

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 6: Zdravotnictví

Akutní stresová reakce u lidí – experimentální model

Roman Dolníček
Jihomoravský kraj

Brno 2020

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 6: Zdravotnictví

Akutní stresová reakce u lidí – experimentální model

Acute stress reaction in humans – experimental model

Autoři: Roman Dolníček

Škola: Gymnázium Matyáše Lercha, Žižkova 55, 616 00 Brno

Kraj: Jihomoravský kraj

Konzultant: doc. MUDr. Julie Dobrovolná, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval samostatně a použil jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Brně dne

Poděkování

Chtěl bych velmi poděkovat paní doc. MUDr. Julii Dobrovolné, Ph.D. za to, že mi umožnila pracovat pod její výzkumnou skupinou na tohle téma, které je mi velmi blízké. Nemohu opomenout její snahu o vytvoření celkového povědomí, co to znamená být vědec a jeho práce, v podobě vytvoření týdenních kurzů. Též mé poděkování patří všem, kteří na kurzech přednášeli a poskytli nám cenné rady a informace: přes integritu vědce, scientometrii až po základy statistiky a principy tvoření vědeckých článků z pohledu autora. V maximální míře jsem se snažil všechny informace zužitkovat i ve své práci a myslím si, že z nich budu vycházet i v budoucnu.

Také bych chtěl velmi poděkovat Mgr. Peteru Lenártovi, který mi poskytoval věcné rady a vedl mě mou cestou k napsání SOČ. Velmi si cením jeho pohotovosti, přátelského jednání a entuziasmu ke vědě. Pokud byl někdy s něčím problém, mohl jsem se na něj vždy obrátit.

Můj dík patří i Mgr. Veronice Hajnové, se kterou jsem trávil čas, když jsem pracoval na videích, za to, že byla mým prostředníkem při práci s videi, pokud jsem něco potřeboval ohledně nějakých nesrovnalostí nebo problémů.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat Mgr. Michalu Vítovi, Ph.D a jeho projektu, díky němuž jsem mohl být celé studie součástí a mohl jsem pracovat na tom, co mě baví.

Anotace

Mezi fyziologické reakce na stres patří fight, flight a freeze (tzv. FFF reakce). Jsou to obranné vzorce chování, které hrají svou roli při akutním stresu. Jejich cílem je dostat organismus ze stresující situace (např. ozbrojené napadení) bojem, útekem nebo pomocí ustrnutí. Avšak každá reakce se v danou situaci nemusí vyplatit. Například pokud bude pilot potřebovat rychle zareagovat při technických potížích a on ustrne, může to mít fatální následky. Bohužel o celkové problematice fyziologických reakcí na stresové situace se ví poměrně málo. Většina výzkumů zaměřených na tohle téma byla prováděna na zvířatech. Ačkoliv se různé studie zabývali člověkem, zdaleka neobsahují dostatek informací, aby se s nimi mohlo pracovat na klinické úrovni. Ve své práci jsem se zabýval stresem a reakcemi na stres. Mým cílem bylo na základě nekonvenčního experimentálního modelu stresové situace vyhodnotit jednotlivé reakce a provést jejich analýzu s koncentrací kortizolu ze vzorku slin jednotlivých subjektů. Kortizol se považuje jako jeden z hlavních stresových hormonů a je mu připisován vliv na stresové reakce. Moje výsledky demonstrují, že tréninkem lze ovládat biologickou odezvu na stresovou situaci a že koncentrace kortizolu u výběru FFF reakcí nemusí mít tak jasnou roli, jak se doposud předpokládalo.

Klíčová slova

akutní stres; stresová reakce; kortizol; útok; útek; ustrnutí

Annotation

Physiological responses to stress include fight, flight and freeze (called FFF reactions). These are defensive patterns of behavior that play a role in acute stress. Their goal is to get the body out of a stressful situation (eg. armed attack) by fighting, running or freezing. However, any reaction may not pay off in a given situation. For example, if a pilot needs to react quickly in case of technical difficulties and he freezes, it can have fatal consequences. Unfortunately, relatively little is known about the overall issue of physiological reactions to stress situations. Most of the research on this topic was conducted on animals. Although various studies have dealt with humans, they do not contain enough information to work with them at the clinical level. In my work I dealt with stress and responses to stress. Based on unconventional experimental model of stress situation, my goal was to evaluate individual reactions and analyze them with cortisol concentration from saliva sample of individual subjects. Cortisol is considered to be one of the major stress hormones and is attributed to the effect on stress reactions. My results demonstrate that training can control the biological response to a stressful situation, and that cortisol concentrations in the selection of FFF reactions may not have as clear a role as hitherto anticipated.

Keywords

acute stress; stress reaction; cortisol; fight; flight; freeze

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Teoretická část	9
2.1	Stres.....	9
2.1.1	Historie stresu	9
2.1.2	Druhy stresu	9
2.2	Generalizovaný adaptační syndrom	12
2.3	FFF reakce.....	14
2.3.1	Fight	14
2.3.2	Flight	14
2.3.3	Freeze.....	15
3	Metodický postup	15
3.1	Subjekty.....	15
3.2	Časový průběh studie	16
3.3	Stresové scénáře	16
3.3.1	Nízkostresový scénář – LA (low anxiety)	16
3.3.2	Vysokostresový scénář – HA (high anxiety)	17
3.4	Stanovení kortizolu	17
3.5	Hodnocení videí	21
3.6	Analýza dat.....	22
3.7	Výsledky	22
4	Závěr a diskuze	30
5	Použitá literatura	33
6	Seznam obrázků, tabulek a grafů.....	35

1 ÚVOD

Každý z nás se někdy setkal se stresem. Buď jsme mohli někoho slyšet, jak si stěžuje, že je ve stresu, protože má ve škole nebo v práci příliš mnoho povinností a problémů, anebo jsme stres mohli zažít na vlastní kůži – těžká zkouška, změna školy, přijímací pohovor, nebo vážné onemocnění v rodině. Slovo stres je běžně používáno v každodenním jazyce, avšak pro každého může mít trochu jiný význam, protože existuje několik různých definic.

Dokážete si ale představit, že jste policista, detektiv, člen bezpečnostní služby nebo osobní strážce a s akutním stresem budete muset pracovat skoro každý den? Jakou budete mít jistotu, že nepodlehnete stresu a správně a v čas vyhodnotíte situaci? Je několik případů, kdy právě tyto lidé nezvládli naléhavé situace, nedokázali včas zareagovat a díky jejich přičinění došlo ke katastrofálním scénářům. Jeden z nejtragičtějších případů se stal v roce 2017 v Las Vegas, kdy cílem útočnicka byli účastníci hudebního festivalu. Tato událost je považována jako největší masová střelba v moderních dějinách USA a podle veřejných zdrojů si střelba vyžádala 58 obětí. [1] Příběh je také neproslule znám tím, že městský policejní důstojník, který se dostal na špatné patro v hotelu, odkud střelec střílel, na několik minut strachem „ustrnul“, když uslyšel nad sebou výstřely, přestože měl možnost zasáhnout dříve než jeho kolegové. [2]

Ačkoliv existuje polemika okolo správného významu slova „stres“, všichni známe jeho projevy: zrychlený tlukot srdce, pocení rukou, zrychlené dýchání atd. Tyto fyziologické projevy jsou průvodním jevem obranných mechanismů na stres, kdy se spustí tzv. FFF reakce neboli *freeze-flight-flight*¹ reakce, které nám pomáhají zvládnout a vyřešit stresovou situaci při akutním stresu. [3] Právě tímto procesem si musel projít i dotyčný policista z Las Vegas. Stresová (naléhavá) situace, na kterou člověk reaguje, může být jakéhokoliv charakteru, vždy se spustí FFF reakce, díky níž máme možnosti, jak se dostat z dané svízelné situace. Například pokud spatříme potenciální ohrožení (někdo na nás míří pistolí) dojde k složitým fyziologickým procesům, které nás připraví na útok, útěk nebo ustrnutí, tedy na potenciální východiska k naší záchraně. Bohužel, v případě našeho policisty nebyla reakce za dané situace optimální.

Právě tímto bych se chtěl zabývat. Zajímá mě, do jaké míry jsou stresové reakce ovlivnitelné či ovladatelné, jestli lze predikovat a determinovat lidské chování na základě biochemických reakcí. Chtěl bych umět vyhodnotit, zdali je konkrétní člověk schopen vykonávat funkci, která vyžaduje rychlé reakce a optimální zvládnání stresových situací. Naneštěstí se o obranných vzorcích chování FFF ví poměrně málo, především o ustrnutí. V mnoha odborných literaturách se ustrnutí ani nezmiňuje, většinou jsou popsány jen reakce útok a útěk. Nejhorší je nedostatek informací o obranných mechanismech chování člověka, protože většina studií je zaměřena na testování stresu u zvířat, hlavně u hlodavců.

¹ v českém překladu jako reakce ustrnutí-útok-útěk; během celé práce budu jednotlivé reakce adresovat anglicky i česky – význam spočívá v tom, aby došlo k minimalizaci flexe anglických slov

Díky nekonvenčnímu výzkumnému projektu „Odolnost vůči stresu a schopnost úspěšně se vypořádat s fyzickými a verbálními útoky“ jsem měl možnost pracovat s těmito otázkami a prohloubit svůj zájem o stres a jeho účinky.

Pilířem projektu bylo vytvořit metodologii, která dokáže předvídat osobní schopnost dobře fungovat ve vysoce stresových situacích dříve, než dojde ke stresující události. Komplexní výzkum je založený na více vrstvách dat, což umožní rozlišovat mezi více a méně odolnými jedinci. Hlavně díky autentičnosti působících stresorů a celkové problematice tématu lze tento výzkum uchopit z několika různých stran. Jako například z právní roviny – vymáhání práva a obrany, sportovní roviny – zjištění výsledků, jak by si ve skutečnosti vedli trénovaní a netrénovaní účastníci výzkumu, tak i v neposlední řadě roviny psychologické a fyziologické na základě vyhodnocení psychologických aspektů nebo výsledků biologického materiálu. Tyto výsledky mohou fungovat jako základní kámen pro medicínu a další aplikované vědy.

V mém případě jsem se pomocí své práce zaměřil na markery stresu – konkrétně kortizol.

Tento marker jsem sledoval u 40 subjektů, kdy se každý z nich zúčastnil „nízkostresového“ scénáře a poté „vysokostresového“ scénáře. Účastníci studie byli rozřazeni na dvě skupiny. První skupina sestávala z dvaceti mužů bez jakýkoliv zkušeností s bojovými uměními, druhá skupina byla tvořena 20 trénovanými jedinci. Po vyhodnocení videí, kdy jsem jednotlivé účastníky rozřadil podle svých předem definovaných charakteristických znaků obranných mechanismů do skupin fight, flight a freeze, jsem provedl korelaci koncentrace kortizolu s jejich reakcemi. Mým cílem bylo zjistit, jakou roli hraje kortizol v rámci jednotlivých obranných reakcí. Dále jsem zkoumal rozdíly mezi subjekty z obou skupin. Chtěl bych zjistit, zda je všeobecně uznávaný marker kortizol plnohodnotným a objektivním ukazatelem stresu a fyziologických reakcí na něj.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Stres

Stres je nedílnou součástí života, a proto je velmi důležité pochopit jeho podstatu. V následujícím textu se zaměřím na jeho historii a výzkum, ale i na jeho dělení.

2.1.1 Historie stresu

Historie stresu je poměrně krátká. Jeho moderní výzkum se datuje od 30. let 19. století a začal až díky Hansi Selyemu, přezdívanému jako „Otec stresu“ nebo doktor Stres, který podal základy k jeho zkoumání. [4] Dokonce i zavedl termín stres, původně používaný ve fyzice, a použil ho ve svých dílech, jako „nespecifická reakce těla na jakýkoliv vliv“. [5]

V dnešní moderní fyziologii se stále navazuje na koncept Hanse Selyeho, že stres je adaptační reakce na všeobecné vlivy v prostředí. Naopak jiný úhel pohledu se vytvořil v psychologii, kdy jako nejobecnější význam slova stres podle psychologického pojetí je „...prožívání událostí, které jedinec vnímá jako ohrožující pro své tělesné nebo duševní blaho“. [6] Přestože se výzkum stresu v obou oborech zkoumá nezávazně a v různých nových objevech se rozdíl mezi přírodovědným a humanitním směrem stírá, držel bych se fyziologického pojetí stresu, protože bych se chtěl celkově se svou prací držet lékařsko-objektivního duchu, ke kterému bych by měla má studie směřovat.

Adaptací, chápáno v nejširším slova smyslu, se Hans Selye ve svých odborných pracích nezabýval jako první. Už mnoho vědců před ním si pohrávalo s myšlenkou adaptace – na počátku Charles Darwin v knize *O původu druhů* (r. 1859) s jeho evoluční teorií, kde přímo adresoval přizpůsobení se organismů na vnější podmínky na základě přirozeného výběru. Zde stojí za zmínku, že adaptace ve fyziologii je rozdílná než adaptace z pohledu Darwina. Darwinovská teorie souvisí s přizpůsobením se prostředí pomocí dědičných změn, které se dějí v časové škále mnoha generací. Následující zmíněné adaptace souvisí s rychlou individuální adaptací organismu.

Na základě adaptace nelze opomenout W. B. Cannona, který jako první popsal reakce útěk-útok (*Bodily changes in pain, hunger, fear, and rage*, r. 1915) a rozšířil původní teorii homeostázy. Dále I. P. Pavlov, který jako první řekl (v díle *Conditioned reflexes*, r. 1926), že jako „jeden ze základních mechanismů, kterým se jedinec učí adaptovat na okolní prostředí, je vytváření podmíněných reakcí“. [7]

I když se jednotlivá pojednání adaptace od sebe lehce lišila, všechna v jádru korespondovala s úhlavní myšlenkou přizpůsobení se.

2.1.2 Druhy stresu

Stres lze rozřadit do několik skupin. Nejčastěji se stres dělí podle časové osy na akutní, chronický, posttraumatický a anticipační stres. [8] Pro ucelení své práce se zaměřím

především na ty, které by mohli nebo hrají svou roli při reakci na stresovou situaci korespondující s modelovými scénáři.

Anticipační stres

Tento druh stresu zažíváme u situací, které ještě nenastaly. Souvisí s událostmi, které mají teprve nastat, a u nás je stres způsoben předvídaním, tušením budoucích neblahých situací, nebo uvažováním nad budoucími následky. Vyznačuje se pocity úzkosti, emočním napětím, ale příznaky většinou rychle odezní. [8, 9]

Posttraumatický stres

Posttraumatický stres je spjat s posttraumatickou poruchou a také se nazývá jako stres následný. Prakticky dochází k opožděné reakci na zpětně vyvolanou minulou událost, která byla traumatického charakteru. [8, 9]

Akutní stres

Akutní stres neboli krátkodobý, je vyvolán náhlými událostmi a je charakteristický svou krátkou dobu trvání – od několika minut až hodin. K akutnímu stresu nejčastěji dochází při závažných dopravních nehodách, haváriích nebo při ozbrojeném napadení, obecně při událostech, které způsobují bezprostřední ohrožení života. [8, 9]

Chronický stres

Chronický stres, též znám jako dlouhodobý, vzniká působením jednoho či více stresorů s kolísajícími intenzitami v průběhu působení. Chronický stres trvá delší dobu než akutní stres. Může trvat týdny, měsíce i roky. Dlouhodobý stres může být vyvolán např. dlouhodobým onemocněním, nepříznivými přátelskými nebo manželskými vztahy, finančními problémy atd. [8, 9]

Eustres a distres

Svou roli při zvládnání stresu může hrát i kvalita stresu, podle které se i dělí na eustres a distres. Už sám Hans Selye jako první rozlišoval tyto dva typy stresu. Eustres i distres jsou podobné svojí chemickou povahou, ale jejich hlavní odlišnost je v tom, jak jedinec reaguje na základě subjektivního prožívání stresu, jestli shledává jeho prožívání jako příjemný nebo negativní pocit. [9, 10]

Eustres podle Hansa Selyeho tento druh stresu je pozitivní zátěž, tedy pozitivní stres, která stimuluje člověka k vykonávání lepších nebo větších výkonů. [11] Objevuje při situacích, které můžeme považovat jako příjemné, protože nám mohou přinášet radost, přesto však vyžadují určitou námahu a vyvolávají stres. [8, 9] Příkladem eustresu je překonávání překážek nebo očekávání něčeho příjemného (příchod milované osoby), dále před důležitou schůzkou nebo v situacích, kdy se chceme realizovat a tzv. „překonat sami sebe“. [8, 9]

Distres je opak eustresu. Eustres je považován jako pozitivní, kdežto distres je negativní. Ve verzi H. Selyeho je distres nadměrná zátěž, která poškozuje člověka. [11] V dnešní době, se distres spíše považuje jako stres, při kterém se necítíme dobře, nemotivuje nás a ani nám nepomáhá s výkonem práce. [8, 9]

V následující tabulce (Tab. 1) bych chtěl rozebrat podstatu eustresu a distresu a jejich možný vliv při zvládnání stresu. Díky Škále životních událostí, známá také jako Posuzovací škála sociální přízpůsobení, [6] která měří stres z hlediska životních změn a udává hrubý odhad toho, jak stres ovlivňuje zdraví a jak může přispět k nemoci, můžeme spatřit různorodé situace, které bychom mohli teoreticky považovat za pozitivní, ale přesto podle výzkumu psychiatrů T. H. Holmese a R. H. Raheho vyvolávají stres. [12] Například sňatek nebo smíření manželů podle tabulky mají poměrně vysoké hodnoty a teoreticky mohou způsobit různá onemocnění.

Z toho vyplývá, že nezáleží na tzv. kvalitě stresu, protože stres se podle pozitivního nebo negativního hodnocení nemění, vždy bude mít stejné účinky na zdraví člověka. Sami výzkumníci zdůraznili, že „zátěži nejsou jen tragédie a nepříjemnosti, ale negativní dopad na člověka mají i úspěchy, ba i záležitosti považované za ryze kladné i vytoužené“. [12] Zcela záleží jen na našem subjektivním přístupu ke stresu a na tom, jak ho budeme vnímat, buď jako pozitivní nebo negativní. Avšak to může svým způsobem hrát svou roli např. při vyrovnávání se s daným stresem (coping).

Životní událost	Body	Životní událost	Body
Úmrtí životního partnera	100	Změna odpovědnosti v zaměstnání	29
Rozvod	73	Odchod dcery nebo syna z domu	29
Rozchod manželů	65	Problémy s partnerovými příbuznými	29
Odnětí svobody, výkon trestu	63	Vynikající osobní úspěch	28
Úmrtí blízkého příbuzného	63	Manžel/ka přestal/začal pracovat	26
Vlastní zranění nebo nemoc	53	Zahájení nebo ukončení studia	26
Sňatek	50	Změna životních podmínek	25
Výpověď z práce	47	Změna osobních zvyků	24
Smíření manželů	45	Potíže s nadřízeným	23
Odchod do penze	45	Změna bydliště	20
Onemocnění rodinného příslušníka	44	Změna školy	20
Těhotenství	40	Změna rekreace	19
Sexuální potíže	39	Změna náboženských aktivit	19
Přírůstek nového člena do rodiny	39	Změna společenských aktivit	18
Změna zaměstnání	39	Změna spánkových návyků	16
Změna finanční situace	38	Změna stravovacích návyků	15
Úmrtí blízkého přítele	37	Dovolená	13
Změna pracovního zaměření	36	Vánoce	12
Zabavení zastaveného majetku	30	Drobné porušení zákona	11

Tab. 1: Upravená tabulka Škála životních událostí podle Psychologie Atkinsonové a Hilgarda [6, 12]

2.2 Generalizovaný adaptační syndrom

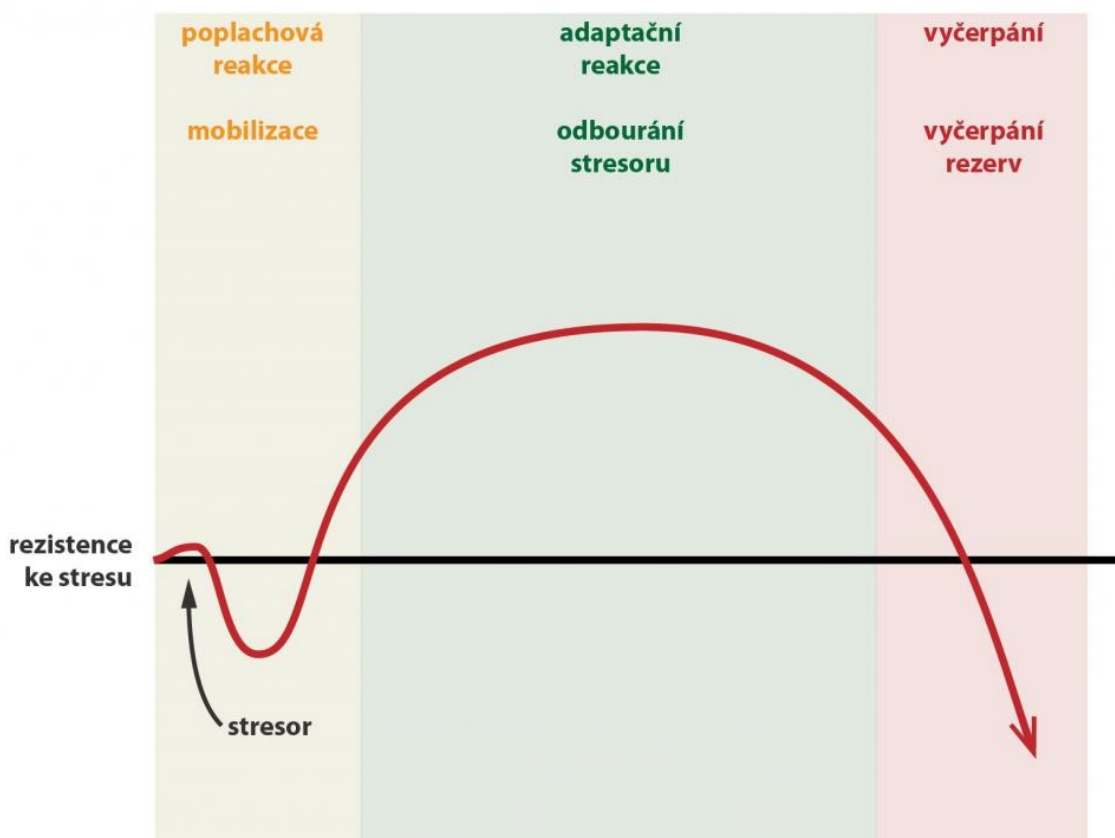
Když se Hans Selye zabýval stresem, objevil fenomén, který začal označovat termínem zvaný **adaptační syndrom** (také jako generalizovaný adaptační syndrom, tzv. GAS). U svých výzkumných krys objevil společnou biologickou reakci, když byly pod tíživou stresovou situací, jako je chlad, chirurgický zákrok nebo intoxikace různými drogami. [13] Na základě následného výzkumu vytvořil teorii adaptačního syndromu, která spočívá ve fyziologické odezvě těla na stres. Generalizovaný adaptační syndrom má tři stupně, podle kterých se poslopně řídí biologická odezva. [6]

Pokud člověku hrozí psychické či fyzické vypětí, nebo přímé ohrožení, spustí se první fáze GAS, kterou je **poplachová reakce**. [14] Poplachová reakce je charakteristická uvolněním adrenalinu a díky němu dochází při poplachové reakci např. zvýšení průtoku krve ve svalech, stoupnutí krevního tlaku a hyperventilace za současného omezení prokrvení kůže a trávicího ústrojí. [14, 15] Namísto toho se krev přesouvá tam, kde bude potřeba – svaly, mozek, srdce a plíce. Dále dochází ke štěpení glykogenu a tuků a tím vznikají další energetické zdroje, které lze kdykoli využít proti případnému nebezpečí. V této fázi se vyskytují typické vzorce chování útoku-útek a ustrnutí. [16]

Poplachová reakce je po dlouhodobějším působením stresu nahrazena **fází rezistence** (také jako adaptační reakce), při které je organismus maximálně připraven na stresovou situaci. V tomto období se aktivují především hormony kůry nadledvinek – tzv. glukokortikoidy (nejvýznamnější je kortizol), které regulují hladinu glukózy a některých minerálů v krvi, podporují zvýšení tvorby adrenalinu a působí na srdce a psychiku. [15] Dochází k největší rezistenci vůči stresu a k jeho odbourávání. [16]

Jestli nedochází k eliminaci nebo k rychlému vyřešení stresové situace, může nadměrná intenzita a dlouhé trvání stresu vést až ke stavu, kdy je většina aktuálně využitelných zdrojů spotřebována. [14] Organismus je pak následně fyzicky i psychicky vyčerpán a není dále schopen čelit tíživé situaci. Tato závěrečná fáze se nazývá **vyčerpání**.

Na základě následujícího schématu (Obr. 2) můžeme vidět průběh rezistence ke stresu za čas. Svislá čára je normální úroveň rezistence. Při poplachové reakci dojde k mírnému navýšení adaptace, které vzápětí klesne pod normální úroveň. Zde teprve dochází k mobilizaci a „nabírání sil“ na stres. V první fázi začínají obranné mechanismy jako je útok, útek a ustrnutí. Pokud stresová situace přetrvává dostáváme se do fáze rezistence (adaptace), kdy je organismus maximálně připraven čelit a odolávat stresu. Zde stále probíhají obranné vzorce chování. Když stres neustává a naše schématická křivka se překlene přes svou polovinu, dochází k vyčerpání organismu a klesá nám rezistence.



Obr. 2: Schéma procesu adaptační stresové reakce [16]

Je důležité si uvědomit, že žádná odezva na stres v podobě obranných mechanismů by neproběhla nebyť mozku a husté sítě nervů, kterými disponujeme. Konkrétně u reakce na stres se na vyvolání fyziologických reakcí podílí hypotalamus, jenž řídí a aktivuje sympatické nervstvo, adrenokortikální soustavu a parasympatické nervstvo. [6, 17] Je známo, že **sympatický nervový systém** působí na svaly a orgány, které vyvolají zvýšení krevního tlaku, zrychlení srdečního tepu, rozšíření zornic atd. Sympatikus především stimuluje dřeh nadledvinek, ze které se do krve dostává adrenalin a noradrenalin. Adrenalin má na svaly a orgány stejný účinek jako sympatická nervová soustava – díky němu se udržuje stav aktivity. [6]

Ačkoliv se v mnohé odborné literatuře nevyskytuje nebo opomíjí, **parasympatický nervový systém** hraje svou určitou roli při reakcích na stres a měl by být brán do všeobecného povědomí, především jeho účast na obranných vzorcích chování. Parasympatický nervový systém je považován za antagonistu sympatického nervstva. Zatímco sympatikus připravuje tělo k akci, parasympatikus tělo zklidňuje – zajišťuje znovu nastavení normálního srdečního tepu, normálního dýchání nebo zaktivuje trávení. [6]

Další funkcí hypotalamu je aktivace **adrenokortikální soustavy**. Hypotalamus dá signál hypofýze, která uvolní adrenokortikotropní hormon (ACTH), který působí jako „hlavní stresový hormon“. ACTH signalizuje několika endokrinním žlázám, aby uvolnili asi 30 hormonů, které pomáhají při adaptaci na nálehavé situace. [6] Adrenokortikotropní hormon

především stimuluje kůru nadledvinek, aby uvolnily glukokortikoidy, zejména kortizol. Kortizol má za úkol postupné odbourání poplachového stavu a obnovení rovnováhy v organismu. [18]

2.3 FFF reakce

Obranné reakce freeze-fight-flight se projevují v první fázi generalizovaného adaptačního syndromu. Jak už bylo zmíněno, jejich cílem je dostat organismus ze stresové situace. Je ale velmi důležité si uvědomit, že tyto reakce jsou dynamické a proměnné. Zatím nelze s jistotou predikovat, jakou reakci organismus provede. Přesto jsou určité faktory, které mají svůj nepopíratelný vliv. Při utváření defenzivního chování hrají roli stavové, povahové a environmentální faktory. [3]

Pokud jde o environmentální faktory, taková vzdálenost od predátora nebo přítomnost únikových cest hraje důležitou roli při určení, která reakce proběhne. Příkladem stavových faktorů je věk, například mladé krysy mohou vykazovat ustrnutí, ale dosud nevykazují typické snížení srdeční frekvence. Mezi povahové faktory patří úzkost nebo agrese. [3]

Když je podnět nebo situace vnímána jako ohrožující, jsou aktivovány jak sympatické, tak parasympatické větve autonomní nervové soustavy. [17] Je tedy důležité si uvědomit, že fyziologické parametry FFF reakcí se tedy skládají jak ze sympatika, tak z parasympatika, a výsledná reakce závisí na tom, který systém je v určitém okamžiku dominantní. [3]

2.3.1 Fight

Reakce útok je spojena s dominancí sympatického nervstva. Jsou pro něj typické vlastnosti sympatika: zvýšený srdeční rytmus, zvýšený tlak, zpomalené trávení a zrychlené dýchání.

Útok se porovnával s ostatními typy reakcí a zjistilo se, že vysoká hladina testosteronu a nízká hladina kortizolu souvisí s útočným chováním, jak u zvířat i lidí. [17] Ve výzkumu na lidech dále zjistili, že agresivní jedinci (ve srovnání s účastníky s nižší úrovní agrese) vykazovali malé známky ustrnutí na ohrožení, které je čekalo v podobě oponentů, zatímco vykazovali více známek ustrnutí krátce předtím, než potřebovali zahájit útok. [19]

Zajímavé je, že agresivní delikventi s psychopatickými vlastnostmi nevykazovali žádné tendence vyhýbání se během instrumentálních akcí, což znamená snížený přenos automatických tendencí FFF na instrumentální akce. [20]

2.3.2 Flight

Útěk má velmi blízko k útoku, ale i k ustrnutí. Ačkoliv je u útěku dominantní sympatické nervstvo, což je typické pro útok, po hormonální stránce má blízko k ustrnutí. Výzkum na hlodavcích a primátech naznačuje, že zvýšené rysy chování ustrnutí a útěku je spojeno se zvýšenou citlivostí na stres a zvýšenou aktivitou stresových hormonů. [17] Flight lze považovat za aktivní vyhýbavé chování, jehož cílem je zabránit nebo minimalizovat kontakt s akutní hrožící situací. [17] Právě vyhýbavé chování se považuje za jedno z nejvíce důležitých

udržovacích faktorů úzkosti, které brání zániku strachu, a dokonce posiluje strach. [17, 21] Samotná úzkost je spojena se zvýšenými tendencemi ustrnutí nebo útěku. [22]

2.3.3 Freeze

Ustrnutí je forma inhibice chování doprovázená dominancí parasympatického nervového systému. Typické fyziologické rysy ustrnutí jsou snížení tepové frekvence, absence pohybu kromě pohybů spojených s dýcháním a napjatým držením těla, které vychází ze zvýšení svalového tonusu. [3] Ustrnutí by se nemělo brát jako pasivní stav, ale spíše jako parasympatická brzda na motorickém systému, kdy ustrnutí má význam na vnímání a pro přípravu akce. [3] Ustrnutí je univerzální reakce, pozorovaná jak v reakci na podmíněné (naučené), tak nepodmíněné (akutně ohrožující) podněty nebo situace. [23] Projevuje se jako součást repertoáru druhově specifických obranných reakcí, přičemž některé druhy vykazují silnou vrozenou preferenci pro ustrnutí a jiné druhy velmi málo. [24]

Ustrnutí je aktivováno na střední úrovni predátorského ohrožení. Je to stav pozorné imobility, který slouží k zamezení detekce predátora a ke zlepšení vnímání. [25] Velmi záleží na environmentálních faktorech. Například distální hrozba vyvolává delší mrazivé reakce než hrozba proximální. S dostupnými únikovými cestami je mražení kratší a pravděpodobnější je útek ve srovnání se situací, kdy nejsou k dispozici žádné únikové cesty. [3]

Byla zjištěna korelace mezi ustrnutím a úzkostí nebo předchozími traumaty, a to jak u lidí, tak i u zvířat. Pokud je daný jedinec úzkostný, vykazuje silnější příznaky ustrnutí. [3, 26] Další výzkumy ohledně ustrnutí probíhaly většinou na zvířatech, ale proběhlo i pár zajímavých studií na lidech. Například se v jedné studii o dospívajících ve věku 14 let s anamnézou tzv. nejistého připoutání kojenců se zjistilo, že vykazují silnější znaky ustrnutí. [27] Jinak než u reakce útok, jedinci s vysokou koncentrací kortizolu a nízkou úrovní koncentrace testosteronu častěji vykazují znaky ustrnutí. [17]

Byl i výzkum zaměřený na typický rys ustrnutí – napjaté držení těla. Tento jev se zjišťoval u posturálního postoje tím, že subjektům ukazovali obrázky našťvaných, neutrálních a šťastných tváří. [22] Pomocí stabilometrické silové platformě, na které po dobu výzkumu dobrovolníci stáli, zjistili, že u šťastných tváří je houpání těla uvolněné a znatelné, naopak u našťvaných obličejů je tělo zpevněno a houpání výrazně ukotveno okolo jednoho bodu. [22]

3 METODICKÝ POSTUP

3.1 Subjekty

Do výzkumu bylo zapojeno 40 lidí, kteří byli rozřazeni do dvou skupin. První skupina (A) sestávala z 20 zdravých mužů bez předchozích zkušeností s bojovým uměním nebo bojovými sporty. Druhá skupina (B) byla tvořena 20 absolventy z bakalářského studijního oboru Speciální edukace bezpečnostních složek (SEBS) na Sportovní fakultě Masarykovy univerzity. Obor si u absolventů dává za cíl připravit kvalifikované, vysokoškolsky vzdělané odborníky pro bezpečnostní složky nejširšího zaměření.

3.2 Časový průběh studie

Všichni účastníci studie navštívili univerzitu třikrát. Při své první návštěvě byli seznámeni se studií a podepsali informovaný souhlas. Poskytli biologické vzorky krve a slin. Poté vyplnili řadu dotazníků (Vnímaná stupnice stresu, Stresující životní události atd.)

Při své druhé návštěvě se všichni dobrovolníci zúčastnili tzv. nízkostresového scénáře simulujícího fyzický útok. Před a po scénářích účastníci poskytli vzorky krve a slin pro budoucí analýzu biochemických markerů stresu a vyplnili psychologické dotazníky.

O týden později při jejich třetí návštěvě se všichni účastníci zúčastnili vysokostresového scénáře simulujícího fyzický útok s přidáním a zesílením stresových prvků se snahou o zvýšení intenzity stresu. Všichni účastníci opět poskytli vzorky před scénářem i po něm a vyplnili dotazníky.

3.3 Stresové scénáře

Jak už bylo zmíněno, scénáře byly rozděleny podle úrovně stresu na nízkostresový a vysokostresový, avšak oba scénáře obsahovali simulaci útoku nožem. Není náhodou, že právě samotné stresové situace byly koncipovány na popud zvyšující se kriminality související s nožem tzv. knife crime. Především Velká Británie se potýká s největším a nejrychlejším nárůstem kriminality tohoto typu – od roku 2011 byl zaznamenán nárůst o 30 %. [28] Jak by se člověk bránil, jak by zareagoval a jak by se vůbec měl bránit – na základě těchto otázek vznikl experimentální model stresové situace, kdy stěžejním cílem bylo navození realistických reakcí u jednotlivých dobrovolníků pomocí simulace ozbrojeného útoku nožem.

Jednotlivé scénáře byly vyvinuty výhradně pro účely studie, které je tato práce součástí. U všech scénářů byli dobrovolníci nejdříve informováni o tom, že v následujícím scénáři (vysokostresovém nebo nízkostresovém) se mohou setkat se simulací verbálního nebo i fyzického násilí a že scénář mohou předčasně ukončit vyslovením slova „konec” nebo jakéhokoliv jiného slova či věty, která by jasně vyjadřovala jejich záměr scénář ukončit. Následně jim byla nasazená řada senzorů měřících fyziologické markery stresu (srdeční frekvence, galvanická kožní odpověď), a také jim byla nasazena kamera zabudovaná v brýlích.

Po každém scénáři se zavedla určitá opatření psychologického charakteru, jako je např. debriefing, aby se dostalo tomu, že subjekt se vrací domů v takovém stavu, v jakém přišel.

Jak nízkostresový, tak i vysokostresový scénář byly zaznamenány a nahrány několika kamerami z různých úhlů.

3.3.1 Nízkostresový scénář – LA (low anxiety)

V den druhé návštěvy po informování subjektů s okolnostmi výzkumu a scénáře začal samotný scénář jedinou instrukcí – vstoupit do tělocvičny používané k procvičování bojových umění a sebeobrany a postavit se na značku „X” na zíněnce. Třicet sekund poté, co účastník

vstoupil do místnosti a postavil na značku, se na opačné straně tělocvičny z poza zástěny, na které byl nápis „východ“ s šipkou směřující k východu (samotný východ mohl subjekt vidět), objevil figurant oblečený v ochranném vybavení a vyzbrojen plastovým modelem nože. Figurant začal subjekty nejprve slovně napadat v rámci simulace verbálního útoku. Během slovní výměny se figurant pohyboval směrem k účastníkům a časem na ně zaútočil plastovou maketou nože. Následoval boj mezi figurantem a účastníkem. Scénář skončil buď ze strany subjektu nebo zřizovatele projektu. Byli i tací, kteří se dostali k východu, tím pádem došlo ke skončení scénáře. Po skončení účastníci poskytli vzorky krve a slin pro budoucí analýzu biochemických markerů stresu (např. kortizolu) a vyplnili dotazník stavu úzkostného inventáře.

3.3.2 Vysokostresový scénář – HA (high anxiety)

Při jejich třetí návštěvě, po opětovném informování o celé záležitosti, se všichni dobrovolníci zúčastnili vysokostresového scénáře. V tomto scénáři byli účastníci instruováni, jakou cestou mají přijít do sklepa, kde byly papírky s jejich identifikačním číslem. Měli za úkol najít svůj papírek a vrátit se s ním k organizátorům na začátek scénáře. To však mělo být jen jako rozptýlení. Podle instrukcí měli z prvního podlaží univerzity sejít po schodech do suterénu a zde najít onu místnost. Při procházení halami a místnostmi podzemí nedocházelo k ničemu, co by nasvědčovalo, že je něco na ně připraveno, dokud nevstoupili do místnosti, ve které údajně měli být papírky. Cesta byla schválně delší, aby se dobrovolníci co nejvíce zaneprázdnili a rozptýlili.

Sklep byl spoře osvětlen. Subjekt mohl vidět dveře od východu na druhé straně sklepa. Když účastník procházel určitým úsekem sklepa, rozezněl se zuřivý štěkot psa. Následně u východu z výklenku u dveří vypadla figurína člověka, kterou vyhodil schovávající se figurant. Poté figurant vystoupil a začal verbální a neverbální útok, který opět simuloval fyzický útok nožem. Ve srovnání se scénářem nízkého stresu k útoku došlo mnohem rychleji, což účastníkům poskytlo málo času na plánování obrany. Kromě toho figurant použil speciální elektrický plastový nůž (tzv. shocknife), který při kontaktu způsobuje velmi mírný elektrický šok a při používání produkoval silné vizuální a zvukové efekty. Účastníci byli vybaveni stejnou sadou senzorů jako při scénáři nízkého stresu a také poskytli vzorky krve a slin a vyplnili dotazník stavu úzkostného inventáře před a po scénáři.

3.4 Stanovení kortizolu

Před scénářem i po něm došlo k odběru slin. Dutina ústní musela být bez nečistot, zbytků jídla a nápojů. Bohužel, během celého procesu došlo ke znehodnocení jednoho vzorku slin, a to u netrénovaného jedince po absolvování nízkostresového scénáře, při kterém se mírně kousnul do rtu a příměs krve ve slinách znemožnila další analýzu. K žádným dalším znehodnocením nedošlo. Při odběru slin bylo potřeba do připravené odběrové nádoby odebrat 5 ml slin v co nejkratším možném čase. Poté odběrovou nádobu řádně a čitelně označit kódem účastníka lihovou fixou, ihned po odběru umístit do ledu a co nejrychleji dopravit do laboratoře. Vzorky se umístily do mrazničky a nechaly se zmrazit. Pro další použití se vzorky rozmrazily a odstředily na centrifuze (centrifugace trvala 5 minut při maximálních otáčkách

při 4 °C). Vzniklá tekutina nad sedimentem (tzv. supernatant) se shromáždila a nalila do čerstvě označených zkumavek. Nelze opomenout, že některé vzorky, u kterých byl přítomna vysoká viskozita nebo až slizovatosť, byly předběžně odstředěny, aby se zabránilo přítomnosti vysoké viskozity a slizu.

Z odebraných a odstředěných biologických vzorků se stanovoval kortizol pomocí metody **ELISA** (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay). ELISA je kvantitativní analytická metoda využívaná ke zjištění přítomnosti a koncentrace molekul v biologických tekutinách. [29] Jde o rychlou a jednoduchou laboratorní techniku, která nevyžaduje žádné speciální vybavení a je jednou z nejcitlivějších imunoanalýz (analýza založena na interakci antigen-protilátka). ELISA vychází z toho, že koncentrace produktu je úměrná koncentraci antigenu nebo protilátky ve vzorku. [30] Výstupem analýzy je určitý stupeň barvy produktu, která kolísá od plně barevné až po bezbarvou. Nejsilněji pozitivní vzorky poskytují nejsilnější barvu, slaběji pozitivní poskytují slabou barvu a negativní neposkytují žádnou barvu. Pro přesné měření intenzity barvy, se využívá spektrofotometrie. Je to metoda, při které se stanoví vlastnosti vzorku, např. koncentrace určité látky, na základě pohlcování světla určité vlnové délky. [31] Využívá se k tomu přístroj spektrofotometr.

Většina enzymových imunotestů zahrnuje nejméně jeden separační krok, ve kterém jsou vymyty nenavázané látky, které by jinak znemožnily měření množství navázaných látek nebo jejich volnou aktivitu. [31] Na základě toho, zda dochází k oddělení navázaných a nenavázaných antigenů se rozlišují dva druhy enzymatických imunotestů – homogenní a heterogenní. **Homogenní enzymatické testy** jsou většinou využívány pro měření látek v malém množství a je pro ně příznačné, že zde není žádná fáze „vymývání“. Homogenní metoda je nákladná a má nízkou citlivost. Naopak pro **heterogenní enzymatické testy** je esenciální, aby došlo k vymytí nenavázaných látek. [29] Heterogenní metoda je mnohem citlivější než homogenní, proto se častěji používá. Do této kategorie patří ELISA.

Základní složky metody ELISA jsou: antigen, protilátka, konjugát, substrát. **Antigeny** jsou látky, které nejsou tělu vlastní, tělo je rozpozná a reaguje na ně. Jsou to látky, které jsou schopny vyvolat v těle tvorbu specifických protilátek nebo specifickou buněčnou imunitní odpověď. **Protilátka** (imunoglobulin) je protein, který je schopen jako součást imunitního systému identifikovat a zneškodnit cizí objekty v těle. **Konjugát** je látka, na kterou je navázaný enzym (konjugovaná enzymem). **Substrát** je chemická látka, která reaguje s enzymem, aby poskytla barevný produkt.

ELISA může probíhat podle čtyř způsobů, odtud rozlišujeme čtyři typy: přímá, nepřímá, sendvičová a kompetitivní. [29] Konkrétně pro kortizol se využívalo metody ELISA kompetitivní.

Přímá ELISA

Jako nejjednodušší metoda se považuje přímá ELISA. [31] Při ní dochází k reakci antigenu nebo protilátce uchyceného na pevný povrch s protilátkou nebo antigenem značeným

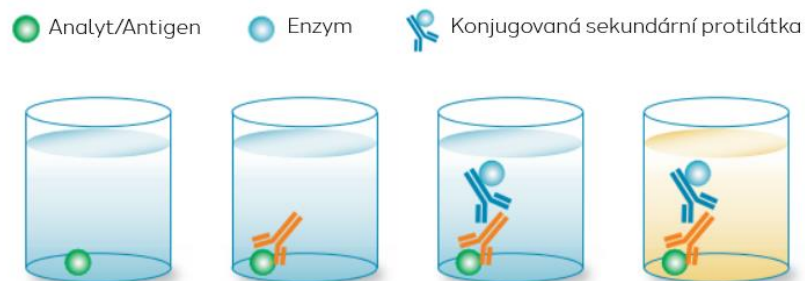
enzymem (konjugát), který následně reaguje se substrátem za vzniku měřitelné barevné změny. [29]



Obr. 3: Schématické znázornění přímé ELISA [32]

Nepřímá ELISA

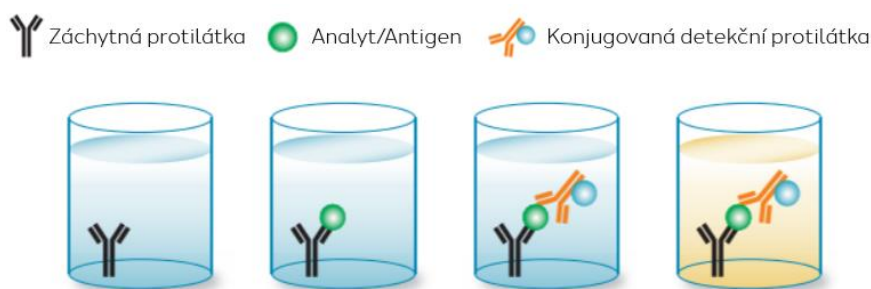
Nepřímá ELISA se velmi podobá metodě přímé. V nepřímé metodě se kromě primární protilátky nebo antigenu používá také sekundární protilátka nebo antigen značený enzymem. Na antigen nebo protilátku se uchytí primární protilátka nebo antigen, na kterou se uchytí konjugovaná sekundární protilátka nebo antigen. Díky substrátu se vytvoří barva a stanoví se koncentrace. [29]



Obr. 4: Schématické znázornění nepřímé ELISA [32]

Sendvičová ELISA

Třetí nejčastěji využívanou možností je sendvičová ELISA. Charakteristické je použití dvou protilátek specifických na různé epitopy (konkrétní oblast antigenu, na kterou se vážou protilátky) jednoho antigenu. Jedna z protilátek je navázána na povrch a vycytává antigen ze vzorku. Druhá protilátka značená enzymem slouží k detekci tohoto antigenu. Antigen je tedy mezi protilátkami jako plátek masa mezi houskami v sendviči. Zbarvení ukazuje pozitivní výsledek, zatímco nedostatek zbarvení naznačuje nedostatek enzymů nebo negativní výsledek. Bylo prokázáno, že sendvičová ELISA je 2–5krát více citlivější než všechny ostatní testy ELISA. [29]

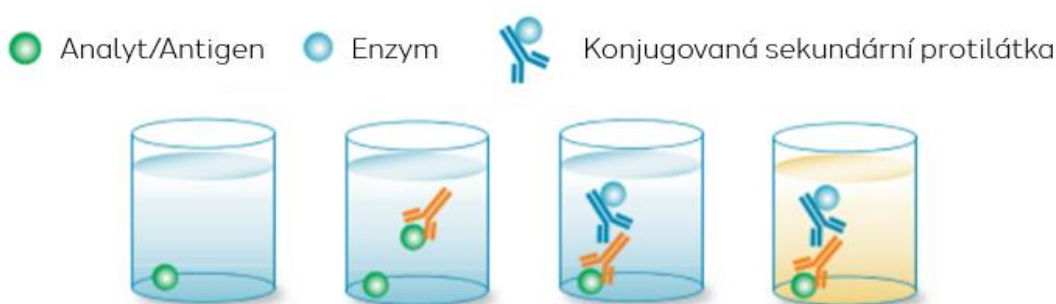


Obr. 5: Schématické znázornění sendvičové ELISA [32]

Kompetitivní ELISA

Čtvrtou možností je kompetitivní ELISA. Jakékoli z prvních tří uspořádání může být adaptováno na kompetitivní. Principem této ELISA je konkurence mezi dvěma antigeny. Vzorek je nejprve smíchán s protilátkou a poté přidán do jamky. Následně bude přidána sekundární značená protilátka. Po ustanovení rovnováhy se analyzovaný vzorek z destičky vymyje a dochází k odstraňování nevázaných látek. Po přidání substrátu nám výsledné zabarvení umožňuje určení koncentrace. Intenzita vytvořené barvy je nepřímo úměrná koncentraci kortizolu ve vzorku. To znamená, že čím má výsledek intenzivnější barvu, tím je v roztoku menší koncentrace kortizolu. [29]

Avšak metoda může probíhat i trochu jiným mechanismem, kterým byla i stanovena naše koncentrace kortizolu ze vzorku slin. Jak už bylo zmíněno, v kompetitivní ELISA jsou dva antigeny, kdy antigen ze vzorku „soutěží“ s referenčním antigenem (referenční antigen je uchycen na povrchu jamky) o vazebná místa na primární protilátce. [29] V našem případě dochází ke konkurenci mezi neoznačeným antigenem (vzorek subjektu) a enzymem značeným antigenem (konjugát) pro omezený počet protilátek. Po promývacím kroku se přidal enzymatický substrát.



Obr. 6: Schématické znázornění kompetitivní ELISA [32]

3.5 Hodnocení videí

Ve své práci jsem pracoval s videi, na nichž byly zaznamenány dva typy scénářů – nízko a vysokostresový scénář. V každém scénáři jsem se zaměřil na jednotlivé účastníky a na jejich reakce. Mým cílem bylo vyhodnotit jejich odezvu na stresovou událost prostřednictvím obraných vzorců chování, kam patří *fight*, *flight* a *freeze*. Každý z těchto typů reakce jsem předem definoval podle určitých měřítek.

Ačkoliv se to může zdát triviální, je velmi důležité si určit, podle čeho a jakých vlastností se bude přiřazovat určitý typ reakce. Během celého scénáře dochází ke změti obraných reakcí podle momentálních východisek z modelu ozbrojeného útoku nožem. Jiným slovy je přirozené využívat všech možností a prostředků dostat se ze stresové situace. Například, pokud si člověk vybral jako obrannou reakci útok, může se během celého procesu snažit utéct. Pokud mu to nevyjde, může opět zvolit útok. Právě proto jsem se zaměřil na prvotní reakci, co nastala, když se figurant dostatečně přiblížil a na subjekt zaútočil nožem.

Fight (útok)

Každý má určitou představu, co je to útok. Podle Slovníku spisovné češtiny se jedná o „náhlé prudké napadení (i slovy)“. [33] Zde bych vymezil hranice útoku, podle kterých byla videa hodnocena. Obranná reakce útok nemá žádnou verbální složku, jedná se čistě o fyzickou stránku věci. Zároveň bych jsem zavedl i termín protiútok. Někteří zaútočili dřív, než na ně figurant stačil zaútočit, někteří zaútočili v momentě, kdy se figurant nožem napřahoval. Samozřejmě se jednalo o nevyrovnaný souboj a většina nezaútočila přímo na figuranta, ale na jeho ruku s nožem, aby ho odzbrojili nebo zabránili teoretickému bodnému zranění. Pokud k něčemu takovému došlo byl tento akt brán jako aktivní obrana. Všechny tyto prvky byly zohledněny při hodnocení videí.

Flight (útěk)

Kdybychom opět vycházeli ze slovníku, útěk je „vzdálení se během“ nebo obecně „únik (od něčeho nepříjemného)“. [34] Na základě toho, že člověk vybírá obranné vzorce podle situace a účastníci byli předem upozorněni, že jak vstoupí do místnosti nebo části, kde se odehrává scénář, nemohou jít zpět, a proto se nemohlo jednat o únik v pravém slova smyslu. Jediná cesta ven byla přes figuranta. Proto jsem útěk determinoval jako „aktivní vyhýbání se“. Mým ukazatelem bylo škrubnutí části těla, trhnutí do strany jako snaha o obejití útočníka a vyhnutí se noži. Zároveň jsem bral v potaz jako reflex útěku i stáhnutí svalů v dolní části těla – pokrčení dolních končetin v mírném podřepu, jako strategický postoj k útěku. Při mé práci bylo složité rozhodnout, zda se jedná o ustrnutí nebo útěk v situacích, kdy došlo k výrazné změně pozice subjektu. Pokud se ale subjekt při pohybu otočil bokem nebo zády k figurantovi, byl zařazen do kategorie útěk.

Freeze (ustrnutí)

Zde bylo komplikované určit, zda se daný projev dá hodnotit jako ustrnutí. Teorie ustrnutí u zvířat se značně liší u lidí, především v tomto jedinečném aktivním modelu. Ustrnutí se

hodnotí vzhledem k parasymptiku jako zvýšený svalový tonus, snížená tepová frekvence atd. (viz teorie freeze). Proto pasivita a jakákoliv absence pohybu byla kategorizována jako ustrnutí. Jestliže subjekt měl ruce před sebou i při útoku a nebránil se nebo nezaútočil, jednalo se o akt vzdávání, který byl zhodnocen jako freeze. Někteří se možná vzdávali společně s figurantem, měli zvednuté ruce, a proto by se to nedalo usuzovat jako „pravé“ ustrnutí či projev svalového tonusu, ale pro mě byla hlavní část, kdy byl figurant v blízkosti subjektu a chystal se na útok. Byli dokonce i tací, kteří se doslova ani nepohnuli a byli figurantem odtlačováni nebo postrkovaní. Tak se pohybovali společně s figurantem. Na základě těchto skutečností si jsem vědom, že může docházet k rozporu s teorií ustrnutí a praktickým hodnocením. Proto bych tyto jevy označoval jako freeze-like reakce.

3.6 Analýza dat

Během práce s množstvím dat jsem využíval statistické grafy pro grafickou vizualizaci hodnot v Excelu (histogram, boxplot). Vždy jsem udělal dva grafy – jeden s hodnotami koncentrace, druhý s logaritmovanými hodnotami. Logaritmicko-normální rozdělení se často vyskytuje právě v biologii nebo medicíně. Například se vyskytuje u krevních parametrů jako je počet krevních buněk v daném objemu. Logaritmicko-normální rozdělení je však možné jednoduchou transformací převést do podoby normálního rozložení a analyzovat standartními statistickými testy.

Statistická významnost mezi hodnotami byly testovaná t-testem. Vycházel jsem z toho, že v matematické biologii se řada biologických znaků (např. výška člověka) řídí normálním rozdělením. Proto i koncentrace kortizolu by měla mít normální rozdělení (Gaussova křivka). Princip t-testu je, že charakterizuje rozdělení pravděpodobnosti průměru jako odhadu střední hodnoty veličiny s normálním rozdělením v případě, že neznáme přesnou hodnotu rozptylu, což je i v našem případě. V praxi se t-test často používá k porovnání, zda se výsledky měření na jedné skupině významně liší od výsledků měření na druhé skupině. T-test lze chápat jako nahrazení čísla vhodným blízkým číslem normálního rozdělení pro malé vzorky, pro velké velikosti souborů se přibližuje k normálnímu rozdělení.

3.7 Výsledky

Ve své práci jsem chtěl porovnat hladiny kortizolu u trénovaných a netrénovaných jedinců s jejich obrannými reakcemi. Zajímalo mě, jak se u nich bude koncentrace kortizolu lišit a zdali je kortizol spolehlivým ukazatelem jednotlivých stresových reakcí. Nejdříve jsem však musel vyhodnotit samotná videa, na nichž byly zaznamenány jednotlivé reakce na stresovou situaci. V následujících tabulkách (Tab. 7, Tab. 8) jsou dobrovolníci v každém scénáři rozdělení po 20 lidech. V prvním sloupečku (čísla 1-20, 61-62) jsou netrénovaní jedinci a v druhém sloupečku je jejich reakce. Ve třetím sloupečku (čísla 21-40) jsou trénovaní jedinci a ve čtvrtém je jejich reakce.

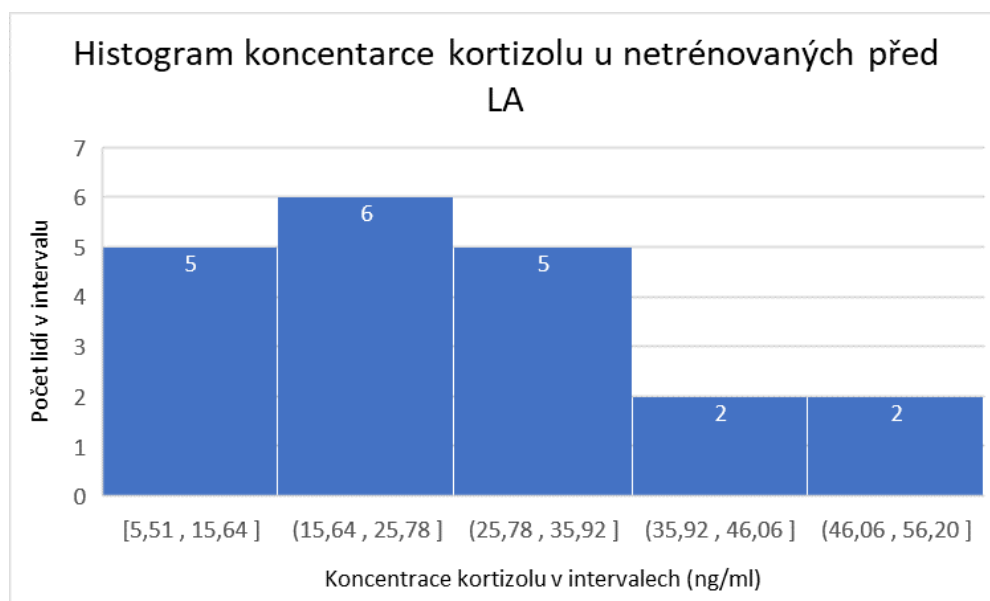
Nízkostresový scénář			
STR01	FLIGHT	STR21	FLIGHT
STR02	FREEZE	STR22	FREEZE
STR03	FREEZE	STR23	FIGHT
STR04	FREEZE	STR24	FIGHT
STR05	FREEZE	STR25	FIGHT
STR07	FREEZE	STR26	FIGHT
STR08	FREEZE	STR27	FIGHT
STR09	FREEZE	STR28	FLIGHT
STR10	FREEZE	STR29	FREEZE
STR11	FREEZE	STR30	FLIGHT
STR12	FREEZE	STR31	FIGHT
STR13	FREEZE	STR32	FIGHT
STR15	FREEZE	STR33	FIGHT
STR16	FREEZE	STR34	FLIGHT
STR17	FREEZE	STR35	FIGHT
STR18	FREEZE	STR36	FREEZE
STR19	FREEZE	STR37	FIGHT
STR20	FREEZE	STR38	FLIGHT
STR61	FIGHT	STR39	FIGHT
STR62	FREEZE	STR40	FREEZE

Tab. 7: Reakce subjektů na nízkostresový scénář

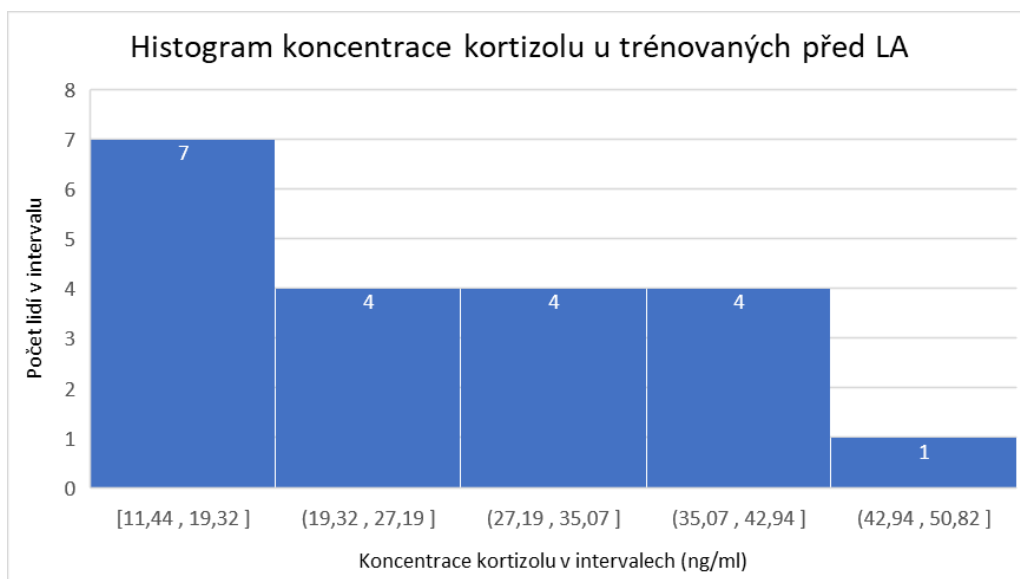
Vysokostresový scénář			
STR 001	FLIGHT	STR 021	FREEZE
STR 002	FLIGHT	STR 022	FLIGHT
STR 003	FIGHT	STR 023	FIGHT
STR 004	FIGHT	STR 024	FLIGHT
STR 005	FLIGHT	STR 025	FIGHT
STR 007	FLIGHT	STR 026	FREEZE
STR 008	FREEZE	STR 027	FIGHT
STR 009	FREEZE	STR 028	FLIGHT
STR 010	FREEZE	STR 029	FREEZE
STR 011	FREEZE	STR 030	FLIGHT
STR 012	FREEZE	STR 031	FIGHT
STR 013	FLIGHT	STR 032	FLIGHT
STR 015	FLIGHT	STR 033	FIGHT
STR 016	FIGHT	STR 034	FIGHT
STR 017	FREEZE	STR 035	FREEZE
STR 018	FREEZE	STR 036	FLIGHT
STR 019	FREEZE	STR 037	FREEZE
STR 020	FREEZE	STR 038	FLIGHT
STR 061	FIGHT	STR 039	FLIGHT
STR 062	FLIGHT	STR 040	FREEZE

Tab. 8: Reakce subjektů na vysokostresový scénář

Protože byly dva scénáře, nejdříve jsem provedl porovnání u netrénovaných a trénovaných jedinců v nízkostresovém scénáři (LA – low anxiety), a poté ve vysokostresovém scénáři (HA – high anxiety). Nejprve jsem však srovnával hodnoty před samotnými scénáři, jestli neexistuje nějaký prvotní rozdíl mezi subjekty. Začal jsem u výsledků před LA u netrénovaných subjektů, a poté u trénovaných. Pro tyto účely jsem pracoval s histogramy.



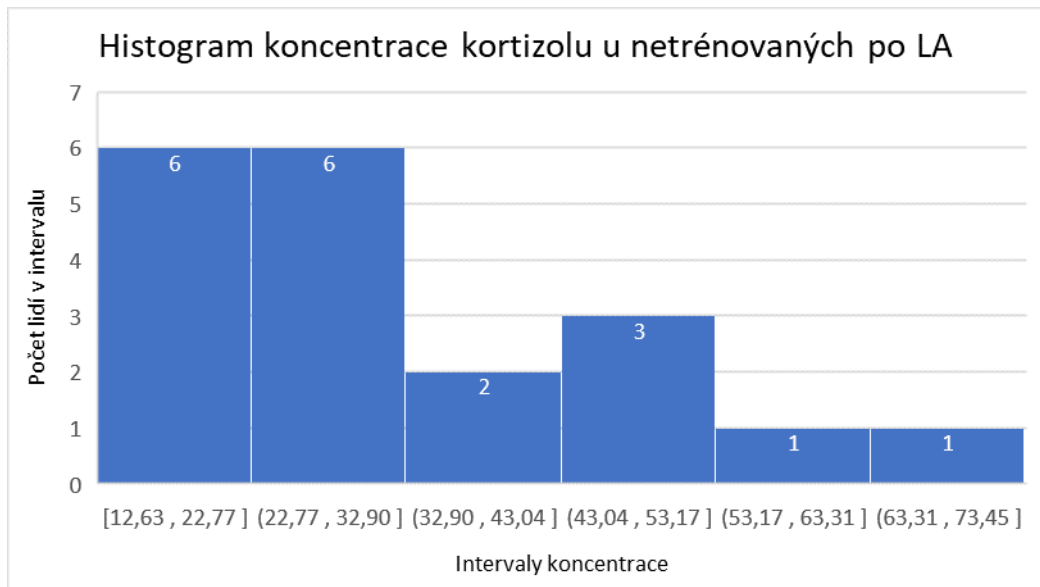
Obr. 9: Histogram koncentrace kortizolu u netrénovaných před LA



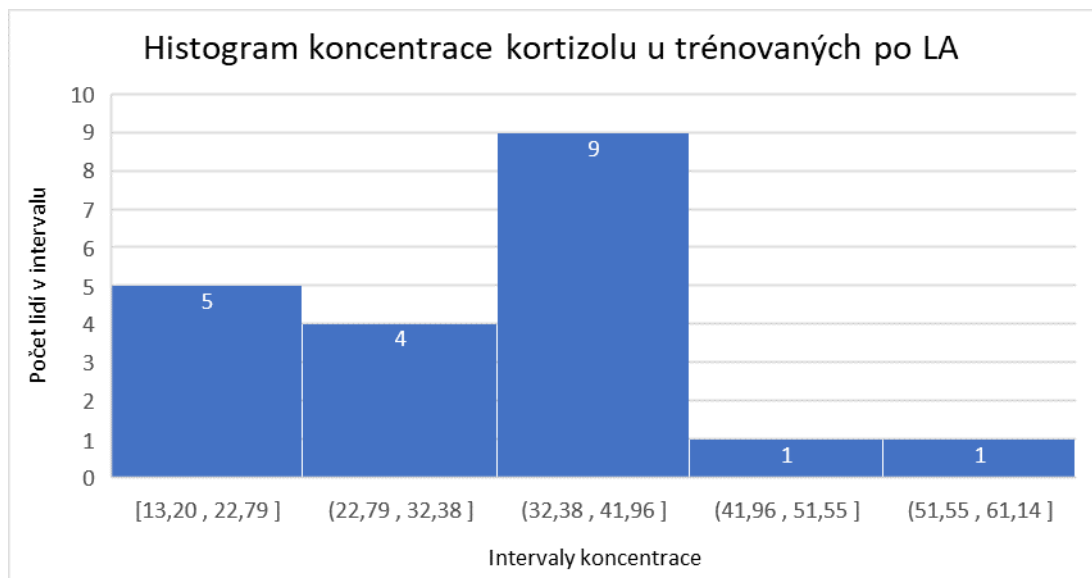
Obr. 10: Histogram koncentrace kortizolu u trénovaných před LA

Na základě hodnot koncentrace u netrénovaných a trénovaných jsem provedl párový t-test, kdy výsledek byl $p = 0,2862$. Jinými slovy t-test neprokázal statisticky významný rozdíl v hladině kortizolu mezi trénovanými a netrénovanými jedinci před začátkem LA scénáře.

Poté jsem vytvořil histogramy, které obsahovali koncentraci po scénáři. První graf byl pro netrénované a další pro trénované.



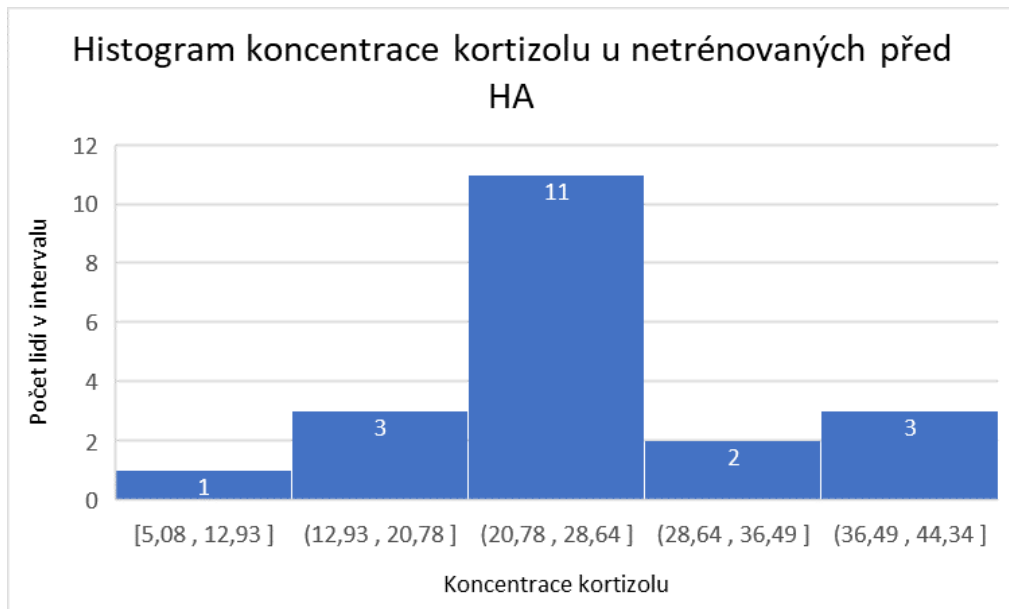
Obr. 11: Histogram koncentrace kortizolu u netrénovaných po LA



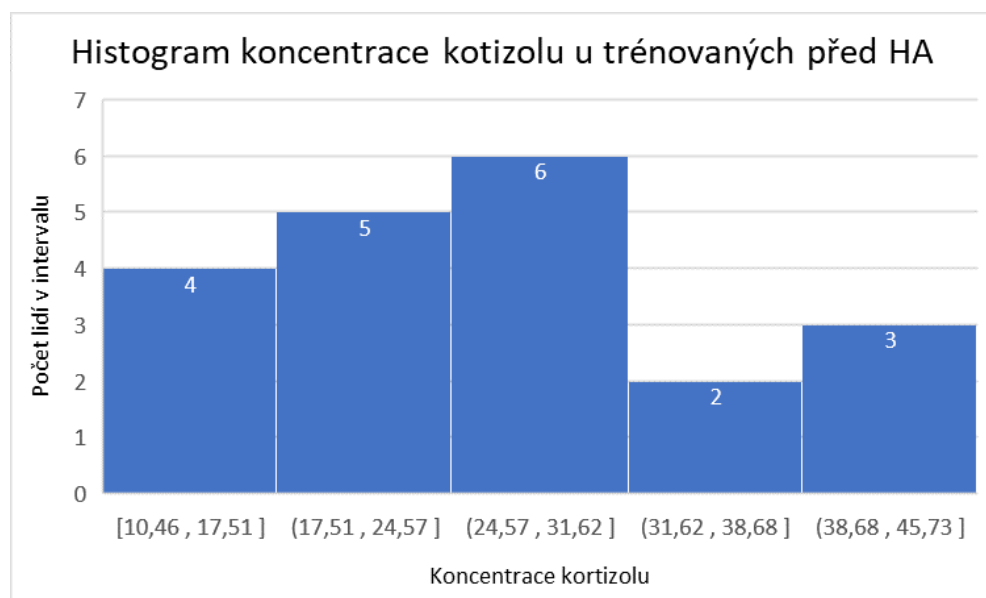
Obr. 12: Histogram koncentrace kortizolu u trénovaných po LA

Jako statistické vyhodnocení jsem použil párový t-test, kdy výsledek byl $p = 0,3555$. Jinými slovy, t-test neprokázal statisticky významný rozdíl v hladině kortizolu mezi trénovanými a netrénovanými jedinci po LA scénáři.

To samé, co jsem udělal u nízkostresového scénáře, jsem udělal i pro vysokostresový scénář. Jako další jsem tedy vytvořil histogramy koncentrace kortizolu před HA u netrénovaných, tak i u trénovaných.



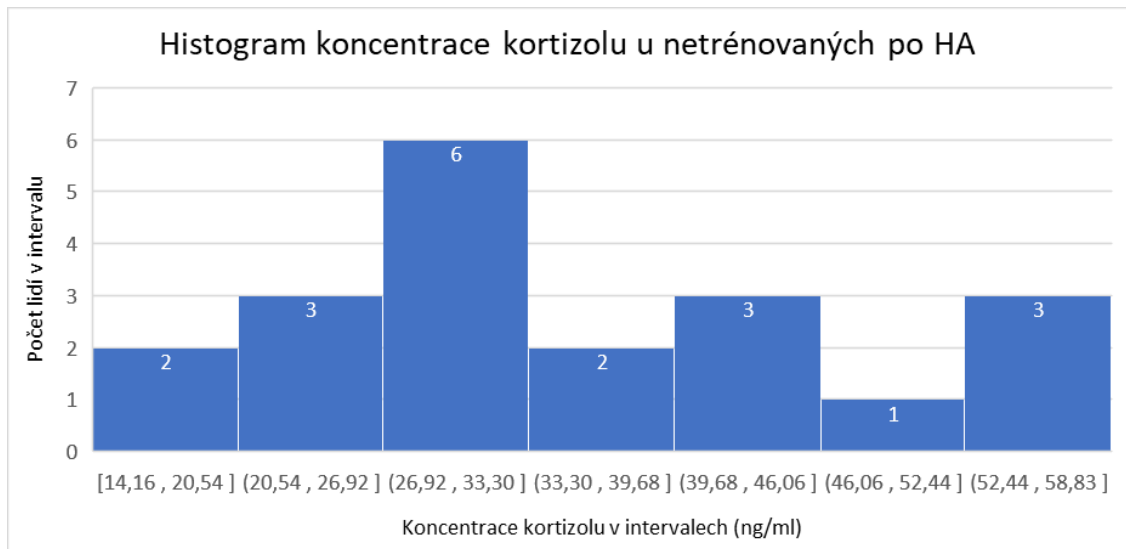
Obr. 13: Histogram koncentrace kortizolu u netrénovaných před HA



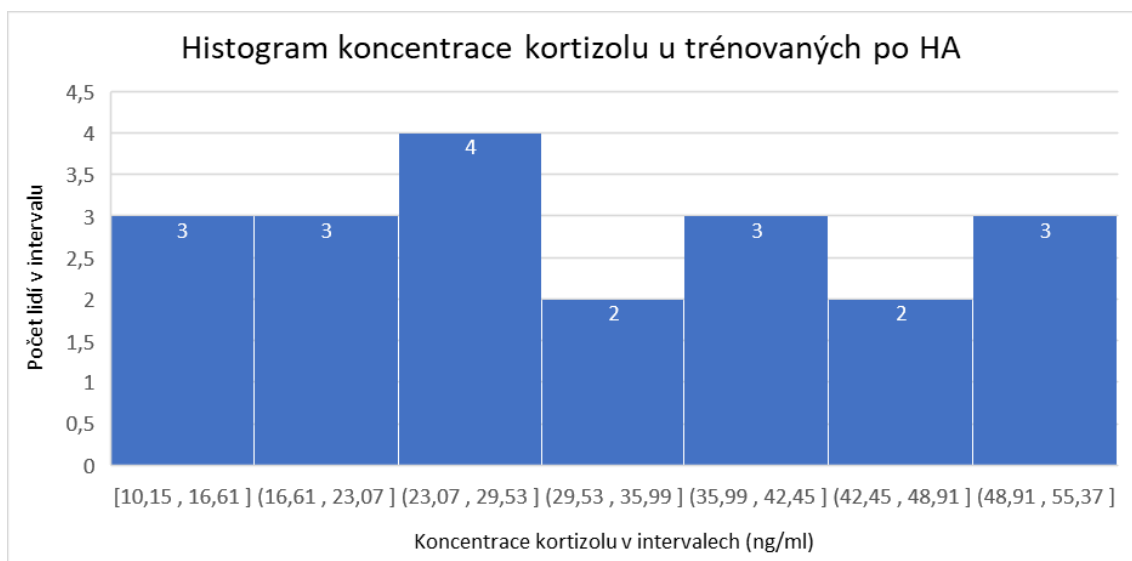
Obr. 14: Histogram koncentrace kortizolu u trénovaných před HA

Jako statistické vyhodnocení jsem použil párový t-test, kdy výsledek byl $p = 0,4565$. T-test neprokázal žádný statisticky významný rozdíl.

Poté následovalo vytvoření grafů pro koncentrace po scénáři HA.



Obr. 15: Histogram koncentrace kortizolu u netrénovaných po HA

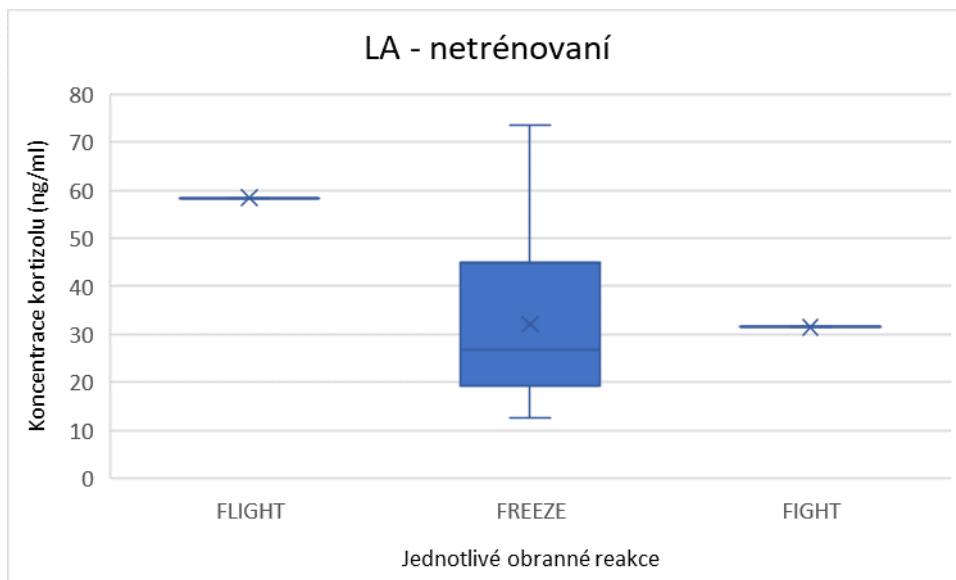


Obr. 16: Histogram koncentrace kortizolu u trénovaných po HA

Jako statistické vyhodnocení jsem použil párový t-test, kdy výsledek byl $p = 0,2268$ ($p > 0,05$). T-test tedy neprokázal žádný statisticky významný rozdíl.

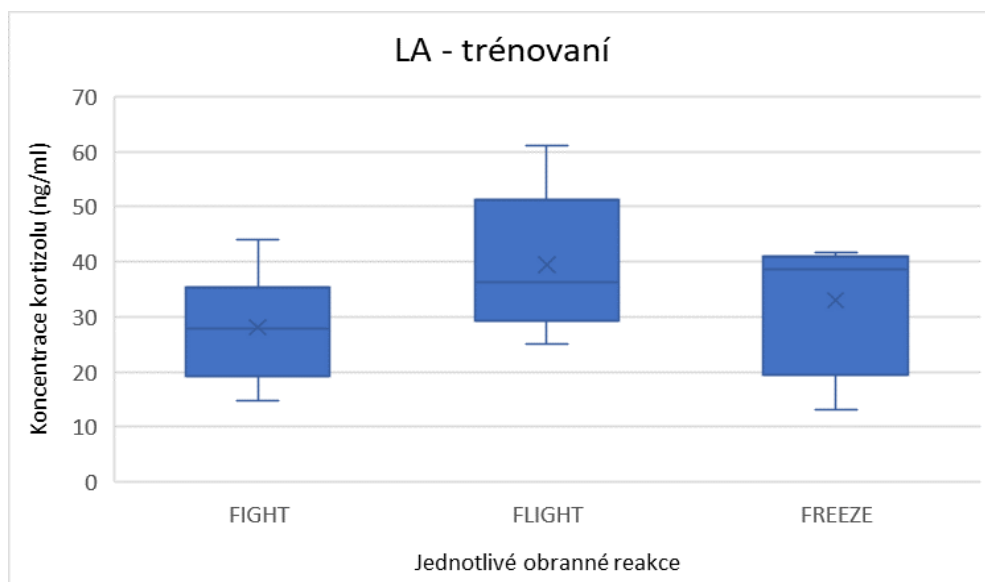
Poté jsem se zaměřil na obranné mechanismy. Zvláště jsem prováděl statistické metody u trénovaných/netrénovaných na základě typu scénáře. Nejdříve jsem začal s nízkostresovým scénářem.

V následujících grafech jsem dával dohromady fight a flight s freeze. Důvod je prostý – chtěl ověřit, jaký je rozdíl v koncentraci kortizolu při vyhubavém chování (freeze a flight) a útokem.



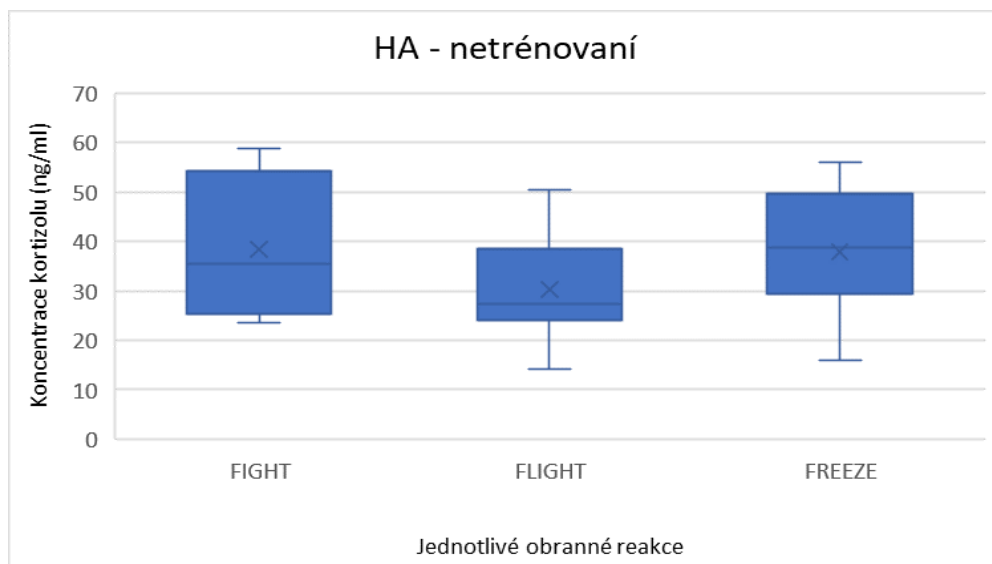
Obr. 17: Krabicový graf u netrénovaných – LA

V tomto grafu se nedalo nic porovnávat. U netrénovaných měl jeden subjekt reakci fight a další subjekt reakci flight, zbytek freeze.



Obr. 18: Krabicový graf u trénovaných – LA

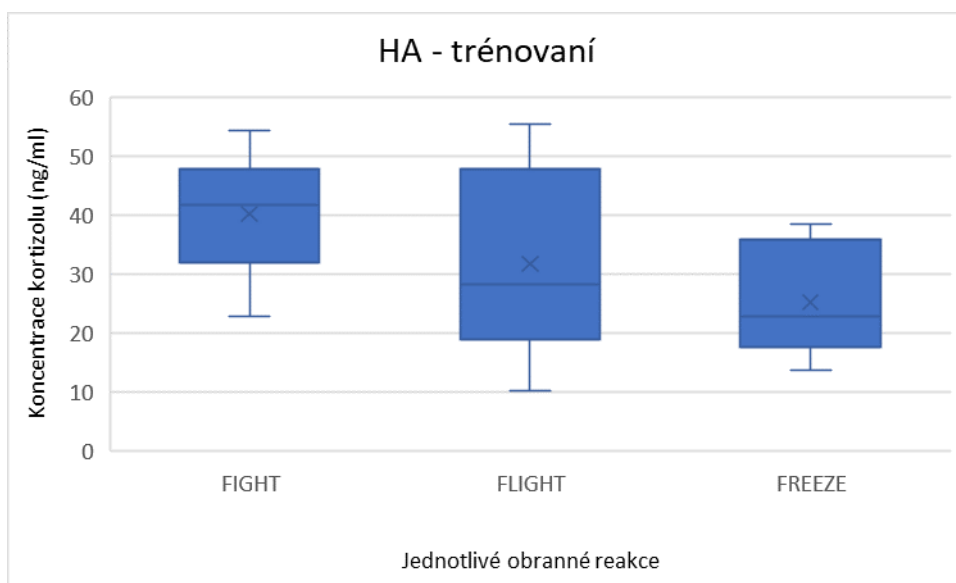
T- testem jsem porovnával dvě skupiny – fight a flight s freeze dohromady. Výsledek t-testu byl $p = 0,0519$. Zde vyšel velmi blízko signifikantní hodnotě $p = 0,05$.



Obr. 19: Krabicový graf u netrénovaných – HA

T- testem jsem porovnával dvě skupiny – fight a flight s freeze dohromady. Výsledek t-testu byl $p = 0,3024$, tedy $p > 0,05$.

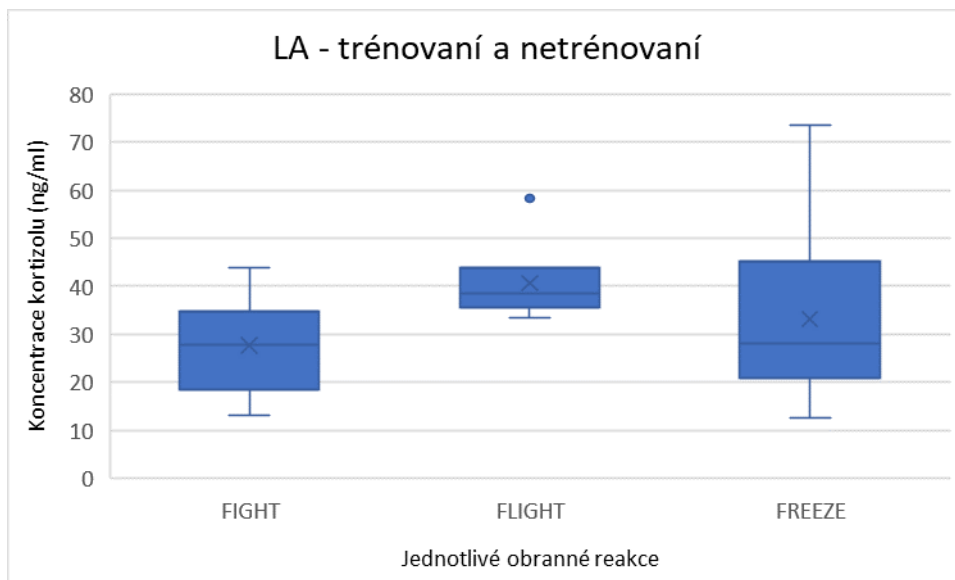
Poté jsem vytvořil grafy pro vysokostresové scénáře.



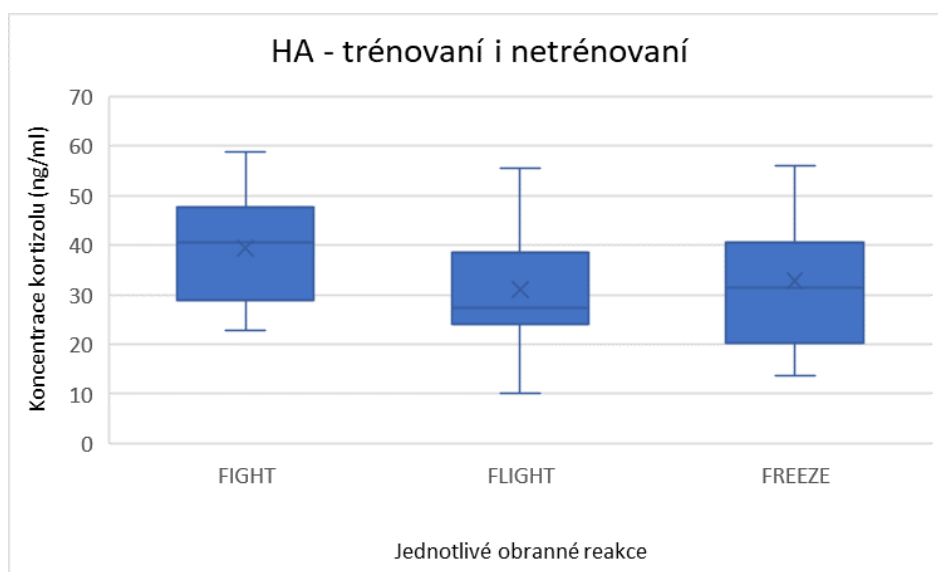
Obr. 20: Krabicový graf u trénovaných – HA

Výsledek t-testu byl $p = 0,0345$, tedy $p < 0,5$.

A jako poslední jsem vytvořil společné grafy (pro trénované i netrénované) po jednotlivých scénářích. Zde byly zahrnuty koncentrace kortizolu trénovaných i netrénovaných společně s jejich obrannými vzorci chování.



Obr. 21: Krabicový graf netrénovaných i trénovaných subjektů – LA



Obr. 22: Krabicový graf netrénovaných i trénovaných subjektů – HA

T- testem jsem porovnával dvě skupiny – fight a flight s freeze dohromady. U grafu s nízkostresovým scénářem byl výsledek $p = 0,0438$. U vysokostresového scénáře byl výsledek t-testu $p = 0,0546$, což je velmi blízko signifikantní hodnotě 0,05.

4 ZÁVĚR A DISKUZE

Během své práce jsem pracoval s videi, na nichž byly zaznamenány fyziologické reakce 40 mužských subjektů, kdy 20 z nich byli netrénovaní dobrovolníci (žádné zkušenosti s bojovými sporty, bojovým umění nebo sebeobranou) a zbytek 20 trénovaných mužů byli absolventi oboru Speciální edukace bezpečnostních složek na Masarykově univerzitě. Pro tyto účastníky studie byly připraveny dva typy scénářů – vysokostresový a nízkostresový scénář. Každý z těchto scénářů byl koncipován na základě simulovaného útoku nožem, kdy

nízkostresový scénář (LA – low anxiety) byl oproti vysokostresovému scénáři (HA – high anxiety) sestaven tak, aby obsahoval nižší úroveň stresových faktorů a stresových situací.

Ode všech účastníků byly odebrány biologické vzorky (krev a sliny). Konkrétně ze slin se získaly různé hormony např. pro mě stěžejní kortizol, který se velmi často označuje jako jeden z hlavních stresových hormonů a jako marker stresu. Proto bylo velmi zajímavé si vyzkoušet jeho vlastnosti v praxi, v podobě porovnávání hladiny kortizolu s obrannými vzorci chování, kterými jsou reakce freeze-fight-flight (zkr. FFF).

Při práci s videi jsem určoval jednotlivé reakce na základě předem definovaných vzorců podle toho, jak se daný subjekt při stresové situaci zachoval. Pokud šlo o nízkostresový scénář, byl vidět znatelný rozdíl mezi netrénovanými a trénovanými jedinci, aspoň podle psychologické hlediska vnějšího pozorování. U netrénovaných subjektů převládaly vyhybavé známky chování, a proto zde převládali reakce jako flight (útěk) a freeze (ustrnutí). Především freeze se vyskytoval poměrně často, ale nelze opomenout teorii a praktický model. Známky a rysy ustrnutí podle různých výzkumů (kdy drtivá většina probíhala na zvířatech) se lehce liší v reakcích u této studie. Avšak některé reakce byly tak specifické, že nešli zařadit do skupiny flight ani fight. Protože se tyto reakce odlišovaly od teoretického ustrnutí, ale docházelo k všeobecné pasivitě jednání, označil jsem tyto reakce jako freeze-like, pro zjednodušení v textu jen freeze. Naopak u trénovaných jedinců převládala reakce fight (útok).

Ve vysokostresovém scénáři se v rámci fyziologické odezvy rozdíl mezi skupinami lehce stíral. Jednou z možných vysvětlení je mentální „příprava“ netrénovaných jedinců. Události z nízkostresového scénáře byly pro ně zcela nové a nevěděli, jak mají reagovat. Ale když po třetí vstoupili na půdu univerzity, mohli čekat nějakou další modelovou situaci. Měli čas celý týden zpracovávat zážitky a vytvářet si různé strategie, jak budou reagovat na podněty, které je budou čekat ve druhém scénáři. Další varianta je sama náročnost vysokostresového scénáře, kdy je možné, že trénovaní jedinci nebyli na tuhle situaci připraveni a zpanikařili.

Dále jsem pracoval i s hodnotami koncentrace kortizolu. Díky statistickým grafům jsem se snažil najít rozdíly mezi skupinami, ale i zjistit, jestli koncentrace kortizolu odpovídá reakcím z videa. Nejdříve jsem se zaměřil na porovnávání skupin. Pro tyto účely jsem vytvořil různé statistické grafy – porovnával jsem u skupin koncentrace kortizolu před scénářem LA i po něm. Pro vysokostresový scénář jsem také vytvořil grafy, které mapovali koncentraci kortizolu u trénovaných a netrénovaných před scénářem a po scénáři. Avšak hladina významnosti u všech grafů, kde jsem porovnával kortizol, byla větší než 0,05. Na základě tohoto zjištění, nebyl významný rozdíl mezi hladinami koncentrace u trénovaných nebo netrénovaných.

Dále jsem využil krabicových grafů k vizualizaci koncentrace kortizolu pro jednotlivé obranné reakce. Není náhodou, že jsem zrovna porovnával reakci fight s reakcemi flight a freeze mezi sebou. Je totiž známo, že zvýšená koncentrace kortizolu (a snížená koncentrace testosteronu) je ukazatelem pro vyhybavé chování, kam patří flight a freeze. [17] U reakce útok to je naopak. Avšak z krabicových grafů lze vyčíst, že někdy samotný útok má větší koncentraci kortizolu než zbývající dvě reakce (např. Obr.17). U trénovaných lze tento jev

interpretovat tak, že ačkoliv měli vysokou koncentraci kortizolu, jejich naučená reakce na napadení měla větší vliv. U netrénovaných nezbyvá než konstatovat, že podle této studie to s úlohou kortizolu při FFF reakcích nemusí být tak jasné, jak to bylo doposud.

Nejdříve jsem u krabicových grafů porovnával koncentrace kortizolu u netrénovaných jedinců po nízkostresovém scénáři s jejich stresovou odezvou, konkrétně jsem porovnával koncentrace kortizolu u reakce fight s reakcemi flight a freeze. Bohužel, u grafu jsem nemohl nic porovnat. Avšak u trénovaných subjektů vyšla hodnota významnosti $p = 0,0519$. Ačkoliv p není menší nebo rovno $0,05$, hodnota je velmi blízko. Pokud by došlo k většímu počtu měření, mám důvod se domnívat, že by se hypotéza potvrdila. Zde měl útok nižší úroveň koncentrace kortizolu než útek a ustrnutí.

Celý předchozí proces proběhl i u vysokostresového scénáře. Hodnota významnosti koncentrace kortizolu u netrénovaných po HA scénáři nebyla významná. U trénovaných byla hodnota významnosti $p = 0,0345$ ($p < 0,05$). Je zajímavé, že koncentrace kortizolu je u útoku větší než ustrnutí nebo útěku (Obr. 17).

Kvůli posledním výsledkům, jsem dal dohromady trénované i netrénované jedince po vysokostresovém a nízkostresovém scénáři. U nízkostresového scénáře vyšla hodnota $p = 0,0438$, u vysokostresového scénáře výsledek dospěl k těsné hranici $0,05$ - $p = 0,0546$. Právě proto, že je výsledek tak blízko požadované hranici a že celkový počet testovaných byl pouze 40, domnívám se, že s větším počtem subjektů by byla hypotéza potvrzena. Též je koncentrace kortizolu u útoku větší než u zbývajících reakcí (Obr. 18).

Ačkoliv literatura tvrdí [17], že jedinci s vysokou koncentrací kortizolu a nízkou úrovní koncentrace testosteronu vykazují znaky ustrnutí, podle mé práce tomu tak není. Na druhou stranu je zde spousta dalších faktorů, které by měli být brány v potaz. Zmíněný výzkum ohledně kortizolu byl i spjat s hladinou testosteronu, který v mé práci nebyl zahrnut. Také je důležité zmínit, že jsem porovnával kortizol jak u nízkostresového, tak i vysokostresového scénáře a pozitivní výsledky byly statisticky potvrzeny jen u trénovaných (v LA i HA) a ve společném grafu, který zaznamenal koncentrace kortizolu po HA, kde figurovali netrénovaní i trénovaní. Společný graf pro trénované a netrénované byl proveden i pro LA a byl statisticky potvrzen, kdy reakce útok neměla nejvyšší koncentraci kortizolu.

Odtud lze usuzovat, že velkou roli zde hrál i samotný scénář. Ve vysokostresovém scénáři se projevila samotná intenzita stresových faktorů, ale i moment překvapení. Je možné, že právě vysokostresový scénář se nejvíce přiblížil kýženému akutnímu stresu a ovlivnil hladinu kortizolu. Právě tyto prvky stresového scénáře se zrcadlily i v následném měření. I když trénovaní jedinci, u kterých byla zaznamenaná reakce útok, měli vysokou koncentraci kortizolu, nebyl vybrán jako typ obranného vzorce chování ani flight ani freeze. Z mé práce tedy vyplývá, že zde hraje velkou roli i trénovanost daného jedince – nelze obalamutit naši fyziologickou odezvu, ale lze ovlivnit náš způsob chování i ve velmi stresových situacích pomocí tréninku. Pokud jde o netrénované jedince, podle mé studie se zjistilo, že koncentrace kortizolu u výběru FFF reakcí nemusí mít tak jasnou roli, jak se doposud předpokládalo.

5 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] TURKEWITZ, Julie a Jennifer MEDINA. Las Vegas Police Release Final Report on Massacre, With Still No Idea of Motive. *The New York Times* [online]. 2018 [vid. 2020-01-17]. ISSN 0362-4331. Dostupné z: <https://www.nytimes.com/2018/08/03/us/las-vegas-shooting-final-report.html>
- [2] BOGEL-BURROUGHS, Nicholas. Las Vegas Police Fire an Officer Who ‘Froze’ During the 2017 Massacre. *The New York Times* [online]. 2019 [vid. 2020-01-17]. ISSN 0362-4331. Dostupné z: <https://www.nytimes.com/2019/07/03/us/las-vegas-shooting-police-officer.html>
- [3] ROELOFS, Karin. Freeze for action: neurobiological mechanisms in animal and human freezing. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* [online]. 2017, **372**(1718), 20160206 [vid. 2020-01-24]. ISSN 0962-8436, 1471-2970. Dostupné z: doi:10.1098/rstb.2016.0206
- [4] ROM, Oren a Abraham Z. REZNICK. The Stress Reaction: A Historical Perspective. In: Mieczyslaw POKORSKI, ed. *Respiratory Contagion* [online]. Cham: Springer International Publishing, 2015 [vid. 2020-02-21], s. 1–4. ISBN 978-3-319-30603-2. Dostupné z: doi:10.1007/5584_2015_195
- [5] SELYE, Hans. *Stress in Health and Disease*. B.m.: Butterworth-Heinemann, 2013. ISBN 978-1-4831-9221-5.
- [6] NOLEN-HOEKSEMA, Susan a Hana ANTONÍNOVÁ, ed. *Psychologie Atkinsonové a Hilgarda*. Vyd. 3., přeprac. Praha: Portál, 2012. ISBN 978-80-262-0083-3.
- [7] PAVLOV, I. P. *Conditioned Reflexes*. Mineola, N.Y: Dover Publications, 2003. ISBN 978-0-486-43093-5.
- [8] MATOUŠEK, Oldřich. *Pracovní stres a zdraví*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce : 3M Česko, 2003. Bezpečný podnik. ISBN 978-80-239-1051-3.
- [9] *Vyhodnocování, zvládání a snižování stresu(2).pdf* [online]. [vid. 2020-01-25]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=27632
- [10] *Vyhodnocování, zvládání a snižování stresu(1).pdf* [online]. [vid. 2020-01-25]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=28415
- [11] *Stres* [online]. 2020 [vid. 2020-02-03]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Stres&oldid=18091013>
- [12] HOLMES, Thomas H. a Richard H. RAHE. The social readjustment rating scale. *Journal of Psychosomatic Research* [online]. 1967, **11**(2), 213–218 [vid. 2020-02-02]. ISSN 0022-3999. Dostupné z: doi:10.1016/0022-3999(67)90010-4
- [13] SELYE, Hans. A Syndrome produced by Diverse Nocuous Agents. *Nature* [online]. 1936, **138**(3479), 32–32 [vid. 2020-02-18]. ISSN 0028-0836, 1476-4687. Dostupné z: doi:10.1038/138032a0

- [14] KOČÁREK, Eduard a Jan MAGET. *Biologie člověka: somatologie, antropologie, fyziologie, imunologie. 1.* 1. vyd. Praha: Scientia, 2010. Biologie pro gymnázia. ISBN 978-80-86960-47-0.
- [15] SILBERNAGL, Stefan, Agamemnon DESPOPOULOS, Jan MAREŠ a Eliana TRÁVNÍČKOVÁ. *Atlas fyziologie člověka.* 2. vyd. české; podle třetího německého přeprac. a rozšíř. Praha: Grada, 1993. ISBN 978-80-85623-79-6.
- [16] 8. *Stres • Funkce buněk a lidského těla* [online]. [vid. 2020-02-07]. Dostupné z: <http://fbt.cz/skripta/xi-regulacni-mechanismy-1-endokrinni-regulace/9-stres/>
- [17] NIERMANN, Hannah CM, Bernd FIGNER a Karin ROELOFS. Individual differences in defensive stress-responses: the potential relevance for psychopathology. *Current Opinion in Behavioral Sciences* [online]. 2017, **14**, 94–101 [vid. 2020-02-05]. ISSN 23521546. Dostupné z: doi:10.1016/j.cobeha.2017.01.002
- [18] JOSHI, Vinay. *Stres a zdraví.* Vyd. 1. Praha: Portál, 2007. Rádci pro zdraví. ISBN 978-80-7367-211-9.
- [19] GLADWIN, Thomas E., Mahur M. HASHEMI, Vanessa VAN AST a Karin ROELOFS. Ready and waiting: Freezing as active action preparation under threat. *Neuroscience Letters* [online]. 2016, **619**, 182–188 [vid. 2020-02-21]. ISSN 03043940. Dostupné z: doi:10.1016/j.neulet.2016.03.027
- [20] LY, Verena, Anna Katinka Louise VON BORRIES, Inti Angelo BRAZIL, Behrend Hendrik BULTEN, Roshan COOLS a Karin ROELOFS. Reduced transfer of affective value to instrumental behavior in violent offenders. *Journal of Abnormal Psychology* [online]. 2016, **125**(5), 657–663 [vid. 2020-02-21]. ISSN 1939-1846, 0021-843X. Dostupné z: doi:10.1037/abn0000166
- [21] HOFMANN, Stefan G. Cognitive Factors that Maintain Social Anxiety Disorder: a Comprehensive Model and its Treatment Implications. *Cognitive Behaviour Therapy* [online]. 2007, **36**(4), 193–209 [vid. 2020-02-21]. ISSN 1650-6073, 1651-2316. Dostupné z: doi:10.1080/16506070701421313
- [22] ROELOFS, Karin, Muriel A. HAGENAARS a John STINS. Facing freeze: social threat induces bodily freeze in humans. *Psychological Science* [online]. 2010, **21**(11), 1575–1581. ISSN 1467-9280. Dostupné z: doi:10.1177/0956797610384746
- [23] ROSEN, Jeffrey B. The neurobiology of conditioned and unconditioned fear: a neurobehavioral system analysis of the amygdala. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews* [online]. 2004, **3**(1), 23–41. ISSN 1534-5823. Dostupné z: doi:10.1177/1534582304265945
- [24] BOLLES, Robert C. Species-specific defense reactions and avoidance learning. *Psychological Review* [online]. 1970, **77**(1), 32–48 [vid. 2020-02-22]. ISSN 0033-295X. Dostupné z: doi:10.1037/h0028589
- [25] LANG, Peter J. a Margaret M. BRADLEY. Emotion and the motivational brain. *Biological Psychology* [online]. 2010, **84**(3), 437–450 [vid. 2020-02-21]. ISSN 03010511. Dostupné z: doi:10.1016/j.biopsycho.2009.10.007

- [26] HAGENAARS, Muriel A., John F. STINS a Karin ROELOFS. Aversive life events enhance human freezing responses. *Journal of Experimental Psychology: General* [online]. 2012, **141**(1), 98–105 [vid. 2020-02-22]. ISSN 1939-2222, 0096-3445. Dostupné z: doi:10.1037/a0024211
- [27] NIERMANN, Hannah C. M., Verena LY, Sanny SMEEKENS, Bernd FIGNER, J. Marianne RIKSEN-WALRAVEN a Karin ROELOFS. Infant attachment predicts bodily freezing in adolescence: evidence from a prospective longitudinal study. *Frontiers in Behavioral Neuroscience* [online]. 2015, **9** [vid. 2020-02-22]. ISSN 1662-5153. Dostupné z: doi:10.3389/fnbeh.2015.00263
- [28] Revealed: The areas of the UK where knife crime is rising the fastest. *Sky News* [online]. [vid. 2020-01-31]. Dostupné z: <https://news.sky.com/story/kent-and-west-yorkshire-see-biggest-rise-in-knife-crime-over-the-last-eight-years-11655918>
- [29] AYDIN, Suleyman. A short history, principles, and types of ELISA, and our laboratory experience with peptide/protein analyses using ELISA. *Peptides* [online]. 2015, **72**, 4–15 [vid. 2020-02-15]. ISSN 01969781. Dostupné z: doi:10.1016/j.peptides.2015.04.012
- [30] SR, MEFANET, síť lékařských fakult ČR a. *ELISA – WikiSkripta* [online]. [vid. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://www.wikiskripta.eu/w/ELISA>
- [31] *Využití metody ELISA pro vyhodnocování efektivity vakcinace u vybraných druhů onemocnění.pdf* [online]. [vid. 2020-02-16]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/f4ewn/bakalarka-tisk_verze.pdf
- [32] BARIA. Metoda ELISA, aspekty jednotlivých uspořádání. *Baria* [online]. [vid. 2020-02-16]. Dostupné z: <https://www.baria.cz/blog/metoda-elisa-aspekty-jednotlivych-usporadani/>
- [33] *Internetová jazyková příručka – útok* [online]. [vid. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://prirucka.ujc.cas.cz/?slovo=%C3%BAtok>
- [34] *Internetová jazyková příručka – útěk* [online]. [vid. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://prirucka.ujc.cas.cz/?slovo=%C3%BAt%C4%9Bk>

6 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Tab. 1: Upravená tabulka Škála životních událostí podle Psychologie Atkinsonové a Hilgarda ...	11
Obr. 2: Schéma procesu adaptační stresové reakce.....	13
Obr. 3: Schématické znázornění přímé ELISA.....	19
Obr. 4: Schématické znázornění nepřímé ELISA	19
Obr. 5: Schématické znázornění sendvičové ELISA	20
Obr. 6: Schématické znázornění kompetitivní ELISA	20
Tab. 7: Reakce subjektů na nízkostresový scénář	23
Obr. 8: Reakce subjektů na vysokostresový scénář.....	23
Obr. 9: Histogram koncentrace kortizolu u netrénovaných před LA	24
Obr. 10: Histogram koncentrace kortizolu u trénovaných před LA.....	24
Obr. 11: Histogram koncentrace kortizolu u netrénovaných po LA	25
Obr. 12: Histogram koncentrace kortizolu u trénovaných po LA.....	25

Obr. 13: Histogram koncentrace kortizolu u netrénovaných před HA.....	26
Obr. 14: Histogram koncentrace kortizolu u trénovaných před HA	26
Obr. 15: Histogram koncentrace kortizolu u netrénovaných po HA.....	27
Obr. 16: Histogram koncentrace kortizolu u trénovaných po HA	27
Obr. 17: Krabicový graf u netrénovaných – LA	28
Obr. 18: Krabicový graf u trénovaných – LA.....	28
Obr. 19: Krabicový graf u netrénovaných – HA.....	29
Obr. 20: Krabicový graf u trénovaných – HA	29
Obr. 21: Krabicový graf netrénovaných i trénovaných subjektů – LA	30
Obr. 22: Krabicový graf netrénovaných i trénovaných subjektů – HA.....	30