rámci jednoho typu zatížení, opakování v odlišných typech zatížení) bylo zahrnuto uvnitř testovaných osob. Závislost opakovaných měření byla modelována pomocí autoregresivní kovariační struktury prvního řádu. Ve všech specifikovaných modelech byl přítomný hlavní efekt Intervence, přičemž ostatní hlavní a interakční efekty byly specifikovány vždy samostatně pro každou nezávislou proměnnou s ohledem na design výzkumu (rozdílný počet opakování a podobně – viz Obrázek 10 a Tabulka 2).

6 VÝSLEDKY

Z celkového počtu 18 dobrovolníků z fInIV do experimentální části postoupilo 17 z nich. Jeden subjekt ukončil výzkum ze zdravotních důvodů.

Statistická významnost byla hodnocena u efektů vysvětlených v Tabulce 2. Proměnné bez opakování (střelba, chůze či HR) byly testovány jen na efekty a jejich kombinace bez Opakování. Detailně komentovány jsou statisticky významné efekty, resp. zajímavá zjištění.

Tabulka 2 Hodnocené efekty

	Efekt	Vysvětlení
A	Opakování	Významnost opakování měření
B	Skupina	Efekt vlivu Intervence/Kontroly
C	SkupinaCrossO	Efekt pořadí vstupu do větví experimentu
	Opakování * Skupina	Kombinace A a B (viz výše)
	Opakování * SkupinaCrossO	Kombinace A a C (viz výše)
	Skupina * SkupinaCrossO	Kombinace B a C (viz výše)
	Opakování * Skupina * SkupinaCrossO	Kombinace A, B a C (viz výše)
D	Čas	Vliv délky zatížení na změnu jejího vnímání
E	Čas ²	Nelienární efekt času D
	Skupina * Čas	Kombinace B a D (viz výše)
	Skupina * Čas ²	Kombinace B a E (viz výše)

Statisticky významné efekty na hladině $p \leq 0,05$ jsou v tabulkách označeny **tučně**, významnosti na hladině $p \leq 0,01$ jsou označeny **tučně***, efekty vykazující významnost $p \leq 0,001$ jsou označeny **tučně****, hodnoty jsou zaokrouhlovány na tři desetinná místa. Chybové úsečky (error bars) jsou u všech výsledkových grafů v rozsahu ± 1 standardní chyba průměru.

6.1 Baseline

Během fInIV byla u celého výzkumného vzorku zjišťována aerobní výkonnost organismu (Tabulka 1) a hodnoty úrovně Motivace k výkonu, resp. Psychické odolnosti (měřicí nástroje jsou popsány výše).

V rámci výchozí explorační analýzy byly testovány rozdíly v nezávislé proměnné (úroveň kognitivního výkonu v DET-T) a dalších kovariačních proměnných u randomizovaných skupin vstupujících do odlišných větví experimentální části (Skupina A, n = 9 a Skupina B, n = 8).

6.1.1 Motivace k výkonu

Motivace k výkonu, měřená dotazníkem LMI, byla vyhodnocována v souladu s manuálem dle Hoskovcové (2003). Rozdíly v Motivaci k výkonu mezi skupinami A a B byly u celkového skóru statisticky významné na hladině $p \leq 0,05$ u efektu pořadí vstupu do fIntZ. Na hladině $p \leq 0,01$ se liší v dimenzích Internalita a Ochota učit se, tedy dimenze vnímající výsledky činnosti jako způsobené vlastní činností a vyjádření dobrého pocitu ze zisku informací. Pouze tyto dvě subškály ovlivňovaly celkový skóre dotazníku, přičemž u nich nepředpokládám příliš velký vztah s hlavními proměnnými experimentu. Je nutné zdůraznit, že rozdíly mezi skupinami jsou malé a na celkovou koherenci souboru u baseline zřejmě nebudou mít velký vliv.

Tabulka 3 Hodnoty motivace k výkonu (LMI) u souboru

	Skupina A n = 9				Skupina B n = 8				T-test
	Průměr	SD	Min	Max	Průměr	SD	Min	Max	
LMI	854.0	57.7	808.0	956.0	779.6	64.7	683.0	850.0	0.026
An	41.3	9.7	27.0	62.0	32.0	11.1	16.0	46.0	0.084
Cv	49.6	6.2	39.0	57.0	47.5	5.0	36.0	51.0	0.454
Do	48.3	7.0	35.0	58.0	42.5	5.7	34.0	50.0	0.076
Du	55.1	7.4	41.0	65.0	50.0	3.3	47.0	56.0	0.083
Fl	51.8	7.2	42.0	68.0	47.4	8.7	35.0	58.0	0.284
Fx	56.2	6.3	49.0	67.0	53.6	7.1	40.0	61.0	0.437
Hv	59.7	6.1	52.0	68.0	56.3	4.5	49.0	64.0	0.205
In	53.8	5.6	43.0	65.0	46.0	4.1	39.0	52.0	0.008*
Ku	53.9	6.7	46.0	67.0	51.3	4.5	43.0	56.0	0.347
Ne	47.9	7.9	36.0	62.0	40.8	7.4	32.0	54.0	0.073
Os	54.6	5.4	46.0	64.0	50.6	5.3	43.0	57.0	0.153
Ou	48.8	6.9	39.0	62.0	38.4	7.4	25.0	50.0	0.009*
Po	43.7	6.4	36.0	53.0	40.5	7.7	27.0	52.0	0.372

Sa	47.7	6.5	39.0	59.0	44.4	6.7	39.0	58.0	0.313
Sk	44.8	4.5	36.0	51.0	41.9	6.6	31.0	51.0	0.314
So	46.9	11.5	29.0	59.0	51.1	5.2	42.0	58.0	0.341
Vy	50.1	5.5	43.0	61.0	45.5	8.3	29.0	55.0	0.208

Hodnoty jsou uváděny v hrubých skórech. Zkratky: *LMI* – celkový skóre dotazníku; *VY* – vytrvalost; *DO* – dominance; *AN* – angažovanost; *DU* – důvěra; *FX* – flexibilita; *FL* – flow; *NE* – nebojácnost; *IN* – internalita; *KU* – kompenzační úsilí; *HV* – hrdost na výkon; *OU* – ochota učit se; *PO* – preference obtížnosti; *SA* – samostatnost; *SK* – sebekontrola; *OS* – orientace na status; *SO* – soutěživost; *CV* – cílevědomost.

6.1.2 Psychická odolnost

Psychická odolnost, měřená dotazníkem SOC, byla vyhodnocována dle Bengel et al. (1999). Rozdíly v psychické odolnosti mezi skupinami A a B nebyly statisticky významné na hladině $p \leq 0,05$ u efektu pořadí vstupu do fIntZ. Vzorek je tak v oblasti psychické odolnosti koherentní jak v celkovém skóru, tak v jednotlivých škálách.

Tabulka 4 Hodnoty smyslu pro soudržnost (SOC 29) u souboru

	Skupina A n = 9				Skupina B n = 8				T-test
	Průměr	SD	Min	Max	Průměr	SD	Min	Max	
SOC	153.4	16.1	137.0	176.0	148.3	8.4	132.0	161.0	0.415
Compr	4.8	0.6	4.1	5.6	4.6	0.5	4.0	5.6	0.340
Mean	5.8	0.8	4.1	7.0	5.7	0.5	5.1	6.3	0.756
Manag	5.4	0.6	4.4	6.3	5.2	0.3	4.7	5.8	0.519

Hodnoty jsou uváděny v hrubých skórech. Zkratky: *SOC* – celkový skóre dotazníku; *Compr* – *Comprehensibility* (srozumitelnost); *Mean* – *Meaningfulness* (smysluplnost); *Manag* – *Manageability* (zvládnutelnost).

6.1.3 Determinační test

Kognitivní únava indukovaná Determinačním testem (DET-T) byla vyhodnocována jako hodnota správných včasných reakcí (mylné, opožděné, vynechané a jejich kombinace nebyly brány v potaz). Maximální možné dosažené skóre bylo 2700, přičemž je vidět, že ačkoli se výsledky Skupiny A a Skupiny B liší, efekt pořadí vstupu do fIntZ není statisticky významný na hladině $p \leq 0,05$ a vzorek je tak v oblasti výkonu v determinačním testu koherentní.

Tabulka 5 Hodnoty DET-T u souboru

	Skupina A n = 9				Skupina B n = 8				T-test
	Průměr	SD	Min	Max	Průměr	SD	Min	Max	
DET-T	2475.9	137.5	2261.0	2660.0	2500.1	79.7	2357.0	2597.0	0.660

6.1.4 Asociace kovariačních proměnných

Pro zjištění míry asociace mezi vybranými parametry (SOC, LMI a DET-T) byla vytvořena korelační matice za využití Pearsonova koeficientu pořadové korelace, Pearsonovo ρ (rho). Hodnoty byly zjišťovány pro celý soubor (koherence randomizovaných skupin byla prokázána výše). Celá korelační matice je uvedena v Příloze 8, ale její výňatek je uveden níže. Střední sílu asociace (Hendl, 2015) vykazují vztahy DET-T a v tabulce vybraných proměnných (Chůze fIntZ, SOC apod.). P – hodnoty vybraných korelačních koeficientů potvrzují koherenci zvolené populace a lze konstatovat, že korelace všech zmíněných proměnných není signifikantně významná.

Tabulka 6 Vybrané korelační koeficienty ρ a jejich p – hodnoty

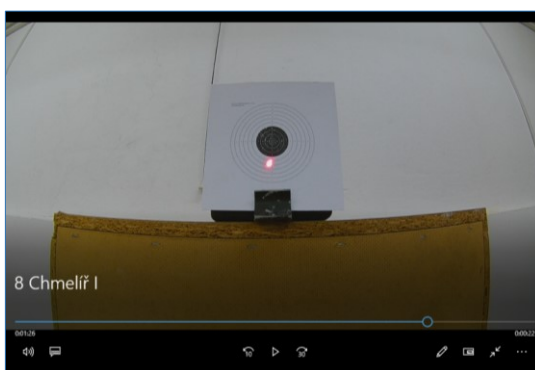
n = 17	DET-T	p
DET-T	1.000	---
Chůze fIntZ	0.412	0.101
SOC	-0.449	0.070
Compr	-0.389	0.123
Mean	-0.408	0.104
SALc-2 fIntZ	-0.361	0.155
SALc-2 fKonZ	-0.410	0.102
SALc-3 fKonZ	-0.312	0.223

Zkratky: *DET-T* – determinační test; *SOC* – celkový skóre dotazníku; *Compr* – *Comprehensibility* (srozumitelnost); *Mean* – *Meaningfulness* (smysluplnost); *SALc* – Slinný kortizol (pořadí odběru).

6.2 Výkonnostní parametry

6.2.1 Střelba

Pro výpočty byly využity hodnoty zásahu (tedy bodový skór), nikoli jeho poloha znázorněná např. Středním bodem zásahu (Plíhal et al., 2011). K vyhodnocení zásahu byl využit videozáznam (viz Obrázek 16) a odečet zásahu do hodnotící tabulky.



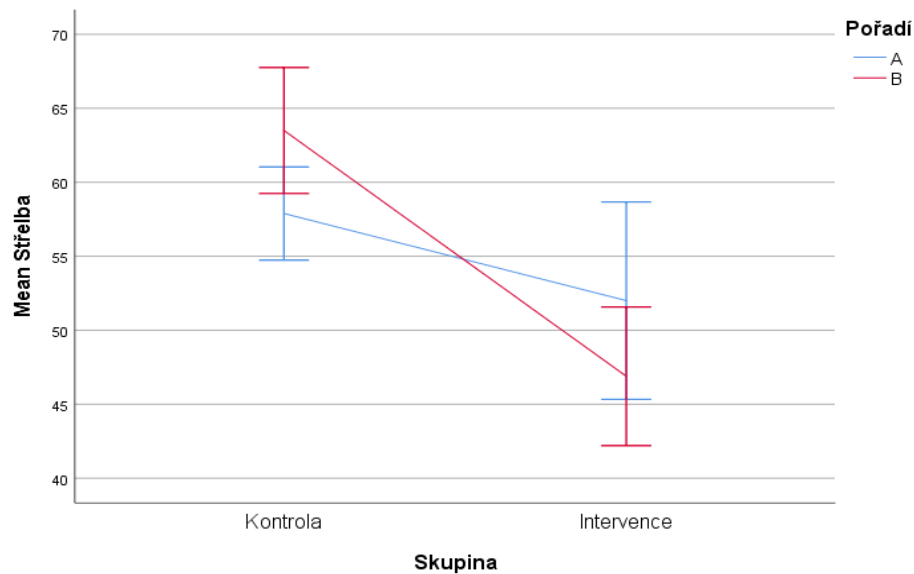
Obrázek 16 Vyhodnocení zásahu

Analýza výkonu ve střelbě na přesnost odhalila signifikantní hlavní efekt intervence (Skupina), přičemž průměrný skór v rámci intervenčního zatížení v podobě DET-T byl o 11,25 bodů nižší, než při kontrolním zatížení ($p = 0.003$).

Tabulka 7 Statistická významnost zkoumaných efektů u střelby

n = 17	p
SkupinaCrossO	0.939
Skupina	0.003*
Skupina * SkupinaCrossO	0.381

Z Grafu 2 je patrné, že pořadí vstupu Skupiny A, či B do experimentu nehrálo roli a přes odlišné hodnoty průměrného skóre (Skupina A 63,500 b až 46,883 b; Skupina B 57,889 b až 52,000 b) byl patrný výrazný pokles výkonnosti u obou skupin. Reálný pokles byl až o 17,85 % maximálního průměrného výkonu.



Graf 2 Vliv intervenčního zatížení na přesnost střelby

6.2.2 Čas chůze

Pro snadnější výpočty byly hodnoty v tabulkách převedeny na celé vteřiny. Z níže uvedených hodnot (Tabulka 8) patrné, že ani jeden z efektů nevykazuje signifikantní statistickou významnost na hladině $p \leq 0,05$ a lze konstatovat, že čas chůze nebyl ovlivněn ani Intervencí, Vstupem do konkrétní větve experimentu, ani jejich kombinací.

Tabulka 8 Statistická významnost zkoumaných efektů u chůze

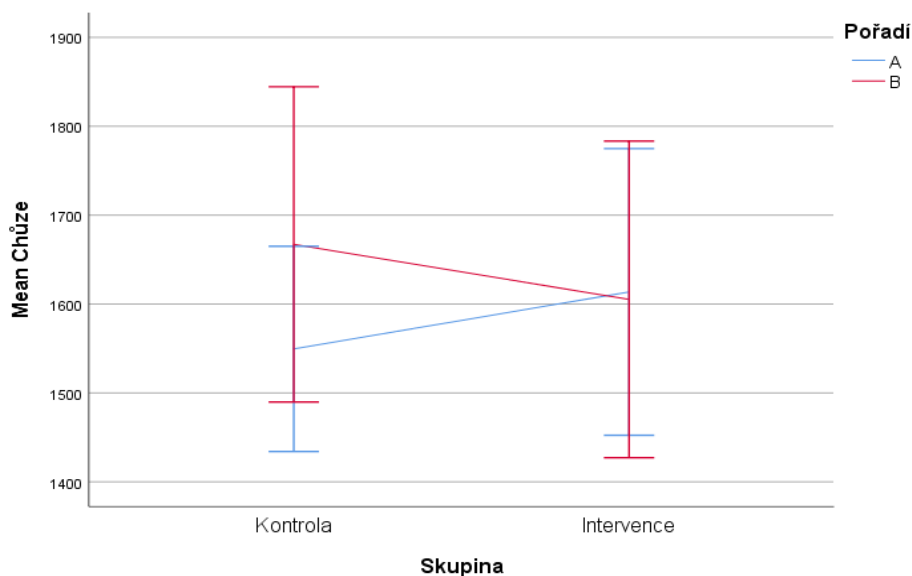
	n = 17	p
SkupinaCrossO		0.610
Skupina		0.992
Skupina * SkupinaCrossO		0.757

Výsledný čas varioval od min = 910 s do max = 2088 s, přičemž čistý průměrný rozdíl mezi Intervenční a Kontrolní fází experimentu činil 1,08 s (Tabulka 9).

Tabulka 9 Párové srovnání efektu Skupina u chůze

Efekt Skupina		Mean Difference	Std. Error	p
Kontrola	Intervence	-1.08	104.891	0.992
Intervence	Kontrola	1.08	-104.891	0.992

Průměrná délka chůze souboru $n = 17$ tak při f_{KonZ} činila 1608,340 s a ve f_{IntZ} činila 1609,424 s (26:48 min, resp. 26:49 min).

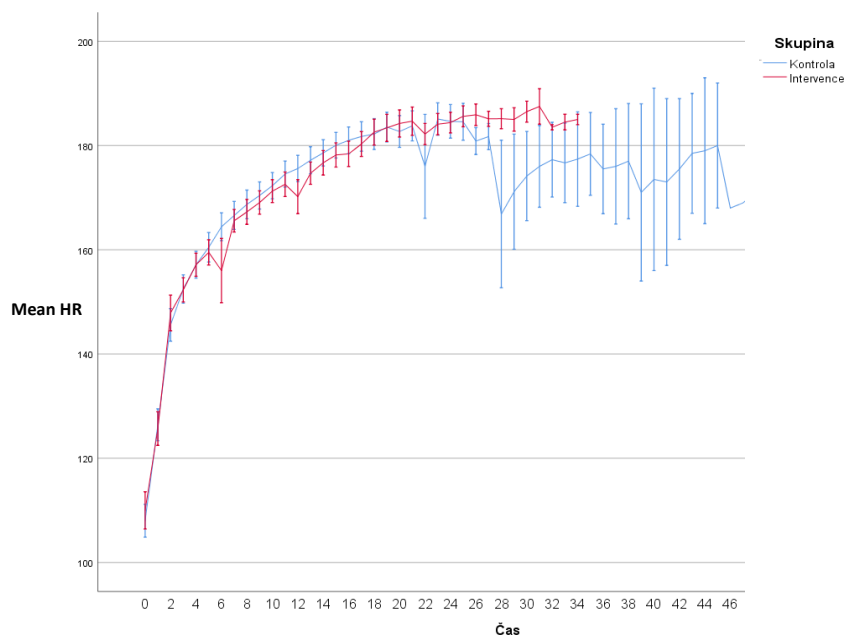


Graf 3 Průměrný čas chůze při experimentu

6.2.3 Srdeční frekvence

Srdeční frekvence HR, měřená kontinuálně v obou větvích experimentu během chůze se zátěží do vita-maxima (záznam každou minutu), byla ve výsledku významně ovlivněna ubývajícím počtem subjektů se vzrůstající dobou chůze. Statistické testování této proměnné tedy nemělo smysl, což je velmi dobře patrné na Grafu 4, kde do 26. minuty jsou obě křivky velmi podobné (signifikance nebyla prokázána) a po 26. minutě chůze se zátěží (zhruba průměrný čas skupiny v obou větvích experimentu) jsou hodnoty průměrů silně zkresleny extrémami vyplývajícími z ubývajícího počtu subjektů. Maximum tvořil subjekt, který vydržel jít 45:00 min, minimum naopak bylo reprezentováno časem 15:10 min.

Stejně tak hodnoty HR v obou větvích experimentu byly ve své dynamice značně polarizované a v průměrných hodnotách zkreslené variujícím počtem subjektů. Jako extrém lze uvést maximální hodnotu HR $204 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$ u jednoho ze subjektů a naopak maximum s nejnižší hodnotou činilo rozdílných $167 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$.



Graf 4 Dynamika HR během chůze se zátěží do vita-maxima

6.3 Psychologické parametry

6.3.1 Aktuální nálada

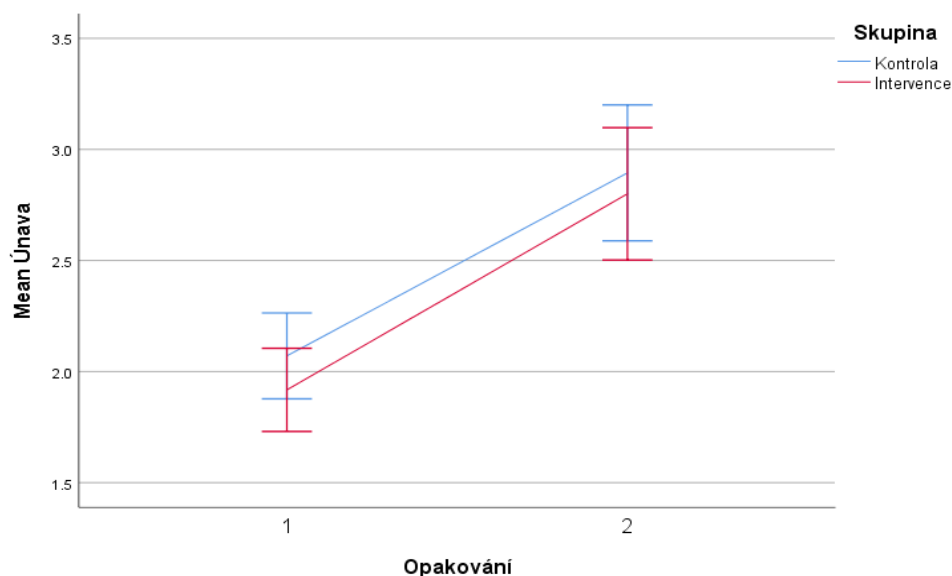
V rámci dotazníku aktuální nálady POMS byly testovány všechny dimenze. Signifikantní vliv měl pouze efekt Opakování, a to u dimenze Únava na hladině statistické významnosti $p \leq 0,01$ a u dimenze Vitalita na hladině $p \leq 0,05$ (viz Tabulka 10).

Tabulka 10 Statistická významnost efektů na dimenze dotazníku POMS 37

n = 17	Deprese	Hněv	Napětí	Únava	Vitalita	Zmatek
Opakování	0.339	0.184	0.978	0.002*	0.048	0.494
Skupina	0.979	0.719	0.308	0.691	0.083	0.465
SkupinaCrossO	0.906	0.184	0.226	0.333	0.938	0.005
Opakování * Skupina	0.478	0.426	0.707	0.952	0.611	0.906
Opakování * SkupinaCrossO	0.101	0.240	0.632	0.814	0.534	0.795
Skupina * SkupinaCrossO	0.617	0.840	0.858	0.656	0.043	0.250
Opakování * Skupina * SkupinaCrossO	0.812	0.746	0.707	0.914	0.933	0.759

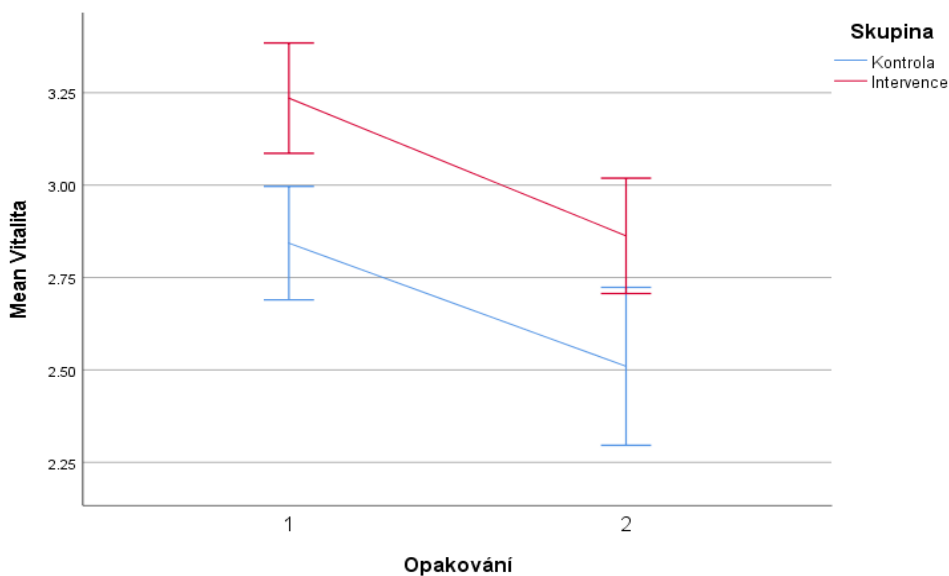
Dimenze Únava během opakování narůstala v kontrolní i intervenční větvi experimentu. U kontrolní větve byl pozorován nárůst z průměrných 2,064 do konečných 2,897 (tedy o 40,36 %) a u větve intervenční z průměrných 1,943 do konečných 2,808

(nárůst tedy o 44,51 %). Subjekty tedy reálně pociťovaly narůstající únavu během probíhajícího experimentu (1. opakování POMS bylo zjišťováno na úplném začátku, 2. opakování na samý závěr, jako poslední procedura).



Graf 5 Vývoj dimenze Únava během opakovaných měření

Dimenze Vitalita vykazovala opačný trend, její hodnoty během experimentu klesly v obou jeho větvích ($p = 0,048$) z průměrných 3,231 do konečných 2,797 (pokles tedy o 13,43 %) u intervenční větve a z 2,841 do konečných 2,582 (pokles o 9,11 %) u větve kontrolní.



Graf 6 Vývoj dimenze Vitalita během opakovaných měření

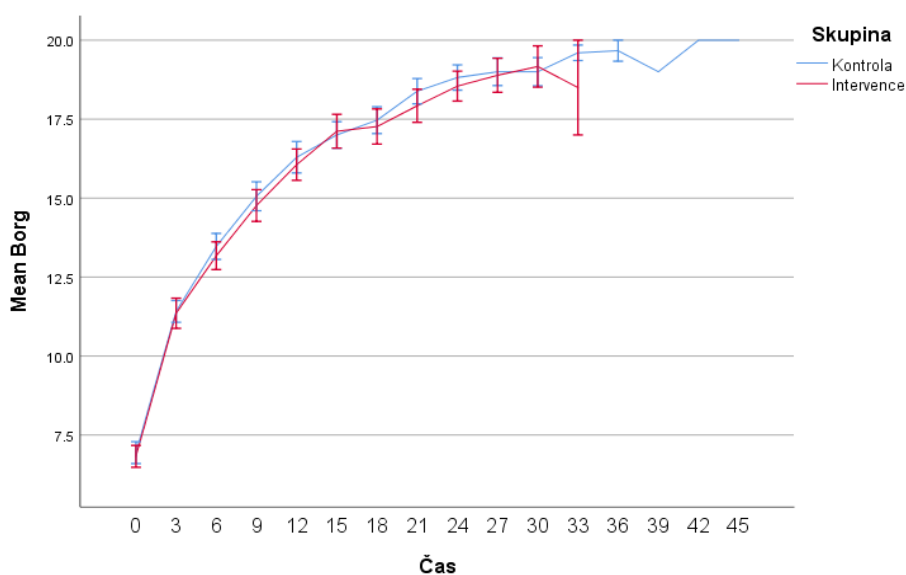
6.3.2 Vnímání zátěže

U subjektivně vnímané zátěže hodnocené dotazníkem RPE dle Borg (1998) byly testovány odlišné efekty (viz Tabulka 11). Hlavním důvodem byl odlišný způsob sběru dat – jednalo se o kontinuální dotazování každou třetí minutu během chůze se zátěží. Signifikance byla potvrzena na hladině $p \leq 0,001$ u efektů Čas a Čas², jež společně zachycují nelineární trend vnímání zátěže v průběhu měřeného času (viz Graf 7).

Tabulka 11 Statistická významnost efektů na subjektivně vnímanou zátěž

n = 17	Mean Difference	Std. Error	p
Skupina	-0.349	0.624	0.577
Čas	0.905	0.045	0.000**
Čas ²	-0.016	0.001	0.000**
Skupina * Čas	0.083	0.070	0.237
Skupina * Čas ²	-0.004	0.002	0.091

Graf 7 zobrazuje dynamiku hodnocení subjektivně vnímané zátěže během obou experimentálních větví, kdy je očividné, že do 30. minuty chůze jsou obě křivky velmi podobné (signifikance nebyla prokázána u efektu Skupina hodnotícího vliv intervence na RPE). Naopak po 30. minutě měření jsou křivky silně ovlivněny ubývajícím počtem subjektů. Pouze 12 z teoretického celku 34 odběrů, proběhlo ve 30. nebo dalších minutách chůze.



Graf 7 Vývoj hodnocení subjektivně vnímané zátěže v čase

6.4 Hladina kortizolu

Průměrné hladiny SALc byly testovány na řadu efektů zmíněných v Tabulce 12. Hladina SALc se v rámci opakování signifikantně lišila (hlavní efekt Opakování $p \leq 0,001$). Vzhledem k tomu, že hodnoty a změny kortizolu v rámci opakování nebyly odlišné v intervenční a kontrolní větvi zatížení (Interakční efekt Opakovani * Skupina, $p = 0,981$), ani u randomizovaných skupin (Interakční efekt Opakovani * SkupinaCrossO $p = 0,981$), byly dále srovnávané průměrné hodnoty celého souboru.

Tabulka 12 Statistická významnost zkoumaných efektů u hladin kortizolu

n = 17	p
SkupinaCrossO	0.610
Opakování	0.000**
Skupina	0.627
SkupinaCrossO	0.270
Opakování * Skupina	0.981
Opakování * SkupinaCrossO	0.179
Skupina * SkupinaCrossO	0.470
Opakování * Skupina * SkupinaCrossO	0.339

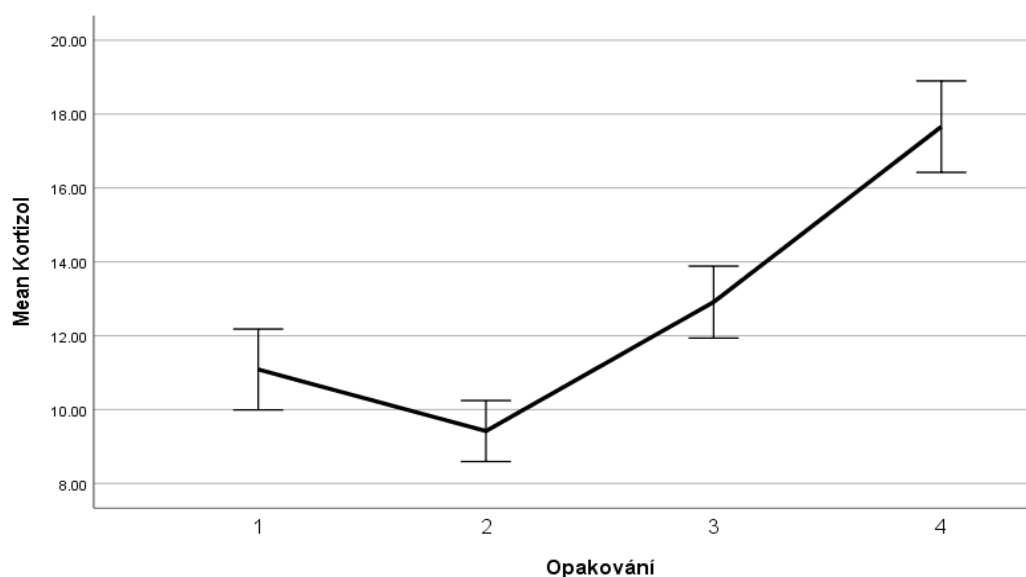
Efekt Opakování byl u vyhodnocování SALc podroben dalšímu, detailnějšímu testování, které je znázorněno Tabulkou 13, kde první sloupec znázorňuje pořadí odběru a druhý sloupec vyjadřuje křížové srovnání s dalšími odběry SALc.

Je zřejmé, že odběr č. 1 je signifikantně odlišný, nižší, od odběru č. 4, a to na hladině $p \leq 0,001$. Odběr č. 2 je signifikantně odlišný, nižší, od odběru č. 3 ($p = 0,012$) a nižší od odběru č. 4 na hladině $p \leq 0,001$. Odběr č. 3 je pak signifikantně odlišný, vyšší, od odběru č. 2 (shodných $p = 0,012$) a nižší od odběru č. 4 ($p = 0,005$). Odběr č. 4 se pak signifikantně liší od všech předešlých odběrů SALc, je vždy vyšší.

Tabulka 13 Srovnání efektu Opakování u hladin kortizolu

Efekt Opakování		Mean Difference	Std. Error	p
1	2	1.759	1.350	0.199
	3	-1.633	1.446	0.263
	4	-6.474*	1.673	0.000**
2	3	-3.392*	1.311	0.012
	4	-8.233*	1.558	0.000**
3	4	-4.841*	1.641	0.005*

Graf 8 znázorňuje dynamiku průměrné hladiny SALc u souboru a podtrhuje fakt, že se od sebe jednotlivé odběry signifikantně v hodnotách liší mezi sebou (výjimku tvoří odběr č. 1, jež signifikanci vykazuje pouze vůči odběru č. 4. Tento je naopak signifikantně odlišný od všech hodnot předešlých. Relativně vyšší hladina SALc u odběru č. 1 může být způsobena kolísáním hladiny kortizolu během dne s gradací v brzkých ranních hodinách (odběr č. 1 probíhal v 06.00).



Graf 8 Vliv opakování na průměrné hodnoty SALc

Z uvedených výsledků je patrné, že celý vzorek je koherentní a že neexistují (s výše komentovanými uvedenými výjimkami) statisticky významné rozdíly mezi Skupinou A a Skupinou B (odlišné pořadí vstupu do experimentálních větví). Obecně lze

tedy předpokládat, že obě skupiny absolvovaly následné fáze v obou větvích experimentu s téměř shodnými vstupními parametry.

7 DISKUZE

Předkládaná disertační práce „*Vliv kognitivní únavy na aktuální fyzickou výkonnost člověka*“ je skromným pokusem o příspěvek k analýze psychofyziologické podmíněnosti komplexních reakcí organismu na únavu kognitivního charakteru.

Studie navazuje na pilotní studii, jež ukázala možnosti výzkumu v oblasti doposud nahlížené odlišně. Projekt byl realizován i díky vstřícnosti konkrétních pracovišť Fakulty tělesné výchovy a sportu UK a osobním přístupem akademických a odborných pracovníků řady subjektů.

Její úspěšná realizace byla podmíněna i probandy, kteří jako studenti prezenční formy studia Vojenského oboru Fakulty tělesné výchovy a sportu UK, měli pro náročný výzkum velmi dobré předpoklady. Nezbytnou fyzickou výkonnost a psychickou odolnost prokazují každoročně v rámci extrémních kurzů přežití a komplexních zaměstnání AČR, příkladnou motivaci pak ilustrovali svou soutěživostí. Výzkumu se účastnilo 18 subjektů, z nichž jeden musel být ze zdravotních důvodů vyloučen. V době realizace se jednalo o všechny studenty prezenční formy studia VO FTVS. Studie byla koncipována jako randomizovaný, jednoduše zaslepený cross-over experiment.

Pilotní studie ukázala na některé faktory, které musely být ve vlastní studii organizačně uchopeny odlišně. V první řadě se nereálným ukázal odběr kapilární krve (vzorků bylo cca 15, což bylo pro subjekt nekomfortní, a zároveň se vzrůstající fyzickou únavou docházelo k intenzifikaci mimovolných pohybů, což vlastní odběr ztěžovalo). Komplikací, která byla v rámci studie také odstraněna, byla závislost na dalším personálu (zejména zdravotník proškolený k odběru krevních vzorků). Pilotní studie zároveň potvrdila, že kapilární krev neposkytuje dostatečné hodnoty glykémie a laktátu (Marcora et al., 2009; Marcora a Stiano, 2010; MacMahon et al., 2014), což byly původně předpokládané prediktory míry únavy. Odběrem slinného kortizolu se experiment výrazně zjednodušil.

Nerealizována musela být i střelba na přesnost s reálnou zbraní, protože FTVS UK nedisponovala vhodnou střelnicí v dosahu zátěžové laboratoře (bezpečnost probandů, a výpovědní hodnota dat byla tímto reálně ohrožena). Upraveno bylo také nesené břemeno, protože kovová zátěž se neukázala jako vhodná (v batohu byla příliš nízká, její přesná gramáž byla obtížně realizovatelná a jako celek se batoh nechoval normálně). Závaží bylo nahrazeno tzv. Aquahity, zátěžovými vaky na vodu, což umožnilo přenést

těžiště výrazně výše, zvýšilo komfort a zároveň umožnilo přesně dávkovat hmotnost prostou změnou objemu vody.

Disertační práce byla přes výrazná zjednodušení realizována v souladu s pokyny Etické komise FTVS UK, s pokyny ošetřujícího lékaře subjektů a zabezpečena Zdravotnickou záchrannou službou.

7.1 Výsledky předkládané práce

Empirická část práce je věnována snaze o holistické pojetí reakce organismu na kognitivní zátěž a je cíleně směřována ke zkoumání vztahů mezi psychologickými a výkonnostními parametry člověka. Hlavní úsilí je směřováno k exponovaným profesím, u kterých je předpokládána vysoká míra psychického stresu. V souvislosti s hlavním cílem disertační práce byly stanoveny cíle dílčí:

- 1) ověření vztahu mezi výkonovou motivací, psychickou odolností a psychickou únavou;
- 2) zjištění hodnot slinného kortizolu jako prediktoru míry únavy;
- 3) zjištění vlivu kognitivní únavy na fyzickou výkonnost reprezentovanou jemnou motorikou a aerobní výkonností;
- 4) zjištění vývoje aktuální nálady a dynamiky hodnocení vnímané zátěže během experimentu.

K ověření vztahu mezi výkonovou motivací, psychickou odolností a indukovanou kognitivní únavou bylo využito tří nástrojů. Dotazníky LMI a SOC byly subjektům předloženy v tzv. fázi iniciačního vyšetření a dokázaly, že zkoumaná populace je jako celek koherentní a že dosahuje nadprůměrných hodnot.

V oblasti psychické odolnosti, nezdolnosti, se studenti VO FTVS UK pohybovali na úrovni hrubého skóru 150,85, $n = 17$, což odpovídá ostatním exponovaným profesím. Pelcák (2008) uvádí 149,80 u Policistů ČR, $n = 101$; Profesionálů AČR 152,15, $n = 61$; či 152,10 u Kynologů – záchranářů, $n = 79$). Srovnání s českou populací pak ukazuje na fakt, že exponované profese se vykazují vyššími hodnotami celkového skóre SOC.

Oblast výkonové motivace byla testována dotazníkem LMI, s hodnotami celkového skóru $M = 824,0$ u všech subjektů, $n = 17$, kdy ve srovnání s českou mužskou

populací (n = 293, hodnota M = 784,5) lze usuzovat na vyšší obecnou motivovanost k výkonu (Schuler a Prochaska, 2001).

Indukovaná kognitivní únava byla navozována determinačním testem DET-T na přístroji PDS-5P za využití počítačového programu. Pro specifické nastavení testovacího programu neexistuje srovnávací kohorta, ale lze konstatovat, že randomizované skupiny byly v rámci experimentu koherentní, s průměrnými hodnotami uvedenými ve výsledcích. Přesto je třeba zmínit vyjádření subjektů po DET-T, které verbalizovaly jeho průběh jako: „*Nepříjemný, ubíjející a únavný.*“

Vztah mezi výkonem v DET-T, úrovní výkonové motivace a psychické odolnosti nebyl prokázán (korelační koeficienty nedosahují vyšší úrovně než $\rho = -0,449$ a jsou výrazně omezeny počtem subjektů), přičemž je nutno konstatovat, že se nejednalo o hlavní cíl experimentu. Pro relevantní informace o závislosti by bylo třeba provést opakovaná měření s odlišným designem.

První hypotéza, tedy, že hladina kortizolu bude schopna rozlišit rozdílnou úroveň reakce organismu na kognitivní a aerobní zatížení, **byla potvrzena částečně**. Jako nástroj byl zvolen slinný kortizol (SALc), protože dle Powela et al. (2015) jeho hladiny korespondují s hladinami v krevním séru, přičemž odběr SALc je výrazně jednodušší. Dynamika vývoje SALc ukázala, že kortizol na zátěž reaguje, ale nelze hovořit o prokazatelném vlivu intervence v podobě indukované kognitivní únavy. K tomuto závěru mohou vést dva důvody:

- Indukovaná kognitivní únava nebyla dostatečně intenzivní.
- Zvolený nástroj (SALc) není k prokázání tohoto vlivu dostatečně citlivý či vhodný.

Nastavení jednotlivých odběrů bylo striktně stanoveno pro všechny subjekty: pro stanovení referenčních hodnot, s dalším odběrem po indukované kognitivní únavě, po aerobním zatížení do vita-maxima a do 60 minut od zahájení střelby na přesnost jako druhého referenčního bodu (viz Obrázek 10).

Dosažené výsledky ukazují, že hladina SALc je dostatečným nástrojem k posouzení reakce organismu na fyzické zatížení, což koresponduje s výzkumy (Gatti a De Palo, 2011; Powel et al., 2015). Z výsledků je zřejmé, že hladina SALc reaguje u jednotlivých opakování v zajímavé dynamice. První odběr (vždy 06.00 hodin ráno) vykazoval průměrnou vyšší úroveň, než odběr druhý. Tento fakt byl zřejmě způsoben

kulminací hladiny kortizolu v brzkých ranních hodinách a následným fyzickým zklidněním – postupem v experimentu k vyplnění dotazníku POMS a podstoupení intervenční/kontrolní zátěže. Ačkoli tedy byla indukována kognitivní zátěž, na hladině SALc tato nebyla prokázána jako dostatečný stresor. Hladina SALc dále rostla jak při 3., tak zejména při 4. odběru a lze tedy tvrdit, že **SALc prokazatelně reaguje na aerobní zátěž organismu.**

Jako statisticky **nevýznamný** se naopak **ukázal vliv intervence**. Využití tohoto nástroje pro posouzení míry odezvy na kognitivní únavu se tedy jeví jako nevhodné zejména pro odlišnou individuální hladinu SALc (McArdle et al., 2010; Molina, 2013) a zároveň značnou rozkolísanost jeho hodnot v průběhu dne, resp. diurnálního cyklu (Kittnar a kol., 2011). Jako doporučení lze spatřovat dlouhodobější sledování konkrétních subjektů se záznamem hladin SALc, pro stanovení referenčních intraindividuálních hodnot.

Unikátním přínosem studie je **částečné potvrzení druhé hypotézy**, tedy že kognitivní úrava bude významně ovlivňovat výkonnost člověka, konkrétně jemnou motoriku hodnocenou střelbou a jeho aerobní výkon. Potvrzená část hypotézy se týká střelby na přesnost. Všechny subjekty ve studii byly sice studenty Vojenského oboru FTVS UK, ale zároveň se nejednalo o organizované nebo vycvičené střelce a lze je tedy považovat za poučené laiky, kteří jsou seznámeni s používanou zbraní (upravená verze poloautomatické pistole Glock 17), ale nemají zažity specifické střelecké pohybové vzorce (postoj, tasení, míření, spouštění apod.).

Střelecký výkon závisí na celé řadě faktorů, jakými jsou zejména posturální stabilita a střelecký postoj (Novotný et al., 1997; Yiou et al., 2019) a poté úkony spojené s vlastním výstřelem. Stejně tak byly prokázány vlivy otřesů hlavy na výsledek v přesnosti. Disertační práce navíc potvrzuje fakt, že **výsledek střelby na cíl je ovlivněn předchozí kognitivní únavou**. Statistická významnost intervence byla vypočtena na hladině $p = 0,003$, přičemž reálné výsledky se lišily až o 17,85 %. To může být pro exponovaná povolání, zejména vojáky v zahraničních operacích, velmi podstatná informace.

Vliv indukované kognitivní únavy naopak nebyl prokázán u následného fyzického výkonu aerobního charakteru, který byl reprezentován délkou chůze do vita-maxima se zátěží o hmotnosti 30 % hmotnosti subjektu při sklonu 8 % a 80 % maximální rychlosti

chůze při těchto podmínkách. Žádný z hodnocených efektů neprokázal statistickou významnost a lze tak konstatovat, že extrémní **zatížení aerobního charakteru nereaguje na předchozí kognitivní, ač intenzivní, únavu**. Výsledné časy se v průměru lišily o pouhou 1,08 s, přičemž průměrná délka chůze byla 26:48 minut. Délka chůze byla podpořena finanční odměnou pro probanda s nejlepším výkonem v jednotlivých větvích cross-over experimentu.

Třetí hypotéza, tedy že jedincem vnímaná subjektivní zátěž a jeho nálada budou negativně ovlivněny kognitivní únavou, **nebyla potvrzena**. Pro zjištění dat bylo využito dotazníku aktuální nálady, Profile of mood states (POMS 37) a škály subjektivně vnímaného zatížení, Rating of perceived exertion (RPE). Ta vykazuje vysokou korelaci mezi hodnotami laktátu a srdeční frekvence (Sherr et al., 2013), a proto se jevila jako ideální nástroj s jednodušší administrací s možností získání relevantních dat. Ačkoli předešlé výzkumy (Marcora et al., 2009; Marcora a Stiano, 2010) referovaly u obdobných výzkumů o prokazatelném vlivu kognitivní únavy na RPE, **v předložené práci se jej prokázat nepodařilo**. Hodnota testovaného efektu *Skupina* (vliv intervence) nevykazovala signifikantní hodnotu, $p = 0,557$. Signifikantně se jeví efekty *Čas* a *Čas²*, které ovšem referují o vývoji RPE v čase. Jejich hodnoty vykazovaly signifikance shodně na úrovni $p = 0,000$. Lze tedy konstatovat, že RPE s rostoucí délkou zatížení, a s narůstající intenzitou, reaguje. Dynamika hodnot RPE v čase nicméně vykazuje některá zajímavá fakta. Přes nízké hodnoty v prvních 3 – 6 minutách zatížení, jež nekorrespondují s hodnotami SF, dochází k rychlému nástupu relativizace hodnot RPE a SF v 15. minutě. Další nárůst hodnot RPE není tak strmý a relativního maxima dosahuje ve 30 minutách chůze do vita-maxima. Ačkoli škála RPE umožňuje využít maximální hodnoty 20, tedy vnímání extrémního zatížení (řada jedinců ji opakovaně volila), průměrné hodnoty skupiny jí nedosahovaly.

Aktuální nálada subjektů se během experimentu vyvíjela. Dotazník POMS, který byl pro tuto oblast zvolen, se skládá z 6 dimenzí, přičemž **dimenze Únava a dimenze Vitalita byly ovlivněny**. Jak se předpokládalo, tendence byly u obou dimenzí opačné. Zatímco vliv experimentu na dimenzi Únava činil $p = 0,002$ a reálný nárůst této dimenze činil 40,36 %, dimenze Vitalita vykazovala hodnoty efektu $p = 0,048$ a reálný pokles o 13,43 %. Je třeba dodat, že celkový skóre dotazníku nevykazoval vlivy efektů na signifikantní hladině. Přesto lze konstatovat, že zatížení u vojáků navýší pocit únavy a sníží jejich hodnocení vitality. Tyto změny lze jednoznačně přičíst extrémnějšímu

a náročnějšímu zatížení aerobního charakteru, protože dotazník POMS byl administrován před experimentem a po něm, tedy i po chůzi se zátěží.

Z metodologických důvodů nemohl být třetí dotazník distribuován ihned po indukované kognitivní únavě, ale jeho umístění v designu i na toto místo by mohlo poskytnout další zajímavé poznatky.

7.2 Limitující faktory práce

Disertační práce byla limitována některými faktory, které mohly ovlivnit předkládané výsledky a závěry.

1. Výběr subjektů nebyl náhodný. Homogenní skupina byla vybrána ze zdravých, trénovaných, psychicky odolných a vysoce motivovaných jedinců, studentů prezenční formy studia Vojenského oboru Fakulty tělesné výchovy a sportu UK. Záměrný výběr byl zvolen pro eliminaci zdravotních komplikací (všechny subjekty byly pod organizovaným lékařským dohledem) a pro snadnější organizaci složitého experimentu. Velikost souboru byla zvolena na základě obdobných studií (Marcora et al., 2009; Marcora a Stiano, 2010; MacMahon et al., 2014).
2. Experiment probíhal v laboratorních podmínkách. Je zřejmé, že výzkum v reálných podmínkách výkonu práce exponovaných profesí (zahraniční mise u vojáků, řídicí věž letového provozu, pilotáž bezpilotních prostředků apod.) by přinesl řadu zajímavých poznatků. Naproti tomu lze předpokládat, že by se jednalo o těžko standardizované podmínky.
3. Experiment měl limitovaný počet zkoumaných parametrů. V potaz nebyly brány další proměnné jako například odlišná vstupní úroveň střeleckých dovedností, rozdílná úroveň inteligence a další. Přesto byla studie navržena tak, aby eliminovala zkreslení výsledků vstupem dalších negativních proměnných a faktorů.
4. Zvolená problematika a design experimentu byly náročné nejen v přípravné, ale zejména v realizační fázi. Svou podstatou byla postavena na přesném časovém sledu jednotlivých úkonů, dostupnosti všech potřebných zdrojů (laboratoř, pistole, mrazicí zařízení, kamera, zkumavky, dotazníky apod.) a v neposlední řadě na motivaci a dochvilnosti probandů.

8 ZÁVĚR

Cíle a úkoly práce se podařilo naplnit a výzkum realizovat v souladu se stanovenou metodikou. Předložená výzkumná práce pomáhá pochopit psychofyziologické mechanismy reakce organismu člověka na kognitivní únavu.

Ke sběru dat bylo využito řady standardizovaných psychologických dotazníků zaměřených na motivaci k výkonu, úroveň psychické odolnosti, vnímání zátěže či aktuální nálady. Taktéž bylo využito řady výkonnostních a fyziologických parametrů ($\dot{V}O_{2peak}$, HR, přesnost střelby, hladina slinného kortizolu, či čas chůze se zátěží do vitamaxima). K navození kognitivní únavy bylo využito determinačního testu.

Lze konstatovat, že naměřená data umožnila zodpovězení vznesených hypotéz:

H1: Hladina kortizolu bude schopna rozlišit rozdílnou úroveň reakce organismu na kognitivní a aerobní zatížení organismu.

Bylo prokázáno, že hladina kortizolu reaguje na aerobní zatížení organismu ($p \leq 0,001$). Vliv kognitivní únavy nebyl dostatečně silný a nebyl tak hladinou slinného kortizolu SALc detekován.

H2: Kognitivní únava bude významně ovlivňovat výkonnost člověka, konkrétně jemnou motoriku hodnocenou střelbou a jeho aerobní výkonnost.

Prokázalo se, že indukovaná kognitivní únava ovlivňuje výkon ve střelbě na přesnost ($p \leq 0,003$), zatímco její vliv na následný aerobní výkon reprezentovaný chůzí se zátěží nebyl prokázán.

H3: Jedincem vnímaná subjektivní zátěž a jeho nálada budou negativně ovlivněny kognitivní únavou.

Změna hodnot subjektivně vnímané zátěže byly ovlivněny délkou zatížení, nikoli však předchozí kognitivní únavou ($p = 0,577$). Nálada zkoumaného souboru reagovala na aerobní zatížení a měnila se v dimenzích Únava ($p = 0,002$) a Vitalita ($p = 0,048$) dotazníku POMS. Vliv indukované kognitivní únavy prokázán nebyl u žádné z dimenzí ($p \geq 0,308$).

I přesto, že se využití hladin slinného kortizolu jako markeru úrovně reakce organismu na kognitivní únavu nepotvrdilo, lze o něm v této souvislosti uvažovat při hodnocení míry reakce na aerobní zatížení. Zcela jistě zajímavé je potvrzení vlivu

kognitivní únavy na přesnost střelby jako reprezentantu senzomotorického výkonu, což může být implikací pro exponovaná povolání, zejména příslušníky ozbrojených složek.

Další výzkum psychofyziologické reakce organismu na kognitivní únavu by mohl směřovat k intenzifikaci jejích působků a k experimentům v reálných podmínkách psychického stresu. Proměnné, které by zřejmě bylo třeba vzít v potaz, by zcela jistě opět byly z oblasti psychologie a zátěžové fyziologie. Takto nastíněný výzkum by však byl enormně finančně i organizačně náročný a bylo by k němu zapotřebí výzkumného týmu a grantové podpory.

Věřím, že podklady získané touto prací mohou posloužit jiným autorům, kteří se budou věnovat problematice kognitivní únavy.

9 POUŽITÉ ZDROJE

1. AMANN, Markus a Jerome A. DEMPSEY. Locomotor muscle fatigue modifies central motor drive in healthy humans and imposes a limitation to exercise performance. *Experimental Physiology*. 2011, s. 161-173. ISSN 0958-0670.
2. ANTONOVSKY, Aaron. *Health, Stress, and Coping*. Jossey-Bass, 1979. ISBN 978-0-87589-412-6.
3. ARMARIO, Antonio. The Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis: What can it Tell us About Stressors? *CNS & Neurological Disorders-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-CNS & Neurological Disorders)*. 2006, roč. 5, č. 5, s. 485-501. ISSN 1871-5273.
4. ASTORINO, Todd A. et al. Incidence of the oxygen plateau at VO₂max during exercise testing to volitional fatigue. *Journal of Exercise Physiology Online*. 2000, roč. 3, č. 4, s. 1-12. ISSN 1097-9751.
5. ATTWELL, David a Simon B. LAUGHLIN. An Energy Budget for Signaling in the Grey Matter of the Brain. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. 2001, roč. 21, č. 10, s. 1133-1145. ISSN 0271-678X.
6. BALÁKOVÁ, Veronika. Motivace k výkonu a vybrané charakteristiky osobnosti juniorských hráček volejbalu. *Psychologie pro praxi*. 2014, roč. 2104, č. 3-4, s. 119-131. ISSN 1803-8670.
7. BARIAKOVÁ, Mária, Zuzana BIRKNEROVÁ a Miriama PALKOVÁ. Subjektívna pracovná úspešnosť a výkonová motivácia. *E-psychologie*. 2012, roč. 6, č. 1. ISSN 1802-8853.
8. BARTOŠ, Aleš a Miloslava RAISOVÁ. *Testy a dotazníky pro vyšetřování kognitivních funkcí, nálady a soběstačnosti*. 2015. ISBN 978-80-204-3491-3.
9. BEEKLEY, Matthew D. et al. Effects of heavy load carriage during constant-speed, simulated, road marching. *Military Medicine*. 2007, roč. 172, č. 6, s. 592-595. ISSN 0026-4075.
10. BELITARDO DE OLIVEIRA, Arão et al. Weight loss and improved mood after aerobic exercise training are linked to lower plasma anandamide in healthy people. *Physiology & Behavior*. 2019, roč. 201, s. 191-197. ISSN 1873-507X.

11. BENGEL, Jürgen. STRITTMATTER, Regine a Hildegard WILLMANN. *What keeps people healthy? Antonovsky's salutogenesis model; state of discussion and importance.* Federal Centre for Health Education, Cologne. Research and Practise of Health Promotion. 1999. ISBN 9783933191106.
12. BILLS, Arthur G. Blocking: a new principle of mental fatigue. *The American Journal of Psychology.* 1931, roč. 43, s. 230-245. ISSN 1939-8298.
13. BOKSEM, Maarten A. S., Theo F. MEIJMAN a Monicque M. LORIST. Mental fatigue, motivation and action monitoring. *Biological Psychology.* 2006, roč. 72, č. 2, s. 123-132. ISSN 0301-0511.
14. BOKSEM, Maarten A. S. a Mattie TOPS. Mental fatigue: costs and benefits. *Brain Research Reviews.* 2008, roč. 59, č. 1, s. 125-139. ISSN 0165-0173.
15. BOLEK, Emil. Monitorování extrémního zatížení pomocí biochemických parametrů. In: *Zvládání extrémních situací.* Praha: CASRI, 2008, s. 9-18. ISBN 978-80-254-3706-3.
16. BORG, Gunnar. Perceived exertion: a note on „history" and methods. *Medicine and Science in Sports.* 1973, roč. 5, č. 2, s. 90-93. ISSN 0025-7990.
17. BORG, Gunnar a Henry DAHLSTRÖM. A pilot study of perceived exertion and physical working capacity. *Acta Societatis Medicorum Upsaliensis.* 1962, roč. 67, s. 21-27. ISSN 0001-6985.
18. BORG, Gunnar. *Borg's Perceived Exertion And Pain Scales.* 1998. ISBN 978-0-88011-623-7.
19. BOULLOSA, Daniel a Fábio NAKAMURA. The evolutionary significance of fatigue. *Frontiers in Physiology.* 2013, roč. 4. ISSN 1664-042X.
20. BROWN, Melissa J. et al. The Effect of Acute Exercise on Pistol Shooting Performance of Police Officers. *Motor Control.* 2013, roč. 17, č. 3, s. 273-282. ISSN 1087-1640, 1543-2696.
21. BRYCH, Jan. *Sportovní střelba.* Praha: Karolinum, 2008. ISBN 80-246-1582-7.
22. CALFAS, Karen J. a Wendell C. TAYLOR. Effects of Physical Activity on Psychological Variables in Adolescents. *Pediatric Exercise Science.* 1994, roč. 6, č. 4, s. 406-423. ISSN 0899-8493, 1543-2920.
23. CANNON, Walter B. et al. Studies on the conditions of activity in endocrine glands. *American Journal of Physiology-Legacy Content.* 1927, roč. 79, č. 2, s. 433-465. ISSN 0002-9513.

24. CANNON, Walter B. *The wisdom of the body*. 2nd Ed. Norton & Co. ISBN 10:0393002055.
25. CARVER, Charles S., Michael SCHEIER a Jerzy K. WEINTRAUB. Assessing coping strategies: a theoretically based approach. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1989, roč. 56, č. 2, s. 267-283. ISSN 0022-3514.
26. CASHMORE, Ernest. *Sport and Exercise Psychology: The Key Concepts*. Routledge, 2008. ISBN 978-0-415-43865-0.
27. CIOLAC, Emanuel G. et al. Rating of perceived exertion as a tool for prescribing and self regulating interval training: a pilot study. *Biology of Sport*. 2015, roč. 32, č. 2, s. 103-108. ISSN 0860-021X.
28. CORNBLATT, Barbara A. et al. The Continuous Performance Test, identical pairs version (CPT-IP): I. New findings about sustained attention in normal families. *Psychiatry Research*. 1988, roč. 26, č. 2, s. 223-238. ISSN 0165-1781.
29. COSTA, E. Quelhas a J. Santos BAPTISTA. Thermal environment and cognitive performance: Parameters and equipment. *Occupational Safety and Hygiene*, 2013, 267-272 (6). ISBN: 9780203729656
30. CRAIG, Ashley, Yvonne TRAN a Nirupama WIJESURIYA. Psychophysiological characteristics of driver fatigue. In: *Sleep, sleepiness and traffic safety*. Nova Science Publishers, 2011, s. 65-91. ISBN 978-1617289439.
31. CRANDALL, Rick a Pamela L. PERREWE. *Occupational Stress: A Handbook*. CRC Press, 1995. ISBN 978-1-56032-367-9.
32. ČERNÝ, Pavel a Michal GOETZ. *Manuál obranné střelby*. Grada Publishing a.s., 2004. ISBN 978-80-247-0739-6.
33. DAABISS, Mohamed. American Society of Anaesthesiologists physical status classification. *Indian Journal of Anaesthesia*. 2011, roč. 55, č. 2, s. 111-115. ISSN 0019-5049.
34. DAŘOVÁ, Klára. *Subjektivní vnímání tělesné zátěže*. Charles University in Prague, Karolinum Press, 2016. ISBN 978-80-246-3227-8.
35. DECROIX, Lieselot et al. Monitoring Physical and Cognitive Overload During a Training Camp in Professional Female Cyclists. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2016, roč. 11, č. 7, s. 933-939. ISSN 1555-0273.

36. DEMOUGEOT, Laurent a Charalambos PAPAXANTHIS. Muscle fatigue affects mental simulation of action. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*. 2011, roč. 31, č. 29, s. 10712-10720. ISSN 1529-2401.
37. DERAIVE, Wim et al. Treadmill Exercise Negatively Affects Visual Contribution to Static Postural Stability. *International Journal of Sports Medicine*. 2002, roč. 23, č. 1, s. 44-49. ISSN 0172-4622, 1439-3964.
38. DORN, Lorah D. et al. Salivary cortisol reflects serum cortisol: analysis of circadian profiles. *Annals of Clinical Biochemistry*. 2007, roč. 44, č. 3, s. 281-284. ISSN 0004-5632.
39. EMBRETSON, Susan E. Measuring Psychological Constructs: Advances in Model-Based Approaches. In: <https://www.apa.org> [online]. [cit. 27.8.2019].
40. Endokrinologický ústav. *LP – LK – EÚ – 01 Laboratorní příručka*. Praha. 2017.
41. EYSENCK, Michael W. a Mark T. KEANE. *Kognitivní psychologie*. 1. vyd. Praha: Academia, 2008. ISBN 978-80-200-1559-4.
42. FESTINGER, Leon. *A Theory of Cognitive Dissonance*. Stanford University Press, 1962. ISBN 978-0-8047-0911-8.
43. FIELD, Andy. *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. Sage, 2013. ISBN 978-1-4462-7458-3.
44. FLEGR, Jaroslav et al. The relation of cortisol and sex hormone levels to results of psychological, performance, IQ and memory tests in military men and women. *Neuro Endocrinology Letters*. 2012, roč. 33, č. 2, s. 224-235. ISSN 0172-780X.
45. GAINOTTI, Guido. Disorders of emotional behaviour. *Journal of Neurology*. 2001, roč. 248, č. 9, s. 743-749. ISSN 1432-1459
46. GATTI, Roberto a Elio F. de PALO. An update: salivary hormones and physical exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2011, roč. 21, č. 2, s. 157-169. ISSN 1600-0838.
47. GOONETILLEKE, Ravindra S., Errol R. HOFFMANN a Wing Chung LAU. Pistol shooting accuracy as dependent on experience, eyes being opened and available viewing time. *Applied Ergonomics*. 2009, roč. 40, č. 3, s. 500-508. ISSN 0003-6870.

48. GREEN, Simon a Christopher ASKEW. $\dot{V}o_{2peak}$ is an acceptable estimate of cardiorespiratory fitness but not $\dot{V}o_{2max}$. *Journal of Applied Physiology*. 2018, roč. 125, č. 1, s. 229-232. ISSN 1522-1601.
49. HAMPSON, David B. et al. Deception and Perceived Exertion during High-Intensity Running Bouts. *Perceptual and Motor Skills*. 2004, roč. 98, č. 3, s. 1027-1038. ISSN 0031-5125.
50. HANSEN, Ase M., Anne H. GARDE a Roger PERSSON. Sources of biological and methodological variation in salivary cortisol and their impact on measurement among healthy adults: a review. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*. 2008, roč. 68, č. 6, s. 448-458. ISSN 1502-7686.
51. HENDL, Jan. *Přehled statistických metod zpracování dat*. Praha: Portál, 2015. ISBN 978-80-262-0981-2.
52. HERPIN, Guillaume et al. Sensorimotor specificities in balance control of expert fencers and pistol shooters. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2010, roč. 20, č. 1, s. 162-169. ISSN 1050-6411.
53. HJOLLUND, Niels H., Johan H. ANDERSEN a Per BECH. Assessment of fatigue in chronic disease: a bibliographic study of fatigue measurement scales. *Health and Quality of Life Outcomes*. 2007, roč. 5, s. 12. ISSN 1477-7525.
54. HODAČOVÁ, Lenka et al. Rozdíly ve vnímání pracovní psychické zátěže u vybraných profesí. *Lékařské zprávy*. 2007, roč. 52, č. 2, s. 93-105. ISSN 0457 – 4206.
55. HOFFMAN, Martin D. et al. Biathlon Shooting Performance after Exercise of Different Intensities. *International Journal of Sports Medicine*. 1992, roč. 13, č. 3, s. 270-273. ISSN 0172-4622.
56. HORAK, Fay B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*. 2006, roč. 35, č. 2, s. 7-11. ISSN 0002-0729.
57. HORAK, Fay B., Lewis M. NASHNER a Hans-Christoph DIENER. Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Experimental Brain Research*. 1990, roč. 82, č. 1, s. 1432-1106. ISSN 0014-4819.
58. HOŠEK, Václav. *Psychologie odolnosti*. Praha: Karolinum, 1999. ISBN 80-7184-889-1.

59. HOŠEK, Václav. *Psychologie sportovní střelby*. Praha: Naše Vojsko, 1992. ISBN 80-469-21-73.
60. CHROUSOS, George P. a Philip W. GOLD. The concepts of stress and stress system disorders. Overview of physical and behavioral homeostasis. *JAMA*. 1992, roč. 267, č. 9, s. 1244-1252. ISSN 0098-7484.
61. CHROUSOS, George P. Stress and disorders of the stress system. *Nature Reviews Endocrinology*. 2009, roč. 5, s. 374-381. ISSN: 1759-5029.
62. JABOR, Antonín. *Vnitřní prostředí*. Grada Publishing a.s., 2008. ISBN 978-80-247-1221-5.
63. Katalog produktů „Centralizovaná a POC diagnostika“. *Roche diagnostics*. 2018.
64. KEBZA, Vladimír. *Psychosociální determinanty zdraví*. Academia, 2005. ISBN 80-200-1307-5.
65. KEBZA, Vladimír a Iva ŠOLCOVÁ. Resilience: některé novější koncepte psychické odolnosti. *Československá psychologie : časopis pro psychologickou teorii a praxi*. 2015, roč. 59, č. 5, s. 444-451. ISSN 1804-6436.
66. KITTNAR, Otomar a KOL. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing a.s., 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.
67. KITTNAR, Otomar a Mikuláš MLČEK. *Atlas fyziologických funkcí*. Praha: Grada Publishing a.s., 2009. ISBN 978-80-247-2722-6.
68. KNAPIK, Joseph J., Katy L. REYNOLDS a Everett HARMAN. Soldier Load Carriage: Historical, Physiological, Biomechanical, and Medical Aspects. *Military Medicine*. 2004, roč. 169, č. 1, s. 45-56. ISSN 0026-4075, 1930-613X.
69. KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-657-1.
70. KOUKOLA, Bohumil. Mental resistance of secondary school students. *Pedagogika*. 2000, roč. 2000, č. 50, s. 173-180. ISSN 2336-2189.
71. KOVÁŘOVÁ, Lenka. *Psychologické aspekty vytrvalostního výkonu*. Praha: Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3230-8.
72. KŘIVOHLAVÝ, Jaroslav. *Konflikty mezi lidmi*. Praha: Portál. 2008. ISBN 978-80-262-0286-8.
73. KŘIVOHLAVÝ, Jaroslav. *Psychologie pocitů štěstí*. Praha: Grada Publishing a.s., 2013. ISBN 978-80-247-4436-0.

74. KULIŠŤÁK, Petr. *Neuropsychologie*. 2. vyd. Praha: Portál, 2011. ISBN 978-80-7367-891-3.
75. LAL, Saroj K. a Ashley CRAIG. A critical review of the psychophysiology of driver fatigue. *Biological Psychology*. 2001, roč. 55, č. 3, s. 173-194. ISSN 0301-0511.
76. LAL, Saroj K. a Ashley CRAIG. Driver fatigue: electroencephalography and psychological assessment. *Psychophysiology*. 2002, roč. 39, č. 3, s. 313-321. ISSN 0048-5772.
77. LAMB, Kevin L., Simon J. EAVES a James E. O. HARTSHORN. The effect of experiential anchoring on the reproducibility of exercise regulation in adolescent children. *Journal of Sports Sciences*. 2004, roč. 22, č. 2, s. 159-165. ISSN 0264-0414.
78. LAZARUS, Richard S. a Susan FOLKMAN. *Stress, Appraisal, and Coping*. New York, United States: Springer Publishing Company, 1984. ISBN 978-0-8261-4192-7.
79. LEFEVRE, Mark, Jonathan MATHENY a Gregory S. KOLT. Eustress, distress, and interpretation in occupational stress. *Journal of Managerial Psychology*. 2003, roč. 18, č. 7, s. 726-744. ISSN 0268-3946.
80. LENNIE, Peter. The Cost of Cortical Computation. *Current Biology*. 2003, roč. 13, č. 6, s. 493-497. ISSN 0960-9822.
81. LEVINE, Seymore. Developmental determinants of sensitivity and resistance to stress. 2005, roč. 30, č. 10. 939-946.
82. VAN DER LINDEN, Dimitri et al. Disrupted sensorimotor gating due to mental fatigue: Preliminary evidence. *International Journal of Psychophysiology*. 2006, roč. 62, č. 1, s. 168-174. ISSN 0167-8760.
83. LORIST, Monique M. et al. Motor fatigue and cognitive task performance in humans. *The Journal of Physiology*. 2002, roč. 545, č. 1, s. 313-319. ISSN 0022-3751.
84. LORR, Maurice a Douglas MCNAIR. *Profile of Mood States: Bi-polar Form (POMS-BI) : Manual*. Educational and Industrial Testing Service, 1984.
85. LUBANS, David et al. Physical Activity for Cognitive and Mental Health in Youth: A Systematic Review of Mechanisms. *Pediatrics*. 2016, roč. 138, č. 3. ISSN 0031-4005, 1098-4275.

86. MACMAHON, Clare et al. Cognitive fatigue effects on physical performance during running. *Journal of Sport & Exercise Psychology*. 2014, roč. 36, č. 4, s. 375-381. ISSN 1543-2904.
87. MARCORA, Samuele M., Walter STAIANO a Victoria MANNING. Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of Applied Physiology*. 2009, roč. 106, č. 3, s. 857-864. ISSN 8750-7587.
88. MARCORA, Samuele M. a Walter STAIANO. The limit to exercise tolerance in humans: mind over muscle? *European Journal of Applied Physiology*. 2010, roč. 109, č. 4, s. 763-770. ISSN 1439-6327.
89. MARCUS, Bess H. a LeighAnn H. FORSYTH. *Motivating People to Be Physically Active*. Human Kinetics, 2008. ISBN 978-1-4925-8272-4.
90. MAREŠ, Jiří. Pozitivní psychologie: Důvod k zamyšlení i výzva. *Československá Psychologie: Časopis Pro Psychologickou Teorii a Praxi*. 2001, roč. 45, č. 2, s. 97-117. ISSN 1804-6436.
91. MARINO, Frank. *Human Fatigue: Evolution, Health and Disease*. Florence, United States: Routledge, 2019 ISBN 978-1-317-38012-2.
92. MARKRAM, H. et al. Physiology and anatomy of synaptic connections between thick tufted pyramidal neurones in the developing rat neocortex. *The Journal of Physiology*. 1997, roč. 500, č. 2, s. 409-440. ISSN 1469-7793.
93. MASLOW, Abraham H. *Motivation and Personality*. Harper and Row, 1987. ISBN 978-0-06-041987-5.
94. MCARDLE, William D., Frank I. KATCH a Victor L. KATCH. *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance*. Lippincott Williams & Wilkins, 2010. ISBN 978-0-7817-9781-8.
95. MCCAUL, Kevin D. a James M. MALOTT. Distraction and coping with pain. *Psychological Bulletin*. 1984, roč. 95, č. 3, s. 516-533. ISSN 1939-1455.
96. MCEWEN, Bruce S. Stress, adaptation, and disease. Allostasis and allostatic load. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1998, roč. 840, s. 33-44. ISSN 0077-8923.
97. MCNAIR, Douglas M., Maurice LORR a Leo F. DROPPLEMAN. *Manual for the Profile of Mood States*. Educational & Industrial Testing Services (EITS), 1971.

98. MCNAIR, Douglas M., Maurice LORR a Leo F. DROPPLEMAN. *Profile of Mood States: Manual*. Educational & Industrial Testing Services (EITS), 1992.
99. MEHLING, Wolf E. et al. Body awareness: construct and self-report measures. *PloS One*. 2009, roč. 4, č. 5, s. e5614. ISSN 1932-6203.
100. MEHTA, Ranjana K. a Raja PARASURAMAN. Effects of mental fatigue on the development of physical fatigue: a neuroergonomic approach. *Human Factors*. 2014, roč. 56, č. 4, s. 645-656. ISSN 0018-7208.
101. Merriam-Webster dictionary [online]. *Definition of Fatigue* [cit. 07.01.2020] Dostupné z: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/fatigue>.
102. MESCHER, Antony L. *Junqueirovy základy histologie*. 1. vyd. Praha: Galén, 2018. ISBN 978-80-7492-324-.
103. MICHALICKA, Vladimír a Radek POHNAN. Brain energetic demands during cognitive activities in relation to aerobic load. *Military Medical Science Letters*. 2019. ISSN 03727025.
104. MILLER, Todd A., ed. *NSCA's Guide to Tests and Assessments*. Human Kinetics, 2012. ISBN 978-1-4925-8278-6.
105. MIZUNO, Kei et al. Mental fatigue caused by prolonged cognitive load associated with sympathetic hyperactivity. *Behavioral and Brain Functions*. 2011, roč. 7, č. 1, s. 17. ISSN 1744-9081.
106. MOLINA, Patricia E. *Endocrine Physiology, Fourth Edition*. New York: McGraw-Hill Medical. 2013. ISBN 978-0-07-179678-1.
107. MONONEN, Kaisu et al. Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2007, roč. 17, č. 2, s. 180-185. ISSN 1600-0838.
108. MOORE, Robert D. et al. The influence of exercise-induced fatigue on cognitive function. *Journal of Sports Sciences*. 2012, roč. 30, č. 9, s. 841-850. ISSN 1466-447X.
109. MORAN, Aidan a John TONER. *A critical introduction to sport psychology*. 3rd ed. Routledge, 2012. ISBN 978-1-138-00007-8.
110. MUÑOZ, Colleen X. et al. Habitual total water intake and dimensions of mood in healthy young women. *Appetite*. 2015, roč. 92, s. 81-86. ISSN 1095-8304.
111. NAKONEČNÝ, Milan. *Lidské emoce*. Academia, 2000. ISBN 978-80-200-0763-6.

112. NAKONEČNÝ, Milan. *Motivace lidského chování*. Academia, 1997. ISBN 978-80-200-0592-2.
113. NAKONEČNÝ, Milan. *Psychologie: přehled základních oborů*. Triton, 2011. ISBN 978-80-7387-443-8.
114. NAKONEČNÝ, Milan. *Základy psychologie*. Academia, 1998. ISBN 978-80-200-0689-9.
115. NOAKES, Timothy a David OMS. Fatigue is a Brain-Derived Emotion that Regulates the Exercise Behavior to Ensure the Protection of Whole Body Homeostasis. *Frontiers in Physiology*. 2012, roč. 3, s 82. ISSN 1664-042X.
116. Normativní výnos Ministra obrany č. 12/2011 Služební tělovýchova v rezortu Ministerstva obrany. *Ministerstvo obrany*. 2011.
117. NOVOTNÝ, Miloš et al. *Závratě: diagnostika a léčba*. Stuttgart: Aesopus, 1997. ISBN 3-7773-1744-6.
118. NUTT, David J. a Andrea L. MALIZIA. Structural and functional brain changes in posttraumatic stress disorder. *The Journal of Clinical Psychiatry*. 2004, roč. 65, č. 1, s. 11-17. ISSN 0160-6689.
119. PADULO, Johnny et al. A Paradigm of Uphill Running. *PLOS ONE*. 2013, roč. 8, č. 7, s. e69006. ISSN 1932-6203.
120. PAGEAUX, Benjamin et al. Response inhibition impairs subsequent self-paced endurance performance. *European Journal of Applied Physiology*. 2014, roč. 114, č. 5, s. 1095-1105. ISSN 1439-6327.
121. PAGEAUX, Benjamin, Samuele MARCORA a Romuald LEPERS. Prolonged mental exertion does not alter neuromuscular function of the knee extensors. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2013, roč. 45, č. 12, s. 2254-2264. ISSN 0195-9131.
122. PARPURA, Vladimír et al. Glutamate-mediated astrocyte–neuron signalling. *Nature*. 1994, roč. 369, č. 6483, s. 744-747. ISSN 1476-4687.
123. PAULÍK, Karel. *Moderátory a mediátory zátěžové odolnosti*. Ostravská univerzita v Ostravě, Filozofická fakulta, 2009. ISBN 978-80-7368-635-2.
124. PAULÍK, Karel. *Psychologie lidské odolnosti: 2., přepracované a doplněné vydání*. Grada Publishing a.s., 2017. ISBN 978-80-271-9577-0.
125. PEAR, Joseph. *A Historical and Contemporary Look at Psychological Systems*. Lawrence Erlbaum Associates, 2007. ISBN 978-0-8058-5079-6.

126. PELCÁK, Stanislav. *Osobnostní nezdolnost a zdraví*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2013. ISBN 978-80-7435-342-0.
127. PELCÁK, Stanislav. *Smysl pro soudržnost A. Antonovského v prevenci, léčbě a podpoře zdraví*. Disertační práce. Brno: Fakulta sociálních studií MU. 2008.
128. PERIČ, Tomáš. *Sportovní trénink*. Praha: Grada Publishing a.s., 2010. ISBN 978-80-247-2118-7.
129. PETERKA, Robert J. a Martha S. BENOLKEN. Role of somatosensory and vestibular cues in attenuating visually induced human postural sway. *Experimental Brain Research*. 1995, č. 105, s. 101 – 110. ISSN 0014-4819.
130. PHILLIPS, Ross O. A review of definitions of fatigue – And a step towards a whole definition. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 2015, roč. 29, s. 48-56. ISSN 1369-8478.
131. PLHÁKOVÁ, Alena a Milan NAKONEČNÝ. *Učebnice obecné psychologie*. Academia, 2005. ISBN 978-80-200-1387-3.
132. PLÍHAL, Bohumil et al. *Balistika*. 1. vyd. Brno: Univerzita obrany, 2011. ISBN 978-80-7231-785-1.
133. POOLE, David C. a Andrew M. JONES. Measurement of the maximum oxygen uptake $\dot{V}O_{2max}$: $\dot{V}O_{2peak}$ is no longer acceptable. *Journal of Applied Physiology*. 2017, roč. 122, č. 4, s. 997-1002. ISSN 1522-1601.
134. POWELL, Jeffrey et al. Salivary and serum cortisol levels during recovery from intense exercise and prolonged, moderate exercise. *Biology of Sport*. 2015, roč. 32, č. 2, s. 91-95. ISSN 0860-021X.
135. QUEVEDO, Lluïsa et al. Experimental study of visual training effects in shooting initiation. *Clinical and Experimental Optometry*. 1999, roč. 82, č. 1, s. 23-28. ISSN 1444-0938.
136. RAISBECK, Louisa D. a Jed A. DIEKFUSS. Fine and gross motor skills: The effects on skill-focused dual-tasks. *Human Movement Science*. 2015, roč. 43, s. 146-154. ISSN 0167-9457.
137. RATHUS, Spencer A. *Psychology*. Harcourt Brace Jovanovich College, 1993. ISBN 978-0-03-096517-3.

138. REDDON, John R., Roger MARCEAU a Ronald R. HOLDEN. A confirmatory evaluation of the profile of mood states: Convergent and discriminant item validity. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*. 1985, roč. 7, č. 3, s. 243-259. ISSN 1573-3505.
139. REDFERN, Mark S et al. Attention influences sensory integration for postural control in older adults. *Gait & Posture*. 2001, roč. 14, č. 3, s. 211-216. ISSN 0966-6362.
140. REICHERTS, Philipp et al. On the mutual effects of pain and emotion: Facial pain expressions enhance pain perception and vice versa are perceived as more arousing when feeling pain. *PAIN®*. 2013, roč. 154, č. 6, s. 793-800. ISSN 0304-3959.
141. RENGER, Ralph. A review of the profile of mood states (POMS) in the prediction of athletic success. *Journal of Applied Sport Psychology*. 1993, roč. 5, č. 1, s. 78-84. ISSN 1041-3200.
142. ROBERTSON, Robert J. et al. Validation of the Adult OMNI Scale of Perceived Exertion for Cycle Ergometer Exercise: *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2004, roč. 36, č. 1, s. 102-108. ISSN 0195-9131.
143. ROBERTSON, Robert J. a Bruce J. NOBLE. Perception of Physical Exertion: Methods, Mediators, and Applications. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 1997, roč. 25, č. 1, s. 407. ISSN 0091-6331.
144. SEDLÁKOVÁ, Jitka a Lenka KNAPOVÁ. Dotazník motivace k výkonu: Recenze metody. *TESTFÓRUM*. 2017, roč. 5.
145. SEDLÁKOVÁ, Miluše. *Vybrané kapitoly z kognitivní psychologie : mentální reprezentace a mentální modely*. Grada Publishing a.s., 2004. ISBN 80-247-0375-0.
146. SELYE, Hans. Stress without Distress. In: SERBAN, George, ed. *Psychopathology of Human Adaptation*. Boston, MA: Springer US, 1976, s. 137-146. ISBN 978-1-4684-2238-2.
147. SELYE, Hans. The physiology and pathology of exposure to stress. 1950.
148. SELYE, Hans. The stress concept: Past, present, and future. *Stress research*. 1983, s. 1-20.
149. SHACHAM, S. A shortened version of the Profile of Mood States. *Journal of Personality Assessment*. 1983, roč. 47, č. 3, s. 305-306. ISSN 0022-3891.

150. SCHERR, Johannes et al. Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology*. 2013, roč. 113, č. 1, s. 147-155. ISSN 1439-6327.
151. SCHULER, Heinz. *Achievement Motivation Inventory: Test Manual*. Hogrefe & Huber, 2004. ISBN 978-0-88937-287-0.
152. SCHULER, Heinz a Michael PROCHASKA. *Leistungsmotivationsinventar: LMI ; Dimensionen berufsbezogener Leistungsorientierung ; Manual*. Hogrefe, 2001.
153. SIGMUND, Martin et al. Achievement motivation and its structure in middle and top managers in the pharmaceutical industry in the Czech Republic. 2014, roč. 2014, č. 4, s. 26-40. ISSN 2336-5604.
154. SKANAKER, Ragnar a Laslo ANTAL. *Sportovní střelba z pistole*. Praha: Naše Vojsko, 2007. ISBN 80-206-0841-9.
155. STERNBERG, Robert J. *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-638-4.
156. STROBER, Lauren a John DELUCA. *Fatigue: Its influence on cognition and assessment*. In. Secondary influences on neuropsychological test performance. 2013, s. 117-141. ISBN 978-0199838615.
157. STUHLÍKOVÁ, Iva. *Základy psychologie emocí*. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-282-9.
158. STUHLÍKOVÁ, Iva, František MAN a Knut HAGTVET. Dotazník k měření afektivních stavů: konfirmační faktorová analýza krátké české verze. *Československá psychologie : časopis pro psychologickou teorii a praxi*. 2005, roč. 49, č. 5, s. 459-469. ISSN 1804-6436.
159. ŠTRACH, Pavel. *Mezinárodní management*. Praha: Grada Publishing a.s., 2009. ISBN 978-80-247-2987-9.
160. ŠUCHA, Matúš. Osobnostní struktura a výkonová motivace u manažerů neziskových organizací a manažerů v podnikatelském prostředí. *E-psychologie*. 2010, roč. 4, č. 2, s. 1-11. ISSN 1802-8853.
161. TANAKA, Masaaki et al. Central nervous system fatigue alters autonomic nerve activity. *Life Sciences*. 2009, roč. 84, č. 7, s. 235-239. ISSN 0024-3205.

162. TERRY, Peter, Lee KEOHANE a Helen LANE. Development and validation of a shortened version of the Profile of Mood States suitable for use with young athletes. *Journal of Sports Sciences*. 1996, roč. 49, č. 14. ISSN 0264-0414.
163. TERRY, Peter a Andrew LANE. Normative Values for the Profile of Mood States for Use with Athletic Samples. *Journal of Applied Sport Psychology*. 2000, roč. 12, s. 93-109.
164. TERRY, Peter, Andrew LANE a Gerard FOGARTY. Construct validity of the Profile of Mood States — Adolescents for use with adults. *Psychology of Sport and Exercise*. 2003, roč. 4, s. 125-139. ISSN 14690292.
165. TERRY, Peter et al. Development and Validation of a Mood Measure for Adolescents. *Journal of sports sciences*. 1999, roč. 17, s. 861-72. ISSN 1466447X.
166. TROJAN, Stanislav. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing a.s., 2003. ISBN 978-80-247-0512-5.
167. UTTER, A. C. et al. Validation of the Adult OMNI Scale of perceived exertion for walking/running exercise. *Medicine and science in sports and exercise*. 2004, roč. 36, č. 10, s. 1776-1780. ISSN 0195-9131.
168. VÉLE, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 1997. ISBN 978-80-7169-256-0.
169. VODÁČKOVÁ, Daniela. *Krizová intervence*. Praha: Portál, 2002. ISBN 978-80-7178-696-2.
170. Vševojsk-4-2, Osnovy střelb z ručních zbraní a zbraní bojových vozidel. *Ministerstvo obrany*. 2010.
171. WASSERMAN, Karlman et al. *Principles of Exercise Testing and Interpretation: Including Pathophysiology and Clinical Applications*. Lippincott Williams & Wilkins, 2005. ISBN 978-0-7817-4876-6.
172. WATANABE, Yoshimi. et al. *Fatigue Science for Human Health*. Tokyo: Springer, 2007. ISBN 978-4-431-73464-2.
173. WESTMORELAND, H. Isosceles VS. Weaver Shooting Stances. *Law and Order*. 1989, roč. 37, č. 10, s. 55-64. ISSN 0023-9194.
174. YERKES, Robert M. a John D. DODSON. The Relation of Strength of Stimulus to Rapidity of Habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 1908, roč. 18, č. 5, s. 459-482. ISSN 0092-7015.

175. YIOU, Eric, Alain HAMAOUÏ a Gilles ALLALI. *The Contribution of Postural Adjustments to Body Balance and Motor Performance*. Frontiers Media SA, 2019. ISBN 978-2-88945-752-6.
176. Zákon č. 221/1999 o vojácích z povolání.
177. Zákon č. 372/2011 o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování.

10 SEZNAM GRAFICKÉ DOKUMENTACE

Není-li uvedeno jinak, je grafická dokumentace dílem autora.

10.1 Obrázky

Obrázek 1 Reakce organismu na stresor	15
Obrázek 2 Yerkes-Dodsonův zákon (Yerkes a Dodson, 1908)	18
Obrázek 3 Energetické nároky neurální aktivity kůry mozkové u člověka (Michalička a Pohnán, 2019 upraveno dle Lennie, 2003)	23
Obrázek 4 Přenos energie neuron-astrocyt (Fontana a kol. 2014).....	24
Obrázek 5 Zjišťování $\dot{V}O_{2peak}$	36
Obrázek 6 Glock 17 v úpravě firmy Apeom umožňující laserovou střelbu	38
Obrázek 7 Systém Apeom pro laserovou střelbu s kamerou	38
Obrázek 8 Speciální klávesnice systému PDS-5P verze 3.1.3	40
Obrázek 9 Zkumavka pro odběr SALc	42
Obrázek 10 Design výzkumu.....	48
Obrázek 11 Fáze iniciačního vyšetření	49
Obrázek 12 Intervenční zatížení DET-T	50
Obrázek 13 Senzomotorický test	51
Obrázek 14 Aerobní test	52
Obrázek 15 Kontrolní zatížení	53
Obrázek 16 Vyhodnocení zásahu	59

10.2 Tabulky

Tabulka 1 Charakteristika výzkumného souboru	34
Tabulka 2 Hodnocené efekty	55
Tabulka 3 Hodnoty motivace k výkonu (LMI) u souboru.....	56

Tabulka 4 Hodnoty smyslu pro soudržnost (SOC 29) u souboru	57
Tabulka 5 Hodnoty DET-T u souboru	58
Tabulka 6 Vybrané korelační koeficienty ρ a jejich p – hodnoty	58
Tabulka 7 Statistická významnost zkoumaných efektů u střelby	59
Tabulka 8 Statistická významnost zkoumaných efektů u chůze.....	60
Tabulka 9 Párové srovnání efektu Skupina u chůze	60
Tabulka 10 Statistická významnost efektů na dimenze dotazníku POMS 37	62
Tabulka 11 Statistická významnost efektů na subjektivně vnímanou zátěž.....	64
Tabulka 12 Statistická významnost zkoumaných efektů u hladin kortizolu	65
Tabulka 13 Srovnání efektu Opakování u hladin kortizolu	66

10.3 Grafy

Graf 1 Růst zatížení při stanovování referenční $\dot{V}O_{2peak}$	49
Graf 2 Vliv intervenčního zatížení na přesnost střelby.....	60
Graf 3 Průměrný čas chůze při experimentu	61
Graf 4 Dynamika HR během chůze se zátěží do vita-maxima	62
Graf 5 Vývoj dimenze Únava během opakovaných měření	63
Graf 6 Vývoj dimenze Vitalita během opakovaných měření	63
Graf 7 Vývoj hodnocení subjektivně vnímané zátěže v čase	64
Graf 8 Vliv opakování na průměrné hodnoty SALc	66

11 SEZNAM PŘÍLOH – DOKUMENTACE K EXPERIMENTU

Příloha 1 Vyjádření etické komise.....	94
Příloha 2 Informovaný souhlas	95
Příloha 3 Postup činností během experimentu.....	96
Příloha 4 Pokyny k měření.....	98
Příloha 5 Karta subjektu	99
Příloha 6 Dotazník POMS	100
Příloha 7 Dotazník SOC	101
Příloha 8 Korelační tabulka	104

Příloha 1 Vyjádření etické komise



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

**Žádost o vyjádření
etické komise UK FTVS**

k projektu výzkumné doktorské práce, zahrnující lidské účastníky

Název: Vliv kognitivní únavy na fyzickou výkonnost člověka

Forma projektu: doktorská práce

Autor : Mgr. Vladimír Michalička

Školitel: doc. MUDr. Staša Bartůňková, CSc.

Popis projektu

Bude se jednat o cross-over studii, využívající navození kognitivní únavy pomocí počítačového zátěžového testu CPT-IP s následným měřením intervenční a kontrolní skupiny, a to jak v průběhu, tak po skončení zátěžového testu do subjektivního vyčerpání. Pro přiblížení reálným armádním podmínkám bude fyzická zátěž navýšena o břemeno s hmotností 30% váhy subjektu. Maximální aerobní výkon, chybovost a rychlost provedení specifického senzomotorického testu, spolu s markery energetického krytí, doplní vybrané psychologické testy.

Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky

Odběr krevních vzorků kapilární krve z prstu nebo ušního lalůčku provede zdravotník.

Etické aspekty výzkumu

Výsledky ani osobní data nebudou zneužity.

Informovaný souhlas (příložen)

V Praze dne 2. 3. 2015

Podpis autora:

Vyjádření etické komise UK FTVS

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

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 059/2015

dne: 5.3.2015

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

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

podpis předsedy EK

Příloha 2 Informovaný souhlas

Informovaný souhlas

Dobrý den,

jako student doktorské formy studia FTVS UK, Katedry fyziologie a biochemie si Vás dovoluji oslovit s účastí na mém výzkumném projektu, který bude specifikován níže.

Cílem výzkumu, nazvaného „Vliv kognitivní únavy na aktuální fyzickou výkonnost člověka“, je zjištění kauzality a vztahů mezi fyzickým a senzomotorickým výkonem člověka a únavou, způsobenou zatížením kognitivních funkcí.

V rámci výzkumného projektu budete sledováni v řadě fyziologických, výkonnostních a psychologických parametrů, které byly připraveny ve spolupráci s odborníky FTVS UK z řad fyziologů i psychologů. Během zatížení bude použito kvalitativních i kvantitativních technik, ať už formou měření nebo dotazníkových šetření.

Celý výzkum pro Vás bude znamenat časovou náročnost v řádu hodin, v rozmezí tří týdenních cyklů, během nichž budete, jak účastníky dotazníkových šetření, tak probandy vystavenými fyzickému a psychickému zatížení.

Pro stanovení hodnot hladiny kortizolu bude proveden odběr slin. Odběr bude proveden **neinvazivní** technikou za dodržení podmínek stanovených biochemickou laboratoří a výrobcem odběrového mechanismu. Bude se jednat celkem o řadu odběrů (v klidu, po testu na VO2 max a po obou zátěžových intervencích).

Vlastní fyzická intervence proběhne jako stupňovaný zátěžový test na běhacím koberci (se zátěží 30% Vaší hmotnosti) až do úplného vyčerpání.

Intervenční zásah může pro Vás znamenat nepříjemnosti v podobě zvýšené únavy a bolesti svalů.

Odměna, která je stanovena pro zatraaktivnění účasti na částku 50 EUR každému účastníku, který v rámci jednotlivých fází experimentu dosáhne nejlepších výsledků.

Veškerá naměřená data a osobní údaje budou samozřejmě zcela anonymní a nebude s nimi jakkoli manipulováno mimo výše zmíněný výzkum. Tato data budou celou dobu pod mou výhradní kontrolou.

Z měření můžete na vlastní žádost kdykoli odstoupit.

Podpisem tohoto dokumentu souhlasíte s účastí na výzkumu, jež je specifikován výše.

Jméno a příjmení	Datum	Podpis

	<h2>Postup činností</h2>	
Datum: _____		

- Informovaný souhlas
- Předání „Pokynů k měření“
- Předání „snídaně“
- LMI
- SOC
- Informace o datu a detailech 1. a následujících fází experimentu

Iniciační vyšetření

- Informovat personál o zásadách měření:
 - Dodržovat naprostý klid během Intervenční/kontrolní fáze a během střelby
 - Neinformovat subjekt o změně jeho fyziologických parametrů
- Personál je kompletní a seznámený s rolemi
- „Převzít“ subjekt a zkontrolovat jeho ustrojění (komplet vz. 95, kanady)
- Probandovi hodinky fungují a jsou nabity, komunikují s pásem-ustrojím; aktivita
- Zeptat se probanda na potřebu WC – „teď nebo až po“
- Karta probanda a vyplnění základních údajů
- Nastavení pásu na 8% sklon, počáteční rychlost bude 4,0 km/h
- Zvážení a stanovení zátěže probandovi (30% hmotnosti)
- Sledování SF a rychlosti
- Průběžně fotodokumentace
- Zaznamenat:
 - Maximální rychlost chůze
 - VO₂max
- Vytvořit v SW kartu subjektu
- Randomizace

2. a 3. Fáze

- Zkumavka – samoodběr telefonická kontrola
- Snídaně
- Odebrat Salivette a popsat, vč. času uzaření SALc-1
- POMS
- Předat probandovi bidon s vodou
- Intervence/Kontrola
 - Informovat personál o zásadách měření
 - Dodržovat naprostý klid během Intervenční/kontrolní fáze a během střelby
 - Neinformovat subjekt o změně jeho fyziologických parametrů
 - Personál je kompletní a seznámený s rolemi
 - „Převzít“ subjekt a zkontrolovat jeho ustrojění
 - Zeptat se probanda na potřebu WC – „teď nebo až po“

- Ustrojit Sporttester a kontrola konektivity
- Karta probanda a vyplnění základních údajů
- Připravit PDS-P5 na 90 minut // Časopisy na stolek
- Zkontrolovat zapnutí zvuku a vypnutí ztmavování monitoru
- Intenzita zvuku 30 %/ otestovat na demu
- Vysvětlit subjektu činnost v rámci následujících 90 minut
- Usadit subjekt před PC // ke stolku
- Zapnout Determinační test na DSP-5P a zkontrolovat, že běží
- Každých 15 min zaznamenat SF
- o Střelba
 - Salivette předat/odevzdat a vyplnit údaje SALc-2
 - Naměřit 4m vzdálenost od plátna a 170cm výška středu terče (odpovídá 10m vzdálenosti)
 - Připravit a otestovat funkčnost střelnice
 - Pro subjekt klást důraz na dostatek času ke střelbě
 - Fotodokumentace kompletu 10-ti zásahů
 - Zapnout odpočet na t0 – 60minut
- o Chůze
 - Nastavení pásu na 8% sklon
 - Připravit zátěž na 30% hmotnosti subjektu
 - Z 0 na 80% v_{max} konkrétního subjektu
 - Připravena škála BORG
 - Motivovat ke konci verbálně
 - Fotodokumentace
 - vypnout stopky a hodinky
 - Salivette předat/odevzdat a vyplnit údaje SALc-3
 - V čase t0+60 Salivette předat/odevzdat a vyplnit údaje SALc-4
- o POMS
- o Odebrat bidon
- o Poděkovat
- o Informace o další fázi
- o Vše zkontrolovat!
- o Zvláštní události

Pokyny k měření

Dobrý den,

vítejte ve výzkumu k mé disertační práci. Pro jeho příjemný průběh a zdárné ukončení Vás žádám o dodržení několika zásad a zároveň si dovoluji poskytnout základní informace.

Před vlastním měřením

- Den před vyšetřením vynechte výraznější aktivitu a nepijte alkohol;
- V posledních 24h před experimentem vypijte alespoň 35ml/kg Vaší hmotnosti tekutin (vážíte-li např. 80kg, pak je objem tekutin $80 \cdot 35 = 2,8l$);
- Dobře se vyspěte (min 7 hodin nepřerušovaného spánku);
- V den vyšetření nepijte kávu, kofeinové či energetické nápoje ani nekuřte;
- Jakoukoli medikaci laskavě oznamte ihned po příchodu;
- **Pro odběr slin nalačno ihned po probuzení se řiďte pokyny v dalším odstavci!**
- Před vyšetřením volte pouze snídani, kterou jste obdrželi, zapijte běžně sladkým nápojem (vyvarujte se džusů, apod.).

Co s sebou

- Mobilní telefon s sebou laskavě neberte;
- Dioptrické brýle nebo čočky, pokud je používáte;
- Spodní prádlo umožňující chůzi se zátěží;
- Oděv vz. 95 s bavlněným trikem s krátkými rukávy a polní boty (kanady) s ponožkami;
- Popruhový opasek;
- Přebušky;
- Hygienické potřeby (sprcha je součástí laboratoře).

Po měření

- Sprcha je k dispozici;
- Každý účastník, který dosáhne v jednotlivých částech experimentu nejlepších hodnot, obdrží finanční částku 50 EUR;
- Nikomu se o průběhu měření nezmiňujte a naopak, já budu za veškeré Vaše poznatky rád.

Odběr slin nalačno

Provádí se do zkumavek Sarstedt-Salivette, které obsahují tampón-houbičku v další vnitřní zkumavce. **Odběr proveďte ihned po probuzení, před snídaní i čištěním zubů.**

Odběrový tampón-houbičku lze použít dvěma způsoby:

- 1) tampón-houbičku žvýkat po dobu 1-2 minut
- 2) tampón vložit pod jazyk – nechat o něco déle než při žvýkání

Během doby, kdy je tampón v ústech, nepolykat sliny. Použitý tampón-houbičku vložit zpět do vnitřní části odběrové zkumavky, zkumavku zazátkovat a přinést s sebou na další fázi experimentu.

Za účast v experimentu děkuji.

Michalička

Příloha 5 Karta subjektu

Chlo protokenda

Random (A/N)	
LMI (A/N)	
SOC (A/N)	
Kontrolní nos	Datum
POMS (A/N)	

Intervence/Kontrola

Car sahajenti:	Car	SF	
	0 min		
Car ukončenti:	13 min		
	30 min		
	45 min		
	60 min		
	75 min		
	90 min		

Kar 00: **Car** **SF** **BOBG**

Car sahajenti:	Car	SF	BOBG
	1	6	21 min
	2	7	22 min
	3	8	23 min
	4	9	24 min
	5	10	25 min
Chlize 80% Vmax	Car	SF	BOBG
	0 min		27 min
Car sahajenti:	1 min		28 min
	2 min		29 min
Car ukončenti:	3 min		30 min
	4 min		31 min
Časový čas:	5 min		32 min
	6 min		33 min
	7 min		34 min
	8 min		35 min
	9 min		36 min
	10 min		37 min
	11 min		38 min
	12 min		39 min
	13 min		40 min
	14 min		41 min
	15 min		42 min
	16 min		43 min
	17 min		44 min
Kontrolní nos			45 min
Po ukončení chlize	18 min		46 min
Car:	19 min		47 min
	20 min		
POMS (A/N)		Car:	

Intervence/Kontrola

Car sahajenti:	Car	SF	
	0 min		
Car ukončenti:	13 min		
	30 min		
	45 min		
	60 min		
	75 min		
	90 min		

Kar 00: **Car** **SF** **BOBG**

Car sahajenti:	Car	SF	BOBG
	1	6	21 min
	2	7	22 min
	3	8	23 min
	4	9	24 min
	5	10	25 min
Chlize 80% Vmax	Car	SF	BOBG
	0 min		27 min
Car sahajenti:	1 min		28 min
	2 min		29 min
Car ukončenti:	3 min		30 min
	4 min		31 min
Časový čas:	5 min		32 min
	6 min		33 min
	7 min		34 min
	8 min		35 min
	9 min		36 min
	10 min		37 min
	11 min		38 min
	12 min		39 min
	13 min		40 min
	14 min		41 min
	15 min		42 min
	16 min		43 min
	17 min		44 min
Kontrolní nos			45 min
Po ukončení chlize	18 min		46 min
Car:	19 min		47 min
	20 min		
POMS (A/N)		Car:	

Protokol měření, karta subjektu

1. měření

Vozmax	80% Vmax
	0

Chlize 8%

Car	v (l/min/h)
0 min	4,3
1 min	5
2 min	5,3
3 min	6
4 min	6,1
5 min	6,2
6 min	6,3
7 min	6,4
8 min	6,5
9 min	6,6
10 min	6,7
11 min	6,8
12 min	6,9
13 min	7
14 min	7,1
15 min	7,2
16 min	7,3
17 min	7,4
18 min	7,5
19 min	7,7
20 min	7,8
21 min	7,9
22 min	8
23 min	8,1
24 min	8,1

Hodiny/číslo

Datum	
Trak	Časování
Váha	Teplota
Věk	Hmotnost (kg)
Štatura	Pohlaví (M/Ž)
Štatura	BMI
Zážití (kg)	
Kuřák/Neuřák	Levý
	Pravý/Dobý

Příloha 6 Dotazník POMS

POMS dotazník (Czech short version)

Datum: _____

Instrukce:

Dotazník obsahuje řadu slov, která se používají k popisu, jaké mají lidé pocity. Prosím vyplňte u každé odpovědi příslušné kolečko, které nejlépe vyjadřuje, co jste pociťoval v průběhu minulého týdne včetně dneška, co pociťujete právě nyní.

Neexistují zde správné a špatné odpovědi, jde jen o to, jak přesně každá vystihuje Vaše stanovisko.

Příklad:	Cítím se:	Vůbec ne	Trochu	Středně	Značně	Velmi značně
	smutný	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kolečko je nutné vybarvit celé (takto - ●), nestačí jej přeškrtnout křížkem. Používejte prosím černou nebo modrou propisovací tužku nebo pero, popř. tužku.

Chybné vyplnění lze opravit následujícím způsobem:

		Opraveno		Správná volba	
	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Cítím se (cítíl jsem se tento týden):					Cítím se (cítíl jsem se tento týden):				
	Vůbec ne	Trochu	Středně	Značně	Velmi značně	Vůbec ne	Trochu	Středně	Značně	Velmi značně
1) Napjatý	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2) Vzteklý/rozhněvaný	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3) Opotřebovaný	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4) Nešťastný	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5) Plný života	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6) Zmatený	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7) Nevrlý/rozmrzlý	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8) Smutný	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9) Energický	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10) Rozrušený	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11) Naštvaný/otrávený	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12) Sklíčený	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13) Rázný	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14) Bez naděje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15) Nepříjemně	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16) Neklidný	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17) Neschopen soustředit se	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18) Unavený	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19) Rozzlobený	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20) Malomyslný	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
21) Podrážděný	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
22) Nervózní	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
23) Mizerně	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
24) Veselý	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
25) Rozhořčený	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
26) Vyčerpaný	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
27) Úzkostný	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
28) Zoufalý	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
29) Utahaný	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
30) Popletený	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
31) Rozzuřený	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
32) Plný elánu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
33) Zbytečný	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
34) Roztržitý	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
35) Činorodý	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
36) Nejistý	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
37) Přetažený	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



Dotazník SOC



Datum:

Instrukce: Niže naleznete sérii otázek, vztahující se k různým aspektům života. Každá z otázek má 7 variant odpovědí. Označte prosím číslo, nejlépe vyjadřující Vaši odpověď, kdy 1 a 7 jsou hraničními hodnotami. Pokud fráze nad č. 1 nejlépe koresponduje s Vaší odpovědí, označte č. 1. Pokud fráze nad č. 7 nejlépe koresponduje s Vaší odpovědí, označte č. 7. Pokud odpověď citíte odlišně, označte hodnotu nejlépe vystihující Vaši odpověď. Ke každé otázce laskavě zaškrtněte pouze jednu odpověď.

1. Když mluvíte s lidmi, máte pocit, že Vám nerozumějí?

nikdy nemám tento pocit tento pocit mám vždy
1 2 3 4 5 6 7

2. Když jste v minulosti musel dělat něco, co záviselo na spolupráci s druhými lidmi, měl jste pocit:

že se to určitě neudělá že se to určitě udělá
1 2 3 4 5 6 7

3. Jak dobře znáte lidi, s nimiž přicházíte denně do styku (kromě Vašich nejbližších, např. členů rodiny)?

mám pocit, že je vůbec neznám znám je velmi dobře
1 2 3 4 5 6 7

4. Máte pocit, že Vás vlastně nezajímá, co se kolem Vás děje?

velmi zřídka nebo nikdy velmi často
1 2 3 4 5 6 7

5. Stalo se Vám v minulosti, že jste byl překvapen chováním lidí, o nichž jste si myslel, že je dobře znáte?

nikdy se mi to nestalo stalo se mi to vždycky
1 2 3 4 5 6 7

6. Stalo se Vám, že Vás zklamali lidé, na něž jste se spoléhal?

nikdy se mi to nestalo stalo se mi to vždycky
1 2 3 4 5 6 7

7. Život je:

nesmírně zajímavý zcela rutinní
1 2 3 4 5 6 7

8. Váš život doposud:

neměl vůbec žádný smysl ani jasné cíle měl velmi jasné cíle i smysl
1 2 3 4 5 6 7

9. Máte pocit, že se s Vámi zachází nespravedlivě?

velmi často velmi zřídka nebo nikdy
1 2 3 4 5 6 7

10. V posledních 10-ti letech Váš život byl:

plný změn, bez toho, abyste věděl, co se stane příště naprosto stálý a jasný
1 2 3 4 5 6 7

11. Většina věcí, které budete dělat v budoucnosti, bude pravděpodobně:
naprosto úžasných k smrti nudných
1 2 3 4 5 6 7
12. Míváte pocit, že jste v neznámé situaci a nevíte, co dělat?
velmi často velmi zřídka nebo nikdy
1 2 3 4 5 6 7
13. Co nejlépe vystihuje Váš pohled na život:
člověk vždy může najít řešení životních obtíží nejsou žádná řešení životních obtíží
1 2 3 4 5 6 7
14. Když přemýšlíte o svém životě, velmi často:
cítíte, jak je fajn být na světě ptáte se, proč vůbec jste na světě
1 2 3 4 5 6 7
15. Když čelíte obtížnému problému, jeho řešení:
je vždy provázáno zmatkem a těžko ho nalézáte je vždy naprosto jasné
1 2 3 4 5 6 7
16. Když se věnujete každodenním činnostem, jsou pro Vás:
zdrojem hluboké radosti a uspokojení zdrojem trápení a nudy
1 2 3 4 5 6 7
17. Váš život v budoucnosti pravděpodobně bude:
plný změn, bez toho, abyste věděl, co se stane příště naprosto stálý a jasný
1 2 3 4 5 6 7
18. Když se Vám v minulosti stalo něco nepříjemného, měl jste sklon:
„užít“ se tím říci si „nedá se nic dělat, musím s tím žít dál“
1 2 3 4 5 6 7
19. Míváte velmi nejasné pocity a zmatené myšlenky?
velmi často velmi zřídka nebo nikdy
1 2 3 4 5 6 7
20. Když děláte něco, co ve Vás vyvolá dobrý pocit:
je jisté, že se budete cítit dobře i nadále je jisté, že se stane něco, co Vám ten dobrý pocit pokazí
1 2 3 4 5 6 7
21. Stane se, že máte pocity, které byste raději neměl?
velmi často velmi zřídka nebo nikdy
1 2 3 4 5 6 7
22. Očekáváte, že Váš osobní život v budoucnosti bude:
naprosto beze smyslu a účelu naplněn smyslem a účelem
1 2 3 4 5 6 7

23. Myslíte, že v budoucnosti vždy budete mít někoho, na koho se budete moci spolehnout?
určitě zde někdo takový bude pochybujete, že tu někdo takový bude
1 2 3 4 5 6 7
24. Stane se, že máte pocit, že nevíte, co se má stát?
velmi často velmi zřídka nebo nikdy
1 2 3 4 5 6 7
25. Mnoho lidí - dokonce i ti velmi odolní - si někdy, v určitých situacích, připadá úplně na dně. Jak často jste se v minulosti takto cítil?
nikdy velmi často
1 2 3 4 5 6 7
26. Když se něco stalo, obvykle jste zjistil, že jste:
přecenil nebo podcenil důležitost oné viděl věci ve správném světle
události
1 2 3 4 5 6 7
27. Když přemýšlíte o těžkostech, s nimiž se můžete v důležitých oblastech svého života setkat, máte pocit že:
vždy se Vám podaří tyto těžkosti překonat nepodaří se Vám tyto těžkosti překonat
1 2 3 4 5 6 7
28. Jak často máte pocit, že věci, které běžně děláte, nemají téměř smysl?
velmi často velmi zřídka nebo nikdy
1 2 3 4 5 6 7
29. Jak často máte pocit, že si nejste jisti tím, zda se dokážete ovládnout?
velmi často velmi zřídka nebo nikdy
1 2 3 4 5 6 7

Příloha 8 Korelační tabulka

Pearson Rhó	Chúze flntZ	Chúze-fKonZ	DET-T	SOC	Compr	Mean	Manag	SALc-1 flntZ	SALc-2 flntZ	SALc-3 flntZ	SALc-4 flntZ	SALc-1 fKonZ	SALc-2 fKonZ	SALc-3 fKonZ	SALc-4 fKonZ	Střelba flntZ	Střelba fKonZ	LMI
Chuze flntZ	1	0.569	0.412	0.282	0.491	-0.196	0.362	0.081	-0.098	-0.057	-0.037	-0.061	0.019	-0.100	-0.151	-0.110	0.012	0.089
Chuze-fKonZ	0.569	1	0.196	0.342	0.350	0.243	0.223	-0.186	0.294	0.302	0.345	-0.209	0.248	0.331	0.351	0.255	0.100	-0.149
DET-T	0.412	0.196	1	-0.449	-0.389	-0.408	-0.284	0.207	-0.361	-0.127	0.235	0.022	-0.410	-0.312	-0.081	0.114	0.322	-0.268
SOC	0.282	0.342	-0.449	1	0.852	0.742	0.828	-0.198	0.426	0.133	-0.258	-0.101	0.337	0.147	0.044	0.078	-0.174	0.330
Compr	0.491	0.350	-0.389	0.852	1	0.397	0.620	-0.213	0.401	0.100	-0.296	-0.172	0.365	0.068	-0.062	-0.102	-0.363	0.405
Mean	-0.196	0.243	-0.408	0.742	0.397	1	0.420	-0.369	0.421	0.082	-0.200	-0.191	0.102	0.097	0.116	0.155	-0.018	0.117
Manag	0.362	0.223	-0.284	0.828	0.620	0.420	1	0.131	0.193	0.145	-0.111	0.147	0.343	0.205	0.070	0.168	0.001	0.258
SALc-1 flntZ	0.081	-0.186	0.207	-0.198	-0.213	-0.369	0.131	1	-0.126	-0.132	-0.027	0.389	0.144	-0.236	-0.315	0.004	0.078	-0.176
SALc-2 flntZ	-0.098	0.294	-0.361	0.426	0.401	0.421	0.193	-0.126	1	0.486	0.184	0.128	0.557	0.320	0.372	0.089	-0.098	0.321
SALc-3 flntZ	-0.057	0.302	-0.127	0.133	0.100	0.082	0.145	-0.132	0.486	1	0.491	-0.373	0.439	0.815	0.404	-0.119	-0.305	0.430
SALc-4 flntZ	-0.037	0.345	0.235	-0.258	-0.296	-0.200	-0.111	-0.027	0.184	0.491	1	0.152	0.358	0.488	0.719	0.319	0.205	-0.018
SALc-1 fKonZ	-0.061	-0.209	0.022	-0.101	-0.172	-0.191	0.147	0.389	0.128	-0.373	0.152	1	0.205	-0.146	0.289	0.395	0.268	-0.248
SALc-2 fKonZ	0.019	0.248	-0.410	0.337	0.365	0.102	0.343	0.144	0.557	0.439	0.358	0.205	1	0.608	0.470	-0.055	-0.303	0.082
SALc-3 fKonZ	-0.100	0.331	-0.312	0.147	0.068	0.097	0.205	-0.236	0.320	0.815	0.488	-0.146	0.608	1	0.610	-0.050	-0.354	0.163
SALc-4 fKonZ	-0.151	0.351	-0.081	0.044	-0.062	0.116	0.070	-0.315	0.372	0.404	0.719	0.289	0.470	0.610	1	0.462	0.235	0.058
Střelba flntZ	-0.110	0.255	0.114	0.078	-0.102	0.155	0.168	0.004	0.089	-0.119	0.319	0.395	-0.055	-0.050	0.462	1	0.610	-0.080
Střelba fKonZ	0.012	0.100	0.322	-0.174	-0.363	-0.018	0.001	0.078	-0.098	-0.305	0.205	0.268	-0.303	-0.354	0.235	0.610	1	-0.106
LMI	0.089	-0.149	-0.268	0.330	0.405	0.117	0.258	-0.176	0.321	0.430	-0.018	-0.248	0.082	0.163	0.058	-0.080	-0.106	1