

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

Vliv mentální únavy na posturální stabilitu

Diplomová práce
(magisterská)

Autor: Bc. Tereza Revajová, obor Fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Lucia Bizovská, Ph.D.

Olomouc 2020

Jméno a příjmení autora: Bc. Tereza Revajová

Název magisterské práce: Vliv mentální únavy na posturální stabilitu

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci

Vedoucí práce: Mgr. Lucia Bizovská, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2020

Abstrakt:

Cílem diplomové práce bylo zjistit, zda mentální únava ovlivní posturální stabilitu. Dále pak subjektivním hodnocením posoudit, zda se zvýšila mentální únava po provedení 80minutového únavového protokolu. Jako poslední bylo zjišťováno, jak mentální únava změní provedení kognitivní úlohy v porovnání před a po provedení únavového protokolu. Výzkumný soubor tvořilo 32 jedinců, z toho 18 mužů a 14 žen ve věku $22,1 \pm 1,0$ let. Měření probíhalo v postupném časovém sledu, kdy nejprve jedinec vyplnil únavový protokol, následovalo testování probíhající v unipedálním stoju na dominantní dolní končetině po dobu 60 sekund celkem ve 4 podmínkách. Ihned poté následovala indukce mentální únavy pomocí únavového protokolu AX-CPT po dobu 80 minut. Po ukončení jedinec opět vyplnil únavový protokol, poté bylo provedeno opětovné testování stability shodné s předchozím. Bylo zjištěno, že posturální stabilita je statisticky významně ovlivněna mentální únavou ve smyslu snížení rychlosti pohybu COP, ale spolu se zvýšením nároků na pozornost. Rychlost pohybu COP byla snížena v obou směrech při všech vykonaných úlohách, entropie se snížila ve všech úlohách kromě testování na měkké podložce s kognitivní úlohou. Směrodatná odchylka pohybu COP byla rozdílná v dopadu únavového protokolu na pohyb COP v závislosti na vykonávané úloze. Z výsledků dále vyplývá, že kvalita provedení kognitivní úlohy zůstala statisticky nezměněna, přestože u všech zúčastněných byl prokázán nárůst zvýšení mentální únavy po provedení únavového protokolu.

Klíčová slova: posturální stabilita, mentální únava, kognice, paradigma dvojího úkolu

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovnických služeb.

Author's first name and surname: Bc. Tereza Revajová

Title of the master thesis: The impact of mental fatigue on postural stability

Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology, Faculty of Physical Culture, Palacký University Olomouc

Supervisor: Mgr. Lucia Bizovská, Ph.D.

The year of presentation: 2020

Abstract:

The aim of the thesis was to find out possible impacts of mental fatigue on postural stability. Furthermore, using subjective evaluation, to assess possible mental fatigue increase after 80-minute fatigue protocol has been carried out. Last but not least, it focused on mental fatigue-induced change in a cognitive task implementation, comparing the situation before and after fatigue protocol has been carried out. The sample comprised a total of 32 persons, of which 18 were males and 14 females, aged 22.1 ± 1.0 year. The measuring took place in the following order: first of all, the person filled in the fatigue protocol, then he or she was tested in unipedal posture on dominant lower extremity for 60 seconds under 4 various conditions. Immediately after that, mental fatigue was induced using 80-minute AX-CPT fatigue protocol. Afterwards, the person filled in the fatigue protocol again and underwent identical stability testing as beforehand. Using the sample available, postural stability was found out to be significantly influenced by mental fatigue as regards lower speed of COP movement, accompanied by increased requirements on concentration. COP movement speed was reduced in both directions in all the tasks carried out; entropy reduced in all the tasks apart from the tests carried out on a soft pad with a cognitive task. COP movement standard deviation was different for fatigue protocol impact on the COP movement depending on the task carried out. Furthermore, the results suggest that the quality of cognitive task implementation was not statistically changed despite the fact that all subjects showed increased level of mental fatigue after the fatigue protocol has been carried out.

Key words: postural stability, mental fatigue, cognition, dual-task paradigm

I agree the thesis to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem tuto závěrečnou práci zpracovala samostatně s odbornou pomocí Mgr. Lucie Bizovské, Ph.D., uvedla všechny použité odborné a literární zdroje a řídila se zásadami vědecké etiky.

V Olomouci dne

.....

Ráda bych poděkovala vedoucí mé práce Mgr. Lucii Bizovské, Ph.D. za odborné vedení, připomínky, pomoc a trpělivost při zpracování. V neposlední řadě bych ráda poděkovala mým nejbližším za podporu při psaní práce a po dobu celého studia.

OBSAH

1	ÚVOD	9
2	PŘEHLED POZNATKŮ	10
2.1	ÚNAVA.....	10
2.1.1	Fyzická únava.....	10
2.1.2	Mentální únava	12
2.2	POSTURA, STABILITA A POSTURÁLNÍ STABILITA	17
2.2.1	Vymezení pojmů posturální stability	18
2.2.2	Neurofyziologické aspekty posturální kontroly	19
2.2.3	Faktory ovlivňující posturální stabilitu	24
2.3	MOŽNOSTI HODNOCENÍ POSTURÁLNÍ STABILITY.....	26
2.3.1	Klinické vyšetření	27
2.3.2	Přístrojové vyšetření.....	28
2.4	DUAL TASK PARADIGM.....	30
2.4.1	Princip dvojího úkolu	30
2.4.2	Pozornost.....	30
2.4.3	Trénink dvojího úkolu.....	34
2.4.4	Upřednostňování úkolů	36
2.4.5	Posturální kontrola a Dual task	37
2.4.6	Pozitivní a negativní účinek dvojího úkolu.....	38
2.5	VLIV ÚNAVY NA POSTURÁLNÍ STABILITU	39
3	CÍLE	42
3.1	CÍLE	42
3.1.1	Dílčí cíle	42
3.2	VÝZKUMNÉ HYPOTÉZY	42
4	METODIKA.....	43
5	VÝSLEDKY	46
5.1	VÝSLEDEK K HYPOTÉZE H01	46
5.2	VÝSLEDEK K HYPOTÉZE H02.....	47
5.3	VÝSLEDEK K HYPOTÉZE H03.....	49

6	DISKUZE.....	50
7	ZÁVĚRY.....	56
8	SOUHRN	57
9	SUMMARY	58
10	REFERENČNÍ SEZNAM.....	59
11	PŘÍLOHY.....	72

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

CNS	centrální nervová soustava
CHFS	chronický únavový syndrom
AX-CPT	AX-continuous performance task
COG	center of gravity (průmět těžiště těla do roviny opěrné báze)
COM	center of mass (těžiště)
COP	center of pressure (působíště reakční síly podložky)
AS	area of support (oporná plocha)
BS	base of support (oporná báze)
AC	kontaktní plocha
EMG	elektromyografie
LBP	low back pain (bolest bederní páteře)
BESTest	balance evaluation systems test (test na zhodnocení rovnováhy)
ST	single task (jednoduchý úkol)
DT	dual task (dvojitý úkol)
WPL	celková délka dráhy
CA	obvodová oblast
RA	obdélníková plocha
SD _x	směrodatná odchylka v laterálním směru
SD _y	směrodatná odchylka v předním a zadním směru

1 ÚVOD

Pohyb se řadí mezi základní projevy člověka a je důležitý jak z fyziologického, tak z ontogenetického hlediska. Pohybová aktivita tvoří tedy nedílnou součást každodenního života. Právě postura a náležící funkce s ní spojené jsou nezbytným předpokladem pro vykonávání pohybu. Pro jedince všech věkových kategorií je důležité zajištění správného držení těla. Udržování stability považujeme za komplexní motorickou činnost, jejíž řízení je podmíněno rozsáhlou řadou anatomických a funkčních struktur (Psotta et al., 2011). Dále je zde předpoklad, že čím náročnější pohybová aktivita je prováděna, tím více by měl vzrůst požadavek na správnost funkce posturálního systému. Pokud tomu tak není, může docházet k poruchám v rámci řízení či samotného provedení. To se poté může projevit zhoršenou koordinací pohybů, neadekvátním zatěžováním pohybového systému či může dojít až k pádu (Véle, 2006).

Mentální únava je považována za postupný a kumulující se proces. Obvykle se týká účinků, jež mohou lidé pociťovat během dlouhodobých kognitivních aktivit (Badin et al., 2016). Jde tedy o zcela běžný projev v dnešním každodenním moderním životě. O psychofyziologických mechanismech, které jsou základem duševní únavy, je stále známo jen velmi málo. Obvykle pokud jsou lidé unavení, udávají potíže se soustředěním a zaměřením své pozornosti (Marcora et al., 2005). Mentální únava tedy ovlivňuje kognitivní výkon úkolů (Tanaka et al., 2012) a může dojít k poruchám, jež mohou vést ke katastrofálním událostem jako jsou dopravní nehody či chirurgická nepřesnost.

To, jak spolu vzájemně souvisí posturální stabilita a mentální únava, doposud nebylo dostatečně prozkoumáno. Tato vzájemná provázanost je nesmírně důležitá, ať již v běžném životě, tak zejména v profesním či sportovním odvětví. Každý jedinec, byť nevědomky, se zcela určitě v průběhu života setkal s touto problematikou. V této práci byla snaha nejprve o rozšíření povědomí právě o vztahu posturální stability a mentální únavy a shromáždění nejrozličnějších poznatků. Poté následovala praktická část, kde již byla přímo tato problematika zkoumána a testována.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Únava

Únava je obecně považována za bio-behaviorální stav, ve kterém se jedinec v danou chvíli nachází. Tento stav je vyvolán buď během provádění trvalého výkonu daného úkolu, či se vztahuje na stav následující po něm (Cameron, 1973). Dle oxfordského slovníku (Kent, 2006) zní charakteristika jako extrémní únava pramenící z fyzické či psychické námahy, nemoci, či pokles účinnosti svalů nebo orgánů po delší aktivitě (Pageaux & Lepers, 2018). Často může docházet k záměně únavy a ospalosti. Ospalost se však týká pravděpodobnosti usínání a bere v úvahu sklon ke spánku, který se může lišit podle postoje, času či situace (Neu et al., 2010). Již v 90. letech Mosso ve své knize uvádí únavu jako pozitivní, kdy se prvotně může zdát, že jde o nedokonalost našeho těla, ale naopak se jedná o tu nejužasnější dokonalost. Předpokládal, že mozek společně se svaly mění svoji funkčnost během cvičení a únava zde slouží jako emoce, jež je součástí komplexních dějů, s hlavním cílem chránit tělo před zraněním (Noakes, 2012). Jedná se o multidimenzionální stav, kdy jeho nejčastější ukazatelé jsou mentální versus fyzická únava a akutní versus chronická únava (Desmond & Hancock, 2001).

2.1.1 Fyzická únava

Z hlediska fyziologie dochází ke svalové kontrakci díky přenosu nervového impulsu vedeného z centrální nervové soustavy (CNS) pomocí acetylcholinu přes nervosvalovou ploténku do svalového vlákna. Na nervosvalové ploténce při dostatečném podnětu dochází k uvolnění vápenatých iontů ze sarkoplazmatického retikula do sarkoplazmy. Zde se kalcium naváže na troponin a tím dochází ke změně konformace a obnažení míst na aktinu. Následně proto může vzniknout můstek, což je vazba mezi aktinem a myozinem. Vzniká tedy svalová kontrakce (Trojan, 2003).

Pokud se ve svalu hromadí metabolity, není přítomno dostatečné množství energie a tím pádem dochází ke snižování kontraktility vláken, můžeme mluvit o periferní únavě. Periferní únava je dále dle Velenského et al. (1999) charakterizována vyčerpáním energetických zásob glykogenu, ztrátou vody a nahromaděním solí. Oproti tomu snížená schopnost CNS řídit nervový přenos a následkem toho snížená aktivita svalů, je nazývána jako centrální únava. Za jeden z hlavních faktorů, jenž má vliv na projevy a regulaci únavy, považuje ve své studii Noakes (2012) mozkovou tkáň. Vzhledem k homeostáze v lidském těle je zapotřebí kontrola organismu a určitá rezerva organismu pro danou aktivitu, tak, aby nedošlo k jejímu porušení. Právě proto mozek reguluje před i během výkonu zapojení motorických jednotek ve svalu a pokud je třeba, využívá klamné

a nepříjemné pocity únavy. Tyto pocity jsou jedinečné pro každého jedince a často mohou být i iluzivní. Jejich generace může být do jisté míry nezávislá a za konečné determinanty jsou považována podvědomá i vědomá mentální rozhodnutí. Nelze tedy brát v potaz pouze fyziologické a metabolické reakce těla na danou pohybovou aktivitu (Noakes, 2012).

2.1.1.1 Fyziologická a patologická únava

Během fyzické aktivity dochází postupně ke kumulaci únavy, která následně může ovlivňovat dané faktory. Mezi ně řadíme aktivaci a koaktivaci svalů, svalovou tuhost, kinetiku a kinematiku provedení pohybu. Na základě těchto poznatků Padua et al. (2006) udávají, že únava slouží jako neuromuskulární a biomechanický ochranný faktor proti vzniku nežádoucího zranění. Po určité době se začne fyziologická únava projevovat zejména snížením rychlosti a obratnosti dané prováděné aktivity a hrozí přechod do únavy patologické (Máček & Radvanský, 2011). Mezi subjektivní projevy fyziologické únavy řadíme například nouzi o dech, zhoršené vnímání či bolest ve svalech (Jirka, 1990).

2.1.1.2 Akutní a chronická únava

V případě přesahu fyziologické tolerance můžeme mluvit o únavě patologické. Ta se dále dělí na akutní, kdy se jedná o přetížení, schvácení či přepětí a chronickou neboli přetrénování. Projevy jsou u akutní únavy podobné/stejné jako u fyzické, s větší intenzitou a přidává se nauzea, bledost, výrazné pocení, křeče a rychlý mělký tep (Kyrálová & Matoušková, 1996). Dle Havlíčkové (2004) je chronická únava vždy považována za patologickou a její vznik je podmíněn dlouhodobějším nerespektováním regeneračních procesů v organismu. Dochází zde ke snížení výkonnosti, snížení hmotnosti jednice a jeho obranyschopnosti, objevuje se porucha spánku, apatie, nechutenství či porucha trávení. Přetěžování pohybového aparátu vede dále i ke změnám svalové tkáně, kdy může dojít až k atrofii, tedy přeměně na vazivovou tkáň. Výše uvedené poznatky se týkají převážně oblasti sportu, avšak i v běžné populaci je stále častější takzvaný chronický únavový syndrom.

2.1.1.3 Chronický únavový syndrom

Chronický únavový syndrom (CHFS) je charakteristický hlubokým vyčerpáním, ztrátou výdrže a výkonnosti. Zahrnujeme sem příznaky jako bolest hlavy, poruchu spánku, potíže s koncentrací a bolestivost svalů (Whiting et al., 2001). Etiologie tohoto onemocnění není dosud zcela prokázána, jelikož chybí jednoznačný patofyziologický mechanismus. Z různých výzkumů (Jason et al., 1997) je však patrné, že existuje a trpí jím značná část populace. Fukuda et al. (1994) ve

své studii zjistili, že v USA mělo únavu trvající déle než dva týdny 24 % celkové populace, z toho 60 % neudává žádné zdravotní příčiny. Další výzkumy (Nouza & Svoboda, 1996) ukazují, že CHFS ohrožuje převážně část populace s velkým smyslem pro povinnost a odpovědnost, dle pohlaví častěji ženy. Vždy je třeba detailní anamnézy a vyloučení ostatních onemocnění jako například infekční, psychiatrické, onkologické, endokrinní atd. (Baštecká, 2003). Léčba CHFS je velice individuální a povětšinou zdlouhavá a náročná. Psychologové se shodují na tom, že hlavním cílem je obnova narušeného životního stylu a smyslem je naučit se znovu žít (Baštecká, 2003).

2.1.2 Mentální únava

Jedná se o psychobiologický stav charakterizovaný pocitu únavy a nedostatkem energie a je indukován dlouhodobějšími náročnými kognitivními aktivitami (Badin et al., 2016). Mentální únava je charakterizována zhoršením výkonné kontroly. Můžeme hovořit o vztahu mezi kontrolou a motorickými procesy, které měly adaptivně reagovat na nové nebo měnící se požadavky na úkoly (Baddeley & Loggie, 1999). Dle některých autorů (Foets & Sixma, 1991) se mentální únava řadí mezi hlavní problémy snižující efektivitu práce a zvyšující pracovní neschopnost. Může být způsobena nedostatkem motivace dále vykonávat činnost, což vede ke ztrátě pozornosti (Trejo et al., 2015). Brown (1994) u řidičů vypožoroval snížení pozornosti po delším řízení, což udává jako důsledek nárůstu mentální únavy. Ve výzkumu Boksema et al. (2005) byl zjištěn postupně se zvyšující odpor k provádění úlohy, jež trvala tři hodiny bez přestávky se zaměřením na vizuální pozornost. Dle Hockeyho (1977) je averze investovat další úsilí do plnění úkolů nejspolehlivější charakterizací mentální únavy. Zatímco u zdravých jedinců únava vzniká, jak již bylo zmíněno výše, dočasně jako dopad na dlouhodobou intenzivní kognitivní aktivitu (Van der Linden et al., 2003), u pacientů se může přenést v trvalý stav (Millikin et al., 2003). V dnešní době je mnoho povolání, při kterých může mít mentální únava klíčový dopad na lidské životy a obecně prostředí, ve kterém žijeme. Taktéž Baker et al. (1994) ve svém výzkumu uvádějí značnou četnost nehod v průmyslu, zapříčiněnou právě mentální únavou. Bylo prokázáno, že jednoduché či dobře zautomatizované úkony nemají takový vliv na únavu ani po nespavosti či úkolu velmi náročném na psychiku. Oproti tomu komplexní či nové úlohy vyžadující úmyslnou kontrolu jsou za těchto podmínek značně náročnější (Hockey, 1977). Obecně, s výjimkou deprivace spánku (Akerstedt et al., 2004), existují dva faktory, které mohou způsobit mentální únavu (Helton & Russell, 2015). Prvním faktorem je vyčerpání omezených zdrojů v průběhu času a selhání při přidělování zdrojů z neurologického hlediska (Lorist et al., 2000). Druhým faktorem způsobujícím mentální únavu je motivace, člověk již není ochoten dělat konkrétní úkol (Boksem & Tops, 2008).

2.1.2.1 Mentální únava a neurologické onemocnění

Jak již bylo zmíněno výše, mentální únava je často spojena a prohloubena určitým typem onemocnění. Po traumatickém poranění mozku nebo cévní mozkové příhodě se může objevit dlouhodobá mentální únava s významným dopadem na pracovní a sociální interakce. V případě dlouhodobé mentální únavy by mentální únava mohla být jedním z důležitých faktorů, který lidem brání v návratu k celé řadě činností, které vykonávali před zraněním. Můžeme mluvit například o práci, studiu a společenských aktivitách (Johansson, 2014). Studie naznačují, že únava se často vyskytuje zhruba u poloviny až tří čtvrtin jedinců po traumatickém poranění mozku. Další studie poukazují, že únava je zde častější a závažnější než u běžné populace (Stulemeijer et al., 2006). LaChapelle a Finlayson (1988) ve své studii uvedli, že více než polovina účastníků s poškozením mozku hodnotila únavu jako nejhorší příznak. Rao & Rollings (2002) zjistili, že nadměrná únava a ospalost během dne a změny cyklu spánku a bdění, běžně typické pro toho onemocnění, mají negativní dopad na průběh zotavení. Van Zomeren et al. (1984) ve své hypotéze tvrdí, že únava je výsledkem dodatečné zátěže kognitivních zdrojů, způsobené poruchami odlišných kognitivních funkcí, a tedy potřebou jejich kompenzace. V některých studiích byla prokázána souvislost mezi výkonem a mentální únavou. Melamed et al. (1985) zjistili, že jedinci na konci daného úkolu udělali více chyb než na začátku. Oproti tomu některé studie prokázaly nezávislost mentální únavy a stupně výkonu (Borgaro, 2005). Je však prokázáno, že jedinci po traumatickém poškození mozku vynakládají větší úsilí a zažívají větší úzkost oproti zdravým jedincům. Je tedy možné, že změny výkonu mohou být omezeny pouze na určité typy kognitivních úkolů. Rychlost a zpracování informací byly významně sníženy u skupiny lidí s poraněním mozku v porovnání s kontrolní skupinou (Ziino, 2006). Snížená rychlost zpracování a pozornost u subjektů trpících dlouhodobými kognitivními deficity po poranění mozku může mít za následek přetížení současné mozkové kapacity s následnou duševní únavou (Kohl et al., 2009). Dalším typickým rysem je nepřiměřeně dlouhá doba zotavení potřebná k obnovení úrovně duševní energie poté, co se jedinec mentálně vyčerpal. Mentální únava závisí také na celkové úrovni aktivity a na požadavcích každodenních činností a únava se často během dne mění v závislosti na aktivitě. Zdá se tedy, že tato únava je dynamický proces se vzestupem a poklesem v úrovni duševní harmonie (Johansson et al., 2010). Únava se může objevit velmi rychle a pokud ano, není možné, aby postižená osoba pokračovala v probíhající činnosti (Ronnback & Johansson, 2012). Únava je také běžně hlášena u jiných neurologických onemocnění, např. roztroušené sklerózy, meningitidy, encefalitidy a Parkinsonovy nemoci (Friedman et al., 2007). Levine a Greenwald (2009) uvedli, že u pacientů s neurologickými chorobami by mělo být vždy bráno v potaz podezření na výskyt mentální únavy.

2.1.2.2 *Mentální únava a motivace*

Motivace může být popisována jako proces, který nás pohání dopředu, usměrňuje naše chování, jednání a v neposlední řadě určuje směr a účel působení. Hlavní cíl je zde spojen s uspokojením našich potřeb. Přináší s sebou smysl a účel prováděné činnosti, přičemž vždy dochází k ovlivnění vědomými i nevědomými podněty (Dember, 1974).

Právě mentální únava může být značně ovlivněna a zvýšena postupným snižováním motivace namísto nadměrného využívání nervových procesů. Trvalý výkon mentálně náročného úkolu se může časem snižovat. Toto snížení má dvě možné příčiny: pokles dostupných zdrojů, což znamená, že výkon nelze udržet (Lorist et al., 2000) anebo snížení motivace, což znamená pokles ochoty udržet výkon (Boksem & Tops, 2008). Gergelyfi et al. (2015) ve své studii zkoumali, jaký efekt by mělo zvýšení motivačních faktorů na potlačení navozené mentální únavy. Jedinci byli motivováni peněžní odměnou, avšak i přesto nebylo možné mentální únavu překonat tak, aby došlo k lepším výsledkům. Další studii posuzující motivaci jako faktor duševní únavy popisují Herlambang et al. (2019). Účastníci prováděli 14 odlišných úkolů pracovní paměti po dobu 2,5 hodiny. Úkoly se střídaly na části s odměnou a bez odměny. Účastníci uváděli, že se časem vyčerpali a investovali více duševního úsilí do úkolů s odměnami. Přestože uváděli únavu, jejich přesnost v těchto úkolech zůstávala konstantní, ale v úkolech bez odměny byla nízká. Kromě toho se bez možnosti odměny účastníci více rozptylovali a investovali zde méně kognitivního úsilí (Herlambang et al., 2019). Důkazy naznačují, že motivace je důležitým faktorem při vysvětlování účinků mentální únavy. Další studie byla provedena u pacientek podstupujících chemoterapii v souvislosti s karcinomem prsou. Únava byla identifikována jako nejzávažnější příznak, který se vyskytl u pacientů během léčby rakoviny. Průběh mentální únavy a motivace po dobu léčby byl konstantní, po ukončení chemoterapie bylo pozorováno slabé zlepšení. Mentální únava byla ovlivněna typem operace, kdy ženy s mastektomií byly významněji psychicky unavené než ženy, které podstoupily lumektomii. V obou případech byly výrazně motivovány k jakékoliv činnosti. Důležitými určujícími faktory byl rovněž věk, rodinný stav, počet léčebných intervalů a interval mezi operací a první léčbou chemoterapií. V neposlední řadě v mnohých případech hrály velkou roli i depresivní příznaky (De Jong et al., 2005).

Depresivní příznaky jsou běžným a rušivým problémem u pacientů s různými typy diagnózy, ale často se vyskytují i v běžné populaci (Hann et al., 1999). O tom, že únava a deprese spolu souvisejí, není pochyb, interpretace tohoto vztahu je však komplikovaná. Příznaky únavy a deprese se překrývají. Únava je navíc jedním z klíčových příznaků deprese a může být výsledkem depresivní nálady (Visser & Smets, 1998).

2.1.2.3 *Psychická únava ve sportu*

Mentální únava je běžně známa ve spojitosti se zvýšením běžných pocitů únavy, které byly zmíněny již výše v textu, a se snížením kognitivních výkonů. Její dopad na fyzickou aktivitu je však často značně opomíjen (Pageaux & Lepers, 2018). Několik studií odhalilo, že mentální únava zvyšuje vnímání úsilí během tréninku, což vede ke zhoršení vytrvalostní fyzické aktivity. Oproti tomu na krátkodobou vysoce intenzivní zátěž má minimální dopad, vzhledem k tomu, že neovlivňuje neuromuskulární funkci (Martin et al., 2015). Badin et al. (2016) dále ve svém výzkumu s fotbalisty zjistili, že mentální únava snižuje ofenzivní i defenzivní technický výkon. Zajímavý výzkum učinili Pageaux et al. (2013) při testování vlivu mentální únavy na maximální isometrickou sílu extenze kolenního kloubu, kdy se výsledky před a po navození únavy nelišily. Totéž potvrdili i o dva roky později v navazující studii (Pageaux et al., 2015). Smith et al. (2015) zkoumali účinky mentální únavy na přerušovaný běh. Navození únavy bylo buď pomocí 90 minut emocionálně neutrálních dokumentárních filmů (kontrolní skupina) nebo pomocí testu kontinuálního výkonu – AX-continuous performance task (AX-CPT). Výsledky ukázaly, že jedinci, kteří prováděli AX-CPT, byli na základě subjektivního hodnocení více unaveni. Dále mentální únava významně snížila rychlost běhu při nízkých intenzitách, zatímco běh s vysokou intenzitou a maximální rychlostí nebyl významně ovlivněn. Při testování využití maximální svalové síly u cyklistů dospěli Duncan et al. (2015) taktéž ke stejnému výsledku, tedy beze změn. Při testování běžců, kdy byla opět navozena mentální únava, se projevil rozdíl ve srovnání submaximální a maximální intenzity zátěže. Při maximální intenzitě se výsledky výkonu nijak nelišily, ale u submaximální intenzity došlo k mírnému poklesu (Duncan et al., 2015). Smith et al. (2015) se domnívají, že snížení výkonu v závislosti na snížení intenzity zátěže v podmínkách navozené mentální únavy se děje na základě regulace fyzického úsilí v čase. Nedílnou součástí sportovní aktivity je i orientace a učinění rychlého rozhodnutí. Neurologická i psychologická literatura potvrzuje, že mentální únava snižuje kognitivní výkony a má negativní dopad na učinění rozhodnutí (Boksem et al., 2005). Toto potvrzuje i několik studií se specifickými testy v jednotlivých sportech. Smith et al. (2016) popisují zhoršení změny postavení a pohybu hráčů na hřišti ve fotbale, dále Head et al. (2017) uvádějí příklad s tréninkem vlastní váhy, kdy byla změněna strategie a v neposlední řadě i zhoršení střelby na správný cíl u vojáků (Head et al., 2017).

Je tedy patrné, že ve sportech, kde je rozhodnutí a soustředěnost nezbytná, by měla být snaha mentální únavu minimalizovat. Přetížení je klíčovým principem tělesného tréninku, který je vyžadován pro špičkový výkon. Oproti tomu přetrénování může vést ke snížení výkonu a hluboké mentální únavě. Odhaduje se, že negativní dopad přetrénování, které se projevilo snížením výkonu, zažilo 20 % až 60 % sportovců alespoň jednou během své kariéry (Nederhof et al., 2006).

Ačkoli chronická únava, syndrom vyhoření a neklid se často používají k popisu přetřénování, ve skutečnosti to jsou jeho produkty, které odrážejí ohromnou fyziologickou a psychologickou zátěž sportovce (Budgett et al., 2000).

2.1.2.4 Kognitivní funkce a mentální únava

Kognitivní neboli poznávací funkce jsou základní procesy odehrávající se v lidském mozku, jež nám umožňují orientaci v okolním světě a interakci s ním. Co vše je řazeno do kognitivních funkcí se dle jednotlivých autorů různí, shodují se však na tom, že komplexně zprostředkovávají identifikaci, zpracování a kategorizaci příchozích vjemů. Dle Švingalové (2005) se mezi kognitivní funkce řadí cití, vnímání, myšlení, řeč, pozornost, paměť a schopnost učení. Dále uvádí, že kognitivní funkce jsou variabilní a v průběhu života se mohou měnit. Jak již bylo zmíněno v předešlém textu, kognitivní funkce mohou být značně ovlivněny i únavou. Tanaka et al. (2012) ve svém výzkumu přišli pomocí magnetické rezonance na to, že při zvýšené mentální únavě dochází k větší aktivaci zrakové kůry, což může mít negativní dopad na výkon kognitivních funkcí. Další studie ukázala, že snížení výkonu po provedení kognitivního úkolu se shoduje se snížením průtoku krve mozkiem (Shaw et al., 2009), což naznačuje vazby mezi zdroji a duševní únavou. Zajímavé zjištění měli i Craig et al. (2012), kteří se věnovali studii elektroencefalografie v souvislosti změn mozkových vln po navození únavy u neprofesionálních řidičů. Bylo zjištěno, že v pásmech theta a alfa se zvýšila aktivita v celé kůře, naopak aktivita delta vlny byla téměř nezměněna. Snahou o udržení pozornosti došlo k navýšení aktivity beta. Můžeme z toho usoudit, že při zvýšené únavě dochází v mozkové tkáni ke ztrátě kapacity, a tedy zpomalení činnosti, což může mít značný dopad na rozdílné kognitivní funkce.

2.1.2.5 Kognice a pohlaví

Mnoho vědců zkoumalo otázku, zda je rozdíl ve vnímání mentální únavy závislý na pohlaví jedince, a tedy jestli specifické kognitivní schopnosti jsou genderově rozdílné (Halpern, 2012). Studie naznačují, že ženy vynikají v úkolech posuzujících slovní schopnosti, zatímco muži vynikají ve vizuálně prostorových úkolech (Andreano & Cahill, 2009). Kromě toho byly zjištěny genderové rozdíly v rozhodovacím čase a reakční době, kdy ženy vykazovaly rychlejší rozhodovací časy, zatímco muži vykazovali rychlejší reakční časy v úkolech, které do značné míry vyžadují motorické dovednosti (Landauer et al., 1980). Je tedy možné, že muži a ženy mohou vynikat při různých kognitivních úkolech. Další výzkum však naznačuje, že se genderové rozdíly v kognitivních schopnostech zmenšují a rozdíly se mohou dále snižovat se zvyšující se známostí úkolů a praxí (Feingold, 1988). Řada nedávných studií v oblasti genderových rozdílů v poznání prokázala, že

v náladových stavech existují rozdíly v pohlaví. Ženy uváděly v průběhu času větší negativní změny ve stavech nálady a citlivosti na bolest než muži a bylo zjištěno, že ženy jsou na vývoj poruch nálady citlivější než muži (Altemus et al., 2014). Další studie naznačuje, že ženy potřebují méně kognitivních zdrojů, aby dosáhly podobné výkonnosti jako muži. Pokud ženy vyžadují méně nervové aktivity, aby dosáhly podobné výkonnosti, pak by rostoucí duševní únava z času na úkol mohla více ovlivňovat muže než ženy (Dutilh et al., 2012). Fard & Lavender (2018) zkoumali mentální únavu vyvolanou dlouhodobějším prováděním úkolu. Mentální únava byla odvozena ze změn stavů nálady a výkonu. Prodloužená doba reakce vyvolala podobné úrovně mentální únavy u žen i mužů. Ačkoli ženy vykazovaly vyšší chybovost v první testovací části ve srovnání s muži, míra chyb mezi skupinami byla ve druhé a třetí části podobná. Obě pohlaví vykazovala významné zhoršení negativních nálad a stavů vzrušení po dokončení únavného úkolu. Ačkoli nebyly zjištěny žádné významné rozdíly v duševní únavě mezi mužskými a ženskými skupinami, výsledky mohou naznačovat, že neznalost úkolu měla u žen větší negativní vliv na reakční dobu než u mužů (Fard & Lavender, 2018).

2.2 Postura, stabilita a posturální stabilita

Správná postura je nezbytná pro efektivní a úspěšné zvládnání každodenních situací, jež souvisí s udržením rovnováhy (Bizovská et al., 2017). Vařeka (2002) popisuje posturu jako aktivní držení segmentů těla proti působení zevních sil. Největší význam z těchto sil má síla tíhová. K zajištění kvalitní postury, a tedy i pozdějšímu provedení optimálního pohybu, je třeba vnitřních sil, kdy nejvýznamnější úlohu má svalová aktivita řízená centrální nervovou soustavou. Dále je postura podmíněna zpevněním osového orgánu, kam řadíme trup, krk a hlavu (Dylevský, 2009). Véle (2006) charakterizuje posturu jako uspořádání segmentů těla v klidu, s dynamickým udržováním, jež může pozorovatel považovat za statický fenomén. Z hlediska biomechaniky je postura charakterizována jako orientace tělesných segmentů vzhledem k vektoru tíhové síly (Winter, 1990). Dále můžeme hovořit o neuromechanické reakci, která těsně souvisí s udržením stability systému (Enoka, 2008). Vždy je nezbytná na začátku a na konci cíleného pohybu, ale zároveň je i jeho součástí a podmínkou (Vařeka, 2002).

Ačkoliv jednotliví autoři mají nejednotné pohledy na význam termínu „postura“, většina z nich vychází z výroku „postura následuje pohyb jako stín“, jenž si každý vykládá po svém a není zcela jasné, kdo je jeho autorem (Vařeka, 2002).

Pojem stabilita je schopnost ustálit se v rovnovážném stavu při působení podnětu a po odeznění jeho působení se navrátit zpět do stavu původního (Watkins, 2010). Ve stoje se u člověka jedná o schopnost udržet průmět těžiště (COG) v opěrné bázi. V literatuře se často setkáváme s pojmy

jako balance a rovnováha a mnohdy si nedovedeme vymezit rozdíl mezi nimi. Dle Wintera (1995) je balance neustálé přizpůsobování svalové aktivity a polohy kloubů tak, aby bylo tělo udržováno nad opěrnou bází. Oproti tomu rovnováha neboli equilibrium je popisována jako okamžitý stav získaný výsledným efektem mechanismů balance (Bizovská et al., 2017).

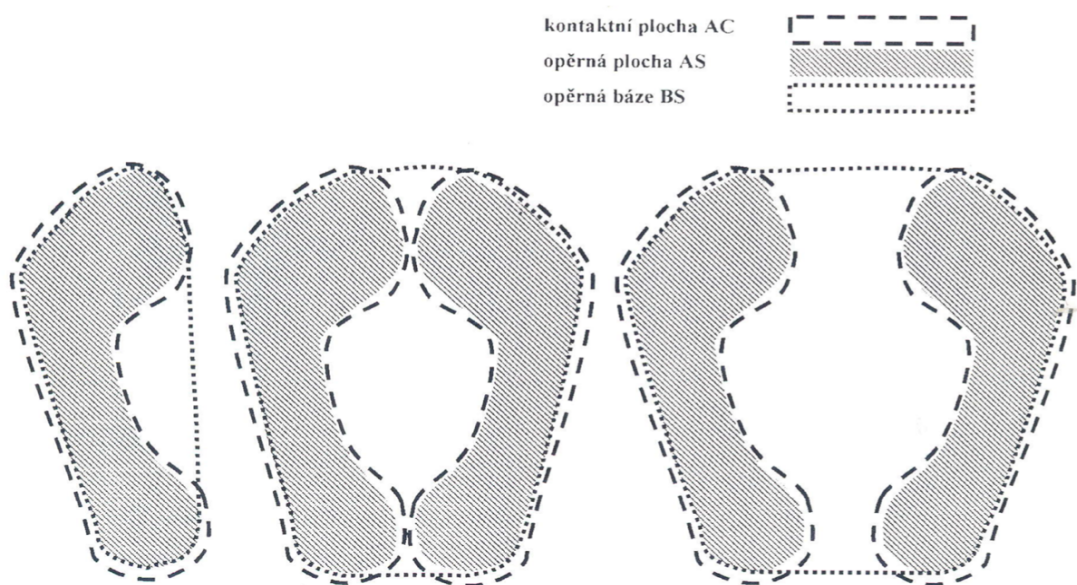
Termín balance je v české literatuře nejčastěji užíván pod pojmem posturální stabilizace a jedná-li se o okamžitý stav systému, užíváme pojmu posturální stabilita (Bizovská et al., 2017). Motorika je vždy podmíněna stabilitou výchozí polohy lidského těla, která je dle Véleho (2006) vnímána jako polohová a pohybová jistota. Vařeka a Vařeková (2009) popisují posturální stabilitu jako schopnost vzpřímeného držení těla a jeho reakce na změny vnitřních a vnějších sil tak, aby nedošlo k nezamýšlenému nebo neřízenému pádu (Vařeka & Vařeková, 2009). Kolář et al. (2009) hovoří o reakční stabilizační funkci, jež má za úkol zpevnění kloubních segmentů s cílem co nejstabilnější opory tak, aby mohl být proveden cílený pohyb schopný odolávat působení zevních podnětů. Jedná se o kontinuální komplexní motorické udržování stálé polohy vztahující se k posturální kontrole. Posturální kontrola je ve funkčním pojetí základním požadavkem v roli provádění denních činností a je podmíněna neurálními mechanismy, jež za správné provedení zodpovídají (Bizovská et al., 2017).

2.2.1 Vymezení pojmů posturální stability

Posturální stabilita nejen že plní schopnost udržení stabilní polohy těla, ale v případě ztráty rovnováhy tuto polohu modifikuje dle potřeby tak, aby nedošlo k neřízenému pádu (Mohammadirad et al., 2012). Vzhledem k neustálým změnám vnitřního a zevního prostředí je třeba vymezit určité pojmy, jež jsou vždy ovlivněny aktuální polohou těla, tedy neustále se mění.

Těžiště těla (Center of Mass, COM) je myšlený bod, do něhož je soustředěna tíhová síla (Vařeka, 2002). Výsledný moment všech tíhových sil, jež působí na jednotlivé segmenty lidského těla, je roven nule (Bizovská et al., 2017). Těžiště se může určovat prostřednictvím různých metod, a to například matematicky, experimentálně či graficky. Centrum tlaku (Center of Pressure, COP) je charakterizováno jako působíště vektoru výsledné reakční síly podložky. Mylně se často uvádí identická hodnota COP s průmětem těžiště (Center of Gravity, COG), což platí pouze v případě dokonale tuhého tělesa, za které však lidské tělo není považováno (Bizovská et al., 2017). Pro posturu má dále klíčový význam oporná báze. Změna polohy těžiště těla je neustále vázána na pohyb nohou a naopak. Základní předpoklad je vertikální projekce společného těžiště lidského těla do roviny oporné báze – COG. Průmět těžiště se musí vždy nacházet v oporné bázi, mluvíme-li o kvazistatické poloze, jinak se ztrácí schopnost vrátit tělo do zpětné polohy pouze pomocí vnitřních sil (Vařeka,

2002). Oporná báze (Base of Support, BS) je označována jako ta plocha podložky, jež je ohraničena nejvzdálenějšími body oporné plochy (Area of Support, AS). AS je pak charakterizována jako plocha kontaktu (AC) plošky, která je aktuálně využita k vytvoření BS, jednodušeji řečeno plocha povrchu těla v kontaktu s podložkou. Obrázek 1 graficky znázorňuje jednotlivé vztahy. Z hlediska biomechaniky se ploška nohy nepodílí rovnoměrně stejným tlakem na přenosu síly do podložky, můžeme zde tedy hovořit o rozložení na takzvané segmenty, kdy jejich míra tlaku se vyvíjí ve vztahu k aktuální situaci. Za nejzatíženější oblasti jsou udávány kostní prominence, v oblasti plošky zejména metatarsy a kalkaneum (Bizovská et al., 2017).



Obrázek 1. Vztah kontaktní plochy, opěrné plochy a opěrné báze. Převzato od Vařeka (2002).

2.2.2 Neurofyziologické aspekty posturální kontroly

Posturální kontrola je spojena se schopností správně vnímat okolní prostředí pomocí periferních sensorických systémů a centrálně zpracovávat a začlenit propioceptivní, vizuální a vestibulární vstupy na úrovni centrálního nervového systému (Haziaky, 2002). Véle (2006) přirovnává lidské tělo k souboru hmotných součástí ve všech skupenstvích pohybujiících se vůči sobě. Od vnějšího prostředí jsou odděleny pevným a zároveň pružným kožním obalem. Tělo je vzhledem ke složení vnitřního prostředí bráno jako proměnlivé a základní vzpřímená poloha je považována sama o sobě za nestabilní. Pokud tedy chceme docílit pevné stabilní výchozí polohy těla, je zapotřebí činnosti svalů, jež jsou řízeny z CNS. CNS dále zpracovává informace o změně podmínek z vnějšího i vnitřního prostředí a následně vyhodnocuje vliv na stabilizační proces. Jelikož vzpřímené držení

těla vzniká v průběhu ontogenetického vývoje a jedná se tedy o volní kontrolu, jsou i paměťové informace zásadní k řízení stabilizace jako takové. Na základě tohoto tvrzení popisuje tři odlišné složky, jež ve vzájemné kooperaci zajišťují posturální kontrolu:

- 1) Senzorická složka – zrak, propiocepce, vestibulární aparát
- 2) Řídící složka – centrální nervová soustava
- 3) Výkonná složka – kosti, svaly, ligamenta (Véle, 2006).

2.2.2.1 Senzorická složka

Pro stabilizaci polohy i následného pohybu jsou důležité informace ze svalů, šlach a kloubů, jež mají zpětnovazebnou povahu. Jedná se zde o takzvanou propiocepci. Zároveň jsou neméně důležité i informace z vnějšího prostředí, jež získáváme pomocí zraku, sluchu a vestibulárního aparátu. Smyslové receptory, jak uvádí Véle (2006), jsou součástí sensorické složky, kdy principiálně při výpadku či snížení některého ze smyslů je pohyb či vertikální stoj možný na základě zvýšení aktivity jiného (Véle, 2006). Názory autorů na to, který ze sensorických vjemů je nejdůležitější, se značně odlišují, především záleží na okolnostech, za jakých je výzkum prováděn. Simoneau et al. (1995) ve své studii došli k závěru, že nejvýznamnější je propiocepce, naopak Trojan (1990) uvádí jako zásadní vizuální kontrolu. Pro správné fyziologické fungování je třeba vzájemné kooperace všech těchto složek. Pokud tedy dojde k poruše některé z nich, vnímáme zhoršení stability, obratnosti, koordinace, a tedy celkovou posturální nejistotu (Irrgang, 1994).

2.2.2.1.1 Zrak

Zrak nás informuje o uspořádání zevního prostředí a má výrazný vliv na stabilizační proces (Véle, 2006). Ten vzniká především díky receptorům umístěným v sítnici, kde nám poskytují informace o poloze hlavy. Dostává se nám mnohem přesnějších informací nežli pouze v rámci propioceptivní aferentace (Bizovska et al., 2017). Dále při „opoře“ očima o pevný bod se posturální kontrola prohlubuje (Véle, 2006). Kromě poskytování informací z okolního prostředí má zrak další významnou roli v zaznamenávání rychlých a nečekaných změn v zorném poli, což má za cíl aktivaci adekvátních anticipačních mechanismů (Vařeka, 2002). Je tedy patrné, že onemocnění zrakového aparátu bude mít vliv na celkovou posturální stabilitu. Ivers et al. (1998) ve své australské studii zjistili, že u lidí trpících glaukomem a ztrátou části zorného pole došlo ke zhoršení posturální stability. Lee (1999) klade důraz na vizuální aktivitu, zejména pokud člověk zaujímá méně známé postoje nebo je-li propiocepce v oblasti plosky a kotníku snížena. Další studii z hlediska vztahu vizuální kontroly

a rovnováhy popisují Hatziaky et al. (2010), kdy u dětí v rozmezí 11 až 13 let byla zaznamenána schopnost vizuálního vnímání a zpracování zejména při statické stabilitě za účelem zpětné vazby. Zrak hraje významnou roli ve vnímání propriocepce a ovlivňuje mozečkové funkce. Pokud je tedy přítomna porucha, i následná kvalita propriocepce je snížena. Dochází tak k negativnímu ovlivnění posturálního nastavení, orientace a svalového napětí (Prechtl, 2001).

2.2.2.1.2 Somatosenzorický systém

Somatosenzorický systém nám udává pomocí receptorů informace o poloze a pohybu tělesných segmentů, dále o kontaktu se zevními předměty a v neposlední řadě nás informuje o orientaci v prostoru (Winter, 1995). Můžeme ho rozdělit na kožní cití, kam se řadí taktilní, nociceptivní a termoceptivní cití, dále pak na propriocepci. Propriocepce nám přináší informace z receptorů situovaných v kloubech, svalech, kůži a ligamentech (Véle, 2006).

Proprioceptivní cití můžeme následně rozdělit na tři skupiny. Jedná se o polohové cití (statestezie) informující nás o vzájemné poloze jednotlivých částí těla a poloze kloubů, pohybové cití (kinestezie), které nás informuje o pohybu, jeho rozsahu a kloubní rychlosti. Poslední skupinu pak tvoří silové cití. To nás informuje o odporu během pohybu a umožňuje odhad svalové síly (Trojan, 2003). Ke správné funkci propriocepce je zapotřebí svalová aferentace, jež se uskutečňuje pomocí speciálních receptorů – svalového vřeténka a Golgiho šlachového tělíska. Svalové vřeténko nalezneme v pojivovém pouzdru a slouží k detekci změny délky svalu ve smyslu protažení a rychlosti, při které k ní dochází, zaznamenává i statické a fyzické změny. Golgiho šlachové tělísko je situované ve šlachách a úponech svalů. Jeho funkcí je informace o změně svalového napětí, dochází tedy ke zkrácení svalových vláken, z čehož plyne, že funkce je opačná nežli u svalového vřeténka (Králíček, 2004).

2.2.2.1.3 Vestibulární orgán

Vestibulární aparát má za úkol nás informovat o poloze a pohybu hlavy v prostoru. Signály nám zprostředkovávají udržování hlavy a trupu ve vzpřímené a vyvážené poloze. Dále pak umožňuje udržet fixaci očí na sledovaný objekt při změnách polohy hlavy pomocí vestibulookulomotorického reflexu. Vestibulární ústrojí společně se sluchovým aparátem je situováno do oblasti kostěného labyrintu. Tento labyrint je složen z dutinky, tzv. vestibulum a tří kostěných polokruhovitých kanálků. Vestibulum je dále složeno ze dvou blanitých váčků – utrikulus a sakulus, jejichž funkcí je zaznamenání polohy hlavy v prostoru spolu s lineárním zrychlením. Polokruhovité kanálky nám slouží k zaznamenávání úhlového zrychlení hlavy (Králíček, 2004). Signály z vestibulárního ústrojí spolu s podněty ostatních smyslů, jež nám udávají informace o poloze a pohybu, jsou soustředěny

v mozečku. Zde poté dochází k výsledné kontrole motoriky a vyhodnocení stability (Naunton, 2012). Informace z vestibulárního aparátu, v porovnání spolu se zrakovými a propioceptivními podněty, slouží ke korekci polohy, jež je v centrální zóně pocíťována jako jistota a mimo ni v zóně zevní jako nejistota až závrať (Véle, 2006).

2.2.2.2 Řídící složka

Postura je chápána jako aktivní držení, jež je řízené CNS podle určitého programu a je realizováno anatomicky definovaným pohybovým systémem, kde jsou brány v potaz principy biomechaniky (Vařeka, 2006). Pohyb zprostředkovává aktivní kontakt člověka s okolním prostředím, účelový pohyb je základním rysem lidského chování (Králíček, 2004). Řízení pohybu má ve směru od svalů až ke kůře mozkové kontinuální charakter se vzrůstající komplexitou jednotlivých řídicích procesů (Grafton & Hamilton, 2007).

Dle Brüggera (1977) existují tři etáže, které zpracovávají vstupní informace z receptorů, jež nám podávají informace o vzájemné poloze tělesných segmentů, směru gravitace, vlivech z vnitřního i zevního prostředí apod. Informace jsou poté zpracovány na dané etáži, jejíž výstupní informace se projevuje svalovou aktivitou. Etáže vznikly postupným zdokonalováním procesu řízení během fylogenetického vývoje. Rozlišujeme tedy úroveň spinální neboli míšní, vývojově nejnižší, kde se odehrává základní reflexní ovládnání svalů. Dále úroveň subkortikální, jež má za úkol nastavení svalového tonu, je podkladem pro posturální a lokomoční motoriku a dále volí správné posturální strategie a programy. Poslední fylogeneticky nejdokonalejší je rovina kortikální, zodpovídající za účelovou ideokinetickou motoriku. Jednotlivé etáže musí vždy pracovat jako celek, aby mohl být výsledkem kvalitní koordinovaný pohyb (Véle, 2006).

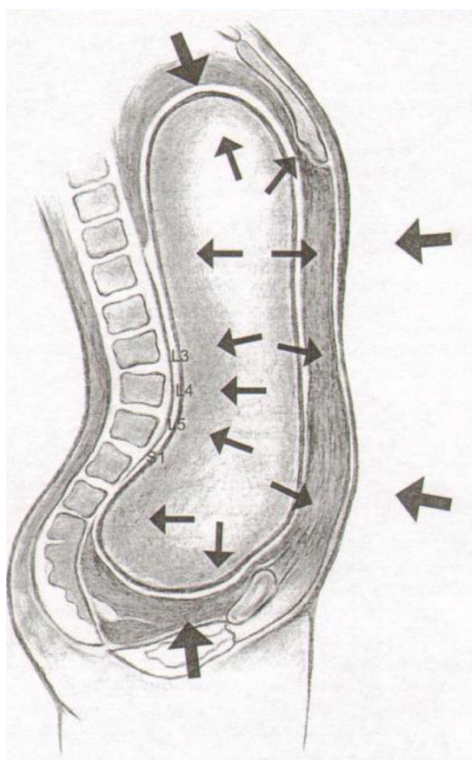
2.2.2.3 Výkonná složka

Za výkonnou složku jsou v posturální stabilitě považovány kosti, svaly a ligamenta. Suchomel a Lisický (2004) řadí kosti s ligamenty do stability pasivní a svaly díky schopnosti kokontrakce do stability aktivní. Navzájem musí společně fungovat jako jeden celek tak, aby nedocházelo k neoptimálnímu nastavení polohy či následnému zhoršení pohybového projevu. Tento celek, automaticky aktivován, pak vytváří základ vnitřní stability a utváří se tak posturální kontrola. Posturální motorika má za úkol udržení jednotlivých segmentů v nastavené poloze s balancováním kolem středu, což zajišťuje pohotovost a možnost snadného a rychlého přechodu z klidové polohy do pohybu (Véle, 2006). Můžeme sem zařadit statickou a dynamickou stabilitu. Vařeka (2002) popisuje statickou stabilitu v rámci nezměněné AC, mluví zde o tzv. statické strategii. Pokud dojde k částečnému přemístění AC, mluví o dynamické strategii posturální stability.

Dle zvolené strategie dochází i k volbě typu používaného svalstva. Posturální motorika nepotřebuje vyvíjet velké úsilí, ale je zde klíčová delší doba kontrakce. Převládají zde tedy tonické svaly. Při lokomoci nebo náhlé změně podmínek je zapotřebí vyvinout naopak větší sílu po kratší dobu. Převládají zde tedy spíše svaly fázické (Véle, 2006).

Pokud vezmeme v potaz svalové funkce, je stabilita vzpřímeného stoje dána segmentovou stabilizací páteře a opornou funkcí dolních končetin (Véle, 2006).

Lidské tělo a jeho vzpřímené držení má svůj původ ve vývojové kineziologii. Principem je zde takzvaná kokontrakce svalů. Jedná se o vzájemné působení dlouhých svalů flexorů a extenzorů končetin a trupu, na končetinách vnějších a vnitřních rotátorů a abduktorů s adduktory. Mluvíme-li o klidném vzpřímeném stoji, je zde poloha zajištěna zejména svaly osového orgánu a akrálními svaly dolních končetin (Véle, 2006). Dle Koláře et al. (2009) zajišťuje stabilizaci páteře při statickém i dynamickém zatížení hluboký stabilizační systém (Obrázek 2). Jedná se o vzájemné působení hlubokých flexorů krku, hlubokých svalů v oblasti páteře, svalstva pánevního dna, břišního svalstva a bránice. Předpoklad stability je vždy v koordinaci a souhře zapojení několika svalových skupin a neustálém působení vnitřní síly na páteř. Je zapotřebí neustálé přizpůsobování se daných svalů ve smyslu timingu a zapojení do stabilizační funkce vzhledem k měnícím se nárokům na systém a neustálým změnám působení vnitřních a zevních sil (Hodges & Gandevia, 2000).



Obrázek 2. Svalová souhra mezi autochtonní muskulaturou, bránicí, svaly pánevního dna a břišními svaly za fyziologické situace. Převzato od Kolář & Lewit, (2005).

2.2.3 Faktory ovlivňující posturální stabilitu

2.2.3.1 *Informace z chodidel*

Ačkoliv je chodidlo nejvzdálenějším segmentem v řetězci dolních končetin a představuje relativně malou základnu opory, na které tělo udržuje rovnováhu, nepatrně malé bio-mechanické změny v podpurném povrchu mohou ovlivňovat strategie posturální kontroly (Véle, 2006). Chodidlo je považováno za jeden z hlavních determinantů, jenž se podílí na vzpřímeném držení těla. Centrální nervovou soustavu neustále informuje o změnách z vnitřního i zevního prostředí vlivem již zmiňované propiocepce. Celkové rozložení zátěže chodidla závisí na vnitřních i zevních faktorech. Za hlavní vnitřní faktory můžeme považovat tvar nožní klenby, průmět těžiště do oporné plochy a polohu hlavice kyčelního kloubu ve vztahu k jamce. Ze zevních faktorů se jedná o sklon oporné plochy, její profil a typ obuvi. Cote et al. (2005) ve svém výzkumu zjistili, že posturální stabilita může být ovlivněna tvarem nožní klenby za statických i dynamických podmínek. Dále poukazují na to, že roli zde hrají hlavně strukturální rozdíly oproti rozdílům v periférii. Vzhledem k tomu, že rovnováha je charakteristická uzavřeným kinematickým řetězcem a spoléhá na vazbu mezi kotníkem, kolenem, kyčlí a zároveň i na zpětnou vazbu, je pravděpodobné, že drobnými nedostatky bude negativně ovlivněn celý řetězec dolní končetiny. Těchto poznatků poté využíváme v rehabilitaci či sportovní činnosti s cílem zvýšení výkonnosti.

2.2.3.2 *Dýchání*

Dechové mechaniky se účastní mimo jiné trupové svaly, které jak bylo zmíněno výše, hrají významnou roli ve stabilizaci pohybového aparátu. Ve vzpřímeném stoji dochází tedy vlivem pohybů hrudníku a břicha k neustálému vyrovnávání posturálními mechanismy (Véle, 2006). Vzájemným ovlivněním posturální stability spolu s klidovým i změněným dýcháním se ve svém výzkumu zabývali Hodges et al. (2002). Výzkum byl prováděn pomocí kinematické analýzy, záznamem elektromyografie (EMG) a sledováním vychylek COP u jedenácti zdravých jedinců. Pomocí EMG byly sledovány následující svaly: musculus erector spinae, musculus obliquus abdominis externus, musculus tensor fasciae latae a hamstringy. Z hlediska dýchání se jednalo o klidový dech, dýchání se zvětšeným mrtvým prostorem, dýchání větších objemů a sledování aktivity se zadržným dechem. Výsledky při změně intenzity dýchání ukázaly pohyby hrudníku, břicha, pánve a dolních končetin, tedy dle Koláře et al. (2009) nejvýznamnějších segmentů pro posturální stabilitu. Drobné pohyby dolních končetin a trupu dle Hodgese et al. (2002) tlumí výchylky těla při dýchání a vedou taktéž ke změnám COP. Tyto změny popisuje jako aktivní proces, kdy se aktivují multisegmentální kinetické řetězce, jež pak plní funkci kontroly stability i mobility a nedochází tak k rigidnímu držení těla.

Další výzkum provedla Janssens et al. (2010), kdy se zabývala vlivem aktuální únavy inspiračních svalů a zhoršením proprioceptivní informace z paraverterbrálních svalů a svalů lýtkových na posturální stabilitu a porovnáním mezi zdravými jedinci a jedinci trpícími bolestí bederní páteře (LBP). Z výsledků je patrné, že u lidí s LBP po únavě inspiračních svalů došlo k prokazatelně větším výchylkám COP na nestabilních podložkách. Autorka dále prováděla výzkum na změny posturální kontroly u zdravých jedinců a jedinců trpících chronickou obstrukční plicní nemocí. Jedinci s chronickou obstrukční plicní nemocí vykazovali zvýšené výchylky v antero-posteriorním směru při stoji na nestabilní podložce. Z výsledků vyplývá, že při zhoršených podmínkách jsou jedinci nuceni více využívat kotníkové strategie posturální stability, u pacientů s respiračními obtížemi to tak platí téměř vždy, a to díky změně proprioceptivních informací z inspiračních svalů pro zpětnou aktivitu v oblasti trupu (Janssens et al., 2013).

Ovlivnění toku vzduchu pomocí glottis zapříčiňuje změny hrudního tlaku a může měnit i posturální stabilitu jedince. Ve své studii Massery et al. (2013) zkoumají právě dechové a hlasové projevy pojící se se změnami glottis a ovlivněním postury. Výsledky ukazují, že výchylky COP jsou nejmenší při uzavřené glottis v porovnání s částečně uzavřenou a úplně otevřenou. Toto dokazuje, že jedinci s poruchami rovnováhy či dechovými obtížemi by měli brát kontrolu a modulaci glottis v potaz jako jeden z možných faktorů změny k lepšímu.

2.2.3.3 Věk

Stárnutí a stáří je fyziologický proces, který představuje vyvrcholení životního cyklu jedince. V buňkách dochází ke vzniku degenerativních změn ve tvaru a funkci, což vede ke snižování efektivity a účinnosti fungování organismu jako takového. K jednotlivým změnám dochází individuálně odlišnou rychlostí v různém věku daného jedince. Stárnutí je geneticky kódováno, ale významnou roli hraje styl života, stravování, pohybová aktivita, vliv stresových situací a prostředí, ve kterém se jedinec nachází (Mlýnková, 2011).

Je prokázáno, že s přibývajícím věkem klesá kvalita posturálních reakcí. Roli zde hraje několik faktorů. Mezi hlavní z nich můžeme řadit zhoršení ve všech třech senzoryckých systémech – vestibulárním, vizuálním i somatosenzoryckém. Dochází k výraznému snížení vibračního pocitu, snížení vlasových buněk ve vestibulárním aparátu, dále pak ke snížení zrakové ostrosti. S věkem taktéž klesá rychlost zpracování informací v centrální nervové soustavě, eferentní složka následkem vyššího věku obsahuje nižší počet motorických jednotek, je přítomna svalová atrofie, a to vše má za následek zpomalení rychlosti pohybu a reagování (Rankin et al., 2000). Bylo zjištěno, že mladí lidé v porovnání se staršími osobami mají výrazně nižší průměrné odchylky COP v antero-posteriorním i latero-laterálním směru (Winter, Patla, & Frank, 1990). Abrahamová a Hlavačka (2008) výrazné

změny COP zaznamenali převážně u osob starších 60 let. Patrné rozdíly ve zhoršení stability s věkem byly zjištěny i mezi mladými jedinci a lidmi středního věku (Era et al., 2006). Zhoršená schopnost udržovat posturální stabilitu ve vyšším věku je spojena s větším rizikem pádů, jejichž následky jsou zásadním faktorem snížení kvality života seniorů, pojící se často s dalšími zdravotními komplikacemi a výrazným vlivem na psychiku jedince (Winter, Patla, & Frank, 1990).

2.2.3.4 Psychika

Psychika je projevem činnosti nervové soustavy, shrnující celkové duševní obsahy a funkce člověka. Mezi psychické jevy řadíme myšlení, city, rozhodování, jednání, temperament, emoce, chování apod. Je patrné, že fyzická a psychická složka osobnosti spolu vzájemně souvisejí a navzájem se ovlivňují (Kassin, 2004).

Psychika je tedy jedním z neurofyziologických faktorů, jež se podílí na kvalitě provedení posturálních reakcí. Vznik nerovnováhy až závratě na psychosomatickém podkladě popsal Hinoki (1981) ve své studii. Jedná se o působení limbického systému na systém zajišťující stabilitu. Jako mechanismus udává souvislost temporální oblasti neokortexu s hippocampem, jež může být příčinou vzniku nestability způsobené tělesným pocitem či sensorickým stimulem. Ze studie prováděné na vysokoškolských studentech je patrné, že reakce na emočně zabarvený podnět zvyšuje výchylky těla v prostoru (Hillman et al., 2004). Oproti tomu jiní autoři (Azevedo et al., 2005) hovoří o takzvaném „freezing“ fenoménu, kdy se naopak výchylky těla výrazně snižují nebo úplně vymizí, pokud je přítomen velmi negativně emočně zabarvený podnět. Velký důraz na psychiku ovlivňující stabilitu klade i Véle (1995). Nejen že má vliv na posturu, ale ovlivňuje i volbu posturálních pohybových programů a volbu mechanismů posturálních strategií (Vařeka, 2002). Zatímco správné emoční ladění a soustředěnost mají pozitivní vliv na stabilitu, psychická tenze a diskomfort ji naopak zhoršují. Strach či obavy způsobují nadměrné svalové napětí, které vede k narušení a ztížení potřebné koordinace (Kolář, 2009).

2.3 Možnosti hodnocení posturální stability

Primárním účelem testování balance je hodnocení vzájemné korelace jednotlivých fyziologických principů. Mancini & Horak (2010) udávají jako nejpodstatnější samotnou identifikaci, zda je porucha balance přítomna či nikoliv, dále pak pokud je přítomna, určení samotné příčiny vzniku. Vyšetření se primárně soustřeďuje na míru a rozložení svalového napětí, dále pak na postavení jednotlivých segmentů vzájemně. Stanovení příčiny a nález poruchy rovnováhy má pak značný význam zejména u starších jedinců, kde hrozí zvýšené riziko pádů. Narušení stability má za

následek anatomickou, funkční a neurologickou disharmonií, vedoucí často k negativnímu kulturnímu a estetickému vlivu (Mancini & Horak, 2010). V praxi je většinou nejprve prováděno klinické vyšetření, které je následně doplněno o objektivní metody, a to buď testování rovnováhy či přístrojovou technologii. Cílem vyšetření stability stoje je myšlena analýza poruchy, stanovení rizikovitosti pádu, zvolení vhodného způsobu léčby a zhodnocení jejího výsledného efektu. Vzhledem k tomu, že se jedná o vysoce komplexní činnost, globální testování je velmi náročné, a tedy neexistuje jediný test, který by sám o sobě dokázal vyhodnotit všechny aspekty podílející se na kontrole posturální stability (Horak, 2006).

2.3.1 Klinické vyšetření

Klinické vyšetření slouží k rychlému zhodnocení celkové postury. Získáváme tak ihned informace o šíři opěrné báze, přítomnosti titubací, hře šlach na dolních končetinách, vyrovnávání těla pomocí jiných segmentů atd. Dle potřeby můžeme vyšetření modifikovat například zúžením opěrné báze, stojem na jedné noze nebo vyloučením zraku.

Klinické vyšetření můžeme dále dělit na funkční a systémové měření. Funkční měření nám poskytuje informace zejména o rovnovážném stavu a změnách po intervencích. Testy většinou využívají pro hodnocení tříbodové až pětibodové škály či čas, po který jedinec vydrží v testované poloze. Mezi tyto testy můžeme zařadit:

- One-leg stance duration test – vyšetřovaný provádí stoj na jedné noze, pokud nevydrží v této poloze déle než pět vteřin, je u vyšetřovaného jedince sklon k zvýšenému riziku pádů (Mancini & Horak 2010).
- Timed Up and Go Test – tento test měří, za jak dlouho je jedinec schopen provést následující úlohu: posazení na židli, zpětné postavení, tří metrová chůze, otočení se a chůze pozpátku. Pokud úloha trvá déle než 13,5 vteřin, i zde je zvýšené riziko pádů (Yelnik & Bonan, 2008).
- Berg Balance Scale – vyšetřovaný hodnotí čtrnáct aktivit, z nichž každá je hodnocena maximem 4 bodů. Celkem je tedy možno získat 56 bodů. Pokud je dosaženo 45 bodů a méně, je zvýšené riziko pádů (Berg et al., 1995).

Naopak systémové vyšetření má za cíl určit příčinu a původ problému za účelem efektivní léčby. Následující dva testy hodnotí poruchy balanční kontroly (Mancini & Horak, 2010). Jedná se o Balance Evaluation Systems Test a Physiological Profile Approach.

- Balance Evaluation Systems Test (BESTest)

Tento test se vyznačuje, co se hodnocení stability ve stoji týče, kvalitní reliabilitou a validitou. Jedinou nevýhodou je doba testování zhruba kolem třiceti minut, lze však použít i zkrácenou verzi. Princip spočívá ve zkoumání šesti různých oblastí rozdělených do 36 prvků. První oblast zkoumá biomechanické příčiny patologie stoje. Ve druhé části je jedinec testován na limity stability, dále následuje anticipační posturální nastavení v třetí části. Čtvrtá oblast testuje posturální reakce ve vztahu k zevnímu stimulu. Následuje pátá oblast testující sensorické oblasti bez vizuální a povrchové informace. Poslední šestá oblast se věnuje chůzi a různým jejím modifikacím (Horak, 2006).

- Physiological Profile Approach

Physiological profile approach se zaměřuje na poruchy, které jsou spojeny s vyšším rizikem pádů. Stejně jako předešlý test (BESTest) má i tento kratší a delší verzi, která se pohybuje zhruba kolem třiceti minut testování. Je zde obsaženo testování zraku, kožní senzitivity v oblasti plosek, svalové síly na dolních končetinách, reakční doby a výkyvů při stoji. Hlavní výhodou je v popsání základní fyziologické příčiny narušení stability, mezi nevýhodami se řadí již zmiňovaná doba testování a nutnost testovacího vybavení (Mancini & Horak, 2010).

2.3.2 Přístrojové vyšetření

V moderní fyzioterapii je stále více kladen důraz na evidence based medicine. Je tedy nutné efekty terapie objektivizovat, čehož můžeme docílit právě díky testování přístrojovými metodami. Výstupem každého vyšetření je protokol obsahující číselné hodnoty a grafická znázornění. Je zde tedy orientace a vzájemné porovnávání výsledků snadnější než při vyšetření klinickém. Další nevýhodou klinického testování je rozdílnost provedení měření z hlediska vyšetřujícího a nízká citlivost k malým změnám. Přístrojové vyšetření je oproti tomu často velmi nákladné a je zde vyšší prostorová náročnost. Nejčastěji jsou využívány metody na základě měření polohy těžiště, dále pak elektromyografie (Kolář, 2009).

2.3.2.1 Posturografie

Jedná se o dynamometrickou metodu sloužící ke zhodnocení efektu terapie či určení rizika pádu. Dochází ke kvantitativnímu hodnocení posturálních odchylek během stoje. Měří se zde rozklad sil ve třech na sebe kolmých směrech, dále dochází k měření elektromyografických vzorů,

kinematických vzorů a analýze kloubních pohybů z hlediska biomechaniky v závislosti na úkonech (Mancini et al., 2010). Posturografie je dle Sella (2010) rozdělena na statickou a dynamickou.

Dynamická posturografie využívá zevní aktivní stimuly působící na bilanci testované osoby či využívá aktivně se měnící podmínky stoje. Jedná se o průmět těžiště a schopnost hodnocení přesunu okolo opěrné báze. Pomocí vzájemného rušení jednotlivých sensorických informací můžeme lépe zjistit, jaké sensorické aferentace mají daný vliv na stabilitu a jak tělo reaguje bez jejich přítomnosti (Mancini et al., 2010). Statickou posturografii charakterizuje Sell (2010) jako hodnocení schopnosti udržení stálé polohy těla na pevné opěrné bázi bez přidruženého pohybu. Toto hodnocení zaznamenává výchylky těla a posuzuje je pomocí změny tlaků plosek na podložku. Existují různé plošiny, které můžeme využít při měření. První typ má snímače sil umístěny v rozích plošiny či typ, kde jsou snímače po celé ploše a měří kontaktní tlakovou sílu (Zemková, 2009).

2.3.2.2 3D kinematická analýza

Na základě rozvoje záznamových (filmových a fotografických) technologií, umožňujících nám trvale uchovat záznam daného pohybu, došlo k vytvoření podmínek, jež nám dovolují následnou biomechanickou analýzu (Vařeka, 2002). Spolu s nástupem a akcelerací v oblasti výpočetní techniky došlo k výraznému zdokonalování kinematické analýzy a v současnosti se tato metoda řadí mezi jeden z nejvíce rozšířených postupů v biomechanice při analýze pohybu. Mezi nejčastější odvětví, kde je tato metoda využívána, se řadí fyzioterapie, ortopedie, protetika či vrcholový sport. Kinematická analýza sleduje pohyb bez ohledu na příčiny, díky kterým k němu dochází. Vycházíme zde tedy ze vztahu závislosti dráhy na čase, z čehož je poté odvozena závislost pro rychlost a zrychlení. V souvislosti s charakterem pohybu segmentů v lidském těle se často používá i analogová triáda pro úhlové veličiny. Mezi hlavní výhody charakteristické pro tuto metodu se řadí: schopnost zaznamenat pohyby i ve velké rychlosti, záznam bez přítomnosti rušivých faktorů, opakovatelné vyhodnocování záznamu a dostupnost záznamových zařízení. V praxi díky prostorovému znázornění dochází k rozšíření rovinné soustavy souřadnic, užívá se tedy osa X, Y a Z. Libovolný bod má poté při volném pohybu tři stupně volnosti. Dochází k zobrazení 3D prostoru na dvourozměrné rovinné zobrazení při zaznamenávání pohybu (Sofistikovaná biomechanická diagnostika lidského pohybu, 2009). V principu se jedná o snímání objektu minimálně dvěma kamerami, kdy testovaný jedinec má na sobě umístěny testovací body, z nichž kamera vytvoří souřadnice bodů. Vyhodnocení posturální stability poté probíhá zkoumáním získaných informací o lokalizaci COM a jeho promítnutí do COG (Vařeka, 2002). Umístění kamer se řídí základními pravidly, jež jsou běžné pro klasické užití. Taktéž značky na lidském těle musí mít charakteristické umístění dle zkoumaného pohybu a speciální značení, kde je možnost využití několika typů (Sofistikovaná biomechanická diagnostika lidského pohybu, 2009).

2.4 Dual task paradigm

V běžném životě se téměř vždy setkáváme se situací, kdy musíme věnovat pozornost dvěma úkolům současně. Ať už se jedná například o pozorování běžné dopravní situace a její vyhodnocení, nebo obyčejnou chůzi v obchodě, kde přemýšlíme, jaké suroviny nakoupit. Tyto motoricko-kognitivní interakce lze popisovat jako pochopení toho, jak rozdělujeme naši pozornost mezi několik úkolů současně, a přitom si stále zachováváme schopnost provádět tyto úkoly s přiměřenou účinností. Za jednu z nejužitečnějších metod rozdělení pozornosti je považováno paradigma dvojího úkolu (Karatekin et al., 2004). Jedná se o paradigma experimentální (neuro)psychologie, jež zahrnuje souběžné provádění dvou úkolů. Touto metodologií získáváme informace o automatizaci, centru hemisfér a nezávislosti procesů, jež dohromady tvoří základ jakéhokoliv náročnějšího pohybu (Abernethy, 1988).

2.4.1 Princip dvojího úkolu

Tato metodologie, jak již bylo zmíněno výše v textu, klade důraz na to, aby jedinec vykonával souběžně dva úkoly najednou. Vždy je po celou dobu jeden ze dvou úkolů určen jako primární (primary task), druhý je tedy označen jako sekundární (secondary task). Může nastat situace, kdy při vykonávání dvojího úkolu dojde ke snížení výkonu jednoho z nich (Fraize, 2007). To má pak za následek vysoké nároky na pozornost. Lze poté mluvit o vzájemné interferenci primárního a sekundárního úkolu, kdy oba usilují o totožnou skupinu neuronů, jež zpracovává informace v mozku. Ačkoliv se jedná o velmi užitečné testování pozornosti, často je složité určit, zda předem určený primární úkol jím zůstává po celou dobu výkonu (McCulloch, 2007).

Weightman & McCulloch (2015) označují většinou jako primární úkol nějakou z motorických, automaticky řízených dovedností, jako například chůzi či udržování stability. Jako sekundární úkol je většinou zvolen kognitivní úkol, kde je účelem odvést pozornost od primárního úkolu. Druh sekundárního úkolu by se měl odvíjet od věku, zájmů a pohlaví pacienta. Může být využita celá škála možností a pomůcek k odvedení pozornosti od pohybu k výsledné činnosti (Řasová & Tongeren, 2014).

2.4.2 Pozornost

Zaměření mysli, ať už vědomé či nevědomé, na jeden z několika souběžně probíhajících myšlenkových pochodů, je označováno jako pozornost. Zajišťuje nám kvalitní příjem a množství informací a schopnost vnímat tok informací po daný čas. Každý vykonaný úkol zabírá pro své

zpracování určitou část kapacity (Sternberg, 2002). Pokud je využíváno paradigma dvojího úkolu a zpracování překročí vymezenou kapacitu, automaticky dojde ke zhoršení alespoň jednoho vykonávaného úkolu (Karatekin et al., 2014). Pozornost je dle Shumway-Cook a Woollacott (2001) charakterizována následujícími vlastnostmi:

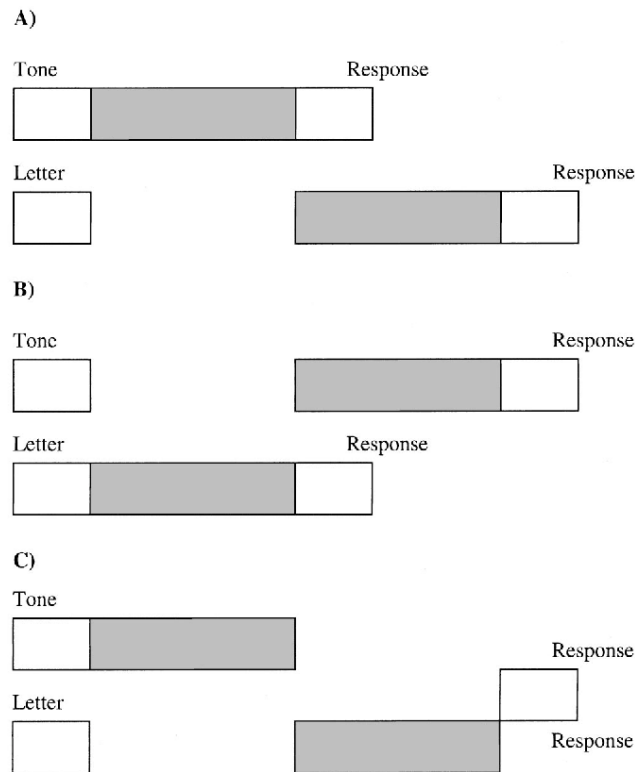
- koncentrace – zaměření se na daný jev po určitou dobu a možnost odpovědi na specifické podněty,
- stálost – schopnost udržení pozornosti po určitou dobu,
- dynamika – přesun pozornosti z jednoho úkolu na druhý při měnící se aktivitě,
- selektivita – schopnost zaměření psychické činnosti v danou chvíli na nejdůležitější prováděný úkol pro daného jedince,
- distribuce – možnost zaměření se na více úkolů současně,
- kapacita – množství úkolů současně zaznamenaných daným jedincem.

V současné době existuje několik teorií o tom, na jakém principu funguje v mozku zpracování více úkolů současně. Mezi nejznámější se řadí teorie sdílení kapacit (Kahneman, 1973), teorie překážek (Broadbent, 1958) a teorie modelů vícenásobných zdrojů (Wickens, 1984).

Teorie sdílení kapacit udává omezenou kapacitu zdrojů pozornosti. Ta je rozdělena mezi všechny úkoly a je zde možnost provádět více úkonů současně do doby, než je celková kapacita zpracování informací překročena. Pokud nastane tato situace, a i nadále dochází k paradigmatu dvojího úkolu, dochází ke zmenšení kapacity pro možnost vyhodnocení každého z nich, a tím pádem dochází alespoň u jednoho z úkolů ke zhoršení provedení (Magill, 2011). Dle této teorie je možnost přesunu pozornosti mezi dvěma úkoly i za předpokladu, že oba dva jsou zautomatizované (Yogev-Seligmann et al., 2008). Často se předpokládá, že kapacita může být přidělena dobrovolně, ačkoli charakteristika úkolů může také ovlivnit způsob přidělování pozornosti. Přesné určení toho, které charakteristiky úkolů ovlivňují přidělování kapacity, je však empirickým problémem (McLeod, 1977). V mnoha současných studiích instrukce účastníkům zdůrazňují význam prvního úkolu. Výsledkem poté je, že prvnímu úkolu může být přidělena plná kapacita. V tomto případě teorie sdílených kapacit velmi napodobuje teorii překážek (Tombu & Jolicoeur, 2003). To je opět v rozporu s tím, že teorie kapacit je charakteristická souběžným, ale pomalejším provedením úkolů, kdežto pro teorii překážek je typický postupný, ale rychlejší průběh (Pashler & Johnston, 1998). Rozdíly mezi teorií sdílení kapacit a teorií překážek jsou dále viditelné na Obrázku 3.

Teorie překážek (bottleneck theory, filtrační teorie, teorie přepínání úkolů) naznačuje, že jednotlivci mají pouze omezené množství zdrojů pozornosti, které mohou být použity současně.

Informace a podněty je tedy nutno „filtrvat“ tak, že dochází ke vnímání pouze nejdůležitějších informací. Tuto teorii navrhl Broadbent v roce 1958. Lze si představit velkou láhev naplněnou pískem, která se obrátí vzhůru nohama. Úzké místo omezí tok písku tak, že vytéká pomalu, namísto toho, aby vytékal najednou. Pokud bychom vnímali veškeré vizuální, zvukové, čichové a hmatové vjemy naráz, náš mozek by byl přehlcen (Broadbent, 1958). Udává tedy, že ne u všech úkolů je možné paralelní zpracování. Pokud se setkají dva obtížné úkoly, první z nich vytváří takzvanou „překážku“ a zpracování druhého úkolu je umožněno až po uvolnění neuronové sítě. Jedná se zde tedy o sériové řešení. To obvykle vede k delší době odezvy v rámci paradigmatu dvojí úlohy (Pashler et al., 2001). Welford (1952) tvrdí, že kognitivní architektura lidského mozku zahrnuje pouze jednokanálový centrální mechanismus. Teorie centrálního úzkého hrdla byla nedávno zpochybněna na základě toho, že interference s dvojitým úkolem by mohla představovat strategické přizpůsobení se požadavkům experimentu, alespoň po dostatečné praxi. Tato interpretace je podporována nedávnými studiemi, které ukazují, že účastníci se mohou naučit provádět dva úkoly současně tak rychle a přesně, jako když každý úkol plní samostatně. Schumacher et al. (2001) prováděli studii, kdy požadovali, aby účastníci provedli ruční stisknutí kláves na základě umístění vizuálního podnětu a hlasovou odpověď na základě výšky tónu. Účastníci prováděli bloky s jedním úkolem pomocí pouze jednoho ze dvou úkolů a smíšené bloky skládající se z pokusů s jedním úkolem náhodně smíchané s testy s dvěma úkoly, ve kterých byly vizuální a sluchové podněty prezentovány současně. Po několika relacích byl výkon v pokusech s dvěma úkoly téměř totožný s výkonem v pokusech s jedním úkolem. Závěr byl takový, že omezení dvojího úkolu lze překonat odstraněním konfliktu pro specifické periferní zdroje a umožněním tréninku pro dobrý výkon.



Obrázek 3. Schéma Teorie překážek (A, B) versus Teorie sdílení kapacit (C). Převzato od Pashler (1994).

Počátky teorie vícenásobných zdrojů lze původně vysledovat až po koncepci teorie překážek, která výrazně omezila schopnost provádět dva vysokorychlostní úkoly společně tak efektivně, jak bylo možné provést je samostatně (Wickens, 2002). Teorie vícenásobných zdrojů vychází z předpokladu, že každý úkol má své omezené zdroje pozornostních mechanismů. Tyto zdroje se vždy vztahují ke stejnému systému. Jedná se o následující: vstupní a výstupní signály, proces zpracování informací a kódy (verbální kód, prostorový kód). Při provádění dvou úkolů souběžně je nejdůležitější, zda se jedná o vyžadování pozornosti a odpovědi ze stejných systémů (Magill, 2011). Pokud tomu tak je, předpokládá se zhoršení provedení jednoho či obou prováděných úkolů. Tato teorie tedy tvrdí, že je složitější provést dva úkoly, jež vyžadují stejnou informaci (Pashler, 1994). Tedy provedení dvou motorických úloh bude složitější nežli současné provedení jedné motorické a druhé kognitivní úlohy. Každý odlišný zdroj je vzácný, ale sdílený, různé zdroje nejsou zaměnitelné. Podle tohoto modelu je výkon ovlivněn jak intenzitou požadavku na úkol, tak podobností poptávky po zdrojích časově sdílených úkolů nebo jejich strukturální podobností. Vyšší stupeň strukturální podobnosti by měl zvýšit konkurenci zdrojů a snížení výkonu (Tsang, 2013). Zřejmý příklad takového strukturálního rozlišení je mezi očima (vizuální zpracování) a ušima (sluchové zpracování). Za mnoha okolností je výkon dvojího úkolu horší, když musí být dva vizuální úkoly časově sdíleny než v

konfiguraci, ve které jsou ekvivalentní informace pro jeden z úkolů prezentovány zvukově (Treisman & Davies 1973). V praxi se jedná například o to, že řidič vozidla bude mít větší úspěch (při řízení a porozumění) při poslechu sady pokynů než při jejím čtení (Parkes & Coleman 1990). To znamená, že oči a uši se chovají, jako by definovaly více struktur zpracování nebo „zdrojů“. Tento druh teorie není zcela neslučitelný s myšlenkou teorie překážek. Dalo by se například předpokládat, že určité mentální operace fungují postupně přesně proto, že pokud by jim bylo umožněno běžet souběžně, došlo by k přeslechu (Pashler, 1988).

2.4.3 Trénink dvojího úkolu

V posledních desetiletích se ukázalo, že systematický kognitivní a motorický trénink výrazně zlepšuje kognitivní a motorické výkony a výrazně tak snižuje rizika zdravotního postižení ve vyšším věku (Park et al., 2009). Další oblastí, kde je běžně nutné provádět více činností zároveň, je i sportovní odvětví. Nejčastěji se setkáváme s dvojím úkolem typu motorický/kognitivní, ale existuje i motorický/motorický. To je například, pokud provádíme motorický úkon a k tomu ještě neseme třeba sklenici s vodou (McCulloch, 2007). Pro správné provedení paradigmatu dvojího úkolu existuje několik možných způsobů tréninku ke kvalitnímu provedení obou úkolů.

Principiálně dochází při zkoumání vlivu dvojí úlohy k porovnání jednoduché úlohy – single task (ST) a následně dual task (DT). Princip je tedy takový, že pokud je brán v potaz pouze pohyb či postura (implicitní hledisko), pozorovatel neví, zda se v kognitivní složce (explicitní hledisko) testovaného jedince něco odehrává. Přidáním sekundárního úkolu tak pouze nahrazujeme nespecifikovanou kognitivní úlohu neznámého zatížení specifikovaným úkolem známého zatížení. Přidaná kognitivní úloha může však vyvolat mechanické požadavky, díky kterým je porovnávání úkolů opět neadekvátní (Dault et al., 2004).

Wollesen & Voelcker-Rehage (2014) ve své studii zkoumají právě typy tréninku a jejich efekt na kvalitu provedení dvojího úkolu nezbytného pro každodenní život. Hodnotí efektivnost specifického či obecného ST nebo DT tréninku. Dále pak podmínky, za kterých je proveden úkon – stoj, chůze. V neposlední řadě typy sekundární kognitivní úlohy. Jako kognitivní úloha může být užito velké množství stimulů – zvukový, verbální, vizuální či motorický. Dále u kognitivního úkolu můžeme hodnotit výkonnou kontrolu, kontrolní proces, rychlost zpracování a vizuální prostorovou pozornost (Colcombe, 2003).

Ve své studii Wollesen & Voelcker-Rehage (2014) zjistili mnohem větší efektivnost provádění úkonů ST či DT při chůzi v porovnání se stojem na místě. Například u ST nebyl při stožení v porovnání s kontrolní skupinou zaznamenán žádný rozdíl. Taktéž trénink DT s variabilními prioritami úkolů u

obou úkolů se zdá být efektivnější než trénink prioritních úkolů s vlastním výběrem nebo s pevnými úkoly.

Zlepšení motorického a kognitivního výkonu v situacích DT může být zajištěno pomocí výsledků specifických a obecných cvičení DT. Výsledky naznačují, že pro optimalizaci kognitivního a motorického výkonu by měl být upřednostňován trénink DT před tréninkem ST. Měl by zahrnovat určitou úroveň zátěže, určitou dobu trvání a úroveň specifčnosti úkolu tak, aby došlo ke přizpůsobení se souvisejícím úkolům a byla možná jejich postupná automatizace. Výcvik musí být prováděn od vysoce obecného po vysoce specifický. To také znamená, že vylepšení v konkrétním cvičení nebo dovednosti je specifické pro daný úkol a je výsledkem výcviku nebo provádění tohoto konkrétního cvičení nebo dovednosti (Wollesen & Voelcker-Rehage, 2014).

Další studie zabývající se tréninkem ST či DT byla provedena u hráčů rugby. Jednak byl zkoumán efekt dvojího úkolu u různých výkonností hráčů a následně u jedné výkonnostní třídy byli hráči náhodně rozděleni do dvou skupin, kdy po dobu osmi týdnů jedna prováděla cvičení zaměřená na ST a druhá na DT. Při porovnání výkonnostních skupin nebyly zjištěny žádné rozdíly ve výkonu primárních úloh mezi skupinami, ačkoli výkon vysoce kvalifikovaných hráčů byl za podmínek DT odolnější vůči snižování dovedností. Po osmi týdnech došlo k větší míře zlepšení specifického cvičení v podmínkách DT oproti provedení ST (Gabbett et al., 2011).

Přestože bylo prokázáno, že u zdravých mladých a starších dospělých se vyskytuje minimální účinek DT (Kelly et al, 2008), studie zjistily, že pokles výkonu DT je prediktorem pádů (Beauchet et al, 2009). Přeceňování kognitivních a funkčních schopností u některých starších lidí může vést k nedostatečné detekci rizika pádů (Dibble & Lange, 2006). Neschopnost chodit a mluvit nebo nosit předměty současně (dvojí úkol) zvyšuje soutěž o nároky na pozornost starších dospělých s kognitivními poruchami nebo narušením rovnováhy a je spojena se zvýšeným rizikem pádů mezi staršími dospělými (Springer et al, 2006). Quinn & Horgan (2013) ve své studii zkoumají Test Time Up and Go, který byl proveden za podmínek ST a DT, aby se vyhodnotil dopad souběžně pozorně náročného kognitivního úkolu. V poslední době se ukázalo, že pomalejší doba testu Timed Up and Go je nezávisle spojena s horším výkonem v oblasti globálního poznání, prováděných činností, paměti a rychlosti zpracování (Donoghue et al, 2012). Výsledky prokazují nepříznivý efekt DT kvůli obtížím s rozdělením pozornosti. U všech probandů bylo provedení testu časově delší při podmínkách DT. Autoři se domnívají, že DT může být použit k optimalizaci identifikace rizik u pacientů s deficitem rovnováhy, které mají původ v pozornosti a nejsou zaznamenány za podmínek jednoho úkolu.

Další studie zkoumala efekt DT na zlepšení otočení a rovnováhy u seniorů po šesti týdenním speciálním výcviku. Účastníci skupiny provádějící DT po šesti týdnech intervence vykázali

významné zlepšení rovnováhy statické i dynamické. Kromě toho došlo ke zlepšení rychlosti chůze a u jedinců bylo taktéž sníženo riziko pádu (Khan et al., 2018). Toto potvrzuje i další studie, kdy bylo cílem porovnat účinek 3 různých přístupů na rovnováhu u starších dospělých s narušením rovnováhy. Jednalo se o výkon se ST, výkon s DT s pokyny s pevnou prioritou a výkon s DT s pokyny s proměnnou prioritou. Účastníci absolvovali 45minutová individuální školení, 3x týdně po dobu 4 týdnů. Účastníci všech skupin se zlepšili v Berg Balance Scale a po tréninku chodili výrazně rychleji. Když byl přidán kognitivní úkol, pouze účastníci, kteří absolvovali školení s DT s instrukcemi s pevnou prioritou a školení s DT s instrukcemi s proměnnou prioritou, vykazovali významné zlepšení rychlosti chůze. Kromě toho pouze tréninková skupina s DT s instrukcemi s proměnnou prioritou prokázala efekt tréninku s DT již ve druhém týdnu školení a udržela tréninkový efekt i po 12týdenním sledování. Pouze tréninková skupina s ST vykázala po tréninku významný nárůst skóre dotazníku Activities-specific Balance Confidence (Silsupadol et al., 2009).

Závěrem lze tedy říci, že trénink s DT je účinný při zlepšování rychlosti chůze za podmínek DT u starších účastníků se zhoršenou rovnováhou. Rovnováha v tréninku za podmínek ST nám nezaručuje to, aby byla kontrola rovnováhy přítomna i v kontextech s dvěma úkoly. V neposlední řadě je užitečný i poznatek, že instrukce s proměnnou prioritou nabízí výhody oproti instrukcím s jasně danou prioritou, pokud jde o rychlost učení a schopnost udržet úroveň dovedností dosaženou během výcviku.

2.4.4 Upřednostňování úkolů

Souběžné provádění dvou úkolů může vést k vyvolání konfliktu mezi nimi a jedinec tak musí analyzovat, kterému z úkolů bude přikládat větší prioritu tak, aby alespoň jeden úkol mohl být dokončen. Toto rozhodnutí pro určení preference je řízeno buď vůlí, nebo automaticky (Yogev-Seligmann et al., 2010).

Některé studie popisují spontánní upřednostňování stability chůze oproti kvalitnímu zvládnutí sekundárního úkolu (Bloem et al., 2001). Tento jev je nazýván jako „Posture-first“ strategie. Prvně tuto strategii popsal Shumway-Cook et al. (1997). Jedná se o strategii, kdy stabilita chůze má nevědomou prioritu, řízení tedy probíhá z velké části automaticky, v subkortikální oblasti. Pozornost a upřednostňování úkolu se zde nejeví jako prioritní (Yogev-Seligmann et al., 2010). Pokud hovoříme o „Posture-first“ strategii, při normální chůzi a chůzi společně s kognitivní úlohou by nemělo dojít k žádným změnám. Pokud ovšem nastane složitější situace, jako například chůze přes překážky, chůze o užší bázi, na špičkách či se zavřenýma očima, mohou se objevovat motorické či kognitivní chyby, což opět vede ke snaze udržení vzpřímeného stoje a prevenci pádu (Bloem et al., 2001).

Strategie „Posture-first“ se méně uplatňuje s rostoucím věkem, a to zejména se snižující se schopností automaticky přiřadit prioritu posturální stabilitě (Yogev-Seligmann et al., 2010). U staršího jedince je tedy při chůzi a současném provádění kognitivního úkolu pozornost obvykle přiřazena úkolu, který se jeví v danou chvíli jako důležitější (Doumas et al., 2008). „Posture-first“ strategie je tedy ve stáří uplatněna zejména hrozí-li nebezpečí pádu (Shumway-Cook et al., 1997). Jinak tomu může být u různých typů onemocnění. U pacientů s Parkinsonovou chorobou bylo vysledováno zaměření více na kognitivní úlohu, aniž by byly předem stanoveny jakékoliv instrukce. To může vést k většímu riziku pádu, jež je pro tento typ choroby typický (Bloem et al., 2001). Siu et al. (2008) ve své studii zjistili rychlejší provedení kognitivního úkolu, pokud tam byla směřována pozornost a zrychlení chůze, pokud byla pozornost věnována motorické dovednosti. Jak již bylo výše zmíněno, přerozdělování pozornosti je značně ovlivněno posturální náročností, která následně ovlivňuje dané úkoly. Úkol nenáročný na posturu nemusí být rušen souběžným duálním úkolem, oproti tomu u náročnějšího může být vynucena již zmiňovaná „Posture-first“ strategie (Shumway-Cook, 2010).

2.4.5 Posturální kontrola a Dual task

Posturální kontrola je velmi často považována za automatický mechanismus, tedy bez vlivu kognitivního zpracování informací. Mnoho autorů s tímto tvrzením nesouhlasilo, a proto byly sestaveny nejrůznější studie k tomuto tématu (Rankin et al., 2000). Stejně tak i psychologické vědy mají tendenci k popírání vlivu motorického řízení na kognitivní úlohy a jejich vzájemného provázání (Rosenbaum, 2005). Z různých studií je patrné, že kognitivní úloha je negativně ovlivněna, pokud je postoj vizuálně nebo mechanicky narušen (Brauer et al., 2001). Zároveň na straně postury, pokud je zapojena nějaká kognitivní činnost, dochází ke snižování posturální stability. V obou případech je účinek prohlouben s přibývajícím věkem a vždy záleží na stupni obtížnosti provedení daných úkonů (Brauer et al., 2001). Toto tvrzení vyvrací například Fearing (1925), který ve své studii ukázal, že převedení pozornosti mimo kontrolu posturální funkce úlohy k sekundární úloze může posturální stabilitu zvyšovat. Jednalo se zde o snížení pocitu nestability po změně pozornosti na sekundární úkol. Dále i Wulf (2009) ve svých studiích zmiňuje pozitivní vliv externího záměru oproti internímu. V praxi pak popisuje například u pacientů s Parkinsonovou chorobou zlepšení stability po tom, co využijí vizuálního kontaktu na určitý bod – externí záměr – v porovnání s úkolem soustředit se na plošku chodidla – interní záměr, anebo pokud není určen přímo záměrný cíl. U sportovců, konkrétně vykonávajících skok do výšky, zjistila taktéž změny v porovnání s interním a externím záměrem soustředění (Wulf et al., 2010). Opět pokud byla pozornost soustředěna na externí podnět, došlo k lepší výkonnosti, byla přítomna nižší svalová aktivita, ale zároveň se aktivace svalů časově nijak nelišila v závislosti na interním či externím soustředění. Další studie v oblasti sportu byla zaměřena

na golfisty, kdy opět výsledky souhlasí s tím, že při užití externího podnětu se signifikantně zvyšuje výkonnost (Wulf, 2013). Pokud účastníci nedostanou instruktážní pozorovací instrukce, jejich výkon je obvykle podobný výkonu pozorovanému za podmínek interního záměru a méně účinný než za podmínek externí pozornosti. Pravděpodobně se tak děje proto, že jednotlivci mají tendenci k volbě nižší úrovně kontroly, než je nezbytné. Zejména dospělí mají tendenci být opatrní, nejvíce v situaci, kdy se jedná o nové složité motorické výkony. To poté vede k neadekvátnímu výsledku, dokonce může dojít i k jeho zhoršení. Externí záměr tedy usnadňuje automatizaci řízení motorické kontroly a zvyšuje efektivitu pohybu (Wulf et al., 2010). Předchozí studie ukázaly, že motorické učení může být zlepšeno zaměřením pozornosti jedince na účinky jeho pohybů („externí záměr“), nikoli na pohyby těla vyvolávající účinek („interní záměr“). V návaznosti na toto tvrzení zkoumali McNevin et al. (2003), zda při externím zaměření hraje roli i vzdálenost podnětů. Účastníci jejich výzkumu se měli učit co nejlepší stabilitě na stabilometru se zaměřením se na značky v různých vzdálenostech od jejich nohou. Výsledek efektivnosti učení byl jednoznačně lepší při delší vzdálenosti od místa působení.

2.4.6 Pozitivní a negativní účinek dvojího úkolu

Paradigma dvojího úkolu může být užito ve smyslu hodnocení rychlosti a kvality zotavení po daném zranění. Howell et al. (2013) zkoumali u adolescentů kvalitu chůze jedinců po otřesu mozku v porovnání s kontrolní skupinou a využitím právě metody dvojího úkolu. Ačkoliv v běžné chůzi nebyly zjištěny výrazné odchylky, při současném provedení kognitivní úlohy došlo k výraznému snížení přesnosti, rychlosti a zhoršení kvality přesunů. Je patrné, že schopnost rozdělit pozornost může být zpochybněna po poranění mozku (Parker et al., 2007). Negativní účinek dvojího úkolu nastává, pokud dojde k negativní interferenci v rámci provádění dvou úkolů, tedy snížení výkonu v porovnání provádění úkonu pouze jednoho z nich. Ke snížení může dojít buď u primárního nebo sekundárního úkolu, ale můžeme zaznamenat pokles výkonu celkově u obou zároveň (Abernethy, 1988). Obrázek 4 naznačuje možnost výpočtu pozitivního či negativního působení.

EXHIBIT 8-1
EQUATION FOR FIGURING RELATIVE
DUAL-TASK COST

$$\text{DTCwalk} = \frac{(\text{DTwalk} - \text{STwalk})}{\text{STwalk}} \times 100$$

DT: dual task
DTC: dual-task cost
ST: single task

Obrázek 4. Rovnice pro Dual-Task Cost. Převzato od Weightman, McCulloch, (2007).

Jelikož rehabilitace je komplexní proces, proto právě zde je mechanismus dvojího úkolu často uplatňován. Existuje několik přístupů v terapii, které mohou být užity v návaznosti na danou diagnózu jednotlivých pacientů. Příkladem můžeme hovořit o přístupu funkčně-experimentálním, který je více zaměřen na úkoly (Tailby, 2003). Je zde využito různorodých aktivit, které vedou ke zlepšování dovedností. Pacient se nevědomě učí novým poznatkům a dovednostem a postupem času dochází k odstranění kognitivních poruch. Jako další přístup může být zvolen kognitivně-diagnostický, kdy jsou sledovány chyby při provádění jednotlivých úkonů (Vanderploeg et al., 2006). Je zde tedy uplatňován princip zpětné vazby, kdy si pacient sám pro provedení úkonu může analyzovat svoji úspěšnost. Při vykonání úkonů bez výrazných chyb dochází ke zvýšení zátěže ve smyslu změny úkolů či jiného zevního vstupu. Často jsou zde využívány balanční úkoly. Ty mohou být dále ztíženy ve smyslu užití environmentální manipulace, změnou povrchu či dynamických aktivit (McCulloch, 2007).

Pozitivní účinek DT se uplatňuje často v rámci fyzioterapie, kdy terapeut u pacienta spontánně reaguje na jeho vykonávání motorických funkcí. Snaží se odvést pozornost pacienta od primárně prováděné činnosti. Cílem je užít takový emoční podnět, aby došlo k odvedení pozornosti od primárně prováděného úkolu a tím pádem došlo k přesunu motorické dovednosti na podkorovou úroveň, kde dochází k automatickému výkonu motorické funkce (Řasová, 2014).

2.5 Vliv únavy na posturální stabilitu

Jak již bylo zmíněno výše, posturální kontrola závisí na koordinaci centrálního nervového systému se zrakovým smyslem, informacemi z propriocepce a z vestibulárního systému. Pokud tedy dojde ke zhoršení posturální stability ve smyslu toho, že není dosaženo optimální klidové polohy

u daného jedince, má to samozřejmě obrovský vliv na jeho chování a jednání (Hatziaky et al., 2002). Podobně tak i únava má na člověka značný dopad (Gawron, et al., 2001).

Fakt, že fyzická únava má značný vliv na schopnost udržet klidovou polohu, je v dnešní době předmětem mnoha studií. Při únavě dochází ke zvyšování energetické spotřeby a tím pádem dochází ke změnám srdeční činnosti, krevního objemu a dýchání, ve smyslu zvýšení nároků. Dále spolu s těmito změnami dochází taktéž k ovlivnění posturální stability a jejímu zhoršení (Pailard, 2012). Mello et al. (2007) poukazují na zvyšující se nároky posturální stability s přibývajícím únavou svalů dolních končetin. Spolu s tím hovoří i o zvýšení amplitudy výkyvů těla. Další studie poukazuje na rozdílnou únavu svalů po zátěži hodnocenou na dolních končetinách, kdy oblast kotníkůjevila sníženou posturální kontrolu oproti kyčelním kloubům, při stožení na jedné noze. Zároveň po uplynutí 30 minut od ukončení zátěže již vlivy na posturální kontrolu nebyly přítomny (Bisson et al., 2011). Ve vztahu k posturální stabilitě byl dále prokázán zhoršený vliv krátkodobé intenzivní zátěže ve srovnání s vytrvalostní aktivitou mírnější intenzity (Sztchórzewski et al., 2010). Toto popírají Demura & Uchiyama (2009), kteří u zdravých mladých mužů neprokazují téměř žádné rozdíly v typu zátěže na posturální kontrolu.

Otázkou zůstává, jaký dopad na posturální stabilitu má únava mentální. Nejčastěji zde dochází k subjektivnímu hodnocení, jelikož může být značně ovlivněno motivací, osobními faktory, zkušenostmi atd. (Morad et al., 2007). Jako fyziologický parametr měření byl nejčastěji užit elektrokardiogram, elektroencefalogram a rektální teplota, avšak díky nepohodlí užití a potížím s interpretací údajů značně klesla jejich popularita (Dussault, 2005). Možná právě zhoršené objektivní hodnocení má dopad na omezený rozsah studií, týkajících se této problematiky. Jedna ze studií se zaměřovala na ovlivnění postury změnami v krční páteři, vzniklé důsledkem mentální únavy (Shahidi et al., 2013). To, že celková posturální kontrola souvisí s postavením krční páteře, naznačují ve své studii Palmieri et al. (2002). Za zásadní považují přijetí příslušných vertikálních vztahů mezi jednotlivými segmenty těla, což vede k udržení vzpřímeného stožení. Roční prevalence bolesti krku v běžné populaci je mezi 30 % a 50 %, přičemž téměř 12 % postižených jedinců uvádí významná omezení aktivit v důsledku bolesti (Hogg-Johnson et al., 2008). Ve srovnání s běžnou populací je roční výskyt bolesti krku u administrativních pracovníků výrazně vyšší (65 %) (De Loose et al., 2008). Ve studii účinků psychické koncentrace a akutního psychosociálního stresu na aktivitu krčních svalů a držení těla (Shahidi et al., 2013) byla mentální únava způsobena psychickou zátěží na pracovišti. Bylo zjištěno, že musculus trapezius je výrazně ovlivněn aktuálním stresovým stavem a mentální koncentrací. V porovnání aktivity tohoto svalu došlo během psychosociálního stresu k výraznému zvýšení aktivity bilaterálně v porovnání s normálním stavem. Porovnáván byl dále musculus sternocleidomastoideus a extenzory krku, zde však vlivem psychosociálního stresu

k selektivnímu zvýšení aktivity nedošlo. Během mentální koncentrace byl pozorován zvýšený předsun hlavy, jež se pojí se zvýšením aktivity extenzorů krku a musculus sternocleidomastoideus. Aktivita u zmiňovaných svalů se až čtyřnásobně zvětšila. Celkově tato pozorování mohou naznačovat, že aktivace svalů v oblasti krku je základem posturálních změn, ke kterým dochází při duševně náročné práci na počítači (Shahidi et al., 2013). Následující studie prokazuje, že deprivace spánku, jež má za následek mentální únavu, výrazně ovlivňuje posturální stabilitu. Pirvu et al. (2014) zkoumají změny v rámci statické posturografie. Testováno bylo následující: celková délka dráhy (WPL), obvodová oblast (CA), která uzavírá všechny zaznamenané body COP a obdélníková plocha (RA), definovaná jako součin maximálních hodnot posunutí COP v bočním a předním směru. RA je globální míra, která umožňuje odhadnout celkový posturální výkon obecně spojený s pádem. Byly také zaznamenány následující dodatečné parametry: směrodatná odchylka v laterálním směru (SDx) a předním a zadním směru (SDy), které odráží variabilitu pohybu COP kolem střední polohy COP v bočním a předozadním směru. Dále pak Rombergův index. Výsledky ukazují, že hodnota WPL po 24 hodinách trvalého bdění se snížila, což naznačuje, že přemístování COP i rychlost se snižuje po nedostatku spánku. V porovnání otevřených a zavřených očí došlo v obou případech před navozenou bdělostí i po ní ke zvýšení hodnot WPL u zavřených očí. Oproti tomu parametry CA i RA byly v obou případech zvýšeny po trvalém bdění. Po 24 hodinách bdělosti taktéž došlo k významnému zvýšení hodnoty SDy, avšak u zavřených očí došlo pouze k mírnému vzrůstu. V Rombergově indexu nedošlo k rozdílu, což naznačuje i přes deprivaci spánku stálou integritu vizuálního vstupu a posturálního kontrolního systému. I další studie ukazují vzájemné ovlivnění posturální stability a motorické regulace po 19, 24 nebo 48 hodinách spánkové deprivace (Nakano et al., 2001).

3 CÍLE

3.1 CÍLE

Hlavním cílem práce je zhodnotit vliv mentální únavy na posturální stabilitu.

3.1.1 Dílčí cíle

- Posoudit, zda zvolený únavový protokol (AX-CPT) u probandů navodil mentální únavu (subjektivní hodnocení).
- Posoudit, zda byla posturální stabilita testovaná v různých podmínkách ovlivněná mentální únavou.
- Posoudit, zda se po provedení únavového protokolu změnila úspěšnost provázání kognitivní úlohy.

3.2 VÝZKUMNÉ HYPOTÉZY

H01 – Únavový protokol nezměnil subjektivní pocit únavy.

H02 – Posturální stabilita se nezměnila po provedení únavového protokolu.

H03 – Úspěšnost kognitivní úlohy se nezměnila po provedení únavového protokolu.

Hypotézy H01 a H03 budou zamítnuté v případě, že se na hladině 0,05 statistické významnosti najde požadovaný rozdíl. Hypotéza H02 bude zamítnutá v případě, že se najde rozdíl v nadpoloviční většině proměnných popisujících posturální stabilitu.

4 METODIKA

Výzkum probíhal na Katedře přírodních věd v kinantropologii v budově Centra kinantropologického výzkumu, jež je součástí Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého (FTK UP) v Olomouci. Návrh výzkumu byl schválen etickou komisí FTK UP v Olomouci (Příloha 1).

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Do výzkumu bylo zařazeno 32 jedinců, z toho 18 mužů a 14 žen ve věku $22,1 \pm 1,0$ let, výškou $175,3 \pm 9,4$ cm a hmotností $71,4 \pm 11,1$ kg. Ve všech případech se jednalo o studenty FTK UP v Olomouci. Jednalo se výhradně o zdravé jedince. Před samotným testováním byli z výzkumného souboru vyloučeni jedinci s úrazy na dolních končetinách v průběhu předešlých dvanácti měsíců, zjištěných pomocí anamnestického dotazníku (Příloha 2). Dále nebyli zařazeni jedinci s neurologickým a ortopedickým onemocněním, jež by mohlo ovlivnit stabilitu. Vzhledem k výzkumu týkajícímu se z velké části mentální stránky jedince byli taktéž vyloučeni jedinci, jež mají psychické potíže či onemocnění. S ohledem na prováděné úkoly byli taktéž vyloučeni jedinci trpící dyslexií. Tyto údaje byly opět zjištěny v anamnestickém dotazníku. Všichni zúčastnění jedinci byli před zahájením seznámeni s průběhem měření a podepsali informovaný souhlas s anonymním užitím naměřených údajů pro výzkumné účely (Příloha 3). Dále byli informováni o dodržení požadavků alespoň 24 hodin před testováním eliminovat alkoholické nápoje, tekutiny obsahující kofein či další podobné látky, jež by mohly ovlivnit mentální únavu.

4.2 Použité metody

4.2.1 Biomechanické metody

Posturální stabilita byla po dobu tohoto testování sledována prostřednictvím silové plošiny AMTI OR6-5 (Advanced Mechanical Technology, Inc., Watertown, MA, USA; snímkovací frekvence 200 Hz).

4.2.2 Navození mentální únavy

Cílené navození mentální únavy bylo provedeno dle speciálního softwaru AX-CPT po dobu 80 minut. Princip je takový, že jedinec po stanovenou dobu pracuje prakticky se dvěma klávesami: klávesa E a klávesa I, na které kliká dle výpovědní hodnoty. Po spuštění programu se na monitoru objeví čtyři písmena v řadě. První a poslední má červenou barvu, zbylá dvě uprostřed mají barvu bílou. První písmeno v řadě by mělo být A, poté následují dvě písmenka náhodná, řada je ukončena

čtvrtým písmenem, které má opět červenou barvu a mělo by zobrazovat písmeno X. Pokud to platí, a tedy jako první se zobrazí A a jako poslední X, jedinec klikne na klávesu s písmenem E. Pokud je alespoň jedno písmeno jiné než podle instrukcí zde popsaných, jedinec klikne na klávesu s písmenem I. Úkolem je klikat na E nebo I co nejrychleji, jelikož ihned následuje další řada, což nutí jedince být po celou dobu koncentrován na tuto činnost. Po uplynutí osmdesáti minut se jedinec dozví procentuální vyhodnocení správných odpovědí. To však v našem výzkumu nebylo bráno v potaz s ohledem na to, že tento protokol byl použit výhradně na navození mentální únavy.

4.3 Postup měření

Po příchodu do testovací místnosti byl jedinec nejprve obeznámený s postupem samotného měření. Poté vyplnil krátký anamnestický dotazník (Příloha 2) a únavový dotazník – Vizuální analogová únavová škála VAS-F (Příloha 4). Nejprve v sedě byla u jedince provedena kognitivní úloha. Ta spočívala v tom, že jedinec pozoroval na stěně ve vzdálenosti 3 metry ve výšce očí před sebou řadu náhodně po sobě uspořádaných devíti písmen. Jeho úkolem bylo zapamatovat si toto pořadí. Po 2 sekundách viděl na stěně 4 různé řady písmen a měl za úkol co nejrychleji vyhodnotit, která z nich je totožná s předchozí sledovanou. Procentuální úspěšnost odpovědí byla později vyhodnocena. Tato kognitivní úloha byla zopakována 4krát a byla zařazena z důvodu familiarizace probandů s následným protokolem. Poté se testovaný jedinec přemístil na silovou plošinu (viz výše v popisu biomechanické metody).

Testování probíhalo v unipedálním stoju na dominantní dolní končetině po dobu 60 sekund. Za dominantní končetinu byla považována ta, kterou by jedinci kopli do míče. Dominance byla zjištěna tázáním. Instrukce pro testovaného jedince byly takové, aby horní končetiny byly spuštěné volně podél těla a přednožená dolní končetina pokrčena v kolenním kloubu. Jedinec měl stát co nejpokojněji a dýchat pravidelně. Po tomto nastavení výchozí polohy začalo probíhat měření. Proband stál ve vzdálenosti 2 metry od stěny. Měření probíhalo celkem ve 4 podmínkách v náhodném pořadí:

- unipedální stoj na tvrdé podložce, během kterého jedinec nahlas četl náhodné číslovky v intervalu 10 sekund,
- unipedální stoj na tvrdé podložce s prováděním kognitivního úkolu (viz výše),
- unipedální stoj na měkké podložce (Airex Balance Pad, Airex AG, Sins, Švýcarsko) se čtením,
- unipedální stoj na měkké podložce s prováděním kognitivního úkolu.

Každý pokus byl proveden jednou. Poté následovala indukce mentální únavy. Po příchodu do místnosti byl testovanému jedinci asistentem vysvětlen další postup. K cílenému navození mentální únavy byl užit již výše jmenovaný test AX-CPT. Po předání instrukcí a zodpovězení případných dotazů se jedinec pohodlně usadil k předem připravenému stolnímu počítači či notebooku. Dle předchozích sdělených informací začal provádět test AX-CPT. Na stole bylo povoleno mít po dobu testování pouze lahev s pitím. Knihy, mobilní telefony apod. byly striktně zakázány, aby se daný jedinec nerozptyloval od prováděné činnosti. Taktéž byl kladen důraz na celkový klid v místnosti. Protokol byl prováděn po dobu 80 minut.

Následoval opětovný přesun jedince do první testovací místnosti, kde proband nejprve opět vyplnil VAS-F. Poté bylo ihned provedeno opětovné měření shodné s tím, které bylo provedeno před navozením mentální únavy, vynechána byla pouze část v sedě s kognitivní úlohou. Celkově testování každého jedince trvalo přibližně 120 minut.

4.4 Zpracování naměřených dat

Trajektorie COP v medio-laterálním a antero-posteriorním směru byla nejprve filtrována pomocí obousměrného Butterworthova filtru čtvrtého řádu s hraniční frekvencí 10 Hz. Poté byly jako ukazatele posturální stability dopočteny následující charakteristiky:

- směrodatná odchylka polohy COP (Sway) v obou směrech,
- průměrná rychlost pohybu COP v obou směrech,
- sample entropy v obou směrech.

Výpočty proběhly pomocí vlastních algoritmů pomocí softwaru MatLab (R2018a, MathWorks, Inc., Natick, MA, USA).

Statistické zpracování dat probíhalo pomocí softwaru STATISTICA (v. 12, StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA). Kolmogorov-Smirnov test normality potvrdil normální rozložení dat popisujících pohyb COP. Dále byla provedena analýza rozptylu opakovaných měření v designu 4 (podmínky) x 2 (časy měření). Úspěšnost plnění kognitivní úlohy byla porovnávána pomocí Wilcoxonova testu. Všechny testy probíhaly na hladině statistické významnosti $p = 0,05$.

5 VÝSLEDKY

5.1 Výsledek k hypotéze H01

Únavový protokol nezměnil subjektivní pocit únavy.

V tabulce 1 je uvedena základní statistická charakteristika naměřených hodnot jednotlivých domén, zjištěných subjektivně pomocí dotazníku únavy VAS-F před a po provedení únavového protokolu AX-CPT. Z tabulky 1 vyplývá, že rozdíl hodnot zjištěných pomocí únavového protokolu, jenž byl vyplněn před a po testování, je statisticky významný. Ve všech doménách došlo ke zhoršení subjektivního pocitu únavy po splnění únavového protokolu. Můžeme tedy tvrdit, že testování pomocí AX-CPT po dobu 80 minut zde mělo očekávaný efekt. Na základě zjištěných výsledků byla statistickým zpracováním H01 zamítnuta na hladině statistické významnosti $p < 0,05$.

Tabulka 1

Skóre VAS-F před a po únavovém protokolu

Doména	Čas	Medián	Dolní kvartil	Horní kvartil	p
Celková únava	Před	3.0	2.0	5.0	< 0,001
	Po	6.0	4.0	7.0	
Ospalost	Před	3.0	2.0	5.0	0,001
	Po	5.0	3.0	8.0	
Znuděnost	Před	2.0	0.0	2.0	< 0,001
	Po	5.0	3.0	8.0	
Psychická únava	Před	3.0	1.0	4.0	< 0,001
	Po	6.0	4.0	7.0	
Zmatenost	Před	1.0	0.0	2.0	0,001
	Po	3.0	1.0	5.0	
Pocit zavírajících se očí	Před	1.0	0.0	2.0	< 0,001
	Po	5.0	3.0	8.0	

5.2 Výsledek k hypotéze H02

Posturální stabilita se nezměnila po provedení únavového protokolu.

V tabulce 2 je uvedena základní statistická charakteristika naměřených hodnot posturální stability, zjištěných pomocí silové plošiny AMTI OR6-5 před a po provedení AX-CPT.

Pro parametr SWAY ML nebyl nalezen statisticky významný rozdíl v porovnání před a po provedení únavového protokolu ($p = 0,306$). Byl však odhalen statisticky významný kombinovaný efekt času a podmínek měření ($p < 0,001$). Oproti tomu pro parametr SWAY AP byl nalezen statisticky významný rozdíl v obou případech. V porovnání před a po provedení únavového protokolu byla hodnota $p = 0,007$, kombinovaný efekt času a podmínek pro měření potom uvádí hodnotu $p = 0,007$. Tento výsledek je statisticky shodný i s ENTROPIA ML, kdy v obou případech je hodnota $p < 0,001$. Pro parametr ENTROPIA AP byl nalezen statisticky významný rozdíl pouze v porovnání před a po provedení únavového protokolu ($p < 0,001$). Hodnota kombinovaného efektu času a podmínek měření měla hodnotu $p = 0,064$. Pro parametry V v obou směrech, jak ML, tak i AP, byly nalezeny shodné výsledky. U obou byl nalezen statisticky významný rozdíl v porovnání před a po provedení únavového protokolu ($p < 0,001$). Kombinovaný efekt času a podmínek měření zde nebyl statisticky významný, u parametru V ML ($p = 0,607$) a u parametru V AP ($p = 0,785$).

V 5 z celkem 6 proměnných popisujících posturální stabilitu došlo ke statisticky významnému rozdílu před a po provedení únavového protokolu. To znamená, že byl nalezen rozdíl v nadpoloviční většině proměnných. Na základě zjištěných výsledků byla statistickým zpracováním H02 zamítnuta na hladině statistické významnosti $p < 0,05$.

Tabulka 2

Charakteristika pohybu COP před a po únavovém protokolu

Proměnná	Podmínky	Před		Po		<i>p</i>	<i>p</i>
		Průměr	SD	Průměr	SD	Efekt času	Kombinovaný efekt
Sway ML (mm)	Tvrdá podložka	5.5	1.0	6.0	1.1	0,306	< 0,001
	Tvrdá podložka s úlohou	5.7	1.3	5.5	1.1		
	Měkká podložka	6.8	1.3	6.8	1.4		
	Měkká podložka s úlohou	6.7	1.3	6.2	1.1		
Sway AP (mm)	Tvrdá podložka	7.3	1.5	8.9	2.8	0,007	0,007
	Tvrdá podložka s úlohou	7.0	1.7	7.5	2.3		
	Měkká podložka	8.9	2.0	8.9	2.0		
	Měkká podložka s úlohou	8.5	1.7	8.4	1.9		
V ML (mm.s ⁻¹)	Tvrdá podložka	26.7	6.9	23.8	6.0	< 0,001	0,607
	Tvrdá podložka s úlohou	25.7	7.4	23.6	6.8		
	Měkká podložka	33.2	9.9	31.2	9.7		
	Měkká podložka s úlohou	33.6	8.5	31.9	9.0		
V AP (mm.s ⁻¹)	Tvrdá podložka	21.9	7.4	20.0	5.2	< 0,001	0,785
	Tvrdá podložka s úlohou	20.3	7.4	19.1	6.9		
	Měkká podložka	29.6	12.0	27.5	9.0		
	Měkká podložka s úlohou	28.7	10.5	26.9	9.5		
Entropia ML	Tvrdá podložka	0.158	0.025	0.130	0.026	< 0,001	< 0,001
	Tvrdá podložka s úlohou	0.151	0.041	0.143	0.030		
	Měkká podložka	0.156	0.038	0.148	0.034		
	Měkká podložka s úlohou	0.163	0.032	0.165	0.032		
Entropia AP	Tvrdá podložka	0.088	0.026	0.068	0.031	< 0,001	0,064
	Tvrdá podložka s úlohou	0.085	0.035	0.075	0.030		
	Měkká podložka	0.094	0.036	0.085	0.029		
	Měkká podložka s úlohou	0.097	0.041	0.092	0.039		

Poznámka. V – průměrná rychlost pohybu COP, AP – antero-posteriorní směr, ML – medio-laterální směr, SD – směrodatná odchylka

5.3 Výsledek k hypotéze H03

Úspěšnost kognitivní úlohy se nezměnila po provedení únavového protokolu.

V tabulce 3 je uvedena základní statistická charakteristika naměřených hodnot vztahujících se k úspěšnosti provedení kognitivní úlohy před a po provedení AX-CPT. Z tabulky 3 vyplývá, že rozdíl hodnot úspěšnosti provedení kognitivní úlohy, jenž byl měřen před a po absolvování 80minutového únavového protokolu, není statisticky významný. Na základě zjištěných výsledků nebylo možné H03 zamítnout na hladině statistické významnosti $p < 0,05$.

Tabulka 3

Úspěšnost provedení kognitivní úlohy před a po únavovém protokolu

Podmínky	Čas	Medián	Dolní kvartil	Horní kvartil	p
Tvrdá podložka s úlohou	Před	50.0	25.0	50.0	0.065
	Po	50.0	25.0	75.0	
Měkká podložka s úlohou	Před	75.0	50.0	100.0	0.284
	Po	75.0	25.0	100.0	

6 DISKUZE

Hlavním tématem diplomové práce bylo zhodnocení vlivu mentální únavy na posturální stabilitu.

Cílené navození mentální únavy může být obtížné. Jelikož se jedná o aktuální psychobiologický stav daného jedince, existuje zde mnoho faktorů, které mohou pocit únavy ovlivnit (Johansson et al., 2010). V této studii bylo prvně zkoumáno, zda zvolený únavový protokol (AX-CPT) u probandů navodí mentální únavu. Vzhledem k předešlému zpracování informací a faktu, že navození mentální únavy koreluje s věkem (Hockey, 2013), byla snaha o podobnou věkovou skupinu ($22,1 \pm 1,0$ let). Způsob navození mentální únavy – únavový protokol (AX-CPT), byl zvolen za účelem minimalizování předchozí zkušenosti, opět na základě tvrzení, kdy se navození mentální únavy může lišit u zautomatizovaných a nových úloh (Hockey, 1997). Dále zde hrála roli i snadná dostupnost a provedení. Jedincům po ukončení protokolu byla vygenerována procentuální úspěšnost. Ačkoliv do výzkumu jako takového tyto výsledky nebyly zahrnuty, dalo by se předpokládat, že motivace mít co nejméně špatných odpovědí, bude u jednotlivých probandů zde plnit svůj účel. Únava tedy vznikla pravděpodobně, jak tvrdí Van der Linden et al. (2003), jako následek dlouhodobé intenzivní kognitivní aktivity. U většiny jedinců v průběhu provádění úkolu docházelo postupně k narůstajícímu odporu ve smyslu pokračování testování. Ke stejnému závěru dochází i Boksem et al. (2008) ve své studii prováděné po dobu tří hodin. Únavový protokol trval po dobu 80 minut absolutního soustředění. Badin et al. (2016) tvrdí, že mentální únava je indukována dlouhodobějšími náročnými kognitivními aktivitami. Kognitivní funkce komplexně zprostředkovávají identifikaci, zpracování a kategorizaci přichozích vjemů. V únavovém protokolu bylo cílem pozorně sledovat řadu písmen a na základě předem stanovených instrukcí ji vyhodnotit. To tedy souhlasí se Švingalovou (2005), která mezi kognitivní funkce mimo jiné řadí právě pozornost. Probandi vyplnili před zmíněným únavovým protokolem únavový dotazník VAS-F, který se skládal ze 6 otázek týkajících se aktuálního psychického stavu (Celková únava, Ospalost, Znuděnost, Psychická únava, Zmatenost, Pocit zavírajících se očí). Z výsledků je patrné, že u všech otázek došlo po ukončení únavového protokolu v subjektivním hodnocení k nárůstu jednotlivých domén. To znamená, že únavový protokol změnil subjektivní pocit únavy ve smyslu jejího prohloubení. Trejo et al. (2015) uvádí indukci mentální únavy z důvodu nedostatku motivace dále vykonávat činnost, což má za následek ztrátu pozornosti. To se odráží ve studii, kdy byla sledována pozornost u řidičů v průběhu času. S narůstající dobou řízení se u nich snižovala pozornost v důsledku nárůstu mentální únavy (Brown, 1994). Baker et al. (1994) uvádí zvyšující se výskyt nehod v průmyslu zapříčiněných vzniklou mentální únavou. Je možné se domnívat, že i zde snižování motivace mohlo hrát významnou roli v nárůstu mentální únavy. Herlambang et al. (2019) prováděli studii, kdy se střídaly úkoly s odměnami a bez odměn, po

delší době provádění došel k závěru, že jedinci investovali veškerou energii do úkolů s přítomností odměn. Na druhou stranu Gergelyfi et al. (2015) jedince motivovali peněžní odměnou, ale přesto zde nebylo možné překonat mentální únavu s cílem lepších výsledků. To souhlasí s názory, že dojde k vyčerpání omezených zdrojů v průběhu času a selhání při přidělování zdrojů z neurologického hlediska (Lorist et al., 2000).

Dalším předmětem zkoumání této studie bylo, zda posturální stabilita testovaná v různých podmínkách bude ovlivněná mentální únavou. Jak již je popsáno výše, Badin et al. (2016) charakterizují mentální únavu jako psychobiologický stav, tudíž psychika jako taková zde představuje významný faktor. Psychika je projevem činnosti nervové soustavy shrnující celkové duševní obsahy a funkce člověka. Kassin (2004) udává, že fyzická a psychická složka osobnosti spolu souvisí a vzájemně se ovlivňují. Psychika se tedy řadí mezi jednu z neurofyziologických funkcí, která má vliv na provedení kvalitních posturálních reakcí. Důraz na psychiku uvádí dále i Véle (1997). Vařeka (2002) popisuje značný vliv psychiky na volby posturálních programů a posturálních strategií. V této studii jsme předpokládali, že posturální stabilita zůstane nezměněna po provedení únavového protokolu. Na testování stability byl použit stoj na jedné dolní končetině. Jde o jednoduchý test, který slouží pro zhodnocení statické stability jak u zdravých jedinců, tak i pacientů po různých typech zranění (Riemann & Guskiewicz, 2000). Vzhledem k menší ploše opory a snížení propriocepce, klade větší nároky na kontrolu rovnováhy a je tak citlivějším indikátorem možných nedostatků. V naší studii měl únavový protokol za následek snížení rychlosti pohybu COP a entropie v obou směrech (aneterio-posteriorní, medio-laterální) ve všech vykonaných úlohách (kromě entropie ve směru medio-laterálním na měkké podložce s úlohou). Nakano et al. (2001) ve své studii stability po deprivaci spánku zjistili, že hodnoty přemístování COP i rychlost byla snížena oproti měření před spánkovou deprivací. Zjistili však zvýšené hodnoty COP v antero-posteriorním směru po spánkové deprivaci. V naší studii směrodatná odchylka pohybu COP (Sway) po provedení únavového protokolu byla rozdílná v dopadu únavového protokolu na pohyb COP v závislosti na vykonávané úloze. Zajímavý výsledek ukazuje Sway AP, kdy na tvrdé podložce vyšla hodnota zvýšená po provedení únavového protokolu, ale zároveň snížená rychlost. Gladiš (2012) ve své práci doporučuje při hodnocení směrodatných odchylek COP provést opakování více měření za účelem přesnějších výsledků. Ruhe et al. (2010) zdůrazňují významný efekt výběru zvolených statistických metod na spolehlivost výsledků. Era et al. (2006) ve své studii potvrzují spolehlivost využití rychlosti COP při vyšetřování změn na silových plošinách. Da Silva et al. (2013) taktéž považují rychlost pohybu COP za jedno z nejpoužívanějších proměnných k hodnocení rovnováhy. Toto tvrzení potvrzuje i tato práce, kdy se můžeme domnívat, že Sway AP a jeho zvýšená hodnota může být nepřesná. Další autoři zmiňují důležitost opakovatelného měření. V porovnání opakovatelnosti měření u rychlosti COP a

směrodatné odchylky se opět prokázaly podobnější hodnoty právě u rychlosti COP (Gladiš, 2012). Zde tedy autor doporučuje opakovat měření pro Sway s cílem získání více dat a následného vytvoření průměrné hodnoty. To by však v naší studii mohlo značně ovlivnit kognitivní složku po navození mentální únavy. Již by se totiž nejednalo o „nové“ provedení úkonu. Rozdílly jsou i v názoru na dobu testování stability. Ruhe et al. (2010) doporučují měření stability po dobu nejméně 90 s. S tím souhlasí ve výsledcích studie i Doyle et al. (2007). Naopak Míková (2006) a LeClair & Riach (1996) považují za optimální testování měření dlouhé 30 s. Poslední, co nás z hlediska stability zajímalo, byla entropie - tedy do jaké míry byl stoj proveden jako samostatná činnost. Zde v obou dvou směrech byl zjištěn statisticky významný rozdíl ($p < 0,001$). Entropie se řadí mezi metody nelineární analýzy, jež má za úkol spočítat přenesenou informaci v záznamu. Určuje nám, zda se v signálu nachází předvídatelné pravidelné složky nebo zda se jedná o nepředvídatelné náhodné (Vassimon-Barroso et al., 2017). Při aplikaci na pohyb lidského těla se může na základě entropie usuzovat na pozornost vynaloženou na provedení dané činnosti. Vyplývá z toho tedy, že po únavovém protokolu se jedinci museli více soustředit na provedení stabilního stoje. Došlo tedy ke zlepšení stability, vzhledem ke snížení rychlosti COP, ale jedinci se na stoj museli daleko více soustředit. Stoj tedy již nebyl proveden jako automatická činnost, ale docházelo mnohem více k jeho kontrole. Hockey (1997) tvrdí, že komplexní či nové úlohy vyžadující úmyslnou kontrolu jsou při přítomnosti mentální únavy značně náročnější. Velmi jednoduché či zautomatizované úkony však nemusí být ovlivněny. Domníváme se, že ke zlepšení stability došlo právě vědomou kontrolou, již navodila právě mentální únava. V této studii se jednalo o časově velmi krátké testování stability, proto zde byla vědomá kontrola dostačující; otázkou je, jaký by byl výsledek za předpokladu, že úloha bude mít časově delší průběh anebo proběhne v několika opakováních. Ve studiích se sportovci byl prokázán minimální dopad mentální únavy na krátkodobou vysoce intenzivní zátěž, v porovnání s vytrvalostní kognitivní aktivitou (Martin et al., 2015). Můžeme se domnívat, že zde opět hrála roli míra soustředění na provedení úkonu.

Poslední zkoumané hodnoty v této studii se týkají paradigmatu dvojího úkolu. Můžeme zde hovořit o metodologii, kdy získáváme informace o automatizaci, centru hemisfér a nezávislosti procesů, jež dohromady tvoří základ jakéhokoliv náročnějšího pohybu (Abernethy, 1988). Ve výzkumu byla použita motoricko-kognitivní interakce, motorická funkce – posturální stabilita zároveň spolu s psychickou aktivitou – kognitivní úloha. Jako primární úkol je většinou označována nějaká z motorických automaticky řízených dovedností, sekundární úkol je povětšinou kognitivní úloha. Tato interakce se jeví v běžném životě jako nejčastější. Z nejrůznějších výzkumů je patrné, že mentální únava má dopad na posturální stabilitu. Což potvrzují i výsledky hypotézy H02. Tanaka et al. (2012) tvrdí, že při zvýšené mentální únavě se více aktivuje zraková kůra, což může mít negativní dopad na výkon kognitivních funkcí. Podobné tvrzení mají i Craig et al. (2012), kteří udávají, že

mozková tkáň při zvýšené únavě ztrácí svoji kapacitu ve smyslu zpomalení činnosti, což opět může vést k negativnímu ovlivnění kognitivních funkcí. Domnívali bychom se tedy, že v kombinaci dvojího úkolu bude negativně ovlivněna jak posturální stabilita, tak kognitivní úloha po provedení únavového protokolu. Huntera & Hoffman (2001) ve své studii u mladých dospělých zjistili zlepšení stability po přidání paměťového úkolu. Cílem zde bylo posoudit, zda se po provedení únavového protokolu změnila úspěšnost provedení kognitivní úlohy. Zkoumán byl vliv kognitivní úlohy společně s unipedálním stojem jak na měkké, tak i na tvrdé podložce. V této studii nedošlo ke statisticky významným změnám v úspěšnosti provedení kognitivní úlohy před a po provedení 80minutového únavového protokolu. Domníváme se, že vliv na neprokázané změny úspěšnosti kognitivní úlohy mohla mít volba úlohy, která nebyla příliš náročná, s čímž by souhlasilo i tvrzení dle Sternberga (2002), který udává, že každý vykonaný úkol zabírá pro své zpracování určitou část kapacity. Mohla zde hrát roli i doba provedení únavového protokolu. Ačkoliv v dalších studiích užívajících při testování tentýž protokol byla doba provedení shodná, tedy 80 minut. Karatekin et al. (2014) udávají, že pokud při provedení dvojího úkolu dojde k překročení vymezené kapacity, automaticky dojde ke zhoršení provedení alespoň u jednoho z úkolů. Toto tvrzení se neshoduje s našimi výsledky, kdy kognitivní úloha (secondary task) zůstala beze změny a motorická funkce (primary task), tedy v našem případě stoj na jedné DK, se po navození mentální únavy zlepšila. Pravděpodobně tedy nebyla překročena vymezená kapacita pro provedení souběžných úkolů. Dle teorie sdílení kapacit tedy v tomto případě taktéž nebyla překročena celková kapacita zdrojů pozornosti, tím pádem nedošlo k takovému zmenšení kapacity každého z úkolů (motorika i kognice), aby alespoň u jednoho došlo ke zhoršení provedení. Přesto však po provedení únavového protokolu bylo poskytnuto více pozornosti udržení posturální stability při nezměněných výsledcích úspěšnosti kognitivní úlohy. Mohli bychom se domnívat, že kognitivní úloha pro probandy nebyla obtížná, tudíž se na ni nemuseli po celou dobu příliš soustředit. Pozornost tedy byla přesunuta na udržení posturální stability. Dle této teorie tedy došlo ke zmenšení kapacity kognitivní úlohy s cílem zvětšení kapacity pro motorickou úlohu. Výsledek studie se shoduje s tvrzením, jež udává Tombu & Jolicœur (2003), a to, že je zdůrazňován význam prvního úkolu, jemuž by měla být přidělena kapacita, v tomto případě tedy motorická funkce (stoj na jedné noze). Dle teorie překážek (Broadbent, 1958) je nutné veškeré informace filtrovat a vnímat v aktuální situaci pouze nejdůležitější informaci. V této studii by tedy probandi považovali za důležitější kvalitní provedení unipedálního stoje na úkor správnosti kognitivní úlohy. Impulz soustředění nebyl však tak silný, aby negativně ovlivnil výsledky kognitivní úlohy. Jelikož toto testování každý z probandů absolvoval pouze jedenkrát, není zde možnost, že by postupným tréninkem došlo k provedení dvou úkolů současně tak přesně a rychle, jako kdyby byl každý úkol proveden zvlášť, jak tvrdí některé studie (Schumacher et al., 2001). Teorie vícenásobných

zdrojů naopak udává, že pokud je proveden dvojitý úkol, kdy každý vyžaduje jinou informaci, mělo by dojít k lepšímu provedení, než pokud se provádí například dvě motorické úlohy zároveň (Magill, 2011). Zde by bylo vhodné rozšíření studie právě o toto testování, kdy budeme hodnotit v rámci paradigmatu dvojího úkolu buď dva kognitivní nebo dva motorické úkoly.

Limity studie

V dalších studiích by bylo vhodné například porovnání s výsledky rizikových skupin, a to zejména po neurologickém zranění, jež by dle mého názoru mohlo značně ovlivnit provedení paradigmatu dvojího úkolu, zejména po provedení únavového protokolu. Zároveň u jedinců po úrazu pohybového aparátu, kde by mohlo dojít k výraznějším změnám zejména v úkolu rovnováhy. Za další limity studie může být považována pouze informace o zásadách dodržení kritérií před testováním (viz kofein apod.), avšak nemáme zcela prokázané, zda probandi opatření dodrželi. Toto opět mohlo značně ovlivnit míru navozené únavy.

Účel studie

Tato studie byla provedena za účelem zjištění, do jaké míry je stabilita ovlivňována mentální únavou. Ve světě existuje mnoho studií zkoumajících fyzickou únavu a její dopad na organismus. Podstatně méně se však setkáváme se studii zabývajícími se vlivem mentální únavy na činnost organismu. Studie je určena zejména pro zdravotníky, sportovní trenéry, ale i širokou veřejnost, jelikož v novodobé společnosti psychika ovlivňuje stále více každého z nás. Ve zdravotnictví stabilita a mentální únava hrají roli zejména u neurologických onemocnění a pacientů na jednotkách intenzivní péče, ale obecně každý pacient je svým zraněním nějakým způsobem zasažen, což se poté samozřejmě může projevit na jeho psychice. Dále by tuto souvislost měli brát v potaz i fyzioterapeuté. Pokud například přijde pacient na rehabilitaci po psychicky náročném vypětí, může se to odrazit i při terapii, např. zhoršením provedení, ztrátou motivace a podobně. Jelikož právě v terapii se mnohdy využívá stabilizačního cvičení či cvičení v různých polohách s výdrží, je zde důležité, aby terapeut bral v potaz možné faktory a příčiny, které následně správně vyhodnotí. Jedna z klíčových oblastí, kde by měla být tato studie využita, je sportovní odvětví. Jelikož tato studie byla zaměřena na statickou stabilitu, můžeme hovořit zejména o sportech jako je střelba, pozice v gymnastice atd. Trenéři často v rámci touhy po výsledcích neadekvátně zatěžují sportovce zejména po psychické stránce. To se pak velmi snadno může promítnout do jejich fyzického výkonu, kdy mají za úkol udržet stabilní polohu, ale na základě vzniklé psychické únavy se zhorší provedení. Mnohdy ani sami sportovci nemají o svém aktuálním stavu povědomí a delší dobu trvá odhalení možného neúspěchu. V široké veřejnosti je tato studie prospěšná zejména u starší populace, kdy hrozí větší riziko pádu a

následného zranění. Myslíme si, že zde by byla na místě i další totožná studie, zaměřující se právě na tuto část populace. Domníváme se, že zde by vznikly i značné rozdíly při provedení kognitivní úlohy. V neposlední řadě u osob vykonávajících rizikové povolání, zejména na výškových stavbách apod., kde je nutná psychická koncentrace a stabilita zároveň, by zaměstnavatelé tento fakt, jak spolu mentální únava a stabilita souvisí a vzájemně se ovlivňují, měli brát v potaz.

7 ZÁVĚRY

Statistická analýza prokázala, že k signifikantním změnám došlo v porovnání mentální únavy před a po provedení únavového protokolu AX-CPT. Ve všech doménách došlo ke zhoršení subjektivního pocitu únavy po provedení únavového protokolu a je zde tedy prokázán vliv únavového protokolu. Dále byl nalezen statisticky významný rozdíl ve změně posturální stability po provedení únavového protokolu. Únavový protokol měl za následek snížení rychlosti pohybu COP a entropie v obou směrech při všech vykonávaných úlohách (kromě entropie ML měkké podložky s úlohou). Směrodatná odchylka pohybu COP byla rozdílná v důsledku únavového protokolu na pohyb COP v závislosti na vykonávané úloze. Vyplývá z toho tedy, že došlo ke zlepšení stability, ale na úkor mnohem větší pozornosti vynaložené pro její udržení. Při statistickém zpracování úspěšnosti kognitivní úlohy nedošlo k významným změnám před a po provedení únavového protokolu. Zde tedy únavový protokol neměl prokazatelný vliv na provedení kognitivní úlohy.

Z výše uvedeného vyplývá, že mentální únava má vliv na posturální stabilitu. Dále pak je z této studie zřejmé, že mentální únava se zvyšuje při dlouhodobější kognitivní aktivitě vyžadující soustředění. Vliv mentální únavy na provedení kognitivní úlohy zde nebyl prokázán.

8 SOUHRN

Tato diplomová práce se zaměřuje na vztah mentální únavy a posturální stability u zdravých jedinců. Cílem bylo zjistit, zda se posturální stabilita změní vlivem působení mentální únavy. Dále tato práce zahrnuje vliv mentální únavy na provedení kognitivní úlohy. Posledním předmětem této práce je, zda se zvýší mentální únava po provedení speciálního únavového protokolu.

V teoretické části práce jsou shromážděny informace týkající se únavy, možnosti jejího dělení a testování, faktorů způsobujících její vznik a zhodnocení jejího vlivu na lidský organismus. Dále v teoretické části byla snaha o souhrn informací týkajících se posturální stability, a to zejména z pohledu fyziologie, anatomie a kineziologie. Poslední část teoretické části práce je věnována principu dvojího úkolu. Jedná se zde zejména o trénink dvojího úkolu, popis rozdílných teorií upřednostňování úkolů, účinky působení a vztah dvojího úkolu k posturální stabilitě.

Výzkumné části se zúčastnilo 32 jedinců ve věku $22,1 \pm 1,0$ let. Jedinci byli osloveni elektronicky prostřednictvím emailu. Účastníkům byla nejprve odebrána anamnéza pomocí dotazníku a následně popsán celý proces testování. Při testování byly využity dvě silové plošiny AMTI OR6-5 (Advanced Mechanical Technology, Inc., Watertown, MA, USA), na kterých se nacházela měkká podložka Airex Balance Pad (Airex AG, Sins, Švýcarsko). Jedinci nejprve vyplnili únavový dotazník, poté následovalo testování stability nejprve bez přidané kognitivní úlohy a poté spolu s ní. Následoval únavový protokol AX-CPT po dobu 80 minut. Ihned poté byl opět vyplněn únavový dotazník a následovalo měření stability totožné s předchozím. Všichni zúčastnění se celkového výzkumu zúčastnili pouze jedenkrát. Následovalo zpracování naměřených údajů a jejich statistická analýza.

Z výsledků této studie vyplývá, že stabilita je ovlivněna mentální únavou. Došlo k signifikantnímu poklesu rychlosti pohybu COP a zároveň i entropie. Je tedy možné předpokládat, že jedinci se po navození mentální únavy museli na provedení unipedálního stoje mnohem více soustředit. Stoj již tedy nebyl proveden jako automatická činnost. Domnívám se, že právě díky zvětšení míry soustředěnosti mohlo dojít ke zlepšení stability. Únavový protokol AX-CPT zde splnil účel nárůstu mentální únavy subjektivním hodnocením, avšak vliv zvýšené mentální únavy na provedení kognitivní úlohy nebyl prokázán.

9 SUMMARY

The present thesis studies the relationship between mental fatigue and postural stability in healthy persons. Its aim was to find out possible impacts of mental fatigue on postural stability, as well as mental fatigue effect on cognitive tasks implementation. Last but not least, it looked at possible mental fatigue increase after a specific fatigue protocol has been carried out.

The theoretical part gathers fatigue-related data, outlines possible fatigue categorization and testing, factors inducing it and evaluates its impact on human body. Furthermore, this part also tried to summarize information on postural stability, in particular from the point of view of physiology, anatomy and kinesiology. The last section of this part looks at dual-task principle: in particular dual-task training, description of various task-preference theories, effects and relations of the dual task towards postural stability.

The survey involved 32 persons aged 22.1 ± 1.0 year, addressed electronically via email. First of all, the participants were diagnosed using a survey and then they were acquainted with the testing process. The testing used two AMTI OR6-5 force plates (Advanced Mechanical Technology, Inc., Watertown, MA, US) with soft Airex Balance Pad (Airex AG, Sins, Switzerland). To start with, the subjects filled in fatigue survey, then their stability was tested, first of all without the cognitive task and then with it. Consequently, they were subject to 80-minute AX-CPT fatigue protocol and when finished, they had to fill in the fatigue survey again and undergo stability measuring, identical to the previous one. All participants were involved in the survey only once. The data collected were then processed and statistically analyzed.

The study results point to the fact that mental fatigue has an impact on stability. Both COP movement speed and entropy values reduced significantly. Therefore, we can assume that following mental fatigue induction, the persons subject to testing had to concentrate much more to be able to perform unipedal posture and, as a result, the posture was no longer carried out automatically. I believe that the increased level of concentration might have resulted in improved stability. Indeed, AX-CPT fatigue protocol has met the purpose of mental fatigue increase by means of subjective evaluation, despite the fact that the increased impact of mental fatigue on carrying out the cognitive task had not been proved.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Abernethy, B. (1988). Dual-task methodology and motor skills research: Some applications and methodological constraints. *Journal of Human Movement Studies*, 14, 101–132.
- Abrahamová, D., & Hlavačka, F. (2008). Age-Related Changes of Human Balance during Quiet Stance. *Physiological Research*, 57(6), 957-964.
- Akerstedt, T., Knutsson, A., Westerholm, P., Theorell, T., Alfreds-son, L., & Kecklund, G. (2004). Mental fatigue, work and sleep. *Journal of Psychosomatic Research*, 57(5), 427–433.
- Altemus, M., Sarvaiya, N., & Epperson, C. N. (2014). Sex differences in anxiety and depression clinical perspectives. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 35(3), 320–330.
- Andreano, J. M., & Cahill, L. (2009). Sex influences on the neurobiology of learning and memory. *Learning & Memory*, 16(4), 248–266.
- Azevedo, T. M., Volchan, E., & Imbiriba, L. A. (2005). A freezing-like posture to pictures of mutilation. *Psychophysiology*, 42, 255-260.
- Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple-component model. In A. Miyake & P. Shah (Eds.). *Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control* (pp. 28-61). Cambridge University Press.
- Badin, O. O., Smith, M. R., Conte, D., & Coutts, A. J. (2016). Mental Fatigue: Impairment of Technical Performance in Small-Sided Soccer Games. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(8), 1100-1105.
- Baker, K., Olson, J., & Morriveau, D. (1994). Work practices, fatigue and nuclear power plant safety performance. *Human Factors*, 36(2), 244-257.
- Baštecká, B. (2003). *Klinická psychologie v praxi*. Praha: Portál.
- Beauchet, O., Annweiler, C., Dubost, V., Allali, G., Bridenbaugh, S., & Berrut, G. (2009). Stops walking when talking: a predictor of falls in older adults. *European Journal of Neurology*, 16(7), 786–795.
- Berg, K., Wood-Dauphinee, S., & Williams, J. I. (1995). The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 27, 27–36.
- Bisson, J. E., McEwen, D., Lajoie, Y., & Bilodeau, M. (2011). Effects of ankle and hip muscle fatigue on postural sway and attentional demands during unipedal stance. *Gait & Posture*, 33(1), 83-87.
- Bizovská, L., Janura, M., Míková, M., & Svoboda, Z. (2017). *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Bloem, B. R., Valkenburg, V. V., Slabbekoorn, M., & Willemsen, M. D. (2001). The Multiple Tasks Test. *Gait & Posture*, 14(3), 191-202.

- Boksem, M. A. S., & Tops, M. (2008). Mental fatigue: Cost and benefits. *Brain Research Reviews*, *59*, 125–139.
- Boksem, M. A. S., Meijman, T. F., & Lorist, M. M. (2005). Effects of mental fatigue on attention: An ERP study. *Cognitive Brain Research*, *25*, 107–116.
- Borgaro, S. R., Baker, J., Wethe, J. V., Prigatano, G. P., & Kwasnica, C. (2005). Subjective reports of fatigue during early recovery from traumatic brain injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, *20*, 416–425.
- Brauer, S. G., Woollacott, M., & Shumway-Cook, A. (2001). The interacting effects of cognitive demand and recovery of postural stability in balance-impaired elderly persons. *J Gerontol A-Biol*, *56*, 489–496.
- Broadbent, D. (1958). *Perception and communication*. London, UK: Pergamon Press.
- Brown, I. D. (1994). Driver fatigue. *Human Factors*, *36*, 298–314.
- Brügger, A. (1977). *Die Erkrankungen des Bewegungsapparates und seines Nervensystems*. 2. vyd. Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag.
- Budgett, R., Newsholme, E., & Lehmann, M. (2000). Redefining the overtraining syndrome as the unexplained underperformance syndrome. *British Journal of Sports Medicine*, *34*, 67–68.
- Cameron, C. (1973). A theory of fatigue. *Ergonomics*, *16*, 633–648.
- Colcombe, S. J., Kramer, A. F. (2003) Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychological Science*, *14*(2), 125–130.
- Cote, K. P., Brunet, M. E., Gansneder B. M., & Shultz, S. J. (2005). Effects of Pronated and Supinated Foot Postures on Static and Dynamic Postural Stability. *Journal of Athletic Training*, *40*(1), 41–46.
- Craig, A., Tran, Y., Wijesuriya, N., & Nguyen, H. (2012). Regional brain wave activity changes associated with fatigue. *Psychophysiology*, *49*(4), 574–82.
- Da Silva, R. A., Bilodeau, M., Parreira, R. B., Teixeira, D. C., & Amorim, C. F. (2013). Age-related differences in time-limit performance and force platform-based balance measures during one-leg stance. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *23*(3), 634–639.
- Dault, M. C., & Frank, J. S. (2004). Does practice modify the relationship between postural control and execution of a secondary task in young and older individuals? *Gerontology*, *50*, 157–164.
- De Jong, N., Candel, M. J., Schouten, H. C., Abu-Saad, H. H., & Courtens, A. M. (2005). Course of mental fatigue and motivation in breast cancer patients receiving adjuvant chemotherapy. *Annals of Oncology*, *16*, 372–382.
- De Loose, V., Burnotte, F., Cagnie, B., Stevens, V., & Van Tiggelen, D. (2008). Prevalence and risk factors of neck pain in military office workers. *Military Medicine*, *173*(5), 474–479.
- Dember, W. N. (1974). Motivation and the cognitive revolution. *American Psychologist*, *29*(3), 161–168.

- Demura, S., & Uchiyama, M. (2009). Influence of anaerobic and aerobic exercises on the centre of pressure during upright posture. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 7(1), 39-47.
- Desmond, P. A., & Hancock, P. A. (2001). Active and passive fatigue states. In P. A. Hancock & P. A. Desmond (Eds.), *Human factors in transportation. Stress, workload, and fatigue* (pp. 455–465). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Dibble, L., & Lange, M. (2006) Predicting falls in individuals with Parkinson disease: A reconsideration of clinical balance measures. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 30(2), 60–67.
- Doyle, R. J., Hsiao-Wecksler, E. T., Ragan, B. G., & Rosengren, K. S. (2007). Generalizability of center of pressure measures of quiet standing. *Gait & Posture*, 25(2), 166-171.
- Donoghue, O. A., Horgan, N. F., Savva, G. M., Cronin, H., O'Regan, C., & Kenny, R. A. (2012). Association Between Timed Up-and-Go and Memory, Executive Function, and Processing Speed. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60(9), 1681–1686.
- Doumas, M., Smolders, C., & Krampe, R. T. (2008). Task prioritization in aging: effects of sensory information on concurrent posture and memory performance. *Experimental Brain Research*, 187(2), 275-281.
- Duncan, M. J., Fowler, N., George, O., Joyce, S., & Hankey, J. (2015). Mental Fatigue Negatively Influences Manual Dexterity and Anticipation Timing but not Repeated High-intensity Exercise Performance in Trained Adults. *Research in Sports Medicine*, 23, 1-13.
- Dussault, C., Jouanin, J. C., & Philippe, M. (2005). EEG and ECG changes during simulator operation reflect mental workload and vigilance. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 76, 344–351.
- Dutilh, G., Vandekerckhove, J., & Forstmann, B. U. (2012). Testing theories of posterror slowing atten. *Percept Psychophys*, 74(2), 454–465.
- Dylevský, I. (2009). *Speciální kineziologie*. Praha: Grada.
- Enoka, R. M. (2008). *Neuromechanics of human movement*. (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Era, P., Sainio, P., Koskinen, S., Haavisto, P., Vaara, M., & Aromaa, A. (2006). Postural balance in a random sample of 7,979 subjects aged 30 years and over. *Gerontology*, 52(4), 204-213.
- Fard, S. J. & Lavender, A. P. (2018). A comparison of task-based mental fatigue between healthy males and females. *Fatigue: Biomedicine, Health & Behavior*, 7(1), 1-11.
- Fearing, F. S. (1925). Factors influencing static equilibrium. *Journal of Comparative Psychology*, 5, 1–24.
- Feingold, A. (1988). Cognitive gender differences are disappearing. *American Psychologist*, 43(2), 95–103.
- Foets, M., & Sixma, H. (1991). *National study into diseases and operations in medical practice*.

- Fraize, E. V. (2007). Methodological and interpretive issues in posture-cognition dual-tasking in upright stance. *Gait & Posture*, 27, 271–279.
- Friedman, J. H., Brown, R. G., Comella, C., Garber, C. E., & Krupp, L. B. (2007). Fatigue in Parkinson's disease: a review. *Journal of Movement Disorders*, 22, 297-308.
- Fukuda, K. (1994). The Chronic Fatigue Syndrome: A Comprehensive Approach to Its Definition and Study. *Annals of Internal Medicine*, 121(12), 953-9.
- Gabbett, T., Wake, M., & Abernethy, B. (2011). Use of dual-task methodology for skill assessment and development: Examples from rugby league. *Journal of Sports Sciences*, 29(1), 7–18.
- Gawron, V. J., French, J., & Funke, D. (2001). An overview of fatigue. In P. A. Hancock & P. A. Desmond (Eds.), *Human factors in transportation. Stress, workload, and fatigue* (pp. 581–595). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Gergelyfi, M., Jacob, B., Olivier, E., & Zénon, A. (2015). Dissociation between mental fatigue and motivational state during prolonged mental activity. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 9(176).
- Gladiš, T. (2012). *Hodnocení posturální stability ve stoji u zdravých mladých osob*. Diplomová práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Grafton, S., Hamilton, A. (2007). Evidence for a distributed hierarchy of action representation in the brain. *Human Movement Science*, 26, 590-616.
- Halpern, D. F. (2012). *Sex differences in cognitive abilities*. 4th ed. New York: Psychology Press.
- Hann, D., Winter, K., & Jacobsen, P. (1999). Measurement of depressive symptoms in cancer patients: evaluation of the Center for Epidemiological Studies Depression Scale (CES-D). *Journal of Psychosomatic Research*, 46, 437–443.
- Hatziaky, V. et al. (2002). Perceptual – Motor Contributions to Static and Dynamic Balance Control in Children. *Journal of Motor Behavior*, 34(2), 161-170.
- Havlíčková, L. (2004). *Fyziologie tělesné zátěže*. Obecná část. Praha: Karolinum.
- Head, J., Tenan, M. S., & Helton, W. S. (2017). Prior Mental Fatigue Impairs Marksmanship Decision Performance. *Frontiers in Physiology*, 8, 680.
- Helton, W. S., & Russell, P. N. (2015). Rest is best: The role of rest and task interruptions on vigilance. *Cognition*, 134, 165–173.
- Herlambang, M. B., Taatgen, N. A., & Cnossen, F. (2019). The Role of Motivation as a Factor in Mental Fatigue. *Human Factors The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 61(7), 1171-1185.
- Hillman, C., Rosengren, K. S., & Smith, D. P. (2004). Emotion and motivated behavior: Postural adjustments to affective picture viewing. *Biological Psychology*, 66(1), 51-62.
- Hinoki, M. (1981). Psychic tension and physical equilibrium: A neurological approach to the analysis of vertigo of psychosomatic origin. *Agressologie*, 24, 57-60.

- Hockey, G. R. J. (1997) Compensatory control in the regulation of human performance under stress and high workload: a cognitive energetical framework. *Biological Psychology*, 45, 73–93.
- Hockey, G. (2013). *The Psychology of Fatigue: Work, Effort and Control*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hodges, P. W., & Gandevia, S. C. (2000). Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *Journal of Applied Physiology*, 89(3), 967–976.
- Hodges, P.W., Gurfunkel, V. S., Brugman, S., Smith, T. C., & Cordo, P. C. (2002). Coexistence of stability and mobility in postural control: evidence from postural compensation for respiration. *Experimental Brain Research*, 144(3), 293-302.
- Hogg-Johnson, S., et al. (2008). The burden and determinants of neck pain in the general population: results of the Bone and Joint Decade 2000–2010 task force on neck pain and its associated disorders. *Spine*, 33(4), 39–51.
- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*, 7, 35-40.
- Horak, F. B., Wrisley, D. M., & Frank, J. (2009). The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to Differentiate Balance Deficits. *Physical Therapy*, 89(5), 484-498.
- Howell, D. R., Osternig, L. R., & Chou, L. S. (2013). Dual-Task Effect on Gait Balance Control in Adolescents With Concussion. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 9(4), 513-20.
- Huntera, M. C., & Hoffman, M. A. (2001). Postural control: visual and cognitive manipulations. *Gait & Posture*, 13(1), 41-48.
- Ivers, R. Q., Cumming, R. G., Mitchell, P., & Attebo, K. (1998). Visual impairment and falls in older adults: the Blue Mountains Eye Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 46(1), 58-64.
- Irrgang, J. J., Whitney, S. L., & Cox, E. D. (1994). Balance and proprioceptive training for rehabilitation of the lower extremity. *Journal of Sport Rehabilitation*, 3, 68–83.
- Janssens, L., Brumagne, S., Polspoel, K., Troosters, T., & McConnell, A. (2010). The effect of inspiratory muscles fatigue on postural control in people with and without recurrent low back pain. *Spine*, 35(10), 1088-1094.
- Janssens, L., et al. (2013). Proprioceptive changes impair balance control in individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *PLoS One*, 8(3).
- Jason, L. A., Richman, J. A., Friedberg, F., Wagner, L., Taylor, R., & Jordan, K. M. (1997). Politics, science, and the emergence of a new disease: The case of chronic fatigue syndrome. *American Psychologist*, 52(9), 973–983.
- Jirka, Z. (1990). *Regenerace a sport*. Praha: Olympia.

- Johansson, B., & Ronnback, L. (2014). Evaluation of the Mental Fatigue Scale and its relation to Cognitive and Emotional Functioning after Traumatic Brain Injury or Stroke. *International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2(1).
- Johansson, B., Starmark, A., Berglund, P., Rödhholm, M., & Rönnbäck, L. (2010). A self-assessment questionnaire for mental fatigue and related symptoms after neurological disorders and injuries. *Brain Injury*, 24, 2-12.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Karatekin, C., Couperus, J. W., & Marcus, D. J. (2014). Attention allocation in the dual-task paradigm as measured through behavioral and psychophysiological responses. *Psychophysiology*, 41, 175–185.
- Kassin, S., M. (2004). *Psychology*. 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall.
- Kelly, V. E., Schrage, M. A., Price, R., Ferrucci, L., & Shumway-Cook A. (2008) Age-associated effects of a concurrent cognitive task on gait speed and stability during narrow-base walking. *The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(12), 1329–1334.
- Kent, M. (2006). *The Oxford Dictionary of Sports Science & Medicine* (3th ed.). Publisher: Oxford University Press.
- Khan, K., Ghous, M., Malik, A. N., Amjad, M. I., & Tariq, I. (2018) Effects of turning and cognitive training in fall prevention with dual task training in elderly with balance impairment. *Rawal Medical Journal*, 43(1), 124-128.
- Kinsbourne, M. (1981). Single channel theory. In D. Holding (Ed.), *Human Skills* (pp. 65-89).
- Kohl, A. D., Wylie, G. R., Genova, H. M., Hillary, F. G., & Deluca, J. (2009) The neural correlates of cognitive fatigue in traumatic brain injury using functional MRI. *Brain Injury*, 23, 420-432.
- Kolář, P., et al. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén.
- Králíček, P. (2004). *Úvod do speciální neurofyzologie*. Praha: Karolinum.
- Kyralová, M., Matoušová, M., & kol. (1996). *Zdravotní tělesná výchova*. Praha: ONYX.
- LaChapelle, D. L., & Finlayson, M. A. (1998). An evaluation of subjective and objective measures of fatigue in patients with brain injury and healthy controls. *Brain Injury*, 12, 649–659.
- Landauer, A. A., Armstrong, S., & Digwood, J. (1980). Sex difference in choice reaction time. *British Journal of Psychology*, 71(4), 551–555.
- LeClair, K., & Riach, C. (1996). Postural stability measures: what to measure and for how long. *Clinical Biomechanics*, 11(3), 176-178.
- Lee, D., Schmidt, R. A. (1999). *Motor control and learning: a behavioral emphasis*. 3th ed. United States of America: Human Kinetics.
- Levine, J., Greenwald, B. D. (2009) Fatigue in Parkinson disease, stroke, and traumatic brain injury. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 20, 347-361.

- Lorist, M. M., Klein, M., Nieuwenhuis, S., de Jong, R., Mulder, G., & Meijman, T. F. (2000). Mental fatigue and task control: Planning and preparation. *Psychophysiology*, *37*, 614–625.
- Ma, J., et al. (2009). Effects of Sleep Deprivation on Human Postural Control, Subjective Fatigue Assessment and Psychomotor Performance. *The Journal of International Medical Research*, *37*, 1311-1320.
- Máček, M., & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Galén.
- Magill, R. A. (2011). *Motor learning and control: concepts and applications*. 9th ed. New York: McGraw-Hill, 466 p.
- Mancini, M., & Horak, F. B. (2010). The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, *46*(2), 239-248.
- Marcora, S. M., Staiano, W., & Manning, V. (2005). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of Applied Physiology*, *106*(3), 857-864.
- Martin, K., Thompson, K. G., Keegan, R., Ball, N., & Rattray, B. (2015). Mental fatigue does not affect maximal anaerobic exercise performance. *Journal of Applied Physiology*, *115*(4), 715-725.
- Massery, M., Hagins, M., Stafford, R., Moerchen, V., & Hodges, P. W. (2013). Effect of airway control by glottal structures on postural stability. *Journal of Applied Physiology*, *115*, 483-490.
- McCulloch, K. (2007). Attention and Dual-Task Conditions: Physical Therapy Implications for Individuals With Acquired Brain Injury. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, *31*(3), 104-18.
- McLeod, P. (1977). Parallel processing and the psychological refractory period. *Acta Psychologica*, *41*, 381–391.
- McNevin, N. H., Shea, C. H., & Wulf, G. (2003). Increasing the distance of an external focus of attention enhances learning. *Psychological Research*, *67*, 22-29.
- Melamed, S., Rahamani, L., Greenstein, Y., Groswasser, & Z., Najenson, T. (1985). Divided attention in brain-injured patients. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, *12*, 16–20.
- Mello, R. G. T., Oliveira, L. F., & Nadal, J. (2007). Anticipation mechanism in body sway control and effect of muscle fatigue. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *17*, 739-746.
- Míková, M. (2006). *Posturografie – význam a uplatnění ve výzkumu a klinické praxi*. Dizertační práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Millikin, C. P., Rourke, S. B., Halman, M. H., & Power, C. (2003). Fatigue in HIV/AIDS is associated with depression and subjective neurocognitive complaints but not neuropsychological functioning. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *25*, 201–215.
- Mlýnková, Jana. (2011). *Péče o staré občany: učebnice pro obor sociální činnost*. 1. vyd. Praha: Grada.

- Mohammadirad, S., et al. (2012). Intra and intersession reliability of a postural control protocol in athletes with and without anterior cruciate ligament reconstruction: a dual-task paradigm. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(6), 627-636.
- Morad, Y., Azaria, B., & Avni, I. (2007). Posturography as an indicator of fatigue due to sleep deprivation. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 78.
- Nakano, T., Araki, K., & Michimori, A., (2001). Nineteen-hour variation of postural sway, alertness and rectal temperature during sleep deprivation. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 55, 277–278.
- Naunton, R. F. (2012). *The vestibular system: the proceedings of a symposium held at the University of Chicago, 1973*. 1. vyd. New York: Academic Press.
- Nederhof, E., Lemmink, K. S., Visscher, C., Meeusen, R., & Mulder, T. (2006). Psychomotor speed: Possibly a new marker for overtraining syndrome. *American Journal of Sports Medicine*, 36, 817-828.
- Neu, D., Linkowski, P., & Le Bon, O. (2010). Clinical complaints of daytime sleepiness and fatigue: How to distinguish and treat them, especially when they are “excessive” or “chronic”? *Acta Neurologica Belgica*, 110, 15-25.
- Noakes, T. D. (2012). Fatigue is a brain-derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of whole body homeostasis. *Frontiers in Psychology*, 3(82), 1-13.
- Nouza, M., & Svoboda, J. (1996). *Chronický únavový syndrom v otázkách a odpovědích*. Praha: CFS.
- Padua, D. A., Arnold, B. L., Perrin, D. H., Gansneder, B. M., Garcia, C. R., & Granata, K. P. (2006). Fatigue, vertical leg stiffness and stiffness control strategies in males and females. *Journal of Athletic Training*, 41(3), 294-304.
- Pageaux B., Angius L., Hopker J. G., Lepers R., & Marcora S. M. (2015). Central alterations of neuromuscular function and feedback from group III-IV muscle afferents following exhaustive high intensity one leg dynamic exercise. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 308(12), 1008-1020.
- Pageaux, B. (2014). The psychobiological model of endurance performance: an effort-based decision-making theory to explain self-paced endurance performance. *Sports Medicine*, 44, 1319-1320.
- Pageaux, B., & Lepers, R. (2018). The effects of mental fatigue on sport-related performance. *Progress in Brain Research*, 240, 291-315.
- Pageaux, B., Marcora, S. M., & Lepers, R. (2013). Prolonged mental exertion does not alter neuromuscular function of the knee extensors. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(12), 2254-2264.
- Pailard, T. (2012). Effects of general and local fatigue on postural control: A review. *Neuroscience and Behavioral Reviews*, 36, 162-176.

- Palmieri, R. M., Ingersoll, C. D., Stone, M. B. & Krause B. A. (2002). Center of pressure used in the assessment of postural control. *Journal of Sport and Rehabilitation*, *11*, 51–66.
- Park, D. C., & Reuter-Lorenz, P. A. (2009) The adaptive brain: aging and neurocognitive scaffolding. *Annual Review of Psychology*, *60*, 173–196.
- Parker, T. M., Osternig, L. R., van Donkelaar, P., & Chou, L. (2007). Recovery of cognitive and dynamic motor function following concussion. *British Journal of Sports Medicine*, *41*, 868-873.
- Parkes, A. M., & Coleman, N. (1990). Route guidance systems: a comparison of methods of presenting directional information to the driver. In E. J. Lovesey (ed.), *Contemporary Ergonomics* (pp. 480-485). London: Taylor & Francis.
- Pashler, H. (1994). Dual-task interference in simple tasks: Data and theory. *Psychological Bulletin*, *116*(2), 220-244.
- Pashler, H., & Johnston, J. C. (1998). Attentional limitations in dual-task performance. *Attention*, 155–189.
- Pashler, H., Johnston, J. C., & Ruthruff, E. (2001). Attention and performance. *Annual Review of Psychology*, *52*, 629–651.
- Pirvu, C., Patrascu, I., Pirvu, D., & Lonescu, C. (2014). The dentists operating posture – ergonomic aspects. *Journal of Medicine and Life*, *7*(2), 177-182.
- Prechtel, H. F., Cioni, G., Einspieler, CH., Bos, A. F., & Ferrari, F. (2001). Role of vision on early motor development: lessons from blind. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *43*(3), 198-201.
- Psotta, R., Hátlová, B., Kokštejn, J. (2011). Vizuální diferenciacie jako faktor posturální stability u prepubescentů. *Česká kinantropologie*. *15*(4), 76-84.
- Quinn, P., & Horgan, F. (2013). Single and dual-task assessments in elderly patients in a falls intervention programme. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, *20*(11), 530-535.
- Rankin, J. K., Woollacott, M. H., Shumway-Cook, A., & Brown, L. A. (2000). Cognitive Influence on Postural Stability: A Neuromuscular Analysis in Young and Older Adults. *The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, *55*(3), 112-119.
- Rao, V., & Rollings, P. (2002). Sleep disturbances following traumatic brain injury. *Current Treatment Options in Neurology*, *4*, 77–87.
- Riemann, B. L., & Guskiewicz, K. M. (2000). Effects of mild head injury on postural stability as measured through clinical balance testing. *Journal of Athletic Training*, *35*(1), 19.
- Ronnback, L., & Johansson, B. (2012). Long-Lasting Mental Fatigue After recovery from Meningitis or Encephalitis-A Disabling Disorder Hypothetically Related to Dysfunction in the Supporting Systems of the Brain. *Essential Notes in Psychiatry*, 561-564.
- Rosenbaum, D. A. (2005). The cinderella of psychology: the neglect of motor control in the science of mental life and behavior. *American Psychologist*, *60*, 308–317.

- Ruhe, A., Fejer, R., & Walker, B. (2010). The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions – A systematic review of the literature. *Gait & Posture*, 32, 436-445.
- Řasová, K. & Tongeren, H. (2014). Nové rehabilitační metody-popis metodiky Positive interfering Dual-Tasking. *Rehabilitační a Fyzikální Lékařství*, 3(21), 163-164.
- Sell, T. C. (2010). An examination, correlation, and comparison of static and dynamic measures of postural stability in healthy, physically active adult. *Physical Therapy in Sport*, 13(2), 80-86.
- Shahidi, B., Haight, A., & Maluf, K. (2013). Differential effects of mental concentration and acute psychosocial stress on cervical muscle activity and posture. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(5), 1082-1089.
- Shaw, T. H., Warm, J. S., Finomore, V., Tripp, L., Matthews, G., Weiler, E., & Parasuraman, R. (2009). Effects of sensory modality on cerebral blood flow velocity during vigilance. *Neuroscience Letters*, 461, 207–211.
- Shumway-Cook, A., Woollacott, M., Kerns, K. A., & Baldwin, M. (1997). The Effects of Two Types of Cognitive Tasks on Postural Stability in Older Adults With and Without a History of Falls. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 52(4), 232-240.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M.H. (2001). *Motor Control: Theory and practical application*. Philadelphia, PA.
- Schumacher, E. H., Seymour, T. L., Glass, J. M., Kieras, D. E., & Meyer, D. E. (2001). Virtually perfect time sharing in dual-task performance: Uncorking the central attentional bottleneck. *Psychological Science*, 12, 101-108.
- Silsupadol, P., Shumway-Cook, A., Lugade, V., Donkelaar, P., Chou, L. S., Mayr, U., & Woollacott, M. H. (2009). Effects of single-task versus dual-task training on balance performance in older adults: a double-blind, randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(3), 381-387.
- Siu, K., Chou, L., Mayr, U., van Donkelaar, P., & Woollacott, M. H. (2008). Does Inability to Allocate Attention Contribute to Balance Constraints During Gait in Older Adults? *ournals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(12), 1364–1369.
- Smith, M. R, Marcora, S. M, & Coutts, A. J. (2015). Mental Fatigue Impairs Intermittent Running Performance. *Med Sci Sports Exerc.* 47(8), 1682-1690.
- Sofistikovaná biomechanická diagnostika lidského pohybu. (2009). *3D kinematická analýza*. Retrieved from <http://www.biomechanikapohybu.upol.cz/net/index.php/poloka-menu-2/o-metod>
- Springer, S., Giladi, N., Peretz, C., Yogev, G., Simon, E., & Hausdorff, J. M. (2006) Dual-tasking effects on gait variability: The role of Ageing, falls and executive function. *Movement Disorders*, 21(7), 950–957.
- Sternberg, R. J. (2002). *Kognitivní psychologie*. Vyd. 1. Praha: Portál, 636 s.

- Stulemeijer, M., van der Werf, S., Bleijenberg, G., Biert, J., Brauer, J. E., & Vos, P. (2006). Recovery from mild traumatic brain injury: a focus on fatigue. *Journal of Neurology*, 253, 1041–1047.
- Suchomel, T., & Lisický, D. (2004). Progresivní dynamická stabilizace bederní páteře. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství*, 11(3), 128-136.
- Sztchórzewski, D., Jaworski, J., & Bujas, P. (2010). Influence of long-lasting balancing on unstable surface on ganges in balance. *Human Movement*, 11(2), 144-152.
- Švingalová, D. (2005). *Kapitoly z psychologie. 1. díl. 2. vydání*, Liberec: Technická univerzita v Liberci.
- Tailby, R., & Haslam, C. (2003). An investigation of errorless learning in memory-impaired patients: improving the technique and clarifying theory. *Neuropsychologia*, 41(9), 1230–1240.
- Tanaka, M., Shigihara, Y., Ishii, A., Funakura, M., Kanai, E., & Watanabe, Y. (2012). Effect of mental fatigue on the central nervous system: an electroencephalography study. *Behavioral and Brain Functions*, 8(48).
- Tanaka, M., Ishii, A., Watanabe, Y. (2014). Neural effects of mental fatigue caused by continuous attention load: a magnetoencephalography study. *Brain Research*, 1561, 60–66.
- Tombu, M., & Jolicoeur, P. (2003). A Central Capacity Sharing Model of Dual-Task Performance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29(1), 3–18.
- Treisman, A., & Davies, A. (1973). Divided attention to eye and ear. In S. Kornblum (ed.), *Attention and Performance IV*. New York: Academic Press.
- Trejo, L. J., Kubitz, K., Rosipal, R., Kochavi, R. L., & Montgomery, L. D. (2015). EEG-Based Estimation and Classification of Mental Fatigue. *Psychology*, 6, 572-589.
- Trojan, S. (2003). *Lékařská fyziologie*. 4. vyd. Praha: Grada.
- Tsang, P. S. (2013). Aging and Attentional Control. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66(8), 1517–1547.
- Van der Linden, D., Frese, M., & Meijman, T. F. (2003). Mental fatigue and the control of cognitive processes: effects on perseveration and planning. *Acta Psychologica*, 113, 45–65.
- Van Zomeran, A. H., Brouwer, W. H., & Deelman, B. G. (1984). Attentional deficits: the riddles of selectivity, speed, and alertness. In: D. Brooks (Ed.), *Closed Head Injury: Psychological, Social, and Family Consequences*. Oxford: Oxford University Press.
- Vanderploeg, R. D., Collins, R. C., Sigford, B., Date, E., Schwab, K., & Warden, D. (2006). Practical and Theoretical Considerations in Designing Rehabilitation Trials. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 21(2), 179–193.
- Vařeka, I. (2002). Posturální stabilita (I. část): Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství*, 9(4), 115-121.
- Vařeka, I. (2002). Posturální stabilita (II. část): Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství*, 9(4), 122-129.

- Vařeka, I., & Vařeková, R. (2009). *Kineziologie nohy*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Vassimon-Barroso, V., et al. (2017) Linear and nonlinear analysis of postural control in frailty syndrome. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 21(3), 184-191.
- Véle, F. (2006). *Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton.
- Véle, F. (1997). *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing.
- Velenský, M., & Karger, J. (1999). *Basketbal*. 99 s. Praha: Grada. ISBN 80-7169-834-2.
- Visser, M. R., & Smets, E. M. (1998). Fatigue, depression and quality of life in cancer patients: how are they related? *Support Care Cancer*, 6, 101–108.
- Watkins, J. (2010). *Structure and function of musculoskeletal system* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Weightman, M. M., & McCulloch, K. (2015). Dual-Task Interference: Definition, Measurement, and Mild Traumatic Brain Injury. *Rehabilitation Toolkit*.
- Welford, A. T. (1952). The "psychological refractory period" and the timing of high-speed performance-A review and a theory. *British Journal of Psychology*, 434, 2-19.
- Whiting, P., Bagnall, A.-M., Sowden, A. J., Cornell, J. E., Mulrow, C. D., & Ramírez, G. (2001). Interventions for the Treatment and Management of Chronic Fatigue Syndrome. *JAMA*, 286(11), 1360-8.
- Wickens, C. D. (1984). Processing resources in attention. In R. Parasuraman & D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention* (pp. 63–102). Orlando: Academic.
- Wickens, C. D. (2002). Multiple resources and performance prediction. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 3(2), 159-177.
- Winter, D. A. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*, 3(4), 193-214.
- Winter, D. A., Patla, A. E., & Frank, J. S. (1990). Assessment of balance control in humans. *Medical Progress Through Technology*, 16(1-2), 31-51.
- Wollesen, B., & Voelcker-Rehage, C. (2014). Training effects on motor–cognitive dual-task performance in older adults. *European Review of Aging and Physical Activity*, 11, 5–24.
- Wulf, G. (2013). Attentional focus and motor learning: a review of 15 years. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 6(1), 77-104.
- Wulf, G., Landers, M., Lewthwaite, R., & Töllner, T. (2009). External Focus Instructions Reduce Postural Instability in Individuals With Parkinson Disease. *Physical Therapy*, 89, 162-168.
- Wulf, G., Dufek, J.S., Lozano, L., & Pettigrew, Ch. (2010). Increased jump height and reduced EMG activity with an external focus. *Human Movement Science*, 29, 440–448.

- Yelnik, A., & Bonan, I. (2008). Clinical tools for assessing balance disorders. *Clinical Neurophysiology*, 38, 439–445.
- Yogev-Seligmann, G., Hausdorff, J. M., & Giladi, N. (2008). The role of executive function and attention in gait. *Movement Disorders*, 23(3), 329-342.
- Yogev-Seligmann, G., Rotem-Galili, Y., Mirelman, A., Dickstein, R., Giladi, N., & Hausdorff, J. M. (2010). How Does Explicit Prioritization Alter Walking During Dual-Task Performance? Effects of Age and Sex on Gait Speed and Variability. *Physical Therapy*, 90(2), 177-186.
- Zemková, E. (2009). Posturografia ako súčasť funkčnej diagnostiky. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 18(1), 2-15.
- Ziino, C., & Ponsford, J. (2006). Vigilance and fatigue following traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 12, 100–110.

11 PŘÍLOHY

Seznam příloh:

PŘÍLOHA 1 Vyjádření Etické komise FTK UP

PŘÍLOHA 2 Anamnestický dotazník

PŘÍLOHA 3 Informovaný souhlas

PŘÍLOHA 4 VAS-F

PŘÍLOHA 1. Vyjádření Etické komise FTK UP



Fakulta
tělesné kultury

Vyjádření Etické komise FTK UP

Složení komise: doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D. – předsedkyně
Mgr. Ondřej Ješina, Ph.D.
doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.
Mgr. Filip Neuls, Ph.D.
Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.
prof. Mgr. Erik Sigmund, Ph. D.
Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph. D.

Na základě žádosti ze dne 9.3.2020 byl projekt diplomové práce

Autor /hlavní řešitel/: **Bc. Tereza Revajová**
Spoluřešitel: **Mgr. Lucia Bizovská, Ph.D.**

s názvem **Vliv mentální únavy na posturální stabilitu**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: **42/2020**

dne: **1. 4. 2020**

Etická komise FTK UP zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směnicemi pro výzkum zahrnující lidské účastníky.

Řešitelky projektu splnily podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

za EK FTK/UP
doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D.
předsedkyně

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury
Komise etická
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc

Fakulta tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc | T: +420 585 636 009
www.ftk.upol.cz

PŘÍLOHA 2. Anamnestický dotazník

Anamnestický dotazník k diplomové práci

Vliv mentální únavy na stabilitu

Jméno:

Příjmení:

Výška (cm):

Věk:

Hmotnost (kg):

Email:

Léky (prosím vyjmenujte):

.....

Operace (o co se jednalo a datum operace): ANO X NE

.....

Trpíte následujícími poruchami kognitivních funkcí?

Dyslexie Dysgrafie Dyspraxie

Máte v posledních sedmi dnech nějaké bolesti? (Pokud ano, uveďte prosím konkrétněji o co se jedná) ANO X NE

.....

Vykonáváte nějakou sportovní aktivitu? (Pokud ANO, o jakou se jedná, jak často a v jaké intenzitě) ANO X NE

.....

.....

Měli jste někdy úraz na dolních končetinách? (Pokud Ano, prosím blíže specifikujte)

ANO X NE

.....

Trpíte, trpěli jste v posledních šesti měsících nějakou psychickou poruchou? (Pokud ano, blíže specifikujte) ANO X NE

.....

Informovaný souhlas

Název studie (projektu): Vliv mentální únavy na posturální stabilitu

Jméno:

Datum narození:

Účastník byl do studie zařazen pod číslem:

1. Já, níže podepsaný(á) souhlasím s mou účastí ve studii. Je mi více než 18 let.
2. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Pokud je studie randomizovaná, beru na vědomí pravděpodobnost náhodného zařazení do jednotlivých skupin lišících se léčbou.
3. Porozuměl(a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná.
4. Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Při vlastním provádění studie mohou být osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným subjektům pouze bez identifikačních údajů, tzn. anonymní data pod číselným kódem. Rovněž pro výzkumné a vědecké účely mohou být moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
5. Porozuměl jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Podpis účastníka:

Podpis např. fyzioterapeuta pověřeného touto studií:

Datum:

Datum:

PŘÍLOHA 4. VAS-F

VAS-F – Škála hodnocení únavy

Jméno a Příjmení:

Datum a čas:

Úkol: zakroužkovat na každém řádku číslo, které indikuje Váš **aktuální** pocit

Značení je od **0 (nejméně)** do **10 (nejvíce)**

1) Celková únava 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

2) Ospalost 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

3) Znuděnost 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4) Psychická únava 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

5) Zmatenost 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

6) Pocit zavírajících se očí 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10