

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

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

Autoreferát disertační práce

Autor: Mgr. Vladimír Michalička

Školitel: doc. MUDr. Staša Bartůňková, CSc.

Konzultant: PhDr. Ivana Harbichová, Ph.D.

Studijní program: Kinantroplogie

Školící pracoviště: Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy, Praha

Praha 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

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.

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 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.

3 METODIKA VÝZKUMU

Projekt studie byl schválen Etickou komisí Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy v Praze, dále FTVS UK. Součástí žádosti o schválení projektu byl i Informovaný souhlas, 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 5. 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).

3.1 Zajištění výzkumu

Po celou dobu vlastního měření bylo třeba zajistit zdravotnické zabezpečení.

3.1.1 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.

3.1.2 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 $210 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$;
- délka trvání zátěžového testu více než 45 min;
- zdravotní indispozice.

3.2 Výzkumný soubor

Výzkumu se účastnilo 18 neplacených dobrovolníků, mužů (výjimku tvořila finanční motivace pro nejlepšího v každé větvi experimentu). 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.

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

n = 17 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.

3.3 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.

3.3.1 Aerobní výkonnost organismu – chůze se zátěží

Tato práce 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 $\dot{V}O_{2peak} < \dot{V}O_{2max}$.

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). 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).

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.



Obrázek 1 Zjišťování $\dot{V}O_{2peak}$

3.3.2 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).

Mikropohyb, kterým jistě spouštění (zmáčknutí spouště) bezpochyby je, silně závisí na neurofyzilogických faktorech, a tedy může být negativně ovlivněno předchozí kognitivní únavou (van der Linden et al., 2006; Raisbeck a Diekfuss, 2015).

K vlastní střelbě byl využit systém firmy Apeom (Česká republika) se zbraní Glock 17, vč. Laser Popper PopUp detektoru.



Obrázek 2 Glock 17 v úpravě firmy Apeom umožňující laserovou střelbu

3.3.3 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.

3.3.4 Kognitivní zatížení – determinační test

Vlivu kognitivní únavy 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 a rychlosti reakce v systému oko – ruka (Quevedo et al., 1999) v rámci determinačního testu (dále jen DET-T).

Psychologický diagnostický systém firmy Geta Centrum PDS-P5 ver. 3.1.3 byl pro specifičnost výzkumu konfigurován v souladu s Instrukčním manuálem (Getacentrum, 2013) tak, aby bylo možno subjekty mentálně zaměstnat, vyvolat intervenční zatížení 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).



Obrázek 3 Speciální klávesnice systému PDS-5P verze 3.1.3

3.3.5 Humorální reakce na stres – kortizol

Kortizol byl vybrán ze všech variant neurohumorální reakce organismu na působení stresorů 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. Hladina slinného kortizolu (dále jen SALc) vykazuje vysokou korelaci s hladinami sérového kortizolu a zároveň vykazuje vyšší citlivost během fáze zklidnění.
- 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 °C. Do cca 3 měsíců byly vzorky transportovány k vyhodnocení;
- e) vykazuje nižší finanční náklady oproti stanovení ACTH, a to více než poloviční (ÚVN, 2019).



Obrázek 4 Zkumavka pro odběr SALc

3.3.6 Motivace k výkonu – dotazník 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. 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).

3.3.7 Psychická odolnost – dotazník SOC

Teoretický konstrukt Sence-Of-Coherence (dále SOC) je tvořen třemi komponentami odlišné důležitosti, které jsou ve vlastním dotazníku zahrnuty ve 29 otázkách:

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;
2. *zvládnutelnost (Manageability)* vypovídá o rozsahu, ve kterém jedinec vnímá disponibilní interní i externí zdroje jako odpovídající požadavkům, jež jsou na něj kladeny;
3. *smysluplnost (Meaningfulness)* je vztažena k emocionální složce celkového postoje k životu;

3.3.8 Aktuální nálada – dotazník POMS 37

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. 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).

3.3.9 Subjektivní vnímání zátěže – škála RPE

Pro zpřesnění míry intenzity zatížení bylo využito právě psycho-fyzického (Sherr et al., 2013) nástroje Borgovy RPE. 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. Dané výsledky potvrzují silný vztah mezi HR a RPE během fyzické aktivity následovně: $1 \text{ RPE} \cong 10 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$.

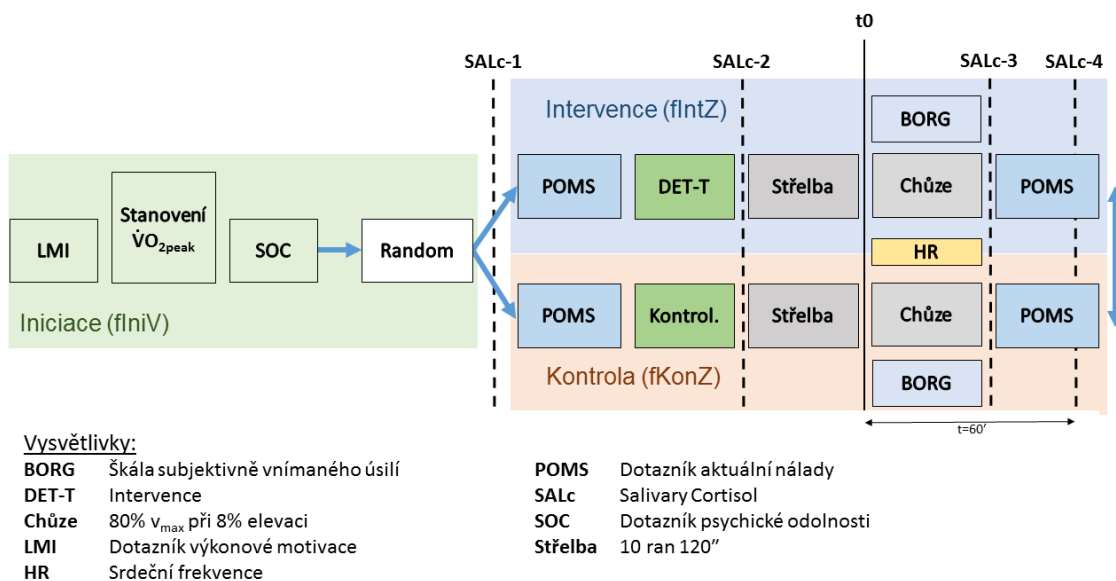
Je patrné, že míra subjektivně vnímané zátěže zjištěné pomocí Borgovy RPE může vhodným způsobem napomoci splnění cílů této práce. Pro experimentální potřeby mého výzkumu byla využívána škála 6 – 20.

3.4 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 činností“, který tak zajistil shodné podmínky v rámci dlouhodobého měření.

Před vlastním zahájením experimentu každý ze subjektů obdržel mimo „Informovaného souhlasu“ i formuláře „Pokyny k měření“ a „Pokyny pacienta pro odběr kortizolu“, 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.

Schéma designu výzkumu je uvedeno na následujícím obrázku.



Obrázek 5 Design výzkumu

3.4.1 Iniciační vyšetření

„flniV“ – fáze **Iniciačního Vyšetření** byla designována pro získání informací o déletrvajících osobnostních charakteristikách (dotazníky LMI a SOC) a informací 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.

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. flniV byla po zklidnění subjektu zakončena vyplněním dotazníku SOC.



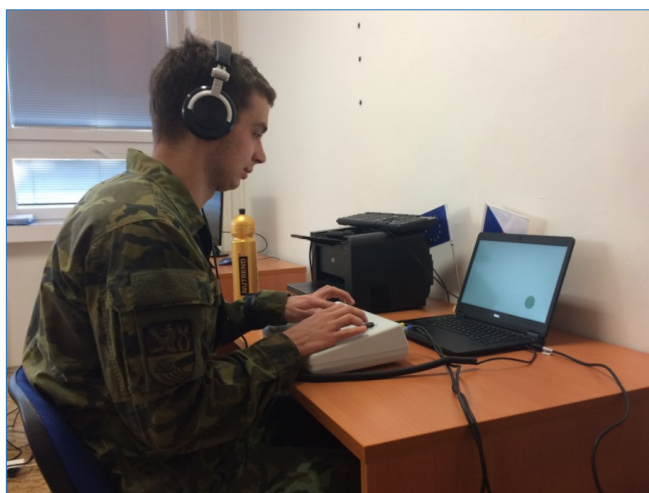
Obrázek 6 Fáze iniciačního vyšetření

3.4.2 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“ 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. 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 7 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.

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 fInIV). 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. 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.

Během celé doby aerobního testu byl subjekt nucen hodnotit míru subjektivně vnímané zátěže na škále BORG. 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.

3.4.3 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.

3.5 Analýza dat

Statistická analýza byla provedena za využití SW IBM SPSS ver. 25 a MS Excel 2016, přičemž hladina statistické významnosti byla stanovena 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 zahnížděno 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.

4 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.

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.

4.1 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 (úrovněn 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, $n = 8$).

4.1.1 Motivace k výkonu

Motivace k výkonu, měřená dotazníkem LMI, byla vyhodnocována v souladu s manuálem dle Hoskocové (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 Vybrané 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
In	53.8	5.6	43.0	65.0	46.0	4.1	39.0	52.0	0.008*
Ou	48.8	6.9	39.0	62.0	38.4	7.4	25.0	50.0	0.009*

Hodnoty jsou uváděny v hrubých skórech. Zkratky: LMI – celkový skóre dotazníku; IN – internalita; OU – ochota učit se.

4.1.2 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 skóre, tak v jednotlivých škálách.

4.1.3 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.

4.1.4 Asociace kovariačních proměnných

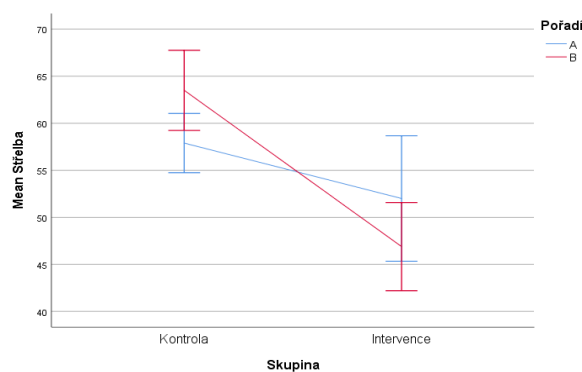
Pro zjištění míry asociace mezi vybranými parametry (SOC, LMI a DET-T) byla vytvořena korelační matice za využití Pearsonova koeficientu pořadové korelace, Pearsonovo ρ (ρ). Hodnoty byly zjišťovány pro celý soubor (koherence randomizovaných skupin byla prokázána výše). P – hodnoty vybraných korelačních koeficientů potvrzují koherenci zvolené populace a lze konstatovat, že korelace všech zmíněných proměnných není signifikantně významná.

4.2 Výkonnostní parametry

4.2.1 Střelba

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

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.



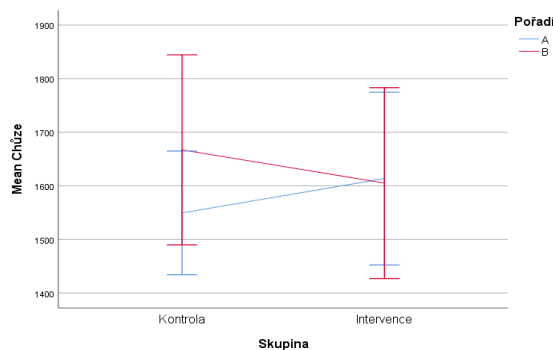
Graf 1 Vliv intervenčního zatížení na přesnost střelby

4.2.2 Čas chůze

Pro snadnější výpočty byly hodnoty v tabulkách převedeny na celé vteřiny. 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.

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.

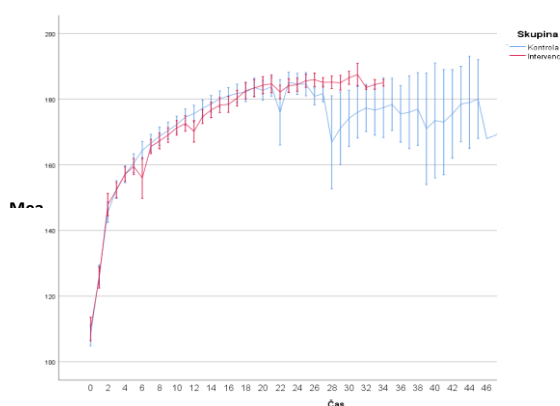
Průměrná délka chůze souboru n = 17 tak při fKonZ činila 1608,340 s a ve fIntZ činila 1609,424 s (26:48 min, resp. 26:49 min).



Graf 2 Průměrný čas chůze při experimentu

4.2.3 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 3, 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.



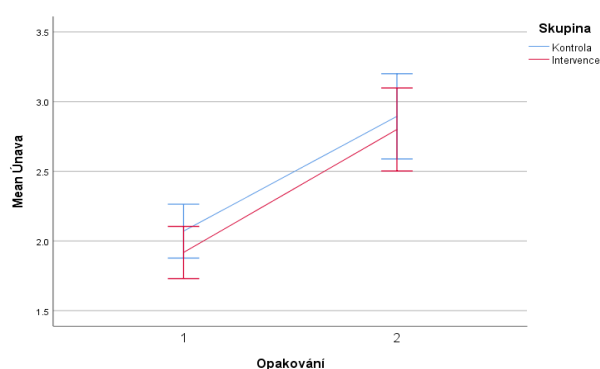
Graf 3 Dynamika HR během chůze se zátěží do vita-maxima

4.3 Psychologické parametry

4.3.1 Aktuální nálada

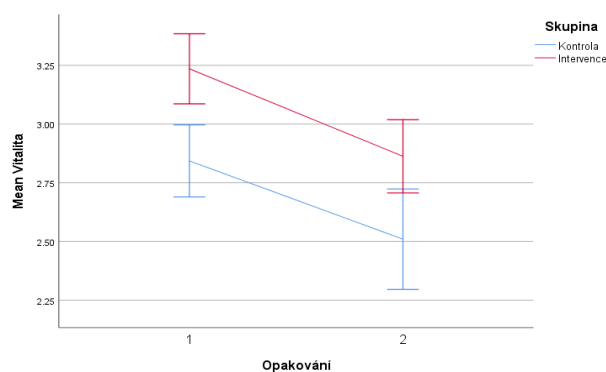
V rámci dotazníku aktuální nálady POMS byly testovány všechny dimenze. Signifikantní vliv měl pouze efekt Opakování, a to u dimenze Únava na hladině statistické významnosti $p \leq 0,01$ a u dimenze Vitalita na hladině $p \leq 0,05$.

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.



Graf 4 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.

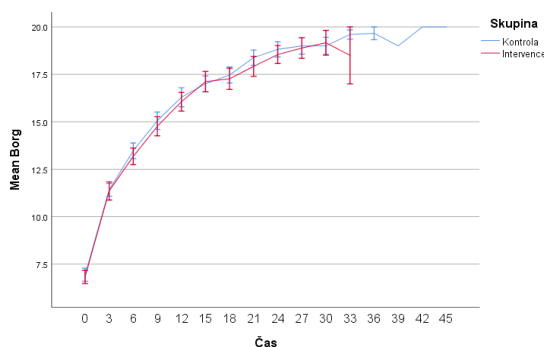


Graf 5 Vývoj dimenze Vitalita během opakovaných měření

4.3.2 Vnímání zátěže

U subjektivně vnímané zátěže hodnocené dotazníkem RPE dle Borg (1998) byly testovány odlišné efekty. Hlavním důvodem byl rozdílný 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).

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.



Graf 6 Vývoj hodnocení subjektivně vnímané zátěže v čase

4.4 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 Opakování * Skupina, $p = 0,981$), ani u randomizovaných skupin (Interakční efekt Opakování * SkupinaCrossO $p = 0,981$), byly dále srovnávané průměrné hodnoty celého souboru.

Efekt Opakování byl u vyhodnocování SALc podroben dalšímu, detailnějšímu testování, které je znázorněno Tabulkou 7, kde první sloupec znázorňuje pořadí odběru a druhý sloupec vyjadřuje křížové srovnání s dalšími odběry SALc.

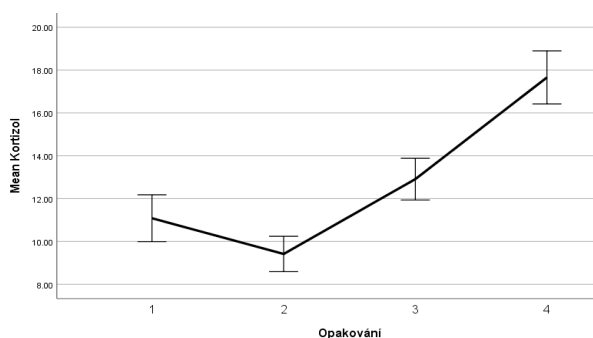
Je zřejmé, že odběr č. 1 je signifikantně odlišný, nižší, od odběru č. 4, a to na hladině $p \leq 0,001$. Odběr č. 2 je signifikantně odlišný, nižší, od odběru č. 3 ($p = 0,012$)

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 4 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 7 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 7 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.

5 DISKUZE

Předkládaná disertační práce „*Vliv kognitivní únavy na aktuální fyzickou výkonnost člověka*“ je skromným pokusem o příspěvek k analýze psychofyzilogické 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 celé řady 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.

5.1 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 5).

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 signifikantní hodnoty 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 nekorespondují 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.

5.2 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.

6 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.

7 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 hráčů 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. BENDEL, 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 Monique 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 koncepty 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, Vladimir 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. 14, 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 HAMAOUI 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.

8 SEZNAM GRAFICKÉ DOKUMENTACE

8.1 Obrázky

Obrázek 1 Zjišťování $\dot{V}O_{2peak}$	10
Obrázek 2 Glock 17 v úpravě firmy Apeom umožňující laserovou střelbu	10
Obrázek 3 Speciální klávesnice systému PDS-5P verze 3.1.3	12
Obrázek 4 Zkumavka pro odběr SALc	13
Obrázek 5 Design výzkumu.....	15
Obrázek 6 Fáze iniciačního vyšetření	16
Obrázek 7 Intervenční zatížení DET-T.....	17

8.2 Tabulky

Tabulka 1 Charakteristika výzkumného souboru	8
Tabulka 2 Hodnocené efekty	20
Tabulka 3 Vybrané hodnoty motivace k výkonu (LMI) u souboru	21
Tabulka 4 Srovnání efektu Opakování u hladin kortizolu	26

8.3 Grafy

Graf 1 Vliv intervenčního zatížení na přesnost střelby.....	22
Graf 2 Průměrný čas chůze při experimentu	23
Graf 3 Dynamika HR během chůze se zátěží do vita-maxima	23
Graf 4 Vývoj dimenze Únava během opakovaných měření	24
Graf 5 Vývoj dimenze Vitalita během opakovaných měření	24
Graf 6 Vývoj hodnocení subjektivně vnímané zátěže v čase	25
Graf 7 Vliv opakování na průměrné hodnoty SALc	26