

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

**HODNOCENÍ PORUŠENÉ STABILITY SENIORŮ
S VYUŽITÍM DUÁLNÍCH ÚKOLŮ**

Diplomová práce

Autorka: Bc. Kristina Dobiášová

Fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Mirka Musilová

Olomouc 2021

Jméno a příjmení autora: Bc. Kristina Dobiášová

Název diplomové práce: Hodnocení porušené stability seniorů s využitím duálních úkolů

Pracoviště: Katedra fyzioterapie, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Mirka Musilová

Rok obhajoby diplomové práce: 2021

Abstrakt: Diplomová práce se zabývá vlivem kognitivních duálních úkolů prováděných během posturálně náročných situací na úroveň posturální stability seniorů s poruchou rovnováhy a seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy žijících v zařízení pro seniory. Cílem práce bylo ověřit vliv použití duálních úkolů při hodnocení posturální stability seniorů na výsledky týkající se jak úrovně posturální stability, tak kvality provedení sekundárních kognitivních úkolů. Dále byl zkoumán vliv dvou odlišných typů kognitivních úkolů na zjišťovanou úroveň posturální stability. Výzkumu se zúčastnilo 27 probandů ve věkovém rozmezí 71–93 let, kteří byli dle kritéria přítomnosti či nepřítomnosti minimálně jednoho a více pádů v anamnéze za poslední rok rozděleni do dvou výzkumných souborů. K měření posturální stability byla využita silová plošina. Výsledky výzkumu nepotvrdily žádné ze stanovených hypotéz. Nelze tedy zaujmout jasná stanoviska, která by vyplývala z dostupných výsledků. Ačkoliv jen některé výsledky byly statisticky signifikantní, ve studii je patrný rozdíl mezi souborem seniorů s prokázanou poruchou rovnováhy a bez prokázané poruchy rovnováhy. Studie tak může sloužit jako podklad pro další výzkum.

Klíčová slova: kognitivní úkol, stárnutí, pozornost, pracovní paměť, posturální kontrola, pády

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's firstname and surname: Bc. Kristina Dobiášová

Title of the diploma thesis: The Assessment of Impaired Balance of Elderly People Under Dual Tasks

Department: Department of Physiotherapy, Faculty of Physical Culture Palacky University Olomouc

Supervisor: Mgr. Mirka Musilová

The year of presentation: 2021

Abstract: The diploma thesis is focused on the impact of cognitive dual tasks carried out during posturally difficult situations on the level of postural stability of the elderly people living in the houses for elderly both with and without the balance malfunctions. The aim of the work was to verify the impact of using dual tasks for evaluation of elderly people's postural stability on the results regarding both the level of the postural stability and quality of secondary cognitive tasks. The impact of two different types of cognitive tasks on found level of postural stability was explored as well. 27 participants aged 71–93 took part in the survey. They were divided into two survey groups according to the criterion of occurrence or absence of one or more fallings during the last year in the anamnesis. Force plate was used for testing the postural stability. The results of the survey did not confirm any of stated hypotheses. Therefore no clear stand, coming from the available results, can be taken. Although only some results were statistically important, there is an evident difference between the group of elderly people with proven balance malfunction and without proven balance malfunction. So the study may serve as a basis for a subsequent survey.

Keywords: cognitive task, ageing, attention, working memory, postural control, falls

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

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením
Mgr. Mirky Musilové, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje
a dodržela zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 20. dubna 2021

.....

Děkuji Mgr. Mirce Musilové za lidský přístup, cenné rady při vedení a zpracování diplomové práce. Dále děkuji Mgr. Lucii Bizovské, Ph.D. za poskytnutí informací týkajících se práce se stabilometrickou plošinou. Závěrem chci poděkovat RNDr. Milanu Elfmarkovi za pomoc se statistickým zpracováním dat.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 POSTURÁLNÍ STABILITA.....	9
1.1 Definování základních pojmů.....	9
1.2 Posturální kontrola.....	12
1.2.1 Senzorické složky posturální kontroly	13
1.2.2 Řízení posturální kontroly.....	14
1.3 Posturografie.....	16
2 KOGNITIVNÍ FUNKCE VE VZTAHU K POSTURÁLNÍ STABILITĚ.....	19
2.1 Obecná charakteristika kognitivních funkcí.....	19
2.1.1 Pozornost.....	20
2.2 Exekutivní funkce.....	21
2.2.1 Pracovní paměť	22
3 STÁRNUTÍ ORGANISMU A JEHO VZTAH K POSTURÁLNÍ KONTROLE	25
3.1 Stáří a seniorský věk.....	25
3.2 Fyziologické aspekty stárnutí ve vztahu k posturální kontrole	26
3.2.1 Změny sensorického systému	27
3.2.2 Změny muskuloskeletálního systému	28
3.2.3 Změny centrálního nervového systému a kognitivních funkcí	29
3.3 Problematika pádů ve stáří	31
3.3.1 Rizikové faktory a příčiny pádů.....	31
3.3.2 Důsledky pádů.....	32
3.3.3 Prevence pádů	33
4 VÝZNAM DUÁLNÍCH ÚKOLŮ V REHABILITACI	35
4.1 Interakce mezi kognitivním a posturálním úkolem	36
4.1.1 Faktory ovlivňující výsledky duálních úloh.....	38
4.2 Využití duálních úloh u seniorů	39
II VÝZKUMNÁ ČÁST	42
5 CÍLE A HYPOTÉZY VÝZKUMU	42
5.1 Cíle výzkumu.....	42
5.2 Hypotézy.....	42
6 METODIKA VÝZKUMU.....	46

6.1	Realizace výzkumu.....	46
6.2	Metody získávání dat.....	47
6.2.1	Odběr anamnestických dat	47
6.2.2	Měření posturální stability	48
6.2.3	Kognitivní úkoly	48
6.3	Etické aspekty výzkumu.....	51
6.4	Průběh měření.....	51
6.5	Výzkumný soubor	54
7	VÝSLEDKY	55
7.1	Ověření hypotézy H1.....	55
7.2	Ověření hypotéz H2.....	56
7.2.1	Ověření hypotézy H2a.....	57
7.2.2	Ověření hypotézy H2b	58
7.3	Ověření hypotéz H3.....	59
7.3.1	Ověření hypotézy H3a.....	59
7.3.2	Ověření hypotézy H3b	61
7.4	Ověření hypotéz H4.....	63
7.4.1	Ověření hypotézy H4a.....	64
7.4.2	Ověření hypotézy H4b	64
7.5	Ověření hypotéz H5.....	65
7.5.1	Ověření hypotézy H5a.....	66
7.5.2	Ověření hypotézy H5b	67
7.6	Ověření hypotéz H6.....	68
7.6.1	Ověření hypotézy H6a.....	68
7.6.2	Ověření hypotézy H6b	70
7.7	Ověření hypotéz H7	72
7.7.1	Ověření hypotézy H7a.....	72
7.7.2	Ověření hypotézy H7b	74
7.8	Ověření hypotéz H8.....	76
7.8.1	Ověření hypotézy H8a.....	76
7.8.2	Ověření hypotézy H8b	77
7.9	Ověření hypotéz H9.....	78
7.9.1	Ověření hypotézy H9a.....	78

7.9.2	Ověření hypotézy H9b	79
7.10	Ověření hypotéz H10.....	80
7.10.1	Ověření hypotézy H10a.....	80
7.10.2	Ověření hypotézy H10b	82
8	DISKUZE	84
	ZÁVĚR	93
	SOUHRN	95
	SUMMARY	96
	REFERENČNÍ SEZNAM.....	97
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	116
	PŘÍLOHY.....	117

ÚVOD

Historicky bylo snížení posturální kontroly u seniorů přičítáno pouze degenerativním změnám v motorickém a senzorním systému. Výsledkem této domněnky bylo, že ke zlepšení úrovně rovnovážných schopností jedince byla využívána intervence na zvýšení svalové síly, rozsahu pohybu a rozvoje senzomotorických schopností. Nicméně současné postupy používané k prevenci pádů uznávají, že jen mírný kognitivní deficit patří k důležitým rizikovým faktorům pádů (Moncada & Mire, 2017). Studie ukazují, že právě snížená schopnost přenášet pozornost během současného provádění dvou činností (například mluvení během chůze), má negativní vliv na rovnováhu (Stins & Beek, 2012).

Paradigma duálního úkolu byla studiem identifikována jako vhodná metoda k hodnocení vlivu sekundárního (kognitivního) úkolu na posturální stabilitu a také k predikci rizika pádů u seniorů (Tomas-Carus et al. 2019). Právě pády jsou jedním z hlavních problémů geriatrické populace a mohou být příčinou zranění, rozvoje inaktivity i psychických obtíží (Rivasi, Kenny, Ungar, & Romero-Ortuno, 2020). Světová zdravotnická organizace (2008) uvádí, že až 35 % lidí ve věku nad 65 let utrpí pád minimálně jednou za rok.

Hlavním cílem práce je zjistit vliv použití duálních úkolů při hodnocení posturální stability seniorů na výsledky týkající se jak úrovně posturální stability, tak kvality provedení sekundárních kognitivních úkolů.

V souladu se stanoveným hlavním účelem práce je teoretická část rozdělena do čtyř částí. První část shrnuje poznatky o posturální stabilitě a jejím možném objektivizování pomocí posturografie. Druhá část je věnována kognitivním funkcím a jejich vztahu k posturální stabilitě. Třetí část se zabývá definicí stáří, aspekty stárnutí organismu se zaměřením na problematiku pádů v populaci seniorů. Poslední část je věnována objasnění problematiky duálních úkolů a jejich významu v rehabilitaci. Výzkumná část uvádí souhrn použitých postupů a metod, dále statisticky zpracované výsledky, které byly následně diskutovány a porovnávány s výsledky dalších autorů.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 POSTURÁLNÍ STABILITA

Pro člověka je typické vzpřímené držení těla ve stoji na obou dolních končetinách a lokomoce pomocí chůze nebo běhu. Ve všech těchto případech se dvě třetiny tělesné hmotnosti nacházejí přibližně ve dvou třetinách tělesné výšky člověka, čímž lidské tělo představuje velmi nestabilní systém, kterému hrozí pád, pokud se kontinuálně neaktivuje kontrolní systém posturální stability (Balasubramaniam & Wing, 2002).

Cílem této kapitoly je definovat základní pojmy týkající se posturální stability, dále popsat funkci a řízení posturální kontroly lidského těla a seznámit čtenáře s objektivními metodami měření posturální stability.

1.1 Definování základních pojmů

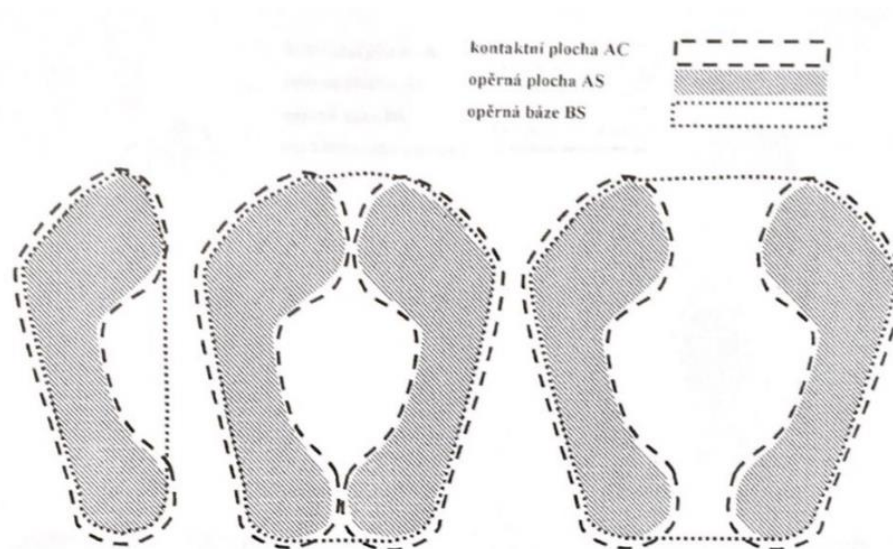
Bizovská, Janura, Míková a Svoboda (2017) uvádějí, že problematika posturální stability, stabilizace a její kontroly se potýká s faktickými a terminologickými nesoulady. Nejednotnost často pramení z různého úhlu pohledu. Příkladem může být rozdíl ve vnímání posturální stability v biomechanickém či kineziologickém pojetí. Biomechanické studie v základním pojetí testují procesy, které jsou vykonávány k udržení vertikální postury s cílem jejího udržení (aby nedošlo k pádu). Z hlediska kineziologického je posturální stabilita funkcí posturální a lokomoční motoriky (Véle, 2006).

Účelem této kapitoly diplomové práce je definovat pojmy, které jsou výchozím podkladem pro porozumění problematice posturální stability (rovnováhy), stabilizace, kontroly a jejímu hodnocení pomocí posturografie. Z uvedených definic bude nadále vycházet i tato diplomová práce.

Opěrná plocha, plocha kontaktu, opěrná báze

Opěrná plocha (area of support, AS) je definována jako část podložky, kde je realizována opora. Oporou je míněn přímý kontakt části těla s jistou částí podložky (Bizovská et al., 2017). Vařeka (2002a) vysvětluje opěrnou plochu pomocí plochy kontaktu (area of contact, AC) následovně: „AS je tedy pouze tou částí AC, která je aktuálně využita k vytvoření opěrné báze“ (p. 116).

Opěrná báze (Base of support, BS) je plocha, která vznikne spojením nejvzdálenějších hranic opěrné plochy (Bizovská et al., 2017).



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

Těžiště

Těžiště (center of mass, COM) je hypotetický bod působení tíhové síly, do kterého je v globálním vztažném systému soustředěna hmotnost celého těla (Vařeka, 2002a). Pro stanovení těžiště lidského těla se využívá analytická metoda. Tato metoda uvažuje těžiště jednotlivých segmentů těla, která jsou získána při analýze záznamu pohybu, a momenty tíhových sil působících na dané tělesné segmenty (Bizovská et al., 2017). V souvislosti s těžištěm je možné určit COG (center of gravity). COG je svislý průmět COM do opěrné báze, který se při statické poloze těla (sed, stoj atd.) nachází vždy v BS (Vařeka, 2002a).

Limity stability

Limity stability jsou maximální vzdálenosti, ve kterých se může člověk ve stoji na dvou dolních končetinách vychylovat (tzv. titubovat) v jakémkoliv směru bez ztráty stability. Tyto výchylky dávají při znázornění tvar obráceného kužele. Z fyzikálního hlediska se jedná o udržení COG ve specifických hranicích opěrné báze, která je pro každého individuální, aniž by došlo k její změně (Winter, 1995). Rovnováha tudíž nepředstavuje zvláštní pozici, ale prostor určený velikostí opěrné báze, limitací kloubních rozsahů, svalovou silou a senzorickými informacemi schopnými detekovat omezení (limity) (Horak, 2006).

Center of pressure

Jako center of pressure (COP) je označováno působíště vektoru výsledné reakční síly podložky. COP lze charakterizovat jako průměr všech tlaků působících na plochu kontaktu. Poloha COP je měřena pomocí silových plošin (Bizovská et al., 2017).

Parametry COP a COG jsou v těsném fyzikálním vztahu např. při klidovém stojí, který představuje statický stav za zjednodušených předpokladů (Winter, 1995).

Posturální stabilita

Pro lepší pochopení termínu posturální stabilita, bude nejprve charakterizován pojem postura a následně stabilita.

Postura je chápána jako aktivní držení tělesných segmentů proti působení zevních sil (Vařeka, 2002a). Správná postura je nutností pro úspěšné a efektivní řešení rovnovážných situací s cílem udržení rovnováhy. Z hlediska biomechanického je postura definována jako orientace segmentů těla vzhledem k vektoru síly tíhové (Winter, 1995).

Stabilita podle fyzikálních zákonitostí vyjadřuje schopnost systému udržet rovnovážný stav i za vnějšího rušivého působení a po jeho odeznění se navrátit do původního stavu (Watkins, 2009).

Termín posturální stabilita charakterizuje schopnost stojícího člověka udržet COG v opěrné bázi (Soderberg, 1997).

Balance a rovnováha

Balance je souborem dynamických a statických strategií, které slouží k zajištění obnovení posturální stability, a jsou tak ochranou před pádem. Jde o nepřetržité přizpůsobování svalové aktivity a nastavení polohy kloubů dolních končetin zevnímu prostředí, s cílem udržet tělo nad opěrnou bází (Winter, 1995).

Shumway-Cook a Woollacott (2011) zmiňují, že pojem balance je oddělován od termínu equilibrium (rovnováha). Rovnováha v tomto pojetí je okamžitý stav systému, který je získán jako výsledný efekt mechanismů balance.

V češtině je rozlišován termín posturální stabilizace a posturální stabilita. Posturální stabilizace je chápána jako balanční funkce vysvětlená výše. Posturální stabilita vyjadřuje spíše okamžitý stav systému (Bizovská et al., 2017).

Atituda

Pro možnost provést plánovaný pohyb je třeba nastavit výchozí posturu – atitudu. Atituda znamená nastavení účelově orientované postury. Z toho vyplývá, že postura je základní podmínkou provedení pohybu (Vařeka, 2002a). V zahraniční literatuře je v podobném významu zaveden pojem posturální orientace (Shumway-Cook & Woollacott, 2011).

1.2 Posturální kontrola

Posturální kontrola je komplexní motorická dovednost získaná z interakcí multisenzomotorických procesů (Horak & Macpherson, 1996). V širším pojetí lze posturální kontrolu vnímat nejen jako kontrolu polohy, ale i jako kontrolu pohybu celého systému ve vnějším prostředí při řešení různých pohybových úkolů a situací. Takovými úkoly nebo situacemi je například manipulace s předměty, umístování předmětů, vstávání ze židle, natažení se pro předmět v dálce apod. (Carr & Shepherd, 1998).

Posturální kontrola prezentuje neurální mechanismy, které udržují polohu a umožňují provést účelný pohyb v gravitačním poli. Nervovým systémem je klíčovým, jelikož slouží k detekci instability (tzv. feedback) a jejímu předvídání (tzv. feedforward). Na základě toho produkuje odpovídající svalovou aktivitu pro koordinaci, v souvislosti s dalšími silami působící na tělo, realizovanou motorickými programy (Bizovská et al., 2017).

Podle Horaka (2006) jsou posturální orientace a stabilizace dvěma hlavními funkčními komponentami posturální kontroly. Posturální orientace zahrnuje aktivní kontrolu polohy těla a svalového tonu s ohledem ke gravitaci, opěrné bázi, vizuální orientaci člověka v okolním prostředí (visual environment) a vnitřním tělesným procesům (internal references). Posturální kontrola řídící orientaci těla v prostoru vychází z aferentace skládáním sensorických informací z vestibulárního aparátu, somatosenzorického a vizuálního systému (zrak). Posturální stabilizace zahrnuje koordinaci senzomotorických strategií s cílem udržet těžiště v opěrné bázi, které je vychylováno vnitřními a vnějšími rušivými podněty (Horak, 2006).

Schopnost optimální posturální stabilizace a orientace závisí na šesti zdrojích, kterými jsou (Horak, 2006):

1. **Biomechanické vlivy** (ve smyslu omezení stupňů volnosti, svalové síly, svalové koordinace a limitů stability),

2. **Pohybové strategie** (reaktivní, anticipační a volní strategie),
3. **Senzorické strategie** (integrace a přizpůsobení se senzorických systémů),
4. **Prostorová orientace** (schopnost vnímání vertikality a prostoru, vliv gravitace),
5. **Posturální kontrola při dynamických procesech** (například při chůzi),
6. **Kognitivní zpracování** (vliv pozornosti a učení).

Porucha jednoho nebo kombinace více zdrojů vede k posturální instabilitě a u seniorů takové omezení může vést ke zvýšené incidenci pádů. Na základě tohoto schématu lze také individuálně zhodnotit omezení, která ovlivňují posturální kontrolu jedince (Horak, 2006).

1.2.1 Senzorické složky posturální kontroly

Senzorické složky posturální kontroly jsou klíčové pro orientaci těla v prostoru a jeho pro stabilizaci proti vnějším výchylkám. Jedná se především o somatosenzorický, vestibulární a vizuální systém (Horak, 2006).

Somatosenzorický systém zahrnuje kožní cití a propiocepci. Propriocepce informuje CNS o pozici a pohybu těla vůči podložce nebo o poloze jednoho tělesného segmentu vzhledem k druhému (Proske & Gandevia, 2009). Tyto informace vycházejí z receptorů uložených v ligamentech a periostu. Dále jsou také z kožních, kloubních a svalových receptorů (Králíček, 2011). Studie dokazují, že propiocepce převažuje nad kontrolou vestibulární a zrakovou především při stožení na stabilním povrchu. Při stožení na nestabilním povrchu je to naopak (Peterka, 2002). Shumway-Cook a Woollacott (2011) uvádějí, že somatosenzorické informace mají důležitou úlohu v produkci korekčních balančních reakcí.

Vestibulární aparát se skládá ze statického a kinetického čidla, které se nachází v labyrintu vnitřního ucha (Králíček, 2011). Vestibulární systém se uplatňuje především při rychlých změnách polohy hlavy a při rotačních pohybech. Dále je jeho úlohou stabilizace obrazu v zorném poli. Při poruše funkce vestibulárního aparátu dochází ke změně reakce posturální kontroly na rušivé vlivy (Vařeka, 2002b).

Zrak poskytuje až 90 % vjemů z okolního prostředí. Informace získané z obou očí najednou člověku umožňují trojrozměrné vnímání prostoru (Králíček 2011). Zrakové vjemy poskytují informace o poloze a postavení hlavy v prostoru. Dále také umožňují vnímat rychlé a nečekané změny v zorném poli, a tím spustit vhodné anticipační mechanismy. Anticipací je míněna příprava motorického

a somatosenzorického systému pro posturální funkce, které jsou závislé na předcházející zkušenosti a učení (Latash, 2008).

Pro udržení balance dochází k integraci a centrálnímu zpracování mnoha senzoryckých informací, které objasňují celkové senzorycké prostředí, v němž se jedinec nachází. V případě změny senzoryckého prostředí dojde k opětovnému zvážení relativní závislosti na každém senzoryckém systému tak, aby byla udržena stabilita. Příkladem může být situace, kdy jedinec přechází z dobře osvětleného prostředí do šera (Horak, 2006).

1.2.2 Řízení posturální kontroly

Adekvátní posturální kontrola spočívá v udržování COM nad opěrnou bází během klidného stoje i během aktivního pohybu. Při chůzi je nezbytná schopnost kontrolovat umístění COM ve vztahu ke stále se měnící BS a tímto předcházet pádu. Vařeka (2002a) uvádí, že v určitých fázích chůze může výslednice vnějších sil směřovat mimo BS. Avšak za podmínky, že BS bude opět cíleně zajištěna tak, aby do ní vzápětí výslednice vnějších sil opět směřovala a do BS se promítala i COP. V obou případech jsou zvažovány vnější rušivé vlivy a destabilizující síly, které jsou výsledkem volných pohybů. Posturální kontrola tedy vyžaduje schopnost správně předpovídat, i detekovat a uchovávat charakter aktivního nebo pasivního rušivého podnětu, který působí na posturu člověka. V neobvyklém smyslovém prostředí dochází k výběru nejvíce spolehlivého zdroje somatosenzoryckých informací. Posturální kontrola také zahrnuje schopnost vybrat a kvalitně adaptovat korekční nebo protektivní posturální reakci, která bude provedena bez limitace spojené s biomechanickými hranicemi těla a fyzickým kontextem prostředí (Horak, Shupert, & Mirka, 1989).

Pro výše uvedené aspekty posturální kontroly s cílem zajistit optimální balanční reakci vycházíme ze systémového modelu. Posturální kontrolou v tomto pojetí nejsou myšleny pouze stereotypní reflexy a předprogramované reakce. Systémový model představuje funkční adaptabilní chování, které je zajištěno integrací aferentních a eferentních impulzů (Horak, 1987). Posturální kontrola v takovém pojetí je založena na předešlé zkušenosti a záměru a je považována za adaptabilní, proaktivní (anticipační), a centrálně organizovanou. V rámci zajištění adaptability a anticipační funkce posturální kontroly je třeba pamatovat na vliv vyšších integračních center (tzn. kognitivních procesů), jako je pozornost, motivace a soustředění (Bizovská et al., 2017).

Vyšší integrační procesy posturální kontroly jsou základem pro aspekty adaptability a anticipace posturální kontroly. Adaptabilita posturální kontroly zahrnuje

modifikace somatosenzorického a motorického systému v reakci na měnící se požadavky a úkoly zevního prostředí. Anticipační aspekty posturální kontroly připravují motorický a somatosenzorický systém pro posturální funkce na základě předchozí zkušenosti a učení. (Shumway-Cook & Woollacott, 2000).

Centrální organizovanost posturální kontroly vychází z Bernsteinova systémového modelu kontroly pohybu (Massion & Woollacott, 1996).

Bizovská et al. (2017) uvádí, že:

Lidský pohyb je ovlivňován mechanickými faktory, jako jsou vnitřní (svalová síla, rozsah pohybu v kloubu) a vnější síly (reakční síla, tření), stejně tak i faktory fyziologickými. Koordinovaný cílený pohyb je pak výsledkem integrace těchto faktorů. Bernstein ve svém modelu poukázal na existenci velkého množství organizace zapojení kloubů nebo svalů k dosažení jednoduchého pohybu. Pro řešení tohoto problému navrhl teorii „stupňů volnosti“, kdy nervový systém pro zjednodušení koordinuje činnost několika svalů nebo kloubů k společné činnosti za účelem splnění motorického úkolu (synergie) (p.35).

Optimální balanční reakce je výsledkem aktivace příslušné motorické synergie, která byla vybrána centrální nervovou soustavou na základě tělesných biomechanických omezení, dostupných senzoričeských informací a v kontextu s daným prostředím. Motorickou synergií je myšlena specifická koaktivace skupiny svalů vystupujících jako funkční jednotka (Nashner & McCollum, 1985).

Motorická synergie je projevem vybrané strategie, která byla zvolena pro provedení úkolu určitým způsobem s cílem zabezpečit stabilitu těla (Morris, 1990). Tři hlavní pohybové strategie mohou být použity k zabezpečení navrácení rovnováhy ve stoje. Jedná se o kotníkovou, kyčelní a krokovou strategii. Kotníková strategie je uskutečněna při malých výchylkách COM a při stoji na tvrdém povrchu. Kyčelní strategie je použita, když dojde k rychlému vychýlení COM na malém nebo kluzkém povrchu tak, že nelze využít kotníkovou strategii (Horak & Kuo, 2000). Ke krokové strategii dochází, pokud je COM vychýleno k hranicím opěrné báze a je proto nutné opěrnou bázi zvětšit. Tyto tři strategie jsou velmi důležité při řešení otázek posturální kontroly (Maki, Edmondstone, & McIlroy, 2000).

1.3 Posturografie

Posturografie je jedna z objektivních přístrojových metod, podle které lze zhodnotit stabilitu stoje. V klinické praxi je tato metoda používána k objektivnímu zhodnocení balančního deficitu u pacientů s poruchami rovnováhy. Tato elektrofyziologická metoda dává možnost vyhodnotit motorické balanční mechanismy, které se podílejí na udržení posturální stability (Čakrt in Kolář et al., 2009). Černý, Čakrt a Jeřábek (2017) uvádějí, že tato přístrojová metoda je velmi důležitá pro odhad rizika pádů. Posturografie je rozlišována na statickou (stabilometrie) a dynamickou (Dršata, Vališ, Lánský & Vokurka, 2008).

Statickou posturografií je myšleno posouzení statické stability (stoj). V tomto případě se pacient ani stabilometrická plošina nepohybuje (Čakrt in Kolář et al., 2009). Testování na plošině může probíhat za různých vizuálních podmínek, s rozlišnou velikostí opěrné báze a na podložkách různých vlastností. Další možností zvýšení náročnosti testování je přidání sekundární úlohy kognitivního nebo motorického charakteru. Sekundární úkol je možné přidat jak během testování statické posturografie, tak během posturografie dynamické (Bizovská et al., 2017; Springer et al., 2006).

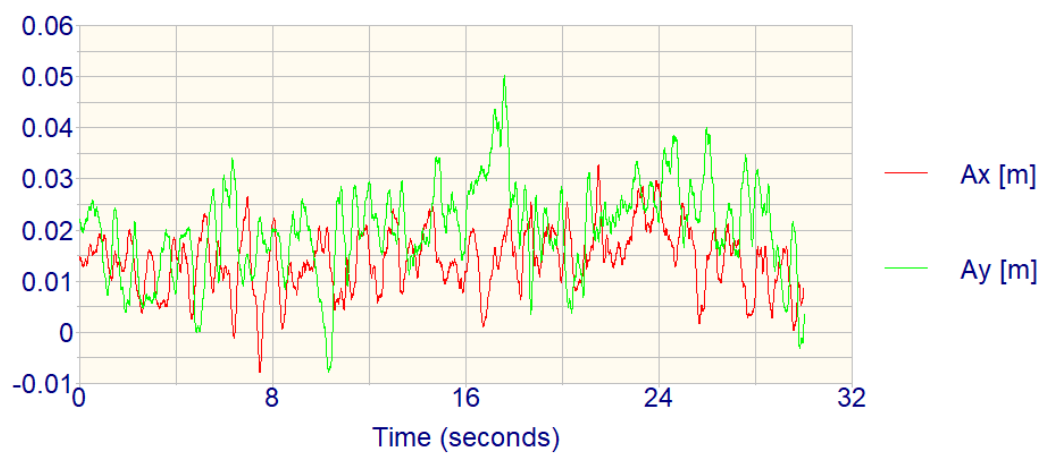
Dynamická posturografie obsahuje vyšetření pohybu pacienta po plošině. Jedná se o vyšetření chůze a jejich modifikací. Lze také vyšetřit na koordinaci těžší pohybové situace, jako je překonání překážky a otočení se v prostoru. Do dynamické posturografie je také zahrnuto testování situace, kdy se pohybuje podložka pod pacientem. Jde tedy o vyšetření stability pacienta, která je narušena zevními vlivy (Čakrt in Kolář et al., 2009). Zevními vlivy je myšlen neočekávaný translační pohyb plošiny (vpřed, vzad, rotace nebo do náklonu), na které pacient stojí (Bizovská et al., 2017).

Diplomová práce je zaměřena na zhodnocení posturální stability stoje, proto bude následovat vysvětlení principu statické posturografie.

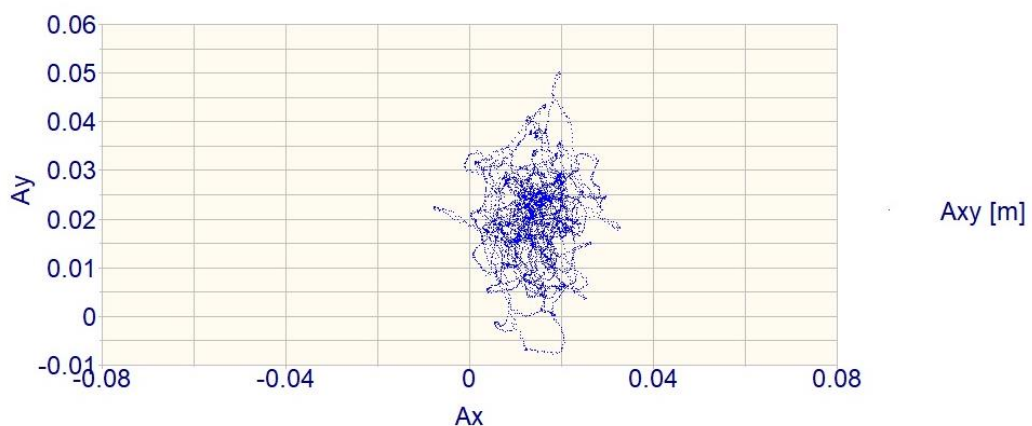
Při testování statické posturografie pacient stojí na tenzometrické (silové) plošině, která pomocí tlakových senzorů snímá jednotlivé složky tlakových sil a jejich momentů. Z těchto hodnot je vypočítána poloha působíště výsledné tlakové síly COP (Visser, Carpenter, van der Kooij, & Bloem, 2008). Výstupem stabilometrického měření stoje je trajektorie COP v čase, tedy trajektorie pohybu působíště reakční síly podložky v anteroposteriorním (AP) a mediolaterálním (ML) směru. Grafický záznam jednotlivých amplitud COP v čase se nazývá stabilogram a jeho vektorové znázornění

statokineziogram (Bizovská et al., 2017; Hlavačka, Kundrát, Křižková, & Bačová, 1990).

Na stabilogramu (Obrázek 2) je v horizontální úrovni zobrazen čas a titubace těla jsou zachyceny vertikálně. U vertikálního znázornění nabývají pohyby vpravo (v ML směru) a vpřed (v AP směru) pozitivních hodnot. Statokineziogram (Obrázek 3) znázorňuje výchylky těla v horizontální rovině. Titubace těla mediolaterálně (doprava, doleva) jsou zde zaznamenávány horizontálně (osa x) a výchylky těla anterioposteriorní jsou zobrazeny vertikálně (osa y). Tak jako u stabilogramu výchylky těla doprava a vpřed nabývají pozitivních hodnot (Gryc, 2014).



Obrázek 2 Stabilogram – záznam trajektorie pohybu působíště reakční síly podložky v klidovém stoji (vlastní zdroj)



Obrázek 3 Stabilogram – záznam trajektorie pohybu působíště reakční síly podložky v klidovém stoji (vlastní zdroj)

Na základě statické posturografie může být pak stabilita stoje hodnocena pomocí různých parametrů vycházejících z COP. Základními parametry jsou průměrná rychlost pohybu COP, délka trajektorie a plocha opsaná COP v průběhu vyšetření (Rocchi, Chiari, Cappello, & Horak, 2006). Dále je možné určit i převažující směr výchylek stoje. Přístroje užívané v praxi mohou obsahovat ve svém softwaru standardizované hodnoty parametrů. Tyto standardizované hodnoty odpovídají fyziologickému rozsahu zdravého jedince. Nelze je tím pádem aplikovat obecně (Černý, Čákr, & Jeřábek, 2017).

2 KOGNITIVNÍ FUNKCE VE VZTAHU K POSTURÁLNÍ STABILITĚ

Kognitivní funkce ve vztahu k motorice jsou důležité k určení cíle nebo záměru pohybu jedince. To je zajišťováno především pozornostní, motivační a emoční stránkou pohybu (Siu & Woollacott, 2007).

Udržení vzpřímeného stoje může klást velké nároky na kognitivní funkce, zejména na pozornost. Příkladem mohou být měnící se podmínky potřebné pro udržení stoje, nebo v případě vysoké interference mezi posturální kontrolou a kognitivními procesy (Woollacott, 2000). Pozornost je při procesech souvisejících s posturální kontrolou potřebná k určitému stupni senzorycké integrace a selekce mezi konfliktními senzoryckými informacemi nebo ke kompenzaci narušeného systému posturální kontroly (Huxhold, Schmiedek, & Lindenberger, 2006).

2.1 Obecná charakteristika kognitivních funkcí

Prostřednictvím kognitivních (neboli poznávacích) funkcí člověk poznává jeho okolí i sám sebe. Skrze tyto funkce dochází ke zpracování poznatků z vnitřní a vnější reality (Juklová, 2010).

Veselý (2013) uvádí, že neexistuje jednotný seznam kognitivních funkcí. Lezaková, Howieson a Loring (2004) mezi kognitivní funkce řadí receptivní funkce, které pracují s výběrem, tříděním, udržením a integrací informací. Dále sem řadí paměť, učení, myšlení a expresivní funkce. Podle Juklové (2010) do seznamu kognitivních funkcí patří také pozornost. Podle Plhákové (2004) kognitivní funkce zahrnují senzorycké procesy (čítí), vnímání, paměť, učení, představivost a myšlení.

Receptivní funkce neboli senzorycké procesy umožňují vstup informací pomocí smyslových receptorů do centrálního systému a jejich následné zpracování prostřednictvím senzorycké integrace, která umožňuje sjednocení senzoryckých vjemů do psychologicky smysluplných data odtud přesun do paměti. Příjem smyslových informací zahájí proces vzrušení, který spouští centrální registraci, která vede k analýze, kódování a integraci příchozích informací ze smyslových receptorů. Neuropsychologické hodnocení a výzkum se zaměřují především na pět tradičně uznávaných smyslů. Jsou to zrak, sluch, dotek, chuť a čich. Vnímání zahrnuje aktivní zpracování nepřetržitého proudu počitků i jejich inhibici nebo filtrování z vědomí (Lezaková et al., 2004).

Ústředním prvkem všech kognitivních funkcí a pravděpodobně všeho, co je pro chování člověka charakteristické, je kapacita paměti, schopnost učit se a následně možnost úmyslně si vybavit uložené informace (Lezaková et al., 2004).

Paměť zlehčuje orientaci a dovoluje rozlišit nové situace od známých. U známých situací si člověk díky paměti dokáže vybavit podstatné znaky a na základě nich efektivněji reagovat (Vágnerová, 2017). Jeden z velmi uznávaných modelů paměti navrhli v roce 1968 Atkinson a Shiffrin. Jedná se o tři složkový model paměti, který je dělen na paměť sensorickou, krátkodobou a dlouhodobou (Sternberg, 2002).

Senzorická paměť je charakteristická schopností ukládat omezené množství informací ze smyslů po krátkou dobu. Krátkodobá paměť je definována jako paměť schopna udržet omezené množství informací, avšak po delší dobu než paměť sensorická. Paměť dlouhodobá se vyznačuje relativně neomezenou kapacitou, která umožňuje ukládat informace po velmi dlouhou dobu (Sternberg, 2002).

Myšlení lze definovat jako mentální operaci, která souvisí s dvěma nebo více bity informací explicitně (například při tvoření aritmetického výpočtu) nebo implicitně (například při souzení: „Tohle je špatné“ nebo „to s tím souvisí.“). Spousta komplexních kognitivních funkcí jsou zahrnuty pod název myšlení. Jsou to především abstrakce, usuzování, rozhodování, analýzy a syntézy. Původ informace, se kterou je mentálně nakládáno (manipulováno) a operováno, definuje kategorii myšlení (Lezaková et al., 2004).

Expresivní funkce vytvářejí celek pozorovatelného chování jedince. Do těchto funkcí patří řeč, psaní, manipulace s materiálem, gestikulace, výraz nebo pohyby obličeje. Od expresivních funkcí mohou být odvozeny mentální aktivity (Lezaková et al., 2004).

Preiss (2006) zmiňuje, že podmínkou optimálního fungování kognitivních funkcí je jistá úroveň pozornosti a vědomí.

2.1.1 Pozornost

„Pozornost je mentální proces, jehož funkcí je vpouštět do vědomí omezený počet informací, a tak ho chránit před zahlcením velkým množstvím podnětů“ (Plháková, 2004, p. 77).

Pozornost umožňuje selektivní zaměření a aktivaci vědomí na určité kognitivní procesy, a tím ovlivňuje chování. Je nepostradatelná pro zpracování aktuálních informací, pro jejich uchování v krátkodobé paměti a po delší době i pro vybavení

potřebných informací v danou chvíli. Pozornost je upotřebená na různých úrovních zpracování podnětů, umožňuje zaměřit se na vybrané podněty vnějšího i vnitřního světa a případně ignorovat ty nepotřebné (Bunting, Cowan, & Colflesh, 2008).

Základní vlastnosti pozornosti jsou (Plháková 2004; Vágnerová, 2017):

- **koncentrace** – jedná se o intenzitu soustředění na danou aktivitu nebo podnět. Intenzita soustředění je proměnlivá podle náročnosti podnětu;
- **selektivita** – schopnost zaměřit pozornost na důležité vnější nebo vnitřní podněty a možnost ignorovat nepodstatné;
- **distribuce** – schopnost přesouvat a rozdělovat pozornost z jednoho úkolu na druhý. Tato vlastnost pozornosti je omezena její kapacitou.
- **stabilita (tenacita)** – jedná se o stálost pozornosti, která je určena časovým intervalem;
- **kapacita pozornosti** – jde o vymezení množství objektů, které je člověk schopen postřehnout současně nebo ve velmi krátkém čase.

Pozornost může být dělena na bezděčnou (pasivní) a záměrnou (aktivní) (Plháková, 2004).

Bezděčná nebo také neúmyslná pozornost se týká například nových podnětů a podnětů spojených s nebezpečím (zvuk klaksonu automobilu), změny podnětů původně dobře známých nebo podněty s osobním nebo sexuálním významem. Zaměření tohoto typu pozornosti je silně ovlivňováno motivy a emocemi (Plháková, 2004).

Záměrná (úmyslná) pozornost je řízena vědomím úkolem, povinností nebo úmyslem. Je možné říci, že doprovází realizaci různých volných aktivit. Udržení takovéhle pozornosti, vyžaduje vynaložit jisté úsilí, a tím pádem bývá spojena s prožitkem duševní námahy (Plháková, 2004).

2.2 Exekutivní funkce

Lezak et al. (2004) definuje exekutivní funkce jako soubor kognitivních dovedností, které jsou nezbytné pro plánování, monitorování a vykonání cíleného jednání. Studie prokázali, že staří lidé se zhoršenými exekutivními funkcemi chodí pomaleji, mají zvýšenou variabilitu kroku, častěji padají a mají horší výkon při posturálně náročných úkolech (Springer et al., 2006).

Exekutivní funkce je komplex funkcí zahrnující procesy vztažené k chování řízenému k cíli nebo kontrole komplexních kognitivních procesů a umožňují samostatné

a účelné jednání. Jsou nedílnou součástí kognitivních funkcí, které utvářejí chování jedince v čase. Důležitá je také role pracovní paměti v exekutivních funkcích (Miller & Cummings, 2007; Preiss, 2006).

K exekutivním funkcím patří kontrola reakcí, manipulace s mentálními soubory, monitorování, koordinování a časování kognitivních operací. Jsou to také regulace výkonu, sledování cílů či plánování (McCabe et al., 2010). Preiss (2006) přehledně rozděluje exekutivní funkce, které představují účelné jednání, na čtyři složky. Jsou to:

- vůle (motivace k výkonu),
- plánování,
- účelné jednání (jednání, které vede k cíli),
- úspěšný výkon.

Exekutivní funkce významně ovlivňují jak sensorický vstup a interní prostředí, tak i motorický výstup. Jedná se tak o společnou dynamickou interakci mezi vnějším a vnitřním prostředím. Sensorický vstup zajišťuje selektivní orientaci kognitivních zdrojů na vnější prostředí, ze kterého podle důležitosti vybírá relevantní informace a pomíjí ty irelevantní. Pro tento proces je výchozí výběrová pozornost, kódování dlouhodobé a pracovní paměti. Kontrola vnitřního prostředí zahrnuje kognitivní a emoční procesy. Vzájemné působení emočních a kognitivních komponent utváří sociální chování a rozhodování jedince. Kontrola motorického výstupu reguluje všechny tělesné pohyby včetně pohybů očních (Miller & Cummings, 2007).

2.2.1 Pracovní paměť

Model pracovní paměti je definován jako systém, který je nezbytný pro dočasnou manipulaci s informacemi a pro jejich ukládání, které jsou potřebné pro složité kognitivní úkoly jako například porozumění, usuzování a učení (Baddeley, 1983).

Preiss (2006) popisuje pracovní paměť jako registr psychické práce, kdy dostupné informace této práce slouží k vyřešení aktuální situace nebo úlohy. Hned po vyřešení dané situace jsou tyto informace vytěsněny nebo překryty souborem nových informací.

Pracovní paměť se vyznačuje omezenou kapacitou, která dokáže krátkodobě uchovat informace po dobu asi třiceti vteřin, pokud nejsou tyto informace dále zpracovány. Rozpětí kapacity pracovní paměti je individuální pro každou osobu. Obsah pracovní paměti může být snadno narušen jinými podněty, proto se vyznačuje velkou nestabilitou (Vágnerová, 2017).

Udržení informací v pracovní paměti se odvíjí od délky, množství a složitosti slov. Také způsob prezentace slov má vliv na jejich uložení (Baddeley, 1999). Například mnohoslabičná slova jsou obtížněji udržitelná než slova jednoslabičná (Koukolík, 2000). I styl opakování si čísel má vliv na jejich udržení. Bylo prokázáno, že přeřikání si slov nebo čísel nahlas má lepší výsledky než nehlasné opakování (Atkins & Reuter-Lorenz, 2008). Barrouillet a Camos (2001) uvádějí, že jak uchování a zpracování informací, tak i jejich přesun mezi dvěma složkami úlohy závisí na míře pozornosti.

Je důležité zdůraznit, že pracovní paměť není pouhým krátkodobým úložištěm informací, protože umožňuje jejich další aktivní zpracování a kombinace. Dále také pracovní paměť funkčně kooperuje s dlouhodobou pamětí, kdy aktuální informace mohou být propojeny se staršími zkušenostmi. Jedná se o zkušenosti, které se k dané situaci vztahují (Baddeley, 2012).

Z hlediska funkce je pracovní paměť multikomponentní systém, tvořený centrální exekutivou, která řídí další dvě komponenty. Jsou to vizuoprostorový náčrtník a fonologická smyčka (Baddeley, 1999).

Centrální exekutiva

Centrální exekutiva je nejsložitější komponentou pracovní paměti, která zodpovídá za monitorování a koordinaci dalších komponent systému. Tato komponenta funguje především jako systém dohlížející na pozornost (supervizory attentional system), propojení a zpracování různých poznatků, které sám neuchovává (Baddeley, 1983). Centrální exekutiva dále umožňuje propojení informací s dlouhodobou pamětí a možnost vybavení si dalších souvisejících znalostí. Jejimi dalšími funkcemi je potlačení neirelevantních poznatků, koordinace paralelního zpracování informací, přesun a rozdělení pozornosti mezi aktivitami. Umožňuje také plánování dalších aktivit i volbu vhodných strategií a reakcí (Baddeley, 2012).

Vizuoprostorový náčrtník

Vizuoprostorový náčrtník je komponenta pracovní paměti, která dočasně uchovává a manipuluje s vizuálními a prostorovými informacemi (Baddeley, 1999). Vizuální a prostorové informace jsou zpracovány odlišně, a to buď prostřednictvím ventrální, nebo dorzální zrakové dráhy (Vágnerová, 2017). Tento systém je také označován jako skryté oko. Díky tomuto systému si člověk uvědomuje, jak jisté předměty vypadají (tvar, barva) a kde se v prostoru nacházejí. Vizuoprostorový náčrtník

pracuje také s vizuálními a prostorovými informacemi uložených v dlouhodobé paměti. Příkladem může být zodpovědět otázku: „Kolik oken je na přední straně vašeho domu?“. Osoba, která dostane tuto otázku, si pravděpodobně začne představovat přední stranu jejího domu a spočítá okna, která se jí v představě vybavila. Tento obraz byl nalezen v dlouhodobé paměti a v daný moment dočasně zobrazen na náčrtu (McLeod, 2012).

Fonologická smyčka

Fonologická smyčka je systém, který je schopen krátkodobě uchovávat zvukové řečové i neřečové informace. Pokud tyto informace nejsou opakovány, vytrácí se během dvou až tří sekund. Díky nehlasnému opakování, jsme schopni udržet příchozí informace déle (Koukolík, 2000). Tento systém je důležitý při učení nových slov, přispívá k pochopení smyslu věty a slouží například k zachycení názvů výrobků, telefonních čísel, jmen lidí atd. (Vágnerová, 2017).

Na fonologické zpracování navazuje sémantické kódování. Sémantické kódování znamená pochopení smyslu věty. Pochopení smyslu věty může být velmi rychlé, pokud jde o slova, která jsou významově propojena. V případě, že se jedná o slova, která spolu nesouvisí, může být chápání slov pomalejší. Udržení informací v tomto systému je časově omezeno. Pomalu vyslovovaná nebo příliš dlouhá slova se v pracovní paměti udržují hůř (Baddeley, 1999).

Fonologická smyčka i vizuoprostorový náčrtník mají dvě funkční složky. První složka dovoluje rozlišení a pasivní uchování daného poznatku po krátkou dobu. Druhá složka je aktivní a umožňuje případné obnovení poznatku z dlouhodobé paměti (Borst, Niven, & Logie, 2012).

3 STÁRNUTÍ ORGANISMU A JEHO VZTAH K POSTURÁLNÍ KONTROLE

Na pokles posturální jistoty se vzrůstajícím věkem poukazuje mnoho studií zabývajících se posturální kontrolou (Graafmans et al., 1996; Rubenstein, & Josephson, 2002; Tinetti, Speechley, & Ginter, 1988; Woollacott, Shumway-Cook, & Nashner, 1986). Důsledkem posturální nejistoty jsou ve většině případů pády. Úrazy vzniklé jako následek pádu, nejčastěji zlomeniny krčku femuru, vedou u osob starších 80 let k dlouhodobé imobilizaci na lůžku s rizikem následného úmrtí. U více než jedné třetiny osob ve věku nad 65 let dojde k pádu minimálně jednou ročně (Tang & Woollacott, 1996). Věnovat pozornost vlivu věku na posturální kontrolu je žádoucí kvůli již zmíněným pádům a jejich důsledkům na zdravotní stav seniora. Je také potřeba zohlednit věk i při posturografickém vyšetření (Bizovská et al., 2017). Podle Shupert a Horaka (1999) není všeobecným nárůstem nestability ve stáří zvýšení samotného věku, ale jde o působení patologií, které mohou být i subklinické.

3.1 Stáří a seniorský věk

Stáří je důsledek přirozeného průběhu života. Stáří se týká pozdní fáze ontogeneze. Jedná se o projev a důsledek přirozených funkčních i morfologických změn stárnoucího organismu, které jsou pro každého jedince individuální a probíhají druhově specifickou rychlostí. Tyto změny vyúsťují v typický obraz označovaný jako stařecký fenotyp. Tento typický obraz je modifikován životním stylem a zdravotním a psychickým stavem jedince. Dále je také stařecký fenotyp podmíněn vlivem prostředí, vlivy sociálně ekonomickými, včetně adaptace a přijetí určité role. Standardně je rozlišováno stáří kalendářní, biologické a sociální (Kalvach & Mikeš, 2004).

Kalendářní stáří dle Kalvacha a Mikeše (2004) lze vymezit, avšak nejsou v něm uváženy interindividuální rozdíly. Smitka (2013) uvádí, že za stáří je považován věk od 60 let. Kdy je stáří z jeho pohledu rozlišováno na:

- rané stáří (60–74 let),
- pravé stáří (75–89 let),
- a dlouhověkost neboli kmetský věk (90 let a více).

Kalvach a Mikeš (2004) považují za počátek stáří věk 65 let a uvádějí orientační členění dle demografického vývoje a funkčního stavu ve stáří na:

- mladé seniory (65–74 let),

- staré seniory (75–84 let),
- a velmi staré seniory (85 a více let).

Kowal a Dowd (2001) uvádějí obě výše zmíněné spodní věkové hranice stáří, a to 60 i 65 let. Avšak upozorňují na problém stanovení spodní hranice stáří, který tkví v individualitě projevů stáří a v ontogenetických rozdílech mezi vyspělými a rozvojovými zeměmi.

Biologické stáří je označení pro jistou míru involučních změn, pokles funkční zdatnosti, potenciálu zdraví a genovou expresi. Biologické stáří není snadné přesně vymezit a nelze stanovit jeho přesnou věkovou hranici. Důvodem je neshoda v attributech, které by hodnota biologického stáří měla prezentovat (Kalvach & Mikeš, 2004). Podle Jiráka (2013) je proces stárnutí natolik individuální, že biologický věk není možné přesně stanovit. K morfologickým a funkčním změnám dochází v různou dobu a odlišnou rychlostí. Z toho důvodu dochází k velkému rozptylu mezi potenciálním biologickým věkem a věkem kalendářním.

Sociální stáří je pojem zahrnující proměnu sociálních rolí a potřeb, životního stylu i ekonomického zajištění. Za počátek sociálního stáří je brán nárok na pobírání starobního důchodu nebo samotný odchod jedince do penze. Tento pojem upozorňuje jak na společné zájmy, tak i na rizika seniorů. Konkrétní rizika mohou být například maladaptace na odchod do penze, ztráta společenské prestiže a životního programu, osamělost, hrozba ztráty soběstačnosti, pokles životní úrovně a další (Kalvach & Mikeš, 2004).

3.2 Fyziologické aspekty stárnutí ve vztahu k posturální kontrole

Stárnutí je univerzální, nevratný a druhově specifický biologický proces. Tento proces postihuje s různou rychlostí prakticky všechny orgány, které tak ztrácejí svoji funkční rezervu. Tím pádem je starý organismus méně přizpůsobivý ke stále se měnícím podmínkám vnitřního a zevního prostředí. Dochází také ke ztrátě adaptační schopnosti organismu, kdy i při mírných podnětech může dojít k dekompenzaci jak orgánové funkce, tak i organismu jako celku (Topinková, 2005).

V důsledku degenerativních změn organismu je proces stárnutí spojován s postupně narůstajícím omezením schopnosti samostatného pohybu a instabilitou (Woollacott, 1993). Proces stárnutí je také spjatý s vyšším výskytem chronických onemocnění. Jsou to například artróza, artritida, osteoporóza, ateroskleróza, diabetes mellitus II. typu nebo Alzheimerova choroba, které mají vliv na zhoršení posturální

stability (Al-Momani et al. 2016; Bizovská et al., 2017). Například Nagymate et al. (2016) uvádí, že osteoartróza kolenního kloubu je nejběžnější ortopedická diagnóza u jedinců na 65 let. Z jeho studie vyplývá, že v důsledku artrózy kolenního kloubu dochází k zvýšení bolestivosti, ke snížení rozsahu pohybu v kloubu, což má negativní dopad na stereotyp chůze a udržování posturální stability během klidového stoje. Studie autorů Stanmore et al. (2013) potvrzuje vliv revmatoidní artritidy na zvýšený výskyt pádů u seniorů v důsledku snížené propriocepce kloubů dolních končetin. Timar et al. (2016) uvádí, že také diabetes mellitus II. typu vede ke snížení balanční funkce v důsledku snížení zrakových a proprioceptivních vjemů způsobených sekundárními projevy diabetu (retinopatie, periferní neuropatie).

Proces stárnutí je spjat se změnami v mechanismech posturální kontroly, které vedou ke zvýšené incidenci pádů u seniorů. Věkem podmíněné změny v posturální kontrole se projevují například zvýšením výchylek těla v prostoru při klidovém stoji (Abrahámová & Hlavačka, 2008; Shumway-Cook & Woollacott, 2000). Konrad, Girardi a Helfert (1999) uvádějí komponenty posturální kontroly, u nichž se vlivem stárnutí vyskytují pravděpodobné patologické změny, které mají vliv na celkovou posturální kontrolu. Jedná se o změny v senzoričtém systému, integračních funkcích CNS, změny muskuloskeletální integrity a pokles celkové aktivity. Horak (2006) doplňuje, že vlivem stárnutí dochází také ke změnám v kognitivním zpracování zpracování informací.

3.2.1 Změny senzoričtého systému

Stárnutí je spojeno s mnoha fyziologickými změnami senzoričtého systému, který v sobě zahrnuje vestibulární, somatosenzoričtý a vizuální systém. Tyto změny však mají negativní vliv na posturální kontrolu (Horak, Shupert, & Mirka, 1989).

Vestibulární aparát

Na změnách vestibulárního aparátu se podílejí degenerativní změny vláskových buněk. Podle studie Horaka et al. (1989) u osob nad 70 let dochází k redukci počtu těchto buněk až o 70 %. Dále také dochází k snížení citlivosti semicirkulárních kanálků, alteraci v tvorbě a uvolnění neurotransmiterů a k projevu vaskulárních změn. Vlivem změn vestibulárního aparátu dochází k zhoršení vnímání vertikály, rozvoji závratí a také je narušena orientace hlavy a těla v prostoru (Barin & Dodson, 2011).

Vizuální systém

Kalvach (2011) zmiňuje, že až u 80 % lidí staších 75 let dochází k významnému poklesu zrakových funkcí. Chronické degenerativní procesy postihující zrak se projevují poruchou kontrastní citlivosti (porucha vizu za šera, šeroslepost), adaptace akomodace, narušením prostorového vidění a zhoršením dynamické zrakové ostrosti, která se projevuje například při sledování předmětu v pohybu (Lord, 2006). Rozvoj zmíněných refrakčních změn souvisejících s věkem, může být podmíněn také rozvojem běžných očních patologií, jako jsou: katarakta, makulární degenerace, glaukom a retinopatie (Topinková, 2005). Lord (2006) popisuje, že neoptimální vizuální vstup narušuje proces posturální kontroly a schopnost bezpečně se vyhnout překážkám. Je to z důvodu chybného vyhodnocení vzdálenosti překážky a interpretace prostorových informací.

Somatosenzorický systém

Vlivem narůstajícího věku dochází ke strukturálním a funkčním úbytkům somatosenzorických systémů. Tyto změny jsou spojeny s posturální nestabilitou (Sturnieks, George, & Lord, 2008). Dochází k zvýšení prahu dráždivosti exteroceptorů a proprioceptorů, k zhoršení aferentace do CNS o zahájení i průběhu pohybu v jednotlivých kloubech nebo o jejich momentálním úhlovém nastavení (Sturnieks et al., 2008). Vlivem stárnutí dochází také k úbytku Meissnerových a Paciniho tělísek, to koresponduje se zhoršením vibračního a taktilního cití hlezenního kloubu a chodidla (Menz, Morris, & Lord, 2005).

3.2.2 Změny muskuloskeletálního systému

Se zvyšujícím se věkem dochází k regresivním změnám v pohybovém systému. V kloubu se rozvíjí artróza, klesá elasticita kloubních pouzder, snižuje se pružnost vazivových struktur a ligament. To způsobuje zmenšení velikosti kloubního rozsahu. Dále se rozvíjí stařecká osteoporóza a osteopenie (Smitka, 2013).

Ve svalech klesá počet svalových vláken, především bílých rychlých vláken (typu IIb). Tím pádem se relativně zvětšuje počet červených pomalých vláken (typu I), které mohou zaujímat uvolněné místo. Po 65. roku věku se snižuje absolutní počet těchto vláken. Následně dochází k postupné svalové atrofii, která je způsobená redukcí myofibril a svalových proteinů (Smitka, 2013).

Úroveň svalové síly je víceméně stejná zhruba do 50 nebo 60 let věku. Následně však dojde k jejímu zrychlenému úbytku a ve věku 80 let se jedná až o 50 % úbytek svalové síly (Sturnieks et al., 2008). Larson, Grimby, & Karlsson (1979) provedli průřezovou studii na vzorku 114 mužů ve věku 11 až 70 let a zjistili, že isometrická síla čtyřhlavého stehenního svalu (dále jako QF) postupně narůstá do věku 30 let a následně klesá až od 50 let. Jejich studie dále potvrdila největší úbytek svalové síly QF mezi 50 a 70 lety v rozsahu 24–36 %. Studie Thelena, Schultze, Alexandera, & Ashton-Millera (1996) potvrzuje výrazné snížení svalové síly při provádění dorzální a plantární flexe u sedmdesátiletých probandů při porovnání se souborem mladých jedinců. Dále tato studie potvrdila, že s rostoucím věkem dochází ke snížení vrcholu otáčivého momentu sil a také k poklesu rychlosti otáčivého momentu v kloubu.

S věkem se obecně snižuje práce a výkonnost svalu. Konkrétnějším příkladem může být snížená produkce svalové síly a prodloužení doby kontrakce svalu (Thelen et al., 1996). To se děje kvůli změnám kontraktlních vlastností svalových vláken a snížené tuhosti úponových šlach (Reeves, Narici, & Maganaris, 2006). Pro seniory je obtížné provádět rychlé dynamické pohybové úkony, protože s věkem je ztráta svalové výkonnosti dvakrát větší než ztráta svalové síly. Schopnost obnovit stabilitu je toho důkazem. Starší jedinci obtížněji obnovují svou stabilitu po překonání překážky než mladší jedinci. Tyto rozdíly jsou výraznější především u seniorů, kteří mají hypotrofické svaly a sníženou svalovou sílu (Reeves et al., 2006; Sturnieks et al., 2008).

3.2.3 Změny centrálního nervového systému a kognitivních funkcí

Postupným degenerativním změnám podléhá i CNS. Dochází ke snížení počtu neuronů, synapsí a ubývá také neurotransmiterů, které se podílejí na přenosu informací. To se projevuje zpomalením schopnosti přijímání a přenášení vzruchů. Snižuje se také hmotnost mozku (Klevetová & Dlabalová, 2008).

Procesem stárnutí také dochází k prodlužování reakční doby mezi vstupem senzorického podnětu, zpracováním CNS a motorickou odpovědí (Sturnieks et al., 2008). Schopnost reagovat rychle a přiměřeně na nově vzniklou situaci náročnou na posturu je důležité pro udržení rovnováhy a zamezení náhlým pádům. Mezi dvacátým a šedesátým rokem života dochází k postupnému nárůstu reakční doby až o 25 %. U osob starších 60 let dochází k dalšímu významnému prodloužení tohoto reakčního času (Fozard et al., 1994). Na prodloužení reakčního času má vliv také provedení složitějších pohybových reakcí nebo současné řešení kognitivní úlohy, například

mluvení s jinou osobou. Právě v důsledku změn v centrálním a periferním nervovém systému dochází u seniorů k latenci posturálních reakcí (Lord, Ward, Williams, & Anstey, 1994). Shupert a Horak (1999) ve své studii podotýkají na věkově závislý pokles dopaminu v substantia nigra a snížení funkce bazálních ganglií u seniorů bez diagnózy Parkinsonovy choroby. Tato extrapyramidální dysfunkce opět souvisí s prodloužením doby posturální reakce. Také snížení rychlosti kontraktility svalových vláken vede k prodloužení reakční doby u starších jedinců (Sturnieks et al., 2008).

Papegaaij et al. (2014) uvádí, že změny v CNS spjaté s rostoucím věkem souvisejí s negativním ovlivněním posturální kontroly, mobility a zvýšením rizikovitosti pádů u seniorů.

Vlivem úbytku a změn v mozkové kůře dochází k omezení kognitivních funkcí. To se projevuje snížením plasticity myšlení, zpomalením výbavnosti slov ze zásobní paměti. Dále se snižuje psychomotorické tempo a tím pádem rychlost zpracování informací, zhoršuje se koncentrace, orientace v prostoru a čase, schopnost učení, rozhodování a plánování (Topinková, Jiráček a Bratoš, 2002).

Kognitivní porucha spojená s fyziologickým stárnutím je obvykle pouze mírná. Většinou se jedná o pouhé zapomínání, které nepatří mezi abnormní jevy. Rizikovější je již mírný kognitivní deficit, kdy lze objektivně zjistit poruchu alespoň jedné složky kognice. Nejčastěji se jedná o poruchy paměti, které ale významněji neovlivňují běžné denní aktivity. Uvádí se, že mírný kognitivní deficit je rizikovým faktorem pro rozvinutí Alzheimerovy choroby (Ambler, 2009).

V důsledku fyziologických změn korových oblastí mozku dochází k vnitřním změnám řízení těla v prostoru na úrovni neurochemické, neuroanatomické a funkční (Labyt et al., 2003; Tisserand et al., 2004). Předpokládá se, že změny na těchto úrovních vedou k vyšší potřebě zapojení kognitivních funkcí do senzomotorického zpracování u starších osob ve srovnání s mladými dospělými (Li & Lindenberger, 2002). Posturální kontrola může být negativně ovlivněna důsledkem snížené kapacity kognitivních funkcí ve stáří. Jedná se především o sníženou kapacitu pozornosti a pracovní paměti, kdy dochází k neúspěšnému rozdělování pozornosti mezi více úkoly a zahlcení pracovní paměti (Maki et al., 2001).

3.3 Problematika pádů ve stáří

Pády jsou nejčastější příčinou zranění a smrti seniorů. Jedná se o obecně významný problém veřejného zdraví. Nejméně jednou za rok utrpí minimálně jeden pád více než čtvrtina osob ve věku 65–74 let, skoro jedna třetina osob ve věkovém rozmezí 75–84 let a téměř 37 % jedinců ve věku 85 let a více. Přitom z těch, kteří upadli, padá jedna polovina pravidelně. Úraz při pádu utrpí v průměru asi 11 % seniorů z každé výše zmíněné skupiny (Bergen, Stevens, & Burns, 2016). V roce 2012 ve Spojených státech amerických (dále jen USA) bylo vlivem pádů zaznamenáno 3,2 miliónů poranění bez fatálních následků a 24 190 smrtelných úrazů (Burns, Stevens, & Lee, 2016). Až 800 000 pacientů je v USA každoročně hospitalizováno pro úraz z pádu, nejčastěji pro zlomeninu proximálního krčku femuru nebo poranění hlavy. Léčba úrazů u seniorů je spojena s delší dobou hospitalizace, horšími výsledky a vyšší mortalitou než u mladších pacientů. To znamená poměrně vysoké finanční náklady, které jsou vynaloženy na samotnou léčbu, ale také na následné sociální zabezpečení rizikových pacientů. Problematika pádů u seniorů tak představuje medicínský, sociální a ekonomický problém (Tricco et al., 2017). Proto udržování funkční zdatnosti, včasná diagnostika a prevence pádů u seniorů je v zájmu jak ohrožených jedinců pádem, tak celé společnosti (Bizovská et al., 2017).

3.3.1 Rizikové faktory a příčiny pádů

Podle Světové zdravotnické organizace (2017) je pád definován jako situace, která vede k neumyšlnému ocitnutí se osoby na zemi, podlaze nebo na jiném nižším povrchu. Topinková (2005) uvádí podobnou definici, ale v jiném znění. Pád tedy definuje jako změnu polohy, která končí kontaktem těla se zemí a tato změna polohy může být doprovázena poraněním a poruchou vědomí.

Z výzkumu Tinnetiho, Speechleye a Gintera (1988) vyplývá, že hlavními na sobě nezávislými rizikovými faktory pádu jsou:

- zhoršení funkce dolních končetin, podiatrické obtíže a poruchy chůze;
- zhoršení kognitivních funkcí;
- poruchy rovnováhy (instabilita);
- užívání sedativ,
- pozitivní palmomentální reflex, který je výbavný při difuzním poškození mozku.

U seniorů s jedním z těchto rizikových faktorů bylo zjištěno 19 % riziko pádu. Se dvěma rizikovými faktory 32 % riziko a se třemi rizikovými faktory až 60 % riziko pádu během jednoho roku. Při čtyřech a více rizikových faktorech je riziko pádu u seniorů až 78 %. Je patrné, že riziko pádu exponenciálně narůstá s počtem rizikových faktorů (Tinetti et al. 1988).

Pro pády ve stáří je typická multifaktoriální etiologie a jsou řazeny mezi geriatrické syndromy. Pády podle příčiny vzniku jsou rozdělovány na (Topinková, 2005):

- **pády z vnitřních příčin (při onemocnění vnitřních orgánů):**
 - neuromotorické poruchy (např. svalová slabost, poruchy propiocepce, poruchy chůze, periferní neuropatie, Parkinsonova choroba, iktus),
 - kardiovaskulární postižení (např. ortostatická hypotenze, synkopa, vertebrobazilární insuficience, hypersenzitivita karotického sinu),
 - psychiatrická onemocnění (např. poruchy pozornosti, demence, deprese),
 - porucha vestibulárních funkcí a sluchu (např. Meniérova choroba, vertigo),
 - porucha zraku (např. porucha akomodace, snížení zrakové ostrosti, katarakta, glaukom, makulární degenerace, porucha zorného pole),
 - degenerativní změny pohybového systému (např. artróza, osteoporóza, onemocnění nohou),
- **pády z vnějších příčin:**
 - nevhodné vybavení bytu (např. nedostatečné osvětlení, kluzká podlaha, vysoké prahy),
 - nevhodné oblečení a obuv,
 - nevhodná nebo nebezpečná aktivita (např. práce na stoličce, štaflích),
 - absence vhodných kompenzačních pomůcek pro zajištění bezpečné chůze.

3.3.2 Důsledky pádů

V důsledku pádu dojde u 10–15 % pacientů k poranění měkkých tkání, které vyžaduje ošetření lékařem (Topinková, 2005). Kalvach (2011) podotýká, že

pohmožděninám měkkých tkání lékaři nepřikládají obvykle příliš velkou důležitost, avšak u polymorbidních seniorů může být taková kontuze příčinou přechodné ztráty soběstačnosti. Následkem pádu jsou také fraktury, které se vyskytují u 3–5 % pacientů (Topinková, 2005). Nejčastěji se jedná o fraktury femuru, zápěstích kůstek, paže, dolních končetin nebo obratle. Viera, Palmer, & Chaves (2016) zmiňují, že vlivem pádu dochází nejvíce ke zlomeninám krčku femuru, přičemž až jednu čtvrtinu pacientů s touto zlomeninou tvoří ženy. Časté je i poranění hlavy, kdy 1–3 % zraněných vyžadují hospitalizaci.

Osaměle žijící senioři jsou po pádu nalézáni ležící delší dobu bez pomoci. To může vést k podchlazení jedince, rozvoji pneumonie nebo i rhabdomyolýzy. Takové stavy vyžadují hospitalizaci (Topinková, 2005). U stavů po pádu, u kterých nebyla potřebná hospitalizace, dochází ke zhoršení zdravotního stavu. Tento stav vede většinou k snížené mobilitě, rozvoji dekondice a zhoršení kvality chůze. To se může projevit jako ztráta soběstačnosti a závislosti na pomoci druhých osob. V případě nutnosti dochází k umístění seniora do sociálního zařízení.

Významné jsou i psychologické důsledky pádů, které se projevují jako strach z dalšího pádu nebo strach, který vyvolává představa dlouhého ležení na zemi bez pomoci. Pro tyto pocity strachu staří lidé často podvědomě omezují své pohybové aktivity, které následně vedou k sedavému způsobu života, což má za následek zhoršení psychického stavu, celkové fyzické zdatnosti a kvality života obecně (Berková & Berka, 2018).

3.3.3 Prevence pádů

Prevence pádů, včasná diagnostika poruchy rovnováhy a vytipování rizikových jedinců má zásadní význam pro zmírnění následků pádů a také snížení jejich počtu. Strategie v prevenci pádů by měly být komplexní a multifaktoriální. Jako nejvhodnější se jeví individuální kombinovaná intervence, která je prováděná na podkladě individuálního vyšetření. Taková komplexní péče by měla být cílena hlavně na pacienty se dvěma a více pády (s poraněním i bez něj) v anamnéze (Berková & Berka, 2018; Bizovská et al., 2017).

Pro prevenci pádů jsou vytvářeny programy, které jsou zaměřeny na oblasti identifikaci a úpravu rizik. Do těchto oblastí je řazeno například (Peel, McClure, & Hendrikz, 2006; Světová zdravotnická organizace, 2017):

- klinické vyšetření k zjištění rizikových faktorů a z toho vyplývající úprava medikace,
- screening prostředí, ve kterém jedinec tráví nejvíce času,
- skupinové programy zaměřené na prevenci pádů,
- doporučení vhodných kompenzačních pomůcek pro kompenzaci fyzických poruch a pomůcek ke korekci zrakových omezení,
- cvičební program cílený na trénink stability a rovnováhy, posílení svalů na dolních končetinách, apod.

Například studie Villafaña et al. (2015) zabývající se vlivem silových, protahovacích a balančních cvičení na stabilitu geriatrických jedinců prokázala, že výsledkem tohoto programu bylo zlepšení funkční mobility a rovnováhy participantů.

Metaanalýza tvořená z 54 randomizovaných klinických studií a čítající 41 569 účastníků potvrdila, že vyšetření zraku a jeho korekce, komplexní vyšetření, cílená léčba chorob, úprava prostředí, ve kterém pacient žije, cvičení a substituce vitamínu D a kalcia pozitivně ovlivňuje redukci pádů s přidruženými zraněními oproti běžné péči (Tricco et al., 2017).

Ohde et al. (2012) se zabývali smyslem vzdělávání zdravotnického personálu na incidenci pádů u souboru 71 396 pacientů. V průběhu sedmi let se počet pádů snížil o 25 %. Podle autorů z této studie vyplývá, že účinnost programů je z velké části podmíněna dobrou spoluprací personálu.

4 VÝZNAM DUÁLNÍCH ÚKOLŮ V REHABILITACI

Každodenní aktivity zahrnují nespočet situací, při kterých je současně prováděn posturální úkol a úkol sekundární (kognitivní nebo motorický). Příkladem může být chůze a současně s tím mluvení do telefonu nebo chůze a nesení tácu se sklenicemi. Obecně se tyto situace nazývají duální úkoly, v anglické literatuře se používá pojem dual tasking (dále jako DT). Běžné duální úkoly jsou považovány za bezpečné a nezvyšují riziko pádu, pod podmínkou, že posturální úkol (posturální kontrola) vyžaduje minimální nároky na pozornost a probíhá automaticky (Ruffieux, Keller, Lauber, & Taube, 2015).

Posturální kontrola, řídicí nastavení pozice těla v prostoru za účelem udržení posturální stabilizace a orientace, má významné nároky na pozornost (Shumway-Cook & Woollacott, 2000). Tyto nároky se liší podle věku jedince, jeho balančních schopností, podle posturální situace a náročnosti sekundárního úkolu (Woollacott & Shumway, 2002).

Pro objasnění problematiky duálních úloh je potřeba připomenout pojem pozornost. Pozornost je kapacita zpracovávat informace, která je u každého individuálně omezená. Jakýkoliv prováděný úkol vyžaduje danou část této kapacity. Pokud jsou prováděny dva úkoly současně (DT) a vyžadují více pozornosti, než je celková kapacita pozornosti daného člověka, dojde k zhoršení/ovlivnění výkonu jednoho nebo obou úkolů (Shumway-Cook & Woollacott, 2000). V případě, že by se jednalo o posturální úkol nebo chůzi, tak by mohlo v nejhorším případě dojít k pádu (Ruffieux et al., 2015).

Studie, prováděné v kontextu posturální kontroly, používají kognitivně motorické DT s cílem určit, jaké jsou požadavky obou úkolů na pozornost a jak se v závislosti na přesunu pozornosti mění výkon jednotlivých úloh. Posturálním úkolem může být například stoj na balanční podložce, stoj o určité bázi nebo chůze. Příkladem sekundární kognitivní úlohy může být počítání pozpátku. Tyto simultánně prováděné úkoly jsou následně porovnávány se situací, kdy byla prováděna pouze jedna z těchto úloh. V důsledku limitované kapacity pozornosti je očekáváno, že posturální úkol, požadující více pozornosti, způsobí znatelné ovlivnění výkonu v kognitivní úloze. Naopak pokud kognitivní úloha vyžaduje více pozornosti, může dojít k ovlivnění výkonu posturálního úkolu (Woollacott & Shumway-Cook, 2002; Fraizer and Mitra, 2008; Boisgontier et al., 2013).

4.1 Interakce mezi kognitivním a posturálním úkolem

Mnoho zahraničních studií se věnuje problematice DT, avšak výsledky jejich zkoumání jsou nejednotné. Také koncepty jednotlivých výzkumů a vzájemná interakce mezi supraposturálním (kognitivním) a posturálním úkolem se liší. Několik studií zaznamenalo snížení posturálních výchylek ve stoji při provádění DT oproti posturálně náročné situaci bez DT (Andersson, Hagman, Talianzadeh, Svedberg, & Larsen, 2002; Dault, Frank, & Allard, 2001; Dault, Geurts, Mulder, & Duysens, 2001; Dault, Yardley, & Frank, 2003; Hunter & Hoffman, 2001). Jiné studie naopak potvrdily zhoršení parametrů posturální stability při současném provádění sekundárního úkolu oproti posturálně náročné situaci bez DT (Lajoie, Teasdale, Bard, & Fleury, 1993; Mitra, 2003; Morris, Iansek, Smithson, & Huxham, 2000; Redfern, Talkowski, Jennings, & Furman, 2004), ale jsou i výzkumy, které nenašly žádné souvislosti mezi kognitivním úkolem a posturální stabilitou (Yardley et al., 2001).

Různorodost výsledků může být způsobena výraznými rozdíly v metodologii studií, podaným typem instrukcí probandům a zvoleným typem a náročností posturálního a kognitivního úkolu. Tím pádem je obtížné vymezit obecně platný vzorec k interpretaci výsledků (Mitra & Fraizer, 2004).

Mitra a Fraizer (2004) uvádějí dva koncepty, které popisují vzájemnou interakci mezi posturálním a kognitivním úkolem. Prvním konceptem je teorie soutěžení o zdroje (v anglické literatuře se používá název *resource competition*). Druhým je adaptivní sdílení zdrojů (z anglického *adaptive resource-sharing*). Pozdější literatura ještě uvádí třetí teorii *Bottleneck accounts* (Fraizer & Mitra, 2008).

Teorie soutěžení o zdroje tvrdí, že, posturální i kognitivní úkol požadují část zdrojů pozornosti. Avšak pokud vzájemná interference obou úkolů překročí dostupnou kapacitu pozornosti, dojde ke snížení výkonu v jednom nebo v obou současně prováděných úkolech. K této teorii se autoři studií v literatuře přiklání více, než k teoriím ostatním (Maylor, Allison, & Wing, 2001; Shumway-Cook & Woollacott, 2000; Yardley et al., 2001). Jedním z předpokladů teorie soutěžení o zdroje je, že cílem posturální kontroly je minimalizovat posturální výchylky, a proto je tomuto cíli věnována nepřetržitá pozornost. Zvýšení posturálních výchylek je pak vysvětlováno jako selhání posturální kontroly (Mitra, 2003; Stoffregen, Pagulayan, Bardy & Hettinger, 2000). Stoffregen, Smart, Bardy a Pagulayan (1999) považují automatickou minimalizaci posturálních výchylek za nevhodnou, pokud tedy nedochází k větším

destabilizacím. Udávají, že minimalizace výchylek je výhodná pouze v situacích, kdy se může zvyšovat výkon v sekundárním (kognitivním) úkolu. Na základě tohoto názoru pak nelze jednoznačně označit zvýšení posturálních výchylek jako zhoršení posturální stability a naopak (Dault et al. 2001; Dault, Geurts et al., 2001).

Druhým teoretickým konceptem je adaptivní sdílení zdrojů mezi posturálním a sekundárním kognitivním úkolem. Podle tohoto konceptu snížení nebo zvýšení posturálních výchylek závisí na zvolení priority systému. Systém bude buď facilitovat kognitivní úkol nebo kontrolovat stabilitu. Jsou zde i další ovlivňující faktory (Mitra & Fraizer, 2004):

- jaká míra přesnosti je vyžadována posturálním a kognitivním úkolem,
- jak moc se shoduje percepce dostupných informací s nároky těchto úkolů,
- jak těžké je získat všechny potřebné informace,
- jaké jsou nároky na pozornost obou současně prováděných úkolů.

Mitra a Fraizer (2004) uvádí, že tato teorie předpokládá vznik tří situací, které objasňují vzájemnou interakci mezi posturálním a supraposturálním úkolem. První situace popisuje podmínky, kdy je posturálně náročný úkol relativně jednoduchý, například stoj na pevné podložce, o široké bázi apod., ale kognitivní úkol vyžaduje velkou preciznost, například úkoly vyžadující přesnou zrakovou fixaci. Pro konkrétní představu se může jednat o situaci, kdy člověk stojí bezpečně a pohodlně, a současně se snaží přečíst text v dálce. V tomto případě bude výkon posturálního úkolu zlepšen, aby podpořil přesnost provedení supraposturálního úkolu. Pokud v této podobné situaci nebude potřebná velká přesnost v provádění sekundárního úkolu, tak může dojít ke zvýšení výchylek posturální stability.

Druhý model je situace, kdy je posturální úkol významně náročný, destabilizující. Za těchto podmínek jsou všechny dostupné zdroje pozornosti přesunuty k udržení stability, zatímco současné provádění druhého úkolu může být zhoršeno nebo úplně pozastaveno. Takováto situace adaptivního sdílení zdrojů je známá jako princip „*posture first*“, popsána Shumway-Cookovou, Wollacottovou, Kernsem a Baldwinem (1997). Tento princip je také uplatněn v situaci, která je posturálně značně náročná až nebezpečná, například snaha stát na obrubníku u silnice se silným provozem. V tom případě supraposturální komponenta spotřebovává jen minimální zdroje pozornosti (Mitra & Fraizer, 2004).

Poslední situace popisuje fakt, kdy je posturální i kognitivní úkol náročný. Podle Mitry a Fraizera (2004) v tomto případě dochází k hybridní situaci, která se projeví částečně facilitačně pro sekundární úkol a částečně vyžaduje i snížení posturálních výchylek. V této situaci je systém nucen ke sdílení zdrojů pozornosti, protože nemůže upřednostnit ani jeden z úkolů. Jedná se tak o jistý kompromis, který však vede k převedení situace na soutěž o zdroje. Častým výsledkem této situace je selhání systému v jednom nebo obou úkolech (Mitra & Fraizer, 2004).

Třetím teoretickým konceptem je Bottle-neck teorie. Podle této teorie jsou jednotlivé úkoly zpracovány sériově. U předchozích dvou teorií se jednalo o paralelní zpracování obou úkolů. Sériové zpracování úkolů znamená, že pomyslným hrdlem láhve projde vždy jen jeden z úkolů, který je v daný moment pro konkrétního člověka prioritní. Provedení v tu chvíli méně důležitého úkolu je sníženo nebo dočasně zastaveno (Fraizer & Mitra, 2008).

4.1.1 Faktory ovlivňující výsledky duálních úloh

Jeden z řešených faktorů, který může mít vliv na výsledky duálních úloh, je zvolená náročnost kognitivního a posturálního úkolu. Pokud je uvažováno paralelní zpracování obou úkolů, tak zvolená obtížnost obou úkolů má zásadní vliv (Remaud, Boyas, Caron, & Bilodeau, 2012). Uvádí se, že při současném provádění těžšího posturálního úkolu a kognitivního úkolu o nespécifikované náročnosti, dojde ke zhoršení parametrů stability, z důvodu odvedení pozornosti probanda ke kognitivnímu úkolu. Při porovnání předchozí situace se situací, kdy by se jedinec soustředil pouze na výkon posturálního úkolu, by byl pravděpodobně zaznamenán opačný efekt, tedy zlepšení parametrů stability (Remaud, Boyas, Lajoie, & Bolodeau, 2013). Kelly et al. (2010) popisují, že schopnost probandů adekvátně přesouvat pozornost mezi zadaným posturálním a kognitivním úkolem s cílem zlepšit výkon v těchto úkolech je tím horší, čím vyšší je náročnost zadaných úkolů. Čím náročnější úkoly jsou zadávány, tím výraznější je tento jev.

Další problém, který může ovlivnit výsledky DT, je instrukce daná účastníkovi výzkumu (Fraizer & Mitra, 2008; Kelly et al., 2010; Mitra & Fraizer, 2004; Yogev-Seligmann et al., 2012). Podaná instrukce „stůjte, co neklidněji“ má takový vliv, který může u probanda vyvolat upnutí pozornosti na posturální úkol natolik, že znemožní automatické řízení postury (Hunter & Hoffman, 2001). Wulf, Mercer, McNevin, & Guadagnoli (2004) uvádějí, že odvedení pozornosti od postury k sekundární úloze

způsobí zmenšení posturálních výchylek. Důvodem je možnost systému kontrolovat posturu automaticky. Podle Siu a Woollacott (2007) má podaná instrukce také přímý vliv na výkon v kognitivním úkolu. Tito autoři ve své studii prokázali, že pokud byl proband vyzván, aby se soustředil hlavně na kognitivní úkol, tak se reakční doba v rámci kognitivního výkonu zlepšila.

Dále se také studie zabývají vlivem druhu kognitivního úkolu na posturální stabilitu. Nejčastěji porovnávané jsou úlohy zaměřené na prostorovou/vizuálně prostorovou a verbální paměť. Kerr, Condon a McDonald (1985) tvrdí, že když je zrak důležitou komponentou posturální kontroly a vizuálně prostorová paměť zrakový systém také využívá, tak při současném provádění složité posturální úlohy dochází k interferenci s úlohou zaměřenou na vizuálně prostorovou paměť, ne však s úkolem náročným na verbální paměť. Následným výzkumem byla autory hypotéza potvrzena. Výsledky studie prokázaly, že při současném provádění posturálního a vizuálně prostorového úkolu došlo ke zvýšení výchylek posturální stability, avšak to se neprojevovalo při zařazení verbálního úkolu.

Pozdější studie vyvrací myšlenku Kerra et al. (1985) a naopak potvrzují interferenci mezi posturálním úkolem a oběma typy kognitivních úloh jak verbálních, tak prostorových (Dault et al., 2001; Dault, Geurts et al., 2001; Huxhold, Schmiedek, & Lindenberger, 2006; Ramenzoni, Riley, Shockley, & Chiu, 2007). Ačkoliv je pravděpodobné, že jistý vliv na posturální stabilitu mají oba druhy úloh, není zatím zřejmé, zda je vliv obou úloh stejný (Maylor et al., 2001).

4.2 Využití duálních úloh u seniorů

Za posledních 20 let bylo provedeno značné množství výzkumů, které se zabývaly vztahem mezi posturální kontrolou, senzomotorickými a kognitivními funkcemi u seniorů. Cílem studií bylo pochopit příčiny pádů u seniorů a v reakci na to vytvořit účinné preventivní programy (Silsupadol, Siu, Shumway-Cook, & Woollacott, 2006). Provedené studie již potvrdily, že nejen zhoršující se senzomotorické funkce, ale také schopnost přenášet pozornost mezi více úkoly, je u seniorů spojená s rizikem pádu (Carlson, et al., 1999; Hauer et al., 2003; Iersel et al., 2008; Tabbarah, Crimmins, & Seeman, 2002).

Výzkumy ukázaly, že testováním pomocí dvojí úlohy dochází k zhoršení posturální stability a tento deficit se výrazněji projevuje u seniorů s porušenou rovnováhou (Brown, Shumway-Cook, & Woollacott, 1999; Brauer, Woollacott, Shumway-Cook, 2001; Shumway-Cook, Woollacott, Kerns, & Baldwin, 1997; Shumway-Cook & Woollacott, 2000). Další studie pak prokazují souvislost, že senioři, kteří mají špatný výkon při testování duálních úloh, jsou vystaveni vyššímu riziku pádů (Berg, Alessio, Mills, & Tong, 1997; Connel, Wolf, & Atlanta Ficsit Group, 1997; Verghese et al., 2002). Například studie, zaměřená na současné provádění kognitivního úkolu (mluvení) a dynamického posturálního úkolu (chůze), zaznamenala, že při plnění duální úlohy dochází u seniorů k zastavení chůze nebo jim splnění úkolu zabere delší dobu (Lundin-Olsson, Nyberg, & Gustafson, 1997; Verghese et al., 2002). Pozdější studie, také provádějící kognitivní úkol současně s chůzí, prokázaly, že změny ve výkonu při duální úloze signifikantně korelují se zvýšeným rizikem pádu u seniorů (Beauchet et al., 2009; Hsu, Nagamatsu, Davis, & Liu-Ambrose, 2012). Z těchto experimentů je patrné, že je zde souvislost mezi snížením výkonu v posturálním úkolu při DT a rizikem pádu u seniorů. Tyto výsledky však není možné využít ke standardizaci testů, které by byly použity v klinické praxi k identifikaci rizika pádů u seniorů. Je tedy potřeba dalších výzkumů, které by poskytly jasné pokyny k použití testování pomocí dvojího úkolu v klinické praxi, ať už lékařské nebo fyzioterapeutické (Muir-Hunter & Wittwer, 2016).

Hiyamizu, Morioka, Shomoto a Shimada (2012) doporučují zařazení tréninku pomocí duálních úloh do preventivních programů pádů. Trénink duálního úkolu zahrnuje například kombinaci chůze na treadmillu (chůzovém páse) a virtuální reality, která poskytuje simulaci skutečného terénu. Lord (2016) provedl výzkum, kterého se účastnili probandi ve věku 60 až 90 let, kteří utrpěli dva a více pádu za posledního půl roku. Účastníci podstoupili preventivní program zahrnující buď pouze fyzický trénink (chůze na treadmillu) nebo trénink duální úlohy obsahující současné provádění chůze a překonávání překážek simulovaných pomocí virtuální reality. Výsledky výzkumu prokázaly, že došlo k signifikantnímu úbytku počtu pádů u skupiny, která měla program zahrnující trénink dvojí úlohy oproti skupině, která měla pouze fyzický trénink.

Varela-Vásquez, Minobes-Molina a Jerez-Roig (2020) na základě strukturovaného přehledu studií, které jsou věnovány vlivu tréninku pomocí duálního úkolu u seniorů, shrnují, že trénink s dvojitým úkolem u seniorů zlepšuje rovnováhu a rychlost chůze, což snižuje riziko pádu. Avšak podotýkají, že ke zlepšení

jmenovaných parametrů může dojít, pouze pokud je cvičení prováděno s ohledem na přiměřenou úroveň pozornosti, je zahrnuto proměnné stanovení priorit mezi úkoly a jsou zahrnuty činnosti, ve kterých dochází k přesunu pozornosti. Využití takového postupu při použití duálních úloh v tréninku seniorů se jeví jako nejslibnější k dosažení úspěšného výsledku.

II VÝZKUMNÁ ČÁST

5 CÍLE A HYPOTÉZY VÝZKUMU

5.1 Cíle výzkumu

Hlavním cílem práce je zjistit vliv použití duálních úkolů při hodnocení posturální stability seniorů na výsledky týkající se jak úrovně posturální stability, tak kvality provedení sekundárních kognitivních úkolů.

Prvním dílčím cílem práce je ověřit, zdali existuje rozdíl v úrovni posturální stability mezi seniory s poruchou rovnováhy (projevující se pády) a seniory bez prokázané poruchy rovnováhy a zdali se tento rozdíl zvýrazní během duálních úloh.

Druhým dílčím cílem práce je ověřit, zdali existuje rozdíl ve výsledcích kognitivních úkolů mezi seniory s poruchou rovnováhy (projevující se pády) a seniory bez prokázané poruchy rovnováhy a zdali se tyto rozdíly zvýrazní během duálních úloh.

Třetím dílčím cílem práce je ověřit vliv duálních úkolů na zjištěnou úroveň posturální stability seniorů (s poruchou rovnováhy i bez prokázané poruchy rovnováhy).

Čtvrtým dílčím cílem práce je ověřit vliv duálních úkolů na kvalitu provedení kognitivních úkolů seniory (s poruchou rovnováhy i bez prokázané poruchy rovnováhy).

Vedlejším cílem práce je ověřit vliv charakteru kognitivního úkolu (kognitivní úkol zaměřený na prostorovou paměť versus kognitivní úkol zaměřený na verbální paměť) řešeného během posturálně náročné situace na zjišťovanou úroveň posturální stability.

5.2 Hypotézy

Hypotézy vycházející z prvního dílčího cíle práce:

Hypotéza 1: Úroveň posturální stability při testování obou posturálně náročných situací je statisticky významně nižší u seniorů s poruchou rovnováhy než u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy.

Hypotéza 2a: Úroveň posturální stability při testování obou posturálně náročných situací v kombinaci s kognitivním úkolem *Brook's spatial memory task* je statisticky

významně nižší u seniorů s poruchou rovnováhy než u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy.

Hypotéza 2b: Úroveň posturální stability při testování obou posturálně náročných situací v kombinaci s kognitivním úkolem *Zapamatování řady slov* je statisticky významně nižší u seniorů s poruchou rovnováhy než u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy.

Hypotéza 3a: Rozdíl mezi úrovní posturální stability hodnocené při posturálně náročných situacích bez kognitivního úkolu a úrovní posturální stability hodnocené při posturálně náročných situacích v kombinaci s kognitivním úkolem *Brook's spatial memory task* je statisticky významně vyšší u seniorů s poruchou rovnováhy než u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy.

Hypotéza 3b: Rozdíl mezi úrovní posturální stability hodnocené při posturálně náročných situacích bez kognitivního úkolu a úrovní posturální stability hodnocené při posturálně náročných situacích v kombinaci s kognitivním úkolem *Zapamatování řady slov* je statisticky významně vyšší u seniorů s poruchou rovnováhy než u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy.

Hypotézy vycházející z druhého dílčího cíle práce:

Hypotéza 4a: Výsledek kognitivního úkolu *Brook's spatial memory task* řešeného za posturálně náročných situací je statisticky významně nižší u seniorů s poruchou rovnováhy než u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy.

Hypotéza 4b: Výsledek kognitivního úkolu *Zapamatování řady slov* řešeného za posturálně náročných situací je statisticky významně nižší u seniorů s poruchou rovnováhy než u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy.

Hypotéza 5a: Rozdíl mezi výsledkem kognitivního úkolu *Brook's spatial memory task* testovaného vsedě a téhož kognitivního úkolu řešeného za posturálně náročných situací je statisticky významně vyšší u seniorů s poruchou rovnováhy než u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy.

Hypotéza 5b: Rozdíl mezi výsledkem kognitivního úkolu *Zapamatování řady slov* testovaného vsedě a téhož kognitivního úkolu řešeného za posturálně náročných situací je statisticky významně vyšší u seniorů s poruchou rovnováhy než u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy.

Hypotézy vycházející z třetího dílčího cíle práce:

Hypotéza 6a: Úroveň posturální stability seniorů s poruchou rovnováhy hodnocené za posturálně náročných situací při současném provádění kognitivního úkolu *Brook's spatial memory task* je statisticky významně nižší než úroveň posturální stability bez současného provádění tohoto kognitivního úkolu.

Hypotéza 6b: Úroveň posturální stability seniorů s poruchou rovnováhy hodnocené za posturálně náročných situací při současném provádění kognitivního úkolu *Zapamatování řady slov* je statisticky významně nižší než úroveň posturální stability bez současného provádění tohoto kognitivního úkolu.

Hypotéza 7a: Úroveň posturální stability seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy hodnocené za posturálně náročných situací při současném provádění kognitivního úkolu *Brook's spatial memory task* je statisticky významně nižší než úroveň posturální stability bez současného provádění tohoto kognitivního úkolu.

Hypotéza 7b: Úroveň posturální stability seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy hodnocené za posturálně náročných situací při současném provádění kognitivního úkolu *Zapamatování řady slov* je statisticky významně nižší než úroveň posturální stability bez současného provádění tohoto kognitivního úkolu.

Hypotézy vycházející ze čtvrtého dílčího cíle práce:

Hypotéza 8a: Výsledek kognitivního úkolu *Brook's spatial memory task* seniorů s poruchou rovnováhy při testování vsedě je statisticky významně vyšší než výsledek při jeho řešení v posturálně náročných situacích.

Hypotéza 8b: Výsledek kognitivního úkolu *Zapamatování řady slov* seniorů s poruchou rovnováhy při testování vsedě je statisticky významně vyšší než výsledek při jeho řešení v posturálně náročných situacích.

Hypotéza 9a: Výsledek kognitivního úkolu *Brook's spatial memory task* seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy při testování vsedě je statisticky významně vyšší než výsledek při jeho řešení v posturálně náročných situacích.

Hypotéza 9b: Výsledek kognitivního úkolu *Zapamatování řady slov* seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy při testování vsedě je statisticky významně vyšší než výsledek při jeho řešení v posturálně náročných situacích.

Hypotézy vycházející z vedlejšího cíle práce:

Hypotéza 10a: Při použití kognitivního úkolu *Brook's spatial memory task* v kombinaci s oběma posturálně náročnými situacemi je úroveň posturální stability seniorů s poruchou rovnováhy statisticky významně nižší než při použití kognitivního úkolu *Zapamatování řady slov* za stejných podmínek.

Hypotéza 10b: Při použití kognitivního úkolu *Brook's spatial memory task* v kombinaci s oběma posturálně náročnými situacemi je úroveň posturální stability seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy statisticky významně nižší než při použití kognitivního úkolu *Zapamatování řady slov* za stejných podmínek.

6 METODIKA VÝZKUMU

Následující kapitoly zahrnují popis realizace výzkumu, použitých metod, etických aspektů výzkumu, průběhu měření a výzkumného souboru.

6.1 Realizace výzkumu

Výzkum realizován v rámci této diplomové práce je součástí širšího projektu zabývajícího se měřením posturální stability při duálních úkolech. Na přípravě výzkumu pracovala vedoucí projektu Mgr. Mirka Musilová, Bc. Kateřina Staňková a autorka této práce. Před zahájením výzkumu souvisejícího s touto diplomovou prací bylo plánováno pilotní měření přímo na seniorech s poruchami rovnováhy, avšak pro koronavirovou epidemii nebylo možné testování provést. Tato část výzkumu byla tedy doladěna na zkušenostech z předešlého pilotního testování na mladých jedincích a zdravých seniorech.

Samotného výzkumu se zúčastnila zařízení Senecura Senior centrum Olomouc a domy s pečovatelskou službou ve Žďáře nad Sázavou a Škrdlovicích. Výzkum byl realizován vždy přímo v prostorech výše jmenovaných zařízení, a to z důvodu lepší dostupnosti pro obě skupiny potenciálních účastníků výzkumu. Probandi byli zprvu osloveni a informováni kontaktní osobou v zařízení (vedoucí pečovatelkou nebo fyzioterapeutkou) o účelech, trvání a přibližném průběhu výzkumu. Předávané informace byly kontaktním osobám v zařízeních přehledně sepsány a předány Bc. Kristinou Dobiášovou tak, aby byly pro všechny oslovené seniory jednotné. Souhlasili-li oslovení senioři s účastí na výzkumu, mohli se zapsat do tabulky k nabídnutému datu a času měření.

Vždy před samotným měřením byl každý proband seznámen s obecnými informacemi o výzkumu, s etickými aspekty výzkumu a s přesným průběhem samotného měření.

Měření bylo jednorázové, pro všechny probandy stejné a trvalo maximálně hodinu a půl. Harmonogram měření byl následující:

1. podepsání informovaného souhlasu probandem,
2. odběr anamnestických dat,
3. zácvik posturálních situací pro měření na silové plošině,
4. ostré testování posturálních situací,
5. zácvik prvního kognitivního úkolu,

6. ostré testování prvního kognitivního úkolu,
7. ostré testování duálních úloh,
8. odpočinek,
9. zácvik druhého kognitivního úkolu,
10. ostré testování druhého kognitivního úkolu,
11. ostré testování duálních úloh.

Odběr anamnestických dat byl použit hlavně z důvodu rozhodnutí o zařazení účastníka do výzkumu či jeho vyřazení na základě stanovených kritérií tohoto výzkumu.

6.2 Metody získávání dat

Data pro výzkum byla získána pomocí přístrojových a klinických metod, mezi něž patřilo:

- odběr anamnestických dat,
- měření stability pomocí silové plošiny,
- kognitivní úkoly Brook's spatial memory task a Zapamatování řady slov,
- duální úlohy vytvořené spojením posturálně náročných situací a kognitivních úloh.

6.2.1 Odběr anamnestických dat

Anamnestický dotazník (Příloha 1) byl sestaven řešitelkami výzkumu. Hlavním cílem dotazníku bylo zjistit způsobilost a vhodnost zařazení probanda do výzkumu. Anamnestický dotazník se skládal z kontrolních otázek pro zařazení do výzkumu, odběru sociální a osobní anamnézy (např. dotazy k typu bydlení, na rodinný stav, dále úrazy na dolních končetinách a páteři, pády, onemocnění aj.). Součástí byly dva testy. První byl Rombergův test rovnováhy, konkrétně Romberg II, kdy měl proband za úkol ustát ve stoji spojném s otevřenými očima jednu minutu. Test byl hodnocen splnil/nesplnil. Druhým použitým testem byl Mini-mental state examination (Příloha 2) hodnotící kognitivní funkce probanda. Test obsahuje pět úkolů, které jsou bodovány příslušným počtem bodů. Pro úspěšné absolvování testu, které zaručilo účast ve výzkumu, musel proband získat minimálně 24 bodů.

6.2.2 Měření posturální stability

K měření posturální stability byla použita silová plošina Kistler (typ 9286 AA, Kistler Instrumente AG, Winterthur, Švýcarsko). Data byla zaznamenána pomocí softwaru Bioware (verze 5.3.0.7, Kistler Instrumente AG, Winterthur, Švýcarsko). Data byla nejprve přefiltrována obousměrným Butterworthovým filtrem čtvrtého řádu s nízkofrekvenční propustí s hraniční frekvencí 10 Hz. Ze souřadnice COP byly dále vypočítány tyto parametry: směrodatné odchylky poloh COP v anteroposteriorním (sway AP) a mediolaterálním (sway ML) směru, dále průměrná rychlost pohybu COP v anteroposteriorním (V AP) a mediolaterálním (V ML) směru a celková rychlost pohybu COP (V). Zpracování dat proběhlo v prostředí softwaru Matlab (R2020a, Mathworks, Inc., Natick, MA, USA).

6.2.3 Kognitivní úkoly

Pro měření byly vybrány dva typy kognitivních úkolů. První typ kognitivního úkolu byl zaměřen na verbální složku paměti a druhý typ úkolu cílil na vizuálně prostorovou paměť.

Zapamatování řady slov

Úkol Zapamatování řady slov je kognitivní úkol zaměřený na verbální složku paměti. Hlavním pokynem pro probanda bylo zapamatovat si co nejvíce slov z nahrávky.

Varianty řad slov byly sestaveny řešitelkami projektu speciálně pro účely tohoto výzkumu. Pro testování byla zvolena přídavná jména a na základě pilotního měření u více věkových kategorií byl vybrán konečný počet šesti adjektiv v řadě. Přídavná jména pro všechny varianty byly zvoleny tak, aby měla stejný počet slabik a nevznikala mezi nimi asociativní spojení. Proband slyšel řadu slov z nahrávky vždy dvakrát.

Příklady zadání Zapamatování řady slov (adjektiv):

- Varianta a: *majetný, mokrý, pomalý, zimní, strakatý, řádný*
- Varianta b: *špinavý, mlsný, skleněný, drzý, poctivý, nový*

Při hodnocení Zapamatování řady slov bylo hodnoceno správné pořadí zapamatovaného slova (0,5 bodu). Dále byla hodnocena správnost zapamatovaného slova (0,5 bodu). Proband mohl získat za provedení tohoto úkolu maximálně 6 bodů.

Zapamatování nebo spíše zpětné vybavení řady slov je jednoduchý testovací způsob použitý v řadě studií. Například ve studii Cohena, Rissmana, Suthana, Castela

a Knowltona (2016) bylo použito pro testování paměti celkem 24 slov, avšak autoři studie nehodnotili správnost pořadí zpětně vybavených slov.

Pro účely této studie bylo použito pouze šest slov, a to z následujících důvodů:

- Vyšší počet slov byl příliš náročný pro starší seniory (zjištěno na podkladě pilotní studie).
- Měření posturálně náročné situace trvalo pouze 30 sekund.

Brook's spatial memory task

Brook's spatial memory task je kognitivní úkol testující vizuálně prostorovou paměť člověka. Verze zde použitého kognitivního úkolu byla vybrána na podkladě studie Maylorové, Allisonové a Winga (2001), kteří čerpali z původní verze úkolu (Brooks, 1967).

Při Brook's spatial memory task je úkolem probanda doplnit do mřížky o čtyřech sloupcích a čtyřech řádcích (Obrázek 4) číslice 1–8 (resp. 2–8) dle instrukcí zadaných z nahrávky. Číslice 1 se v předtištěné tabulce nachází vždy ve druhém řádku a druhém sloupci. Výchozí zadání Brook's spatial memory task je: „*Představte si mřížku o čtyřech sloupcích a čtyřech řádcích. První číslice, kterou umístíte do mřížky je 1. Číslo 1 leží ve druhém řádku a druhém sloupci.*“. Další instrukce zněla: „*Do dalšího čtverce vpravo/vlevo/nahoru/dolů umístíte dva.*“ Pozice dalších čísel byla náhodně sestavena řešitelkami projektu s podmínkou, že číslo nebude umístěno mimo vyznačenou mřížku a „vytvoří hada“. Před samotným začátkem úkolu byla mřížka vždy probandovi ukázána a bylo zdůrazněno, že probandovým úkolem je si mřížku představovat. Během ostrého testování proband mřížku neviděl. Po skončení nahrávky participant zapsal čísla do předtištěné mřížky.

Response
sheet

	1		

Obrázek 4. Záznamový arch pro Brook's spatial memory task (Maylor et al., 2001)

Příklad konkrétního zadání Brook's spatial memory task (Obrázek 5):

- *Představte si mřížku o čtyřech sloupcích a čtyřech řádcích.*
- *První číslice, kterou umístíte do mřížky je 1. Číslo 1 leží ve druhém řádku a druhém sloupci.*
- *Do dalšího čtverce vpravo dejte 2,*
- *do dalšího čtverce dolů dejte 3,*
- *do dalšího čtverce dolů dejte 4,*
- *do dalšího čtverce vlevo dejte 5,*
- *do dalšího čtverce vlevo dejte 6,*
- *do dalšího čtverce nahoru dejte 7 a*
- *do dalšího čtverce nahoru dejte 8.*

8	1	2	
7		3	
6	5	4	

Obrázek 5. Příklad řešení Brook's spatial memory task. Čísla, která proband musel doplnit dle instrukcí, jsou vyznačena šedou barvou.

Při vyhodnocení úkolu Brook's spatial memory task proband mohl získat maximálně 7 bodů za uložení číslic 2–8 do mřížky. Půl bodem byla ohodnocena správnost umístění čísla v mřížce. Další půl bod mohl proband získat za splnění instrukce *vpravo/vlevo/nahoru/dolu*. Způsob hodnocení byl zvolen na základě pilotního měření, který odhalil dva problémy. Prvním problémem byla chybovost v umístění čísla hned v začátku úkolu (například čísla 2), kdy poté už všechna čísla neseděla polohou, avšak další instrukce byly splněny. Jako druhý problém se projevilo špatné zapamatování některé z instrukcí, ale na druhou stranu si proband pamatoval přesné umístění některých čísel (například číslo 6 v levém dolním rohu). V tomto případě tedy poloha některých čísel byla správná, ale neseděly instrukce *vpravo/vlevo/nahoru/dolu*.

Z důvodu toho, že nebyl při „*obou typech chyb*“ porušen účel použití této kognitivní úlohy, kterým je představování si mřížky a doplňování číslic do ní, byl zvolen takový způsob vyhodnocení úlohy, který si klade za cíl zamezit získání nulového počtu bodů v případech, kdy určité části úlohy byly správně splněny.

6.3 Etické aspekty výzkumu

Všichni probandi byli seznámeni s cíli a postupy studie, délkou trvání měření, která nepřesáhla devadesát minut. Dále byli účastníci informováni o anonymním zpracování a o použití dat získaných z měření a dále s jejich právem ze studie kdykoliv odstoupit. Podepsáním informovaného souhlasu participantů stvrdili výše uvedená stanoviska a jejich dobrovolnou účast ve výzkumu.

Součástí výzkumu nebyly žádné invazivní metodiky a nebyly využívány přístroje vyžadující bezpečnostní certifikáty.

Realizace výzkumu mohla být spojena s potenciálním rizikem pádu seniora. Toto riziko bylo minimalizováno zvýšeným počtem výzkumníků, a to jedním až dvěma jedinci, kteří se vyskytovali v takové blízkosti, aby případnému pádu seniora mohli zabránit. Další eliminací úrazu byla prostorná místnost neobsahující žádné prvky, o které by proband mohl zakopnout.

Etická komise FTK UP zhodnotila tento výzkum a neshledala žádné rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro výzkum zahrnující lidské účastníky. Možnost realizace výzkumu byla schválena etickou komisí FTK UP dne 2.4. 2019.

Pro každého účastníka výzkumu byla vyhrazena motivační částka ve výši 200 Kč. Odměna byla brána jako kompenzace za náročnost vyšetření a čas strávený celým měřením.

6.4 Průběh měření

Průběh měření byl řízen dle sestaveného harmonogramu, který byl jednotný pro všechny účastníky výzkumu:

1. Podání obecných informací o výzkumu, podepsání informovaného souhlasu.
2. Odběr anamnestických dat.
3. **Měření posturálně náročných situací:**
 - a) Instruktaž a zácvik měření posturálních situací na silové plošině – ukázka dvou typů stoje a vyzkoušení těchto stojů nanečisto probandem.

- b) ostré testování posturálně náročných situací (bez kognitivního úkolu).
- 4. Testování prvního kognitivního úkolu (Brook's spatial memory task):**
 - a) Instruktaž a zácvik kognitivního úkolu – vyzkoušení úkolu nanečisto probandem.
 - b) Ostré testování kognitivního úkolu vsedě.
- 5. Testování duálních úloh – první část (posturálně náročných situací + prvního kognitivního úkolu) – ostré testování.**
- 6. Odpočinek**
- 7. Testování druhého kognitivního úkolu (Zapamatování řady slov):**
 - a) Instruktaž a zácvik druhého kognitivního úkolu – vyzkoušení úkolu nanečisto probandem.
 - b) Ostré testování druhého kognitivního úkolu vsedě.
- 8. Testování duálních úloh – druhá část (posturálně náročných situací + druhý kognitivní úkol) – ostré testování.**
- 9. Rozloučení se s probandem. Kontrola záznamů a uložení naměřených hodnot.**

I. Měření posturálně náročných situací (ad 3.)

Posturálně náročné situace byly pro oba soubory (senioři s poruchou rovnováhy a senioři bez prokázané poruchy rovnováhy) stejné. Testován byl **stoj o úzké bázi** a **stoj o široké bázi**. Při stoju o úzké bázi byl podmínkou stoj spojný, tedy vnitřní hrany chodidel v kontaktu. Pro stoj o široké bázi byla zvolena vzdálenost chodidel od sebe 15 cm bez rotace (Scoppa, Gallamini, Belloni, & Messina, 2017). Tato vzdálenost byla na plošině přesně vyznačena. Testování na silové plošině probíhalo naboso. Jedna testovací situace trvala 30 sekund.

Instrukce probandovi pro oba posturálně náročné úkoly měly následující znění: postavit se celými chodidly na plošinu, spustit ruce volně podél těla a nezadržovat dech. Dále také byl proband instruován, aby po dobu ostrého testování nepokládal žádné otázky, ani jakkoliv komentoval průběh měření a sledoval fixační bod na stěně. Fixační bod byl vždy plný černý čtverec o velikosti 10x10 cm umístěný zhruba ve výšce očí a vzdálený 1,5 metru od stabilometrické plošiny. Poslední instrukce před spuštěním měření pro probanda zněla: „*Snažte se stát co nejklidněji.*“

II. Testování prvního a druhého kognitivního úkolu (ad 4. a 7.)

Instruktaž a zácvik obou kognitivních úloh probíhal vsedě. U Brook's spatial memory task byla probandem nanečisto vyzkoušena verze mřížky s čísly 1–5 (pro ostré testování čísla 1–8). Zácvik Zapamatování řady slov proběhl na čtyřech cvičných adjektivech (pro ostré testování šest adjektiv). Cvičné pokusy byly diktovány výzkumníkem. Ostré pokusy byly pouštěny z nahrávky. Před ostrým testováním byla ověřena dostatečná hlasitost nahrávky probandem.

III. Testování duálních úloh (ad 5. a 8.)

Testování duálních úloh probíhalo již bez zácviku jednotlivých úkolů. Na vyzvání testovaný jedinec zaujal daný stoj na silové plošině a následovalo puštění nahrávky kognitivního úkolu. Po zaznění instrukcí z nahrávky: „Konec měření. Prosím, sestupte z plošiny a zaznamenejte čísla/slova do archu“, proband sestoupil z plošiny a zapsal své odpovědi do záznamového archu, který byl připravený na stole zhruba dva metry od silové plošiny.

Kombinací posturálně náročných situací a kognitivních úloh vzniklo celkem osm testovacích situací (Tabulka 1). Každá testovací situace byla měřena dvakrát. Tyto pokusy byly následně zprůměrovány.

Tabulka 1. Přehled testovacích situací pro oba soubory.

POSTURÁLNĚ NÁROČNÁ SITUACE →	Bez posturálně náročné situace (sed na židli)	Klidový stoj o úzké bázi	Klidový stoj o široké bázi
KOGNITIVNÍ ÚKOL ↓			
Bez kognitivního úkolu	---	1. testovací situace	2. testovací situace
Brooks spatial memory task (prostorová paměť)	3. testovací situace	4. testovací situace	5. testovací situace
Zopakování řady slov	6. testovací situace	7. testovací situace	8. testovací situace

6.5 Výzkumný soubor

Samotného měření se zúčastnilo celkem 32 probandů z domovů s pečovatelskou službou nebo z domovů pro seniory. Pokud proband prokazoval některé z exkluzivních kritérií studie, musel být vyloučen. Exkluzivní kritéria výzkumu jsou: věk nižší než 70 let, neschopnost samostatného stoje o úzké bázi po dobu jedné minuty, výrazná porucha kognitivních funkcí, která by znemožňovala provedení kognitivních úloh (včetně závažné poruchy sluchu), akutní neurologická onemocnění nebo čerstvé stavy po operaci či úrazu na dolních končetinách za posledního půl roku, amputace na dolních končetinách, nesouhlas se zařazením do výzkumu a nepodepsání informovaného souhlasu.

Pro splnění některého z exkluzivních kritérií bylo vyřazeno celkem 5 probandů z celkového vzorku.

Konečný vzorek byl tvořen 27 probandy ve věkovém rozmezí 71–93 let.

Participanti byli dle kritéria přítomnosti či nepřítomnosti minimálně jednoho a více pádů v anamnéze za poslední rok rozděleni do dvou výzkumných souborů:

- Soubor seniorů s poruchou rovnováhy (projevující se pády v anamnéze), který je tvořen 13 účastníky ve věku 71–93 let. Věkový průměr ve skupině je 80,1 let (se směrodatnou odchylkou 6,6). Soubor se skládá z 10 žen a 3 mužů.
- Soubor seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy, který čítá 14 probandů ve věku 71–89 let. Věkový průměr ve skupině je 80,4 (se směrodatnou odchylkou 5,7). Soubor se skládá z 12 žen a 2 mužů.

7 VÝSLEDKY

V rámci interferenční statistiky byly ověřovány hypotézy H1 – H10. K ověření hypotéz H1, H2, H3, H4 a H5 byl zvolen Mann-Whitneyův U test. Jedná se o neparametrický test dvou nezávislých skupin – v tomto případě skupiny seniorů s poruchou rovnováhy (soubor P) a skupiny seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy (soubor N).

K ověření hypotéz H6, H7, H8, H9 a H10 byl zvolen Wilcoxonův párový test. Jedná se o neparametrický test dvou závislých proměnných.

Všechny hypotézy byly testovány vždy na hladině statistické významnosti 5 %.

7.1 Ověření hypotézy H1

V této kapitole jsou uvedeny výsledky získané při ověřování hypotézy H1, která se zabývá srovnáním úrovně posturální stability (při testování stoje o úzké a o široké bázi) mezi seniory s poruchou rovnováhy a seniory bez prokázané poruchy rovnováhy.

***H1:** Úroveň posturální stability při testování obou posturálně náročných situací je statisticky významně nižší u seniorů s poruchou rovnováhy než u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy.*

Tabulka 2. Výsledky srovnání parametrů posturální stability při stoji o široké a úzké bázi mezi souborem P a souborem N.

		Popisná statistika				Interferenční statistika Mann-Whitneyův U test	
Posturální situace	Parametry	Soubor P (n=13)		Soubor N (n=14)		p-hodnota	Stat. význam.
		\bar{x}	\tilde{x}	\bar{x}	\tilde{x}		
Stoj o úzké bázi	Sway ML (mm)	6,78	6,84	5,61	5,58	0,1667	NS
	Sway AP (mm)	5,61	5,67	4,80	4,56	0,1985	NS
	V ML (mm/s)	18,95	19,19	14,76	13,56	0,2345	NS
	V AP (mm/s)	18,95	14,68	18,77	16,39	0,9806	NS
	V (mm/s)	27,03	25,34	24,30	22,80	0,5124	NS
Stoj o široké bázi	Sway ML (mm)	2,94	2,79	2,36	2,27	0,3440	NS
	Sway AP (mm)	4,46	4,04	4,11	3,94	0,6104	NS
	V ML (mm/s)	5,94	5,08	6,19	6,11	0,6800	NS
	V AP (mm/s)	12,51	9,74	12,64	13,66	0,6104	NS
	V (mm/s)	13,89	10,79	14,15	15,50	0,5124	NS

Legenda: *n* – počet; *NS* – není signifikantní; *Soubor N* – soubor seniorů bez poruchy rovnováhy; *Soubor P* – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; *stat. význam* – statistická významnost; *Sway AP (mm)* – směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru v milimetrech; *Sway ML (mm)* – směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru v milimetrech; *V (mm/s)* – celková rychlost pohybu COP v milimetrech za sekundu; *V AP (mm/s)* – průměrná rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru v milimetrech za sekundu; *V ML (mm/s)* – průměrná rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru v milimetrech za sekundu; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Výsledky analýzy dat neprokázaly signifikantní rozdíl v úrovni posturální stability mezi souborem P a souborem N, a to v žádném z měřených parametrů. Výsledky sice poukazovaly na nižší úroveň posturální stability souboru P ve většině měřených parametrů. Nicméně rozdíly byly malé a statisticky nevýznamné.

Lze tedy konstatovat, že úroveň posturální stability při testování obou posturálně náročných situací se statisticky významně neliší mezi porovnávanými soubory P a N.

Na základě výše uvedených výsledků **nebyla hypotéza H1 potvrzena.**

7.2 Ověření hypotéz H2

V této kapitole jsou uvedeny výsledky získané při ověřování hypotéz **H2a** – hodnocení posturální stability při současném provádění kognitivní úlohy Brook's spatial memory task (Tabulka 3) a **H2b** – hodnocení posturální stability při současném provádění kognitivního úkolu Zapamatování řady slov (Tabulka 4). Obě hypotézy se

zabývají porovnáním úrovně posturální stability při testování duálních úloh mezi souborem P a souborem N.

7.2.1 Ověření hypotézy H2a

H2a: Úroveň posturální stability při testování obou posturálně náročných situací v kombinaci s kognitivním úkolem Brook's spatial memory task je statisticky významně nižší u seniorů s poruchou rovnováhy než u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy.

Tabulka 3. Výsledky srovnání parametrů posturální stability při duálních úkolech (kognitivní úloha Brook's spatial memory task) mezi souborem P a souborem N.

		Popisná statistika				Interferenční statistika Mann-Whitneyův U test	
Posturální situace	Parametry	kog. úloha BSMT Soubor P (n=13)		kog. úloha BSMT Soubor N (n=14)		p-hodnota	Stat. význam.
		\bar{x}	\tilde{x}	\bar{x}	\tilde{x}		
Stoj o úzké bázi	Sway ML (mm)	5,49	5,73	4,96	4,84	0,1389	NS
	Sway AP (mm)	4,90	4,48	4,17	4,13	0,0765	NS
	V ML (mm/s)	15,78	16,50	13,43	12,41	0,3198	NS
	V AP (mm/s)	16,69	15,42	14,75	15,30	0,5768	NS
	V (mm/s)	23,12	22,21	20,16	19,47	0,3958	NS
Stoj o široké bázi	Sway ML (mm)	2,71	2,40	2,82	2,28	0,7159	NS
	Sway AP (mm)	3,90	3,65	3,77	3,71	0,7896	NS
	V ML (mm/s)	6,12	5,53	5,90	5,64	0,9806	NS
	V AP (mm/s)	12,48	12,88	11,34	11,48	0,4817	NS
	V (mm/s)	14,02	14,12	12,84	12,82	0,4233	NS

Legenda: kog. úloha BSMT – kognitivní úloha Brook's spatial memory task; n – počet; NS – není signifikantní; Soubor N – soubor seniorů bez poruchy rovnováhy; Soubor P – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; stat. význam – statistická významnost; Sway AP (mm) – směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru v milimetrech; Sway ML (mm) – směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru v milimetrech; V (mm/s) – celková rychlost pohybu COP v milimetrech za sekund; VAP (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru v milimetrech za sekundu; VML (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru v milimetrech za sekundu; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Výsledky analýzy dat neprokázaly signifikantní rozdíl v úrovni posturální stability při duálních úkolech mezi souborem P a souborem N, a to v žádném z měřených parametrů. Výsledky sice poukazovaly na nižší úroveň posturální stability souboru P ve většině měřených parametrů. Nicméně rozdíly byly malé a statisticky nevýznamné.

Lze tedy konstatovat, že úroveň posturální stability při testování duálních úkolů (konkrétně při kognitivním úkolu Brook's spatial memory task) se statisticky významně neliší mezi porovnávanými soubory P a N.

Na základě výše uvedených výsledků **nebyla hypotéza H2a potvrzena.**

7.2.2 Ověření hypotézy H2b

H2b: Úroveň posturální stability při testování obou posturálně náročných situací v kombinaci s kognitivním úkolem Zapamatování řady slov je statisticky významně nižší u seniorů s poruchou rovnováhy než u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy.

Tabulka 4. Výsledky srovnání parametrů posturální stability při duálních úkolech (kognitivní úloha Zapamatování řady slov) mezi souborem P a souborem N.

		Popisná statistika				Interferenční statistika Mann-Whitneyův U test	
Posturální situace	Parametry	kog. úloha ZŘS Soubor P (n=13)		kog. úloha ZŘS Soubor N (n=14)		p-hodnota	Stat. význam.
		\bar{x}	\tilde{x}	\bar{x}	\tilde{x}		
Stoj o úzké bázi	Sway ML (mm)	6,03	6,34	5,37	5,43	0,2968	NS
	Sway AP (mm)	4,90	5,02	4,75	4,65	0,7524	NS
	V ML (mm/s)	18,58	19,03	14,21	13,73	0,1264	NS
	V AP (mm/s)	18,70	18,73	16,44	16,42	0,4817	NS
	V (mm/s)	26,53	27,03	21,96	21,97	0,2159	NS
Stoj o široké bázi	Sway ML (mm)	3,47	2,98	2,74	2,29	0,5768	NS
	Sway AP (mm)	4,75	4,73	4,03	3,79	0,0941	NS
	V ML (mm/s)	6,70	6,00	6,13	6,03	0,5768	NS
	V AP (mm/s)	13,10	12,05	11,87	12,65	0,7524	NS
	V (mm/s)	14,89	13,08	13,46	14,27	0,6800	NS

Legenda: kog. úloha ZŘS – kognitivní úloha Zapamatování řady slov; n – počet; NS – není signifikantní; Soubor N – soubor seniorů bez poruchy rovnováhy; Soubor P – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; stat. význam – statistická významnost; Sway AP (mm) – směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru v milimetrech; Sway ML (mm) – směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru v milimetrech; V

(mm/s) – celková rychlost pohybu COP v milimetrech za sekundu; VAP (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru v milimetrech za sekundu; VML (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru v milimetrech za sekundu; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Výsledky analýzy dat neprokázaly signifikantní rozdíl v úrovni posturální stability při duálních úkolech mezi souborem P a souborem N, a to v žádném z měřených parametrů. Výsledky sice poukazovaly na nižší úroveň posturální stability souboru P ve všech z měřených parametrů. Nicméně rozdíly byly malé a statisticky nevýznamné.

Lze tedy konstatovat, že úroveň posturální stability při testování duálních úkolů (konkrétně při kognitivním úkolu Zapamatování řady slov) se statisticky významně neliší mezi porovnávanými soubory P a N.

Na základě výše uvedených výsledků *nebyla hypotéza H2b potvrzena.*

7.3 Ověření hypotéz H3

V této kapitole jsou uvedeny výsledky získané při ověřování hypotéz **H3a** – porovnání rozdílů hodnot parametrů posturální stability při zařazení kognitivní úlohy Brook's spatial memory task (Tabulka 5) a **H3b** – porovnání rozdílů hodnot parametrů posturální stability při zařazení kognitivní úlohy Zapamatování řady slov (Tabulka 6). Obě hypotézy se zabývají srovnáním rozdílů hodnot parametrů posturální stability mezi souborem P a souborem N. Rozdíly hodnot byly vypočítány pomocí odečtení průměrných parametrů naměřených při provádění kognitivní úlohy současně s posturálním úkolem a bez současného provádění kognitivní úlohy.

7.3.1 Ověření hypotézy H3a

H3a: *Rozdíl mezi úrovní posturální stability hodnocené při posturálně náročných situacích bez kognitivního úkolu a úrovní posturální stability hodnocené při posturálně náročných situacích v kombinaci s kognitivním úkolem Brook's spatial memory task je statisticky významně vyšší u seniorů s poruchou rovnováhy než u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy.*

Tabulka 5. Výsledky srovnání rozdílů hodnot v parametrech posturální stability mezi souborem P a souborem N. Rozdíly byly vytvořeny pomocí odečtení hodnot naměřených při provádění kognitivní úlohy Brook's spatial memory task od hodnot naměřených bez kognitivního úkolu.

Srovnání rozdílů hodnot		Popisná statistika				Interferenční statistika Mann-Whitneyův U test	
Posturální situace	Parametry	kog. úloha BSMT Soubor P (n=13)		kog. úloha BSMT Soubor N (n=14)		p-hodnota	Stat. význam.
		\bar{x}	\tilde{x}	\bar{x}	\tilde{x}		
Stoj o úzké bázi	Sway ML (mm)	-1,29	-0,83	-0,65	-0,43	0,3198	NS
	Sway AP (mm)	-0,72	-0,68	-0,63	-0,53	0,9420	NS
	V ML (mm/s)	-3,17	-2,44	-1,33	-1,31	0,2541	NS
	V AP (mm/s)	-2,25	-1,89	-4,02	-1,87	0,9420	NS
	V (mm/s)	-3,91	-3,08	-4,15	-1,56	0,7896	NS
Stoj o široké bázi	Sway ML (mm)	-0,23	-0,17	0,47	0,04	0,5768	NS
	Sway AP (mm)	-0,57	-0,43	-0,34	-0,25	0,5768	NS
	V ML (mm/s)	0,19	0,13	-0,29	0,23	0,9806	NS
	V AP (mm/s)	-0,03	1,10	-1,31	0,21	0,2541	NS
	V (mm/s)	0,13	0,88	-1,31	0,44	0,2749	NS

Legenda: kog. úloha BSMT – kognitivní úloha Brook's spatial memory task; n – počet; NS – není signifikantní; Soubor N – soubor seniorů bez poruchy rovnováhy; Soubor P – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; stat. význam – statistická významnost; Sway AP (mm) – směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru v milimetrech; Sway ML (mm) – směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru v milimetrech; V (mm/s) – celková rychlost pohybu COP v milimetrech za sekund; VAP (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru v milimetrech za sekundu; VML (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru v milimetrech za sekundu; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Vypočtené rozdíly hodnot daných parametrů charakterizují míru zvýšení či snížení úrovně posturální stability v závislosti na přidání kognitivního úkolu k posturálně náročné situaci. Záporné hodnoty značí zlepšení posturální stability v daném parametru přidáním kognitivního úkolu v rámci daného souboru. Naopak vyznačené kladné hodnoty vyjadřují zhoršení posturální stability v daném parametru přidáním kognitivní úlohy v rámci daného souboru.

Výsledky analýzy dat poukazovaly ve většině případů na vyšší rozdíl hodnot parametrů posturální stability u souboru N než u souboru P. Jedná se tak o opačný trend

než bylo očekáváno. Nicméně rozdíly ve výsledcích byly malé a statisticky nevýznamné.

Lze tedy konstatovat, že rozdíl mezi úrovní posturální stability při současném provádění kognitivního úkolu Brook's spatial memory task a bez provádění tohoto úkolu se mezi soubory P a N statisticky významně neliší.

Na základě výše uvedených výsledků *nebyla hypotéza H3a potvrzena.*

7.3.2 Ověření hypotézy H3b

***H3b:** Rozdíl mezi úrovní posturální stability hodnocené při posturálně náročných situacích bez kognitivního úkolu a úrovní posturální stability hodnocené při posturálně náročných situacích v kombinaci s kognitivním úkolem Zapamatování řady slov je statisticky významně vyšší u seniorů s poruchou rovnováhy než u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy.*

Tabulka 6. Výsledky srovnání rozdílů hodnot v parametrech posturální stability mezi souborem P a souborem N. Rozdíly byly vytvořeny pomocí odečtení hodnot naměřených při provádění kognitivní úlohy Zapamatování řady slov od hodnot naměřených bez kognitivního úkolu.

Srovnání rozdílů hodnot		Popisná statistika				Interferenční statistika Mann-Whitneyův U test	
Posturální situace	Parametry	kog. úloha ZŘS Soubor P (n=13)		kog. úloha ZŘS Soubor N (n=14)		p-hodnota	Stat. význam.
		\bar{x}	\tilde{x}	\bar{x}	\tilde{x}		
Stoj o úzké bázi	Sway ML (mm)	-0,75	-0,38	-0,24	-0,15	0,1040	NS
	Sway AP (mm)	-0,72	-0,66	-0,05	0,02	0,0440	p < 0,05
	V ML (mm/s)	-0,37	-0,35	-0,55	-0,81	0,7896	NS
	V AP (mm/s)	-0,24	0,15	-2,33	-0,09	0,3693	NS
	V (mm/s)	-0,50	-0,54	-2,34	-0,33	0,5441	NS
Stoj o široké bázi	Sway ML (mm)	0,53	0,21	0,38	0,44	0,4520	NS
	Sway AP (mm)	0,28	0,04	-0,08	-0,20	0,2968	NS
	V ML (mm/s)	0,76	0,72	-0,06	0,57	0,3958	NS
	V AP (mm/s)	0,60	0,78	-0,78	-0,84	0,0348	p < 0,05
	V (mm/s)	1,00	1,25	-0,69	-0,73	0,0494	p < 0,05

Legenda: kog. úloha ZŘS – kognitivní úloha Zapamatování řady slov; n – počet; NS – není signifikantní; Soubor N – soubor seniorů bez poruchy rovnováhy; Soubor P – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; stat. význam – statistická významnost; Sway AP (mm) – směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru v milimetrech; Sway ML (mm) – směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru v milimetrech; V (mm/s) – celková rychlost pohybu COP v milimetrech za sekundu; VAP (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru v milimetrech za sekundu; VML (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru v milimetrech za sekundu; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Vypočtené rozdíly hodnot daných parametrů charakterizují míru zvýšení či snížení úrovně posturální stability v závislosti na přidání kognitivního úkolu k posturálně náročné situaci. Záporné hodnoty značí zlepšení posturální stability v daném parametru přidáním kognitivního úkolu v rámci daného souboru. Naopak vyznačené kladné hodnoty vyjadřují zhoršení posturální stability v daném parametru přidáním kognitivní úlohy v rámci daného souboru.

Výsledky analýzy dat neprokázaly signifikantní rozdíl téměř v žádných vypočtených rozdílech hodnot daných parametrů mezi souborem P a souborem N,

kromě tří parametrů. Jedná se o rozdíl hodnot parametru „Sway AP“ při **úzké bázi** a o parametry „V AP“ a „V“ při **široké bázi**. Při **široké bázi** má parametr „Sway AP“ průměrnou hodnotu $-0,72 \text{ mm}$ pro soubor P a pro soubor N má průměrnou hodnotu $-0,05 \text{ mm}$. Z průměrných hodnot je patrné, že přidáním kognitivního úkolu Zapamatování řady slov došlo ke zlepšení úrovně posturální stability u obou souborů.

Pro **širokou bázi** má parametr „V AP“ průměrnou hodnotu $0,60 \text{ mm/s}$ u souboru P a u souboru N má průměrnou hodnotu $-0,78 \text{ mm/s}$. Parametr „V“ také pro **širokou bázi** má průměrnou hodnotu 1 mm/s pro soubor P a pro soubor N má průměrnou hodnotu $-0,69 \text{ mm/s}$. Další parametry se neblížily hladině statistické významnosti. Z výsledků je patrné, že zařazením kognitivního úkolu Zapamatování řady slov došlo u souboru N ke zvýšení úrovně posturální stability, ale u souboru P ke snížení úrovně posturální stability při **široké bázi**.

Lze tedy konstatovat, že pro parametry „Sway AP“ – při **úzké bázi** a pro „V“ – při **široké bázi** je rozdíl mezi úrovní posturální stability při současném provádění kognitivního úkolu Zapamatování řady slov a bez provádění tohoto úkolu statisticky významně vyšší u souboru P než u souboru N. Naopak pro parametr „V AP“ – při **široké bázi** platí, že rozdíl mezi úrovní posturální stability při současném provádění kognitivního úkolu Zapamatování řady slov a bez provádění tohoto úkolu je statisticky významně vyšší u souboru N než u souboru P. V případě parametru „V AP“ se jedná o opačný trend, než bylo očekáváno.

Dále ze záporných a kladných hodnot je patrné, že v parametru „Sway AP“ došlo ke zvýšení úrovně posturální stability zařazením kognitivního úkolu Zapamatování řady slov, ale v parametru „V AP“ a „V“ došlo ke snížení posturální stability u obou souborů.

Na základě výše uvedených výsledků *nebyla hypotéza H3b potvrzena.*

7.4 Ověření hypotéz H4

V této kapitole jsou uvedeny výsledky získané při ověřování hypotéz **H4a** – hodnocení úlohy Brook's spatial memory task (Tabulka 7) a **H4b** – hodnocení kognitivního úkolu Zapamatování řady slov (Tabulka 8). Obě hypotézy se zabývají srovnáním dosaženého počtu bodů v daném kognitivním úkolu řešeném za posturálně náročných situací (při duálním úkolu) mezi souborem P a souborem N.

7.4.1 Ověření hypotézy H4a

Hypotéza 4a: Výsledek kognitivního úkolu Brook's spatial memory task řešeného za posturálně náročných situací je statisticky významně nižší u seniorů s poruchou rovnováhy než u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy.

Tabulka 7. Výsledky srovnání dosaženého počtu bodů při provádění kognitivní úlohy Brook's spatial memory task při duálních úkolech mezi souborem P a souborem N.

Posturální situace	Popisná statistika				Interferenční statistika Mann-Whitneyův U test	
	kog. úloha BSMT (b) Soubor P (n=13)		kog. úloha BSMT (b) Soubor N (n=14)		p-hodnota	Stat. význam.
	\bar{x}	\tilde{x}	\bar{x}	\tilde{x}		
Stoj o úzké bázi	3,15	3,00	2,91	2,25	0,4360	NS
Stoj o široké bázi	3,02	2,00	2,34	2,13	0,6264	NS

Legenda: (b) – body získané z kognitivní úlohy; kog. úloha BSMT – kognitivní úloha Brook's spatial memory task; n – počet; NS – není signifikantní; Soubor N – soubor seniorů bez poruchy rovnováhy; Soubor P – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; stat. význam – statistická významnost; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Výsledky analýzy dat neprokázaly signifikantní rozdíl v dosaženém počtu bodů při kognitivní úloze Brook's spatial memory task ve stoji o úzké a o široké bázi mezi souborem P a souborem N. Výsledky sice poukázaly na vyšší skóre získané souborem P při současném provádění obou typů stojů, nicméně rozdíly byly malé a statisticky nevýznamné.

Lze tedy konstatovat, že dosažený počet bodů v kognitivní úloze BSMT při duálních úlohách se statisticky významně neliší mezi porovnávanými soubory P a N.

Na základě výše uvedených výsledků **nebyla hypotéza H4a potvrzena.**

7.4.2 Ověření hypotézy H4b

Hypotéza 4b: Výsledek kognitivního úkolu Zapamatování řady slov řešeného za posturálně náročných situací je statisticky významně nižší u seniorů s poruchou rovnováhy než u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy.

Tabulka 8. Výsledky srovnání dosaženého počtu bodů při provádění kognitivní úlohy Zapamatování řady slov při duálních úkolech mezi souborem P a souborem N.

Posturální situace	Popisná statistika				Interferenční statistika Mann-Whitneyův U test	
	kog. úloha ZŘS (b) Soubor P (n=13)		kog. úloha ZŘS (b) Soubor N (n=14)		p-hodnota	Stat. význam.
	\bar{x}	\tilde{x}	\bar{x}	\tilde{x}		
Stoj o úzké bázi	2,52	2,50	2,52	2,50	0,7873	NS
Stoj o široké bázi	2,46	2,75	2,57	2,75	0,9414	NS

Legenda: (b) – body získané z kognitivní úlohy; kog. úloha ZŘS – kognitivní úloha Zapamatování řady slov; n – počet; NS – není signifikantní; Soubor N – soubor seniorů bez poruchy rovnováhy; Soubor P – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; stat. význam – statistická významnost; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Výsledky analýzy dat neprokázaly signifikantní rozdíl v dosaženém počtu bodů při kognitivní úloze Zapamatování řady slov ve stoji o úzké a o široké bázi mezi souborem P a souborem N. Oba soubory dosáhly téměř shodného skóre, a to v případě obou posturálně náročných situací.

Lze tedy konstatovat, že dosažený počet bodů v kognitivní úloze ZŘS při duálních úlohách se statisticky významně neliší mezi porovnávanými soubory P a N.

Na základě výše uvedených výsledků *nebyla hypotéza H4b potvrzena.*

7.5 Ověření hypotéz H5

V této kapitole jsou uvedeny výsledky získané při ověřování hypotéz **H5a** – hodnocení úlohy Brook's spatial memory task (Tabulka 9) a **H5b** – hodnocení kognitivního úkolu Zapamatování řady slov (Tabulka 10). Obě hypotézy se zabývají srovnáním rozdílů dosaženého počtu bodů mezi souborem P a souborem N. Rozdíly hodnot byly vypočítány pomocí odečtení skóre získaného v dané kognitivní úloze vsedě a získaného za současného provádění posturálně náročné situace.

7.5.1 Ověření hypotézy H5a

Hypotéza 5a: Rozdíl mezi výsledkem kognitivního úkolu Brook's spatial memory task testovaného vsedě a téhož kognitivního úkolu řešeného za posturálně náročných situací je statisticky významně vyšší u seniorů s poruchou rovnováhy než u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy.

Tabulka 9. Výsledky srovnání rozdílů dosaženého počtu bodů v kognitivní úloze Brook's spatial memory task mezi souborem P a souborem N. Rozdíly byly vytvořeny pomocí odečtení hodnot naměřených při provádění kognitivní úlohy vsedě od hodnot získaných při provádění kognitivní úlohy současně s posturálně náročnými úkoly.

Srovnání rozdílů hodnot	Popisná statistika				Interferenční statistika Mann-Whitneyův U test	
	kog. úloha BSMT (b) Soubor P (n=13)		kog. úloha BSMT (b) Soubor N (n=14)		p-hodnota	Stat. význam.
	\bar{x}	\tilde{x}	\bar{x}	\tilde{x}		
Stoj o úzké bázi	0,12	-0,50	0,36	0,38	0,6443	NS
Stoj o široké bázi	0,25	0,50	0,93	0,50	0,6094	NS

Legenda: (b) – body získané z kognitivní úlohy; kog. úloha BSMT – kognitivní úloha Brook's spatial memory task; n – počet; NS – není signifikantní; Soubor N – soubor seniorů bez poruchy rovnováhy; Soubor P – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; stat. význam – statistická významnost; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Vypočtené rozdíly hodnot poukazují na zvýšení nebo snížení získaného počtu bodů při kognitivní úloze v závislosti na provádění této úlohy, a to buď vsedě, nebo při provádění posturálně náročné situace. Vyznačené kladné hodnoty charakterizují, že v rámci daného souboru docházelo ke snížení skóre při provádění posturálně náročné situace jedincem. Záporné hodnoty ukazují, že jedinec získal vyšší počet bodů při provádění duálního úkolu (tedy při vystavení jedince posturálně náročné situaci).

Z kladných nebo záporných hodnot výsledků je patrné, že soubor P i soubor N získal vyšší počet bodů vsedě než při provádění duální úlohy. Dále výsledky analýzy dat neprokázaly signifikantní rozdíl v žádném z vypočtených rozdílů získaného počtu bodů mezi souborem P a souborem N.

Lze tedy konstatovat, že rozdíl mezi výsledkem kognitivního úkolu Brook's spatial memory task testovaného vsedě a téhož kognitivního úkolu řešeného za posturálně náročných situací se mezi soubory P a N statisticky významně neliší.

Na základě výše uvedených výsledků *nebyla hypotéza H5a potvrzena.*

7.5.2 Ověření hypotézy H5b

Hypotéza 5b: *Rozdíl mezi výsledkem kognitivního úkolu Zapamatování řady slov testovaného vsedě a téhož kognitivního úkolu řešeného za posturálně náročných situací je statisticky významně vyšší u seniorů s poruchou rovnováhy než u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy.*

Tabulka 10. Výsledky srovnání rozdílů dosaženého počtu bodů v kognitivní úloze Zapamatování řady slov mezi souborem P a souborem N. Rozdíly byly vytvořeny pomocí odečtení hodnot naměřených při provádění kognitivní úlohy vsedě od hodnot získaných při provádění kognitivní úlohy současně s posturálně náročnými úkoly.

Srovnání rozdílů hodnot	Popisná statistika				Interferenční statistika Mann-Whitneyův U test	
	kog. úloha ZŘS (b) Soubor P (n=13)		kog. úloha ZŘS (b) Soubor N (n=14)		p-hodnota	Stat. význam.
	\bar{x}	\tilde{x}	\bar{x}	\tilde{x}		
Stoj o úzké bázi	-0,27	-0,50	0,23	0	0,2424	NS
Stoj o široké bázi	-0,21	-0,25	0,18	0	0,2508	NS

Legenda: (b) – body získané z kognitivní úlohy; kog. úloha ZŘS – kognitivní úloha Zapamatování řady slov; n – počet; NS – není signifikantní; Soubor N – soubor seniorů bez poruchy rovnováhy; Soubor P – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; stat. význam – statistická významnost; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Vypočtené rozdíly hodnot poukazují na zvýšení nebo snížení získaného počtu bodů při kognitivní úloze v závislosti na provádění této úlohy a to buď vsedě, nebo při současném provádění posturálně náročné situace. Kladné hodnoty charakterizují, že v rámci daného souboru docházelo k získání nižšího počtu bodů při provádění posturálně náročné situace jedincem. Vyznačené záporné hodnoty poukazují, že jedinec v rámci daného souboru získal vyšší počet bodů při provádění duálního úkolu.

Z kladných nebo záporných výsledků je patrné, že soubor P získal vyšší počet bodu při provádění duálního úkolu než vsedě. V případě souboru N tomu bylo naopak. Dále výsledky analýzy dat neprokázaly signifikantní rozdíl v žádném z vypočtených rozdílů získaného počtu bodů mezi souborem P a souborem N.

Lze tedy konstatovat, že rozdíl mezi výsledkem kognitivního úkolu Zapamatování řady slov testovaného vsedě a téhož kognitivního úkolu řešeného za posturálně náročných situací se mezi soubory P a N statisticky významně neliší.

Na základě výše uvedených výsledků *nebyla hypotéza H5a potvrzena.*

7.6 Ověření hypotéz H6

V této kapitole jsou uvedeny výsledky získané při ověřování hypotéz **H6a** – hodnocení úrovně posturální stability při současném provádění kognitivní úlohy Brook's spatial memory task (Tabulka 11) a **H6b** – hodnocení úrovně posturální stability při současném provádění kognitivního úkolu Zapamatování řady slov (Tabulka 12). Obě hypotézy se zabývají srovnáním dvou závislých proměnných, a to úrovní posturální stability bez současného provádění kognitivního úkolu s úrovní posturální stability při duálních úkolech u souboru P.

7.6.1 Ověření hypotézy H6a

Hypotéza 6a: Úroveň posturální stability seniorů s poruchou rovnováhy hodnocené za posturálně náročných situací při současném provádění kognitivního úkolu Brook's spatial memory task je statisticky významně nižší než úroveň posturální stability bez současného provádění tohoto kognitivního úkolu.

Tabulka 11. Výsledky srovnání parametrů posturální stability bez provádění kognitivní úlohy a při současném provádění kognitivní úlohy Brook's spatial memory task u souboru P.

Soubor P (n=13)		Popisná statistika				Interferenční statistika Wilcoxonův párový test	
Posturální situace	Parametry	kog. úloha BSMT		bez kog. úlohy		p-hodnota	Stat. význam.
		\bar{x}	\tilde{x}	\bar{x}	\tilde{x}		
Stoj o úzké bázi	Sway ML (mm)	5,49	5,73	6,78	6,84	0,0037	p < 0,05
	Sway AP (mm)	4,90	4,48	5,61	5,67	0,0546	NS
	V ML (mm/s)	15,78	16,50	18,95	19,19	0,0192	p < 0,05
	V AP (mm/s)	16,69	15,42	18,95	14,68	0,0277	p < 0,05
	V (mm/s)	23,12	22,21	27,03	25,34	0,0131	p < 0,05
Stoj o široké bázi	Sway ML (mm)	2,71	2,40	2,94	2,79	0,7532	NS
	Sway AP (mm)	3,90	3,65	4,46	4,04	0,0330	p < 0,05
	V ML (mm/s)	6,12	5,53	5,94	5,08	0,7007	NS
	V AP (mm/s)	12,48	12,88	12,51	9,74	0,5525	NS
	V (mm/s)	14,02	14,12	13,89	10,79	0,6002	NS

Legenda: kog. úloha BSMT – kognitivní úloha Brook's spatial memory test; n – počet; NS – není signifikantní; Soubor P – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; stat. význam – statistická významnost; Sway AP (mm) – směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru v milimetrech; Sway ML (mm) – směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru v milimetrech; V (mm/s) – celková rychlost pohybu COP v milimetrech za sekundu; V AP (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru v milimetrech za sekundu; V ML (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru v milimetrech za sekundu; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Výsledky analýzy dat prokázaly signifikantní rozdíl v parametrech „Sway ML“ – průměrná hodnota pro kognitivní úlohu BSMT je 5,49 mm a bez kog. úlohy je 6,78 mm, „V ML“ – průměrná hodnota pro kognitivní úlohu BSMT je 15,78 mm/s a bez kognitivní úlohy je 18,95 mm/s, „V AP“ – průměrná hodnota pro kognitivní úlohu BSMT je 16,69 mm a bez kognitivní úlohy je 18,95 mm/s a „V“ – průměrná hodnota pro kognitivní úlohu BSMT je 23,12 mm/s a bez kognitivní úlohy je 27,03 mm/s při stoji o **úzké bázi**. Rozdíl byl signifikantní též pro „Sway AP“ – průměrná hodnota pro kognitivní úlohu BSMT je 3,90 mm a bez kognitivní úlohy je 4,46 mm při stoji o **široké bázi**. Statistické významnosti se přiblížil také parametr „Sway AP“ při stoji o **úzké bázi**

p hodnota 0,0546. Další hodnoty parametrů posturální stability se nepřiblížily hladině statistické významnosti, ale i tak výsledky poukazovaly na vyšší úroveň posturální stability u souboru P při provádění duálních úloh.

Lze tedy konstatovat, že při porovnání statisticky významných proměnných byla úroveň posturální stability u souboru P hodnocené za posturálně náročných situací při současném provádění Brook's spatial memory task významně statisticky vyšší než úroveň posturální stability bez současného provádění tohoto kognitivního úkolu. Jedná se tak o opačný trend, než bylo očekáváno.

Na základě výše uvedených výsledků **nebyla hypotéza H6a potvrzena.**

7.6.2 Ověření hypotézy H6b

***Hypotéza 6b:** Úroveň posturální stability seniorů s poruchou rovnováhy hodnocené za posturálně náročných situací při současném provádění kognitivního úkolu Zapamatování řady slov je statisticky významně nižší než úroveň posturální stability bez současného provádění tohoto kognitivního úkolu.*

Tabulka 12. Výsledky srovnání parametrů posturální stability bez provádění kognitivní úlohy a při současném provádění kognitivní úlohy Zapamatování řady slov u souboru P.

Soubor P (n=13)		Popisná statistika				Interferenční statistika Wilcoxonův párový test	
		kog. úloha ZŘS		bez kog. úlohy		p-hodnota	Stat. význam.
Posturální situace	Parametry	\bar{x}	\tilde{x}	\bar{x}	\tilde{x}		
Stoj o úzké bázi	Sway ML (mm)	6,03	6,34	6,78	6,84	0,0131	p < 0,05
	Sway AP (mm)	4,90	5,02	5,61	5,67	0,0131	p < 0,05
	V ML (mm/s)	18,58	19,03	18,95	19,19	0,7007	NS
	V AP (mm/s)	18,70	18,73	18,95	14,68	0,8068	NS
	V (mm/s)	26,53	27,03	27,03	25,34	0,9721	NS
Stoj o široké bázi	Sway ML (mm)	3,47	2,98	2,94	2,79	0,3109	NS
	Sway AP (mm)	4,75	4,73	4,46	4,04	0,3824	NS
	V ML (mm/s)	6,70	6,00	5,94	5,08	0,2787	NS
	V AP (mm/s)	13,10	12,05	12,51	9,74	0,0640	NS
	V (mm/s)	14,89	13,08	13,89	10,79	0,0747	NS

Legenda: kog. úloha ZŘS – kognitivní úloha Zapamatování řady slov; n – počet; NS – není signifikantní; Soubor P – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; stat. význam – statistická významnost; Sway AP (mm) – směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru v milimetrech; Sway ML (mm) – směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru v milimetrech; V (mm/s) – celková rychlost pohybu COP v milimetrech za sekundu; V AP (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru v milimetrech za sekundu; V ML (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru v milimetrech za sekundu; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Výsledky analýzy dat prokázaly signifikantní rozdíl v parametrech „Sway ML“ – průměrná hodnota pro kognitivní úlohu ZŘS je 6,03 mm a bez kognitivní úlohy je 6,78 mm, „Sway AP“ – průměrná hodnota pro kognitivní úlohu ZŘS je 4,90 mm a bez kognitivní úlohy je 5,61 mm při stoji o **úzké bázi**. Statistické významnosti se přiblížil parametr „V AP“ p-hodnota 0,0640 a parametr „V“ p-hodnota 0,0747 při stoji o **široké bázi**. Další hodnoty parametrů posturální stability se nepřiblížily hladině statistické významnosti, ale výsledky při stoji o široké bázi ukazují na nižší úroveň posturální

stability u souboru P při provádění duální úlohy. Naopak při stoje o úzké bázi výsledky ukazují na zvýšení úrovně posturální stability u souboru P za stejné testovací situace.

Lze tedy konstatovat, že při porovnání statisticky významných proměnných byla úroveň posturální stability u souboru P hodnocené za posturálně náročných situací při současném provádění kognitivního úkolu Zapamatování řady slov významně statisticky vyšší než úroveň posturální stability bez současného provádění tohoto kognitivního úkolu. Jedná se tak o opačný trend, než bylo očekáváno, ale jen v případě stoje o úzké bázi.

Na základě výše uvedených výsledků **nebyla hypotéza H6b potvrzena.**

7.7 Ověření hypotéz H7

V této kapitole jsou uvedeny výsledky získané při ověřování hypotéz **H7a** – hodnocení úrovně posturální stability při současném provádění kognitivní úlohy Brook's spatial memory task (Tabulka 13) a **H7b** – hodnocení úrovně posturální stability při současném provádění kognitivního úkolu Zapamatování řady slov (Tabulka 14). Obě hypotézy se zabývají srovnáním dvou závislých proměnných, a to úrovní posturální stability bez současného provádění kognitivního úkolu s úrovní posturální stability při duálních úkolech u souboru N.

7.7.1 Ověření hypotézy H7a

***Hypotéza 7a:** Úroveň posturální stability seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy hodnocené za posturálně náročných situací při současném provádění kognitivního úkolu Brook's spatial memory task je statisticky významně nižší než úroveň posturální stability bez současného provádění tohoto kognitivního úkolu.*

Tabulka 13. Výsledky srovnání parametrů posturální stability bez provádění kognitivní úlohy a při současném provádění kognitivní úlohy Brook's spatial memory task u souboru N.

Soubor N (n=14)		Popisná statistika				Interferenční statistika Wilcoxonův párový test	
Posturální situace	Parametry	kog. úloha BSMT		bez kog. úlohy		p-hodnota	Stat. význam.
		\bar{x}	\tilde{x}	\bar{x}	\tilde{x}		
Stoj o úzké bázi	Sway ML (mm)	4,96	4,84	5,61	5,58	0,0843	NS
	Sway AP (mm)	4,17	4,13	4,80	4,56	0,0186	p < 0,05
	V ML (mm/s)	13,43	12,41	14,76	13,56	0,2209	NS
	V AP (mm/s)	14,75	15,30	18,77	16,39	0,0480	p < 0,05
	V (mm/s)	20,16	19,47	24,30	22,80	0,0736	NS
Stoj o široké bázi	Sway ML (mm)	2,82	2,28	2,36	2,27	0,6832	NS
	Sway AP (mm)	3,77	3,71	4,11	3,94	0,0355	p < 0,05
	V ML (mm/s)	5,90	5,64	6,19	6,11	0,9250	NS
	V AP (mm/s)	11,34	11,48	12,64	13,66	0,3003	NS
	V (mm/s)	12,84	12,82	14,15	15,50	0,3627	NS

Legenda: kog. úloha BSMT – kognitivní úloha Brook's spatial memory test; n – počet; NS – není signifikantní; Soubor N – soubor seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy; stat. význam – statistická významnost; Sway AP (mm) – směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru v milimetrech; Sway ML (mm) – směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru v milimetrech; V (mm/s) – celková rychlost pohybu COP v milimetrech za sekundu; V AP (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru v milimetrech za sekundu; V ML (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru v milimetrech za sekundu; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Výsledky analýzy dat prokázaly signifikantní rozdíl v parametrech „Sway AP“ – průměrná hodnota pro kognitivní úlohu BSMT je 4,17 mm a bez kognitivní úlohy je 4,80 mm, „V AP“ – průměrná hodnota pro kognitivní úlohu BSMT je 14,75 mm/s a bez kognitivní úlohy je 18,77 mm/s, při stoji o **úzké bázi**. Dále také pro parametr „Sway AP“ – průměrná hodnota pro kognitivní úlohu BSMT je 3,77 mm a bez kognitivní úlohy je 4,11 mm, při stoji o **široké bázi**. Statistické významnosti se přiblížily parametry „Sway ML“ p hodnota 0,0843 a „V“ p-hodnota 0,0736 při stoji o **úzké bázi**. Další hodnoty parametrů posturální stability se nepřiblížily hladině statistické významnosti,

ale i tak výsledky poukazovaly téměř ve všech případech na vyšší úroveň posturální stability u souboru N při provádění duálních úloh.

Lze tedy konstatovat, že při porovnání statisticky významných proměnných byla úroveň posturální stability u souboru N hodnocené za posturálně náročných situací při současném provádění Brook's spatial memory task významně statisticky vyšší než úroveň posturální stability bez současného provádění tohoto kognitivního úkolu. Jedná se tak o opačný trend, než bylo očekáváno. Tento opačný trend byl zaznamenán také v případě statisticky nevýznamných výsledků.

Na základě výše uvedených výsledků **nebyla hypotéza H7a potvrzena.**

7.7.2 Ověření hypotézy H7b

***Hypotéza 7b:** Úroveň posturální stability seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy hodnocené za posturálně náročných situací při současném provádění kognitivního úkolu Zapamatování řady slov je statisticky významně nižší než úroveň posturální stability bez současného provádění tohoto kognitivního úkolu.*

Tabulka 14. Výsledky srovnání parametrů posturální stability bez provádění kognitivní úlohy a při současném provádění kognitivní úlohy Zapamatování řady slov u souboru N.

Soubor N (n=14)		Popisná statistika				Interferenční statistika Wilcoxonův párový test	
Posturální situace	Parametry	kog. úloha ZŘS		bez kog. úloha ZŘS		p-hodnota	Stat. význam.
		\bar{x}	\tilde{x}	\bar{x}	\tilde{x}		
Stoj o úzké bázi	Sway ML (mm)	5,37	5,43	5,61	5,58	0,6832	NS
	Sway AP (mm)	4,75	4,65	4,80	4,56	0,7776	NS
	V ML (mm/s)	14,21	13,73	14,76	13,56	0,5509	NS
	V AP (mm/s)	16,44	16,42	18,77	16,39	0,5509	NS
	V (mm/s)	21,96	21,97	24,30	22,80	0,2719	NS
Stoj o široké bázi	Sway ML (mm)	2,74	2,29	2,36	2,27	0,0736	NS
	Sway AP (mm)	4,03	3,79	4,11	3,94	0,3967	NS
	V ML (mm/s)	6,13	6,03	6,19	6,11	0,9250	NS
	V AP (mm/s)	11,87	12,65	12,64	13,66	0,2209	NS
	V (mm/s)	13,46	14,27	14,15	15,50	0,4564	NS

Legenda: kog. úloha ZŘS – kognitivní úloha Zapamatování řady slov; n – počet; NS – není signifikantní; Soubor P – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; stat. význam – statistická významnost; Sway AP (mm) – směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru v milimetrech; Sway ML (mm) – směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru v milimetrech; V (mm/s) – celková rychlost pohybu COP v milimetrech za sekundu; VAP (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru v milimetrech za sekundu; VML (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru v milimetrech za sekundu; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Výsledky analýzy dat neprokázaly signifikantní rozdíl v žádném z měřených parametrů při porovnávání úrovně posturální stability při provádění kognitivní úlohy a bez jejího současného provádění při posturálně náročných situacích souborem N. Výsledky sice poukazovaly na vyšší úroveň posturální stability souboru N téměř ve všech měřených parametrech při provádění duálního úkolu. Nicméně rozdíly byly malé a statisticky nevýznamné.

Lze tedy konstatovat, že při porovnání úrovně posturální stability hodnocené za posturálně náročných situací při současném provádění kognitivního úkolu Zapamatování řady slov s úrovní posturální stability bez současného provádění tohoto

kognitivního úkolu nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl u souboru N. Na základě statisticky nevýznamných výsledků, je třeba uvést, že se jedná o zcela opačný jev, než bylo očekáváno.

Na základě výše uvedených výsledků **nebyla hypotéza H7b potvrzena.**

7.8 Ověření hypotéz H8

V této kapitole jsou uvedeny výsledky získané při ověřování hypotéz **H8a** – hodnocení úlohy Brook's spatial memory task (Tabulka 15) a **H8b** – hodnocení kognitivního úkolu Zapamatování řady slov (Tabulka 16). Obě hypotézy se zabývají srovnáním dvou závislých proměnných, a to dosaženého počtu bodů při provádění dané kognitivní úlohy vsedě a dosaženého skóre při provádění téhož kognitivního úkolu za současného provádění posturálně náročných situací u souboru P.

7.8.1 Ověření hypotézy H8a

Hypotéza 8a: *Výsledek kognitivního úkolu Brook's spatial memory task seniorů s poruchou rovnováhy při testování vsedě je statisticky významně vyšší než výsledek při jeho řešení v posturálně náročných situacích.*

Tabulka 15. Výsledky srovnání dosaženého počtu bodů při provádění kognitivní úlohy Brook's spatial memory task při posturálně náročné situaci a vsedě u Souboru P.

Soubor P (n=13)	Popisná statistika		Interferenční statistika Wilcoxonův párový test	
	Posturální situace	kog. úloha BSMT (b)		p-hodnota
\bar{x}		\tilde{x}		
Sed	3,27	3,75	1,0000	NS
Stoj o úzké bázi	3,15	3,00		
Sed	3,27	3,75	0,4630	NS
Stoj o široké bázi	3,02	2,00		

Legenda: (b) – body získané z kognitivní úlohy; kog. úloha BSMT – kognitivní úloha Brook's spatial memory task; n – počet; NS – není signifikantní; Soubor P – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; stat. význam – statistická významnost; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Výsledky analýzy dat neprokázaly signifikantní rozdíl v dosaženém počtu bodů v kognitivní úloze Brook's spatial memory task prováděné vsedě ve srovnání s dosaženým počtem bodů při téže kognitivní úloze za současného provádění posturálně náročné situace u souboru P.

Lze tedy konstatovat, že při porovnání dosaženého počtu bodů při provádění obou testovacích situací nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl u soboru P.

Na základě výše uvedených výsledků **nebyla hypotéza H8a potvrzena.**

7.8.2 Ověření hypotézy H8b

Hypotéza 8b: *Výsledek kognitivního úkolu Zapamatování řady slov seniorů s poruchou rovnováhy při testování vsedě je statisticky významně vyšší než výsledek při jeho řešení v posturálně náročných situacích.*

Tabulka 16. Výsledky srovnání dosaženého počtu bodů při provádění kognitivní úlohy Zapamatování řady slov při posturálně náročné situaci a vsedě u souboru P.

Soubor P (n=13)	Popisná statistika		Interferenční statistika Wilcoxonův párový test	
	kog. úloha ZŘS (b)		p-hodnota	Stat. význam.
Posturální situace	\bar{x}	\tilde{x}		
Sed	2,25	2,00	0,4215	NS
Stoj o úzké bázi	2,52	2,50		
Sed	2,25	2,00	0,4561	NS
Stoj o široké bázi	2,46	2,75		

Legenda: (b) – body získané z kognitivní úlohy; kog. úloha ZŘS – kognitivní úloha Zapamatování řady slov; n – počet; NS – není signifikantní; Soubor P – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; stat. význam – statistická významnost; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Výsledky analýzy dat neprokázaly signifikantní rozdíl v dosaženém počtu bodů v kognitivní úloze Zapamatování řady slov prováděné vsedě ve srovnání s dosaženým počtem bodů při téže kognitivní úloze za současného provádění posturálně náročné situace u souboru P.

Lze tedy konstatovat, že při porovnání dosaženého počtu bodů při provádění obou testovacích situací nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl u soboru P. Dále je

třeba uvést, že výsledky, ačkoliv statisticky nevýznamně, ukazují zisk vyššího skóre u souboru P při současném provádění kognitivního úkolu a obou typů stojů. Jedná se tak o opačný trend, než bylo očekáváno.

Na základě výše uvedených výsledků **nebyla hypotéza H8b potvrzena.**

7.9 Ověření hypotéz H9

V této kapitole jsou uvedeny výsledky získané při ověřování hypotéz **H9a** – hodnocení úlohy Brook's spatial memory task (Tabulka 17) a **H9b** – hodnocení kognitivního úkolu Zapamatování řady slov (Tabulka 18). Obě hypotézy se zabývají srovnáním dvou závislých proměnných, a to dosaženého počtu bodů v dané kognitivní úloze prováděné vsedě a dosaženého skóre při duální úloze u souboru N.

7.9.1 Ověření hypotézy H9a

Hypotéza 9a: *Výsledek kognitivního úkolu Brook's spatial memory task seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy při testování vsedě je statisticky významně vyšší než výsledek při jeho řešení v posturálně náročných situacích.*

Tabulka 17. Výsledky srovnání dosaženého počtu bodů při provádění kognitivní úlohy Brook's spatial memory task při posturálně náročné situaci a vsedě u souboru N.

Soubor N (n=14)	Popisná statistika		Interferenční statistika Wilcoxonův párový test	
	kog. úloha BSMT (b)		p-hodnota	Stat. význam.
Posturální situace	\bar{x}	\tilde{x}		
Sed	3,27	2,50	0,4420	NS
Stoj o úzké bázi	2,91	2,25		
Sed	3,27	2,50	0,0392	p < 0,05
Stoj o široké bázi	2,34	2,13		

Legenda: (b) – body získané z kognitivní úlohy; kog. úloha BSMT – kognitivní úloha Brook's spatial memory task; n – počet; NS – není signifikantní; Soubor N – soubor seniorů bez poruchy rovnováhy; stat. význam – statistická významnost; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Výsledky analýzy dat prokázaly signifikantní rozdíl v dosaženém počtu bodů při porovnání provádění úlohy BSMT vsedě – průměrná hodnota získaných bodů je

3,27 (b) a při stoji o **široké bázi** je průměrná hodnota získaných bodů 2,34 (b). Při porovnávání provádění kognitivní úlohy vsedě a při úzké bázi se rozdíl mezi hodnotami získaného počtu bodů nepřiblížil hladině statistické významnosti.

Lze tedy konstatovat, že při porovnání statisticky významných proměnných je výsledek kognitivního úkolu Brook's spatial memory task při testování vsedě u souboru N vyšší než výsledek při jeho řešení v posturálně náročných situacích.

Hypotéza H9a nebyla potvrzena, protože obě testované situace nevyšli statisticky významné.

7.9.2 Ověření hypotézy H9b

Hypotéza 9b: *Výsledek kognitivního úkolu Zapamatování řady slov seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy při testování vsedě je statisticky významně vyšší než výsledek při jeho řešení v posturálně náročných situacích.*

Tabulka 18. Výsledky srovnání dosaženého počtu bodů při provádění kognitivní úlohy Zapamatování řady slov při posturálně náročné situaci a vsedě u souboru N.

Soubor N (n=14)	Popisná statistika		Interferenční statistika Wilcoxonův párový test	
	kog. úloha ZŘS (b)		p-hodnota	Stat. význam.
	\bar{x}	\tilde{x}		
Sed	2,75	2,63	0,8551	NS
Stoj o úzké bázi	2,52	2,50		
Sed	2,75	2,63	0,4042	NS
Stoj o široké bázi	2,57	2,75		

Legenda: (b) – body získané z kognitivní úlohy; kog. úloha ZŘS – kognitivní úloha Zapamatování řady slov; n – počet; NS – není signifikantní; Soubor N – soubor seniorů bez poruchy rovnováhy; stat. význam – statistická významnost; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Výsledky analýzy dat neprokázaly signifikantní rozdíl v dosaženém počtu bodů v kognitivní úloze Zapamatování řady slov prováděné vsedě ve srovnání s dosaženým počtem bodů při téže kognitivní úloze za současného provádění posturálně náročné situace u souboru N.

Lze tedy konstatovat, že při porovnání dosaženého počtu bodů při provádění obou testovacích situací nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl u souboru N.

Na základě výše uvedených výsledků **nebyla hypotéza H9b potvrzena.**

7.10 Ověření hypotéz H10

V této kapitole jsou uvedeny výsledky získané při ověřování hypotéz **H10a** – porovnání provádění duální úlohy při kognitivním úkolu BSMT s prováděním duální úlohy při kognitivním úkolu ZŘS u souboru P (Tabulka 19) a **H10b** – porovnání provádění duální úlohy při kognitivním úkolu BSMT s prováděním duální úlohy při kognitivním úkolu ZŘS u souboru N (Tabulka 20). Obě hypotézy se zabývají srovnáním dvou závislých proměnných, a to úrovní posturální stability při současném provádění kognitivního úkolu BSMT a posturálně náročných situací s úrovní posturální stability při současném provádění kognitivního úkolu ZŘS a posturálně náročných situací u daného souboru.

7.10.1 Ověření hypotézy H10a

***Hypotéza 10a:** Při použití kognitivního úkolu Brook's spatial memory task v kombinaci s oběma posturálně náročnými situacemi je úroveň posturální stability seniorů s poruchou rovnováhy statisticky významně nižší než při použití kognitivního úkolu Zapamatování řady slov za stejných podmínek.*

Tabulka 19. Výsledky srovnání parametrů posturální stability při provádění kognitivní úlohy Brook's spatial memory task a s kognitivní úlohou Zapamatování řady slov u souboru P.

Soubor P (n=13)		Popisná statistika				Interferenční statistika Wilcoxonův párový test	
Posturální situace	Parametry	kog. úloha BSMT		kog. úloha ZŘS		p-hodnota	Stat. význam.
		\bar{x}	\tilde{x}	\bar{x}	\tilde{x}		
Stoj o úzké bázi	Sway ML (mm)	5,49	5,73	6,03	6,34	0,0192	p < 0,05
	Sway AP (mm)	4,90	4,48	4,90	5,02	0,6496	NS
	V ML (mm/s)	15,78	16,50	18,58	19,03	0,0019	p < 0,05
	V AP (mm/s)	16,69	15,42	18,70	18,73	0,0747	NS
	V (mm/s)	23,12	22,21	26,53	27,03	0,0058	p < 0,05
Stoj o široké bázi	Sway ML (mm)	2,71	2,40	3,47	2,98	0,0058	p < 0,05
	Sway AP (mm)	3,90	3,65	4,75	4,73	0,0015	p < 0,05
	V ML (mm/s)	6,12	5,53	6,70	6,00	0,2787	NS
	V AP (mm/s)	12,48	12,88	13,10	12,05	0,3109	NS
	V (mm/s)	14,02	14,12	14,89	13,08	0,2213	NS

Legenda: kog. úloha BSMT – kognitivní úloha Brook's spatial memory task; kog. úloha ZŘS – kognitivní úloha Zapamatování řady slov; n – počet; NS – není signifikantní; Soubor N – soubor seniorů bez poruchy rovnováhy; Soubor P – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; stat. význam – statistická významnost; Sway AP (mm) – směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru v milimetrech; Sway ML (mm) – směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru v milimetrech; V (mm/s) – celková rychlost pohybu COP v milimetrech za sekund; VAP (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru v milimetrech za sekundu; VML (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru v milimetrech za sekundu; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Výsledky analýzy dat prokázaly signifikantní rozdíl v parametrech „Sway ML“ – průměrná hodnota pro kognitivní úlohu BSMT je 5,49 mm a pro kog. úlohu ZŘS je 6,03 mm, „V ML“ – průměrná hodnota pro kognitivní úlohu BSMT je 15,78 mm/s a pro kog. úlohu ZŘS je 18,58 mm/s a „V“ – průměrná hodnota pro kognitivní úlohu BSMT je 23,12 mm/s a pro kog. úlohu ZŘS je 26,53 mm/s při stoje o **úzké bázi**. Dále také pro parametr „Sway ML“ – průměrná hodnota pro kognitivní úlohu BSMT je 2,71 mm a pro kog. úlohu ZŘS je 3,47 mm a „Sway AP“ – průměrná hodnota pro kognitivní úlohu BSMT je 3,90 mm a pro kog. úlohu ZŘS je 4,75 mm při stoje o **široké bázi**. Statistické

významnosti se přiblížil parametr „*V AP*“ p hodnota 0,0747 při stojí o **úzké bázi**. Další hodnoty se nepřiblížily hladině statistické významnosti.

Lze tedy konstatovat, že při porovnání statisticky významných proměnných byla úroveň posturální stability u souboru P hodnocené za posturálně náročných situací při současném provádění Brook's spatial memory task v některých parametrech významně statisticky vyšší než úroveň posturální stability při provádění Zapamatování řady slov. Jedná se tak o opačný trend, než bylo očekáváno.

Na základě výše uvedených výsledků **nebyla hypotéza H10a potvrzena**.

7.10.2 Ověření hypotézy H10b

Hypotéza 10b: Při použití kognitivního úkolu Brook's spatial memory task v kombinaci s oběma posturálně náročnými situacemi je úroveň posturální stability seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy statisticky významně nižší než při použití kognitivního úkolu Zapamatování řady slov za stejných podmínek.

Tabulka 20. Výsledky srovnání parametrů posturální stability při provádění kognitivní úlohy Brook's spatial memory task a s kognitivní úlohou Zapamatování řady slov u souboru N.

Soubor N (n=14)		Popisná statistika				Interferenční statistika Wilcoxonův párový test			
		Posturální situace	Parametry	kog. úloha BSMT		kog. úloha ZŘS		p-hodnota	Stat. význam.
				\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}		
Stoj o úzké bázi	Sway ML (mm)	4,96	4,84	5,37	5,43	0,0640	NS		
	Sway AP (mm)	4,17	4,13	4,75	4,65	0,0258	p < 0,05		
	V ML (mm/s)	13,43	12,41	14,21	13,73	0,5509	NS		
	V AP (mm/s)	14,75	15,30	16,44	16,42	0,1578	NS		
	V (mm/s)	20,16	19,47	21,96	21,97	0,1771	NS		
Stoj o široké bázi	Sway ML (mm)	2,82	2,28	2,74	2,29	0,4703	NS		
	Sway AP (mm)	3,77	3,71	4,03	3,79	0,1981	NS		
	V ML (mm/s)	5,90	5,64	6,13	6,03	0,5936	NS		
	V AP (mm/s)	11,34	11,48	11,87	12,65	0,4326	NS		
	V (mm/s)	12,84	12,82	13,46	14,27	0,5098	NS		

Legenda: kog. úloha BSMT – kognitivní úloha Brook's spatial memory task; kog. úloha ZŘS – kognitivní úloha Zapamatování řady slov; n – počet; NS – není signifikantní; Soubor N – soubor seniorů bez poruchy rovnováhy; Soubor P – soubor seniorů

s poruchou rovnováhy; stat. význam – statistická významnost; Sway AP (mm) – směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru v milimetrech; Sway ML (mm) – směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru v milimetrech; V (mm/s) – celková rychlost pohybu COP v milimetrech za sekundu; V AP (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru v milimetrech za sekundu; V ML (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru v milimetrech za sekundu; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Výsledky analýzy dat prokázaly signifikantní rozdíl v parametrech „Sway AP“ průměrná hodnota pro kognitivní úlohu BSMT je 4,17 mm a pro kog. úlohu ZŘS je 4,75 mm při stoji o **úzké bázi**. Statistické významnosti se přiblížily parametry „Sway ML“ p hodnota 0,0640 při stoji o **úzké bázi**. Další hodnoty se nepřiblížily hladině statistické významnosti.

Lze tedy konstatovat, že při porovnání statisticky významných proměnných byla úroveň posturální stability u souboru N hodnocené za posturálně náročných situací při současném provádění Brook's spatial memory task významně statisticky vyšší než úroveň posturální stability při provádění Zapamatování řady slov. Jedná se tak o opačný trend, než bylo očekáváno.

Na základě výše uvedených výsledků **nebyla hypotéza H10b potvrzena.**

8 DISKUZE

Výzkum si kladl za cíl zhodnotit vliv použití duálních úkolů prováděných během posturálně náročných situací na výsledky týkajících se jak úrovně posturální stability, tak kvality provedení sekundárních úloh při hodnocení stability seniorů. Vedlejším cílem práce bylo zjistit vliv charakteru kognitivního úkolu řešeného během posturálně náročné situace na zjišťovanou úroveň posturální stability. V práci byly použity dva typy kognitivních úkolů. První kognitivní úkol byl zaměřený na prostorovou paměť (kognitivní úkol Brook's spatial memory task). Druhý kognitivní úkol byl zaměřen na paměť verbální (kognitivní úkol Zapamatování řady slov).

Výzkum zahrnoval celkem 27 probandů. Ti byli rozděleni na dva soubory. Soubor seniorů s poruchou rovnováhy (projevující se pády v anamnéze) byl tvořen 13 jedinci ve věkovém průměru $80,1 \pm 6,6$ let. Druhý soubor seniorů, bez prokázané poruchy rovnováhy, zahrnoval 14 probandů s věkovým průměrem $80,4 \pm 5,7$ let. Obě skupiny byly genderově vyvážené, avšak obě mají vyšší počet žen než mužů. Obdobné výzkumné soubory s téměř stejným věkovým rozložením uvádí také Brauer et al. (2001) a Shumway-Cook et al. (1997). Studie obou autorů se zabývaly vlivem duální úlohy na posturální stabilitu seniorů.

Oba soubory byly testovány ve stoji o široké bázi a o úzké bázi. Podle Scoppa et al. (2017) je pozice s chodidly u sebe metodou první volby při testování na stabilometrické plošině. Dle jejich výzkumu byl tento typ stoje ověřen jako velmi senzitivní. Dále pak stoj o široké bázi s chodidly 15 cm od sebe Scoppa et al. (2017) zhodnotili jako vhodný klinický test pro pacienty s poruchou rovnováhy. Ansai, Aurichio, & Rebelatto (2016) testovali seniory ve věku okolo 80 let v tandemovém stoji i ve stoji na jedné dolní končetině po 30 sekund. Pro seniory byly tyto úkony velmi posturálně náročné, autoři studie je zařadili jako samostatné testy bez přidání kognitivního úkolu. Senioři mohli tyto testy předčasně ukončit. Uvažujeme-li hypotézu Moghadama et al. (2011), kteří zjistili, že čím je náročnější posturální nebo kognitivní úkol zadaný participantům při testování duálních úkolů, tím se zvyšuje senzitivita testování, bylo by vhodné využít v našem výzkumu například tandemový stoj. V pilotním testování na zdravých seniorech bylo však zjištěno, že tento typ stoje klidně ustát po 30 sekund bylo velmi náročné i pro testované „aktivní“ seniory. „Aktivním“ seniorem je zde myšlena osoba, která neudává pády v anamnéze, naopak uvádí častou jízdu na kole, turistiku apod. Z toho důvodu jsme zvolili stoj o úzké bázi, který senioři

s prokázanou poruchou rovnováhy (i bez prokázané poruchy rovnováhy) byli schopni ustát celých 30 sekund jako samostatnou úlohu, tak i při zařazení kognitivního úkolu.

K vytvoření duálních úkolů byly použity dva typy kognitivních úkolů – úkol zaměřený na prostorovou paměť a úkol zaměřený na paměť verbální. Stejnou kombinaci úkolů využili již autoři před námi (Bergamin et al., 2014; Maylor & Wing, 1996; Maylor et al., 2001; Swan, Otani, Loubert, Sheffert, & Dunbar, 2004).

Jedním z dílčích cílů našeho výzkumu bylo zjistit, zda se prokáže rozdíl v parametrech posturální stability při testování obou typů stojů mezi souborem seniorů s poruchou rovnováhy (soubor P) a souborem seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy (soubor N). Výsledky neprokázaly žádné statisticky významné rozdíly v parametrech posturální stability jak při stoji o široké bázi, tak ani při stoji o úzké bázi mezi oběma soubory. Ačkoliv jsou výsledky statisticky nevýznamné, lze téměř ve všech případech poukázat na zvýšení posturálních výchylek u souboru P oproti souboru N jak ve stoji o úzké bázi, tak ve stoji o široké bázi, což bylo očekáváno. Například výsledky studie Melzera, Benjuya a Kaplanskiho (2004) uvádí že, nebyl shledán žádný signifikantní rozdíl mezi skupinou seniorů s pády v anamnéze a bez pádů při stoji o široké bázi. Autoři došli k závěru, že testování stoje o široké bázi nemůže odhalit rozdíly v úrovni posturální stability mezi skupinami, které mají téměř shodný věk a neprokazují žádné signifikantní rozdíly v anamnestických údajích. Na druhou stranu Melzer et al. (2004) ve stejné studii zaznamenali signifikantní zvýšení parametru „*Sway ML*“ při stoji o úzké bázi u seniorů s pády v anamnéze oproti seniorům bez pádů v anamnéze. Podle autorů, kontrola laterální stability („*Sway ML*“) při provádění stoje o úzké bázi se jeví jako nejvíce variabilní měřená hodnota, kterou lze asociovat s předpokladem pádů u seniorů. Také Maki et al. (1994) se shodují, že pomocí testování stoje o úzké bázi lze rozlišit mezi seniory s tendencí k pádům a seniory bez této tendence. Naše studie toto tvrzení nepotvrdila. Námi naměřené výsledky nevyšly statisticky významné. Literatura ani studie nenabídly odůvodnění našeho výsledku. Možností, čím si to vysvětlit, by mohl být fakt, že kromě pádu v anamnéze nebyly shledány žádné jiné výrazné rozdíly v anamnestických údajích mezi oběma skupinami.

Polskaia a Lajoie (2016) uvádějí, že při provádění i jednoduchého posturálního úkolu (například nerušeného stoje) souběžně s kognitivním úkolem lze zaznamenat v některých studiích jak zvýšení (Casteran et al., 2016; Pellechia, 2003; Vander Velde & Woollacott, 2008), tak snížení (Beurskens et al., 2016; Huxhold et al., 2006, Riley, Baker, & Schmit, 2003, Swan et al., 2007) posturálních výchylek. Námi prezentované

výsledky, ne však statisticky významné, ukazují, že při provádění obou typů duálních úkolů došlo ke zhoršení výkonu v případě obou posturálních úkolů u souboru P ve srovnání se souborem N. Zahraniční autoři, kteří testovali také vliv kognitivního úkolu na posturální stabilitu, prokázali signifikantní zvýšení posturálních vychylek u seniorů s pády v anamnéze v porovnání se zdravými seniory (Brauer et al., 2001; Hauer et al., 2003; Lajoie & Gallagher, 2004).

Autoři Shumway-Cook et al. (1997) provedli výzkum, který se zabýval vlivem typu kognitivní úlohy na posturální stabilitu. Tato studie potvrdila signifikantní zhoršení posturální stability při zařazení jak prostorového, tak verbálního úkolu u seniorů s pády v anamnéze oproti zdravým seniorům. Kromě významných rozdílů v rovnovážných schopnostech, skupina seniorů s pády v anamnéze byla průměrně starší, vykazovala více komorbidit a celkově nižší skóre v kognitivním testu než skupina zdravých seniorů. Právě aspekty jako věk, mentalita a zdraví odpovídají za rozdíl mezi těmito dvěma skupinami. Na základě tohoto usuzujeme, že důvodem, proč jsme nedosáhli signifikantních výsledků, je stejnorodost těchto charakteristik v rámci našich výzkumných souborů.

Jedním z dalších předpokladů našeho experimentu bylo, že mezi úrovní posturální stability hodnocené pouze při posturálně náročných úkolech a úrovní posturální stability hodnocené při současném provádění duálních úkolů bude dosaženo signifikantně vyššího rozdílu hodnot parametrů posturální stability u souboru P než u souboru N. V případě zařazení prostorového kognitivního úkolu Brook spatial memory task (BSMT), jsme však nezískali žádné statisticky významné výsledky při porovnání rozdílů úrovně posturální stability souboru P a souboru N. Při porovnání rozdílů hodnot parametrů posturální stability mezi soubory je patrné, že se tyto hodnoty liší pouze v řádech desetin nebo pouze setin milimetrů nebo milimetrů za sekundu. Výjimečně se jedná o rozdíl v řádech jednotek. Z porovnání těchto, i když zanedbatelných, výsledných hodnot vyplývá, že docházelo k vyšším rozdílům hodnot v některých měřených parametrech u souboru P oproti druhému souboru. Avšak v ostatních parametrech jsme zaznamenali vyšší rozdíly hodnot u souboru N, což znamená opačný trend, než jsme předpokládali. Tedy, že rozdíl hodnot při posturálně náročných situacích v kombinaci s kognitivním úkolem BSMT bude vyšší u souboru P než u souboru N.

Na druhou stranu statisticky významné rozdíly byly prokázány při použití kognitivní úlohy Zapamatování řady slov, avšak pouze ve třech z testovaných parametrů. Výsledky parametru „Sway AP“ při stoji o úzké bázi a „V“ při stoji o široké bázi korelují s naší hypotézou. Tedy, že rozdíl hodnot parametrů posturální stability je vyšší u souboru P než u souboru N. Třetí statisticky významný výsledek parametru posturální stability „V AP“ při stoji o široké bázi ukazuje, že došlo k vyššímu rozdílu hodnot u souboru N oproti souboru P. V tomto případě se opět jedná o opačný jev, než jsme očekávali. Tedy, že rozdíl hodnot při posturálně náročných situacích v kombinaci s kognitivním úkolem ZŘS bude vyšší u souboru P než u souboru N.

Nebyli jsme schopni dohledat zdroj, který by tento fakt vysvětlil. Domníváme se, že důvodem je opět velká podobnost testovaných souborů. Kdybychom oba posturální úkoly ve stoji doplnili o stoj na pěnové podložce, která redukuje senzorický vstup, a vytváří tak náročnější posturální úkol, mohlo by teoreticky dojít k statisticky významnému rozdílu. Například ve výzkumu Shumway-Cook et al. (1997) bylo prokázáno, že se neprojeví žádné významné rozdíly posturálních výchylek mezi mladými dospělými a zdravými seniory při stoji na pevném povrchu. Rozdíl mezi skupinami se prohloubil právě až při zařazení stoje na pěnové podložce a současném provádění kognitivního úkolu.

Porovnáním získaného počtu bodů v kognitivních úlohách, naše analýza výsledků neprokazuje žádné významné rozdíly mezi skupinami v rámci duálních úkolů při stoji o úzké a o široké bázi. I tak ze získaných výsledků vychází proměnlivost v průměrně získaném počtu bodů při daných kognitivních úlohách mezi soubory. Konkrétně při DT se zařazením úlohy BSMT je z výsledků patrné, že při stoji o úzké a o široké bázi získal soubor P průměrně více bodů než soubor N. Naopak při zařazení úlohy ZŘS soubor P získal průměrně nižší počet bodů než soubor N a při stoji o úzké bázi oba soubory získaly průměrně stejný počet bodů. Je důležité podotknout, že rozdíly mezi soubory v získaných počtech bodů se pohybovaly pouze v řádech desetin bodu.

Například Shumway-Cook et al. (1997) také neprokázali žádné významné rozdíly mezi skupinou zdravých seniorů a seniorů s pády v anamnéze v počtu správných odpovědí, ať už při prostorově zaměřeném kognitivním úkolu nebo úkolu verbálním. Dále také nezaznamenali závislost mezi typem posturálního úkolu (stoj na pevném povrchu nebo pěnové podložce) a počtem správných odpovědí v obou použitých sekundárních úkolech mezi skupinami. Maylor et al. (2001) dodává, při testování různých věkových skupin zaznamenali významný pokles výkonu v kognitivním úkolu

BSMT a kognitivním úkolu náročném na verbální paměť se zvyšujícím se věkem. Největší celkový pokles výkonu se vyskytoval ve věkových skupinách 60 a 70 let.

Při hodnocení vlivu posturálně náročné situace na skóre v sekundární úloze mezi soubory jsme předpokládali, že se projeví vyšší rozdíl mezi výsledkem kognitivní úlohy BSMT, tak i ZŘS testovaných vsedě a těch stejných kognitivních úloh testovaných za posturálně náročných situací u souboru P než u souboru N. Při kognitivní úloze BSMT byl zaznamenán vyšší rozdíl v získaném počtu bodů v provádění kognitivní úlohy vsedě a při posturálně náročných situací u souboru N než u souboru P. Při zařazení kognitivní úlohy ZŘS tomu bylo naopak. Výsledky zde byly opět statisticky nevýznamné. V případě provádění kognitivní úlohy BSMT se jednalo o opačný trend, než jsme očekávali. Na druhou stranu rozdíly ve výsledcích mezi soubory se projevily opět pouze v řádech desetin bodu.

Na základě výše zmíněných výsledků uvažujeme, že v našem případě podobnost získaného počtu bodů v kognitivních úlohách mezi soubory není způsobeno vlivem náročnosti posturálních úkolů (sed, stoj o úzké a o široké bázi), ale může to být způsobeno vlivem podobné úrovně kognitivních funkcí, které jsme zaznamenali na základě provádění testu *Minimal state examination* našimi probandy (Příloha 6).

Při ověření vlivu DT na zjištěnou úroveň posturální stability seniorů jsme předpokládali, že současné provádění kognitivního a posturálního úkolu bude vést ke snížení úrovně posturální stability u obou souborů seniorů. Tento předpoklad jsme měli jak v případě provádění kognitivního úkolu BSMT, tak úkolu ZŘS. Analýza dat prokázala úplně opačný trend, než jsme očekávali. Především ve stoju o úzké bázi a současném provádění kognitivního úkolu, ať už BSMT nebo ZŘS, došlo ke zlepšení úrovně posturální stability u obou souborů.

Výsledky výzkumu ukazují, že u souboru P při duálním úkolu, jehož součástí bylo provádění kognitivního úkolu BSMT došlo ke zlepšení výkonu posturální stability při stoju o úzké bázi, a to signifikantně ve čtyřech parametrech z pěti. Téměř shodné výsledky byly zaznamenány u souboru P při provádění duální úlohy, kdy zařazeným kognitivním úkolem bylo ZŘS. Opět došlo ke zlepšení posturální stability při stoju o úzké bázi ve všech měřených parametrech, z toho v parametru „*Sway ML*“ a „*Sway AP*“ statisticky významně. U souboru N při stoju o úzké bázi a současném provádění jak kognitivní úlohy BSMT, tak kognitivní úlohy ZŘS, došlo v obou případech ke zlepšení posturálního výkonu ve všech měřených parametrech, avšak ne všechny byly

významné. Signifikantní výsledky byly zaznamenány pouze ve dvou parametrech „*Sway AP*“ a „*V AP*“ v případě zařazení kognitivního úkolu BSMT.

K zvýšení úrovně posturální stability při duálních úkolech dospěli také výsledky studie Swana et al. (2004), Vuillermena a Vincenta (2006) a Bergamina et al. (2014). Tyto studie zařadili jako kognitivní úkol BSMT a mentální aritmetický úkol.

Přidání kognitivní úlohy k posturálnímu úkolu (stoji o úzké bázi) přineslo zlepšení výkonu v posturálním úkolu v porovnání se situací, kdy byl prováděn jen samostatný posturální úkol. Je to opačný jev než uvádějí jiné studie (Hauer et al., 2003; Prado, Stoffregen, & Duarte, 2007; Van Impe et al., 2013), jejichž výsledky se shodují s naším původním předpokladem, a to že při provádění duálních úkolů dojde k snížení úrovně posturální stability seniorů.

Námi zjištěné výsledky by mohly být vysvětleny na základě automatického řízení postury. Zapojení automatických mechanismů posturální kontroly je potencováno právě přesunem pozornosti od posturálního úkolu ke kognitivnímu, a tudíž dochází ke zvýšení úrovně posturální stability (Cluff, Gharib, & Balasubramaniam, 2010). Jiné vysvětlení nabízí Doumas, Smolders a Krampe (2008). Autoři uvádějí, že u seniorů při provádění složitějšího posturálního úkolu, je vyžadováno více zdrojů pozornosti, což také potvrzuje Li, Lindenberger, Freund a Baltes (2001) a Rapp, Krampe a Baltes (2006). V případě tedy složitějšího posturálního úkolu a současného provádění úkolu kognitivního, dochází k nárůstu instability a posturální úkol vyžaduje více zdrojů pozornosti. Pro zachování stability tyto zdroje pozornosti nebudou uvolněny, a proto se nepodaří dosáhnout přesného výkonu v kognitivním úkolu. Tímto způsobem senioři chrání svou posturu (držení těla) a upřednostňují ji před výkonem kognitivní úlohy, aby bylo zabráněno další nestabilitě a možnému pádu. Podle Doumase et al. (2008) toto zjištění zdůrazňuje přirozeně vysoce flexibilní adaptivní sdílení zdrojů u seniorů. Rapp et al. (2006) naznačuje, že senioři tuto flexibilitu rozvíjejí prostřednictvím dlouhodobé adaptace, aby tak kompenzovali pokles senzomotorického zpracování, které se projevuje s rostoucím věkem. Brown, Sleik, Polych a Gage (2002) rozporuje názor Doumase et al. (2008) a uvádí, že na základě teorie adaptivního sdílení zdrojů u seniorů může docházet ke snížení posturálních výchylek, avšak pouze za situace, kdy bude ohrožena posturální stabilita seniora.

V případě souboru P analýza dat prokázala signifikantní zlepšení výkonu posturálního úkolu v parametru „*Sway AP*“ při stoji o široké bázi a současném provádění kognitivní úlohy BSMT v porovnání se situací bez zařazení kognitivního úkolu BSMT. Ostatní výsledky, za stejné testovací situace, byly statisticky nevýznamné a výkony posturálního úkolu byly ve zbylých parametrech proměnlivé. V některých parametrech došlo k zlepšení výkonu při DT. Konkrétně se tak stalo v parametru „*Sway ML*“ a „*V AP*“. Naopak v parametru „*Sway ML*“, „*V ML*“ a „*V*“ došlo ke zhoršení výkonu posturálního úkolu při DT. V případě současného provádění ZŘS a stoje o široké bázi došlo u souboru P ve všech parametrech ke statisticky nevýznamnému zhoršení posturální stability při DT. U souboru N při stoji o široké bázi a současném provádění kognitivního úkolu BSMT došlo také k signifikantnímu zlepšení výkonu posturálního úkolu v parametru „*Sway AP*“. Ve zbylých parametrech se ukázalo statisticky nevýznamné snížení posturálních výchylek při DT, jen v parametru „*Sway ML*“ tomu bylo naopak. Při stoji o široké bázi a současném provádění kognitivního úkolu ZŘS u souboru N výsledky ukázaly nesignifikantní zlepšení výkonu posturálního úkolu ve čtyřech z pěti parametrů. Pouze v parametru „*Sway ML*“ bylo zaznamenáno zvýšení posturálních výchylek.

Výše zmíněné výsledky, ačkoliv statisticky nevýznamné, se téměř všechny shodují s výsledky studie Doumase et al. (2008), která také prokázala pokles posturální stability při provádění méně náročného posturálního úkolu v kombinaci s úkolem kognitivním u zdravých seniorů. V této studii tedy zaznamenali pokles posturální stability, ale na druhou stranu uvádějí zlepšení výkonu v kognitivním úkolu. Takovou souvislost naše výsledky jednotně nepřináší. Naopak Wollacott a Shumway-Cook (2002) konstatují, že požadavky pozornosti na kontrolu rovnováhy se liší v závislosti na složitosti a typu prováděného sekundárního úkolu. Toto konstatování by mohlo také zdůvodňovat naše výsledky. Boisgontier et al. (2013) navrhuje, že udržování posturální stability při provádění duálního úkolu je řízeno automaticky a to je pak dáno spíše obtížností obou úkolů, než stanovení si priorit.

Námi naměřené statisticky významné parametry posturální stability při provádění DT, se shodují s myšlenkou Cluffa et al. (2010) o automatickém řízení posturální kontroly, které je podníceno vnějším zaměřením pozornosti, jak bylo vysvětleno výše. Avšak zaměření pozornosti je závislé na podané instrukci probandovi, jak uvádí Huxhold et al. (2006). V našem případě při provádění duálních úloh byla poslední instrukce: „*Pouštím nahrávku a začíná měření.*“. Tato instrukce dle našeho názoru

nemohla potencovat ani vnější ani vnitřní zaměření pozornosti. Ale i tak došlo k zlepšení úrovně posturální stability, tudíž uvažujeme, že vnější zaměření pozornosti bylo důsledkem vlastní motivace probanda splnit sekundární úkol co nejlépe. Tato úvaha nelze z našeho hlediska nějak objektivizovat, ale na základě subjektivních ohlasů od našich probandů by se o tom dalo alespoň uvažovat.

Mitra (2003) uvádí, že ke snížení výkonu v kognitivním úkolu při provádění duálního úkolu dochází až tehdy, kdy jsou kladeny větší nároky na udržení rovnováhy, například ve stoji o úzké bázi. Tento popisovaný jev se v naší studii také projevil jak u souboru P, tak u souboru N a to v případě obou kognitivních úkolů. Důležité je zmínit, že naše výsledky signifikantně prokázaly zisk nižšího počtu bodů také při současném provádění kognitivní úlohy BSMT a stoje o široké bázi oproti provádění stejného kognitivního úkolu vsedě. Stejný trend avšak statisticky nevýznamný jsme zaznamenali také v případě provádění kognitivního úkolu ZŘS. Pouze v případě výsledků, které vycházejí ze současného provádění kognitivního úkolu ZŘS a obou typů námi zařazených stojů bylo prokázáno vyšší skóre při DT než vsedě u souboru P.

Právě Maylor et al. (2001) uvádějí výsledky, kdy skupina seniorů ve věku okolo 70 let získala při současném provádění kognitivního úkolu BSMT a posturálně náročného úkolu více bodů než při provádění stejné kognitivní úlohy vsedě. Autoři dodávají, že pro tuto vzniklou situaci nemají žádné vysvětlení. Maylor et al. (2001) dále shrnují, že v jejich studii, s výjimkou jediného nevysvětlitelného rozdílu, nebyl zaznamenán žádný statisticky významný vliv posturální pozice (sed vs. stoj) na výkon kognitivního úkolu. Naopak výzkum Doumase et al. (2008) prokázal, že při velmi náročném posturálním úkolu (stoj na pohyblivé plošině), kdy pozornost byla zaměřena hlavně na zachování rovnováhy, výkon v kognitivním úkolu u seniorů poklesl až o 15 %. Naopak při stoji na pevném povrchu (méně náročný posturální úkol), kdy došlo u seniorů k navýšení posturálních výchylek, byly zaznamenány lepší výsledky získané v kognitivním úkolu.

Vedlejším cílem našeho výzkumu bylo ověřit vliv charakteru kognitivního úkolu (při DT) na zjišťovanou úroveň posturální stability. Předpokládali jsme, že při současném provádění kognitivního úkolu BSMT a posturálně náročných úkolů, dojde ke zvýšení posturálních výchylek významně více než při současném provádění ZŘS. Tento předpoklad jsme měli u obou souborů stejný. Naše hypotéza vychází z poznatků studie Kerra et al. (1985), kteří popisovali, že při současném provádění vizuálně prostorového a posturálního úkolu dojde k snížení stability, ale nestane se tak při

provádění úkolu zaměřeného na paměť verbální. Tito autoři předpokládali, že když je zrak důležitou komponentou posturální kontroly a vizuálně prostorová paměť zrakový systém také využívá, tak při současném provádění složité posturální úlohy dochází k interferenci s úlohou zaměřenou na vizuálně prostorovou paměť. K této interferenci nedochází s úkolem náročným na verbální paměť, u něhož je při řešení úkolu využíváno jiných zdrojů. Novější studie vyvrací myšlenku Kerra et al. (1985) a naopak potvrzují interferenci mezi posturálním úkolem a oběma typy kognitivních úloh jak verbálních, tak prostorových. Na druhou stranu je uvažováno o rozdílné míře interference, ale ta je spíše připisována odlišným nárokům na kapacitu pozornosti než charakteru kognitivní úlohy (Dault et al, 2001; Dault, Geurts et al. 2001; Huxhold et al., 2006; Maylor et al., 2001; Ramenzoni et al., 2007).

Z našich výsledků vyplývá, že úroveň posturální stability u souboru P se zvýšila při provádění posturálně náročných úkolů současně s kognitivním úkolem BSMT oproti provádění duálního úkolu zahrnující kognitivní úkol ZŘS. Signifikantní výsledky snížení výchylek posturální stability byly zaznamenány v parametru „*Sway ML*“, „*V ML*“ a „*V*“ při stoji o úzké bázi a při stoji o široké bázi to byly parametry „*Sway ML*“ a „*Sway AP*“. U souboru N jsme zaznamenali úplně stejné výsledky, ve smyslu zvýšení úrovně posturální stability jak ve stoji o úzké bázi, tak ve stoji o široké bázi při současném provádění kognitivního úkolu BSMT. Prokázán byl pouze jeden signifikantní výsledek a to v parametru „*Sway AP*“ při stoji o úzké bázi. Naše výsledky se neshodují s hypotézou Kerra et al. (1985) a tudíž spíše uvažujeme, že v případě našich výsledků se jedná o rozdílné nároky na kapacitu pozornosti u jednotlivých úloh.

Na základě naší studie lze s opatrností vyvodit následující teoretická východiska. Statisticky významné parametry posturální stability jednotně charakterizují, že zařazení kognitivního úkolu BSMT zvyšuje úroveň posturální stability (snížení posturálních výchylek) jak při současném stoji o úzké bázi, tak při stoji o široké bázi u obou souborů. Dále studie podává statisticky významné výsledky o zvýšení posturální stability v případě přidání kognitivní úlohy v některých z měřených parametrů (při stoji o široké i o úzké bázi), a to u obou testovaných souborů. Lze tak uvažovat o souvislosti mezi vnějším zaměřením pozornosti a zapojením automatických mechanismů posturální kontroly. Pro potvrzení našich východisek by bylo vhodné studii rozšířit o větší množství probandů a případně zařadit složitější posturální úkol (například stoj na pěnové podložce), který by prohloubil rozdíly mezi soubory.

ZÁVĚR

V diplomové práci jsme se zabývali vlivem kognitivních duálních úloh na úroveň posturální stability seniorů s poruchou rovnováhy a seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy žijících v domovech s pečovatelskou službou nebo v domovech pro seniory. Oba soubory byly prvně testovány ve dvou posturálně náročných situacích, a to ve stoji o široké a úzké bázi. Následně byly posturálně náročné situace kombinovány se dvěma různými typy kognitivních úloh. První kognitivní úloha byla zaměřená na verbální složku paměti (Zapamatování řady slov). Druhá kognitivní úloha zaměstnávala vizuálně prostorovou složku paměti (Brook's spatial memory task). Data získaná z měření posturální stability na stabilometrické plošině a skóre získané seniory v kognitivních úlohách byla statisticky zpracována.

Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl v úrovni posturální stability mezi oběma soubory, a to ani v případě provádění duálních úkolů při obou typech kognitivních úloh. Dále také nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ve výsledcích kognitivních úkolů mezi seniory s poruchou rovnováhy a seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy, ať už při jejich provádění vsedě, tak ani při duálních úkolech. Alespoň na podkladě některých statisticky významných výsledků parametrů posturální stability lze vyvodit, že provádění kognitivního úkolu Brook's spatial memory task současně s posturálně náročnými úkoly zvyšuje úroveň posturální stability více než kognitivní úkol Zapamatování řady slov, a to jak v případě seniorů s prokázanou poruchou rovnováhy, tak u seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy. Dále z některých statisticky významných parametrů vyplývá, že provádění duálních úloh obsahujících jak kognitivní úkol Brook's spatial memory task, tak kognitivní úkol Zapamatování řady slov zvyšuje úroveň posturální stability u obou skupin seniorů. Lze tak uvažovat o zapojení automatických mechanismů posturální kontroly v souvislosti s vnějším zaměřením pozornosti.

Ačkoliv tento výzkum nepřinesl jasná východiska, mohl by být využit alespoň jako podkladový materiál pro budoucí studie zkoumající vliv použití duálních úkolů při hodnocení posturální stability seniorů. Z teoretických poznatků této diplomové práce je patrné, že testování rovnováhy pomocí duálních úkolů je vhodná diagnostická metoda k včasnému odhalení pádu u seniorů. Avšak doposud provedené studie nepřinášejí jasné výsledky, které by mohly být využity ke standardizaci konkrétních testů a následně

použity v klinické praxi. Z toho důvodu je výzkum vlivu duálních úloh na posturální stabilitu seniorů stále aktuální.

SOUHRN

Diplomová práce se zabývá hodnocením vlivu kognitivních duálních úloh prováděných během posturálně náročných situací na úroveň posturální stability seniorů s poruchou rovnováhy a seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy žijících v domech s pečovatelskou službou nebo v domovech pro seniory. Hlavním cílem práce bylo zjistit vliv použití duálních úkolů při hodnocení posturální stability seniorů na výsledky týkající se jak úrovně posturální stability, tak kvality provedení sekundárních kognitivních úkolů. Vedlejším cílem práce bylo ověřit vliv charakteru kognitivního úkolu (kognitivní úkol zaměřený na prostorovou paměť versus kognitivní úkol zaměřený na verbální paměť) řešeného během posturálně náročné situace na zjišťovanou úroveň posturální stability. K testování posturální stability byla použita stabilometrická plošina.

Výzkumu se zúčastnilo 27 probandů ve věkovém rozmezí 71–93 let. Účastníci byli dle kritéria přítomnosti či nepřítomnosti minimálně jednoho a více pádů v anamnéze za poslední rok rozděleni do dvou výzkumných souborů. Soubor seniorů s poruchou rovnováhy byl tvořen 13 účastníky s věkovým průměrem 80,1 let. Druhý soubor seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy tvořilo 14 probandů o věkovém průměru 80,4 let.

Žádná z formulovaných hypotéz nebyla potvrzena. Pouze některé výsledky nabývají statistické významnosti. Nelze tedy vyvodit jasné závěry. Pouze na základě některých statisticky významných výsledků by mohl být vyvozen rozdíl mezi oběma použitými kognitivními úkoly. Provádění kognitivního úkolu Brook's spatial memory task při duálním úkolu vede ke snížení posturálních výchylek více než kognitivní úkol Zapamatování řady slov, a to jak v případě seniorů s poruchou rovnováhy, tak seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy. Dále bylo možné vypořádat, že při provádění duálních úloh obsahujících oba typy kognitivních úkolů dochází ke zvýšení úrovně posturální stability (u obou skupin seniorů) ve srovnání se situací, kdy je jedinec vystaven pouze posturálně náročné situaci.

SUMMARY

The diploma thesis deals with the impact of the cognitive dual tasks carried out during the postural tasks on the level of postural stability of balance impaired elderly people as well as elderly people without proven balance problems living in the nursing homes and senior houses. The main aim of the work was to find the impact of using dual tasks on the results relating to both the level of postural stability and the quality of secondary cognitive tasks during the evaluation of postural stability of the elderly people. The side aim of the work was to verify the impact of the type of the cognitive task (cognitive task focused on the spatial memory versus cognitive task focused on the verbal memory) dealt with during posturally difficult situation on the detected level of the postural stability. Force plate was used for testing the postural stability.

Twenty-seven participants aged 71–93 took part in the survey. They were divided into two survey groups according to the criterion of occurrence or absence of one or more fallings during the last year in the anamnesis. The group of those with balance malfunctions comprised of 13 people of the age average of 80,1. The second group of elderly people without balance malfunctions comprised of 14 probands and their age average was 80,4.

None of the formulated hypotheses was confirmed. Only some results are statistically important. Therefore no clear conclusion can be drawn out of this. The difference between both used cognitive tasks can be drawn only on the basis of some statistically important results. Carrying out of the cognitive task Brook's spatial memory task during the dual task leads to lowering of the deviations more than cognitive task Remembering the word row both in the group of elderly people with the balance malfunction and the group without proven balance malfunction. Next it could be noticed, that while carrying out the dual tasks using both types of the cognitive tasks leads to increase of the level of postural stability for the both groups of elderly people in comparison with the situation when one is exposed only to posturally difficult situation.

REFERENČNÍ SEZNAM

- Abrahámová, D., & Hlavačka, F. (2008). Age-related Changes of Human Balance During Quiet Stance. *Physiological Research*, 57(6), 957–964.
- Ansai, J. H., Aurichio, T. R., & Rebelatto, J. R. (2016). Relationship Between Balance And Dual Task Walking In The Very Elderly. *Geriatrics & Gerontology International*, 16(1), 89–94. doi.org/10.1111/ggi.12438
- Al-Momani, M., Al-Momani, F., Alghadir, A. H., Alharethy, S., & Gabr, S. A. (2016). Factors Related To Gait And Balance Deficits In Older Adults. *Clinical Interventions In Aging*, 11, 1043–1049. doi: 10.2147/CIA.S112282
- Ambler, Z. (2009). Neurologické poruchy a základní principy farmakoterapie staršího věku. *Interní medicína pro praxi*, 11(4), 182–185.
- Andersson, G., Hagman, J., Talianzadeh, R., Svedberg, A., & Larsen, H. C. (2002). Effect of Cognitive Load On Postural Control. *Brain Research Bulletin*, 58(1), 135–139. doi.org/10.1016/S0361-9230(02)00770-0
- Atkins, A. S., & Reuter-Lorenz, P. A. (2008). False Working Memories? Semantic Distortion In a Mere 4 Seconds. *Memory & Cognition*, 36(1), 74–81. doi: 10.3758/mc.36.1.74
- Baddeley, A. D. (1983). Working Memory. *Philosophical Transactions of The Royal Society of London. Biological Sciences*, 302(1110), 311–324. doi.org/10.1098/rstb.1983.0057
- Baddeley, A. D. (1999). *Essentials of Human Memory*. London: Psychology Press.
- Baddeley, A. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1–29. doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422
- Balasubramaniam, R., & Wing, A. M. (2002). The Dynamics of Standing Balance. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(12), 531–536. doi: 10.1016/S1364-6613(02)02021-1
- Barin, K., & Dodson, E. E. (2011). Dizziness In The Elderly. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 44(2), 437–454. doi.org/10.1016/j.otc.2011.01.013

- Barrouillet, P., & Camos, V. (2001). Developmental Increase in Working Memory Span: Resource Sharing or Temporal Decay?. *Journal of Memory and Language*, 45(1), 1–20. doi: 10.1006/jmla.2001.2767
- Beauchet, O., Annweiler, C., Dubost, V., Allali, G., Kressig, R. W., Bridenbaugh, S., ... & Herrmann, F. R. (2009). Stops Walking When Talking: A Predictor of Falls In Older Adults?. *European Journal of Neurology*, 16(7), 786–795. doi.org/10.1111/j.1468-1331.2009.02612.x
- Berg, W. P., Alessio, H. M., Mills, E. M., & Tong, C. (1997). Circumstances And Consequences of Falls In Independent Community-dwelling Older Adults. *Age and Ageing*, 26(4), 261–268. doi.org/10.1093/ageing/26.4.261
- Bergamin, M., Gobbo, S., Zanotto, T., Sieverdes, J. C., Alberton, C. L., Zaccaria, M., & Ermolao, A. (2014). Influence of Age On Postural Sway During Different Dual-task Conditions. *Frontiers In Aging Neuroscience*, 6, 271. doi.org/10.3389/fnagi.2014.00271
- Bergen, G., Stevens, M. R., & Burns, E. R. (2016). Falls And Fall Injuries Among Adults Aged ≥ 65 Years – United States, 2014. *Morbidity And Mortality Weekly Report*, 65(37), 993–998. doi: [http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm6537a2external icon](http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm6537a2external%20icon)
- Berková, M., & Berka, Z. (2018). Pády: významná příčina morbidity a mortality seniorů. *Vnitřní lékařství*, 64(11), 1076–1083.
- Beurskens, R., Haeger, M., Kliegl, R., Roecker, K., & Granacher, U. (2016). Postural Control In Dual-task Situations: Does Whole-body Fatigue Matter?. *PLoS One*, 11(1), 1–15. doi.org/10.1371/journal.pone.0147392
- Bizovská, L., Janura, M., Míková, M., & Svoboda, Z. (2017). *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Boisgontier, M. P., Beets, I. A., Duysens, J., Nieuwboer, A., Krampe, R. T., & Swinnen, S. P. (2013). Age-related Differences In Attentional Cost Associated With Postural Dual Tasks: Increased Recruitment of Generic Cognitive Resources In Older Adults. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(8), 1824–1837.

- Borst, G., Niven, E., & Logie, R. H. (2012). Visual Mental Image Generation Does Not Overlap with Visual Short-term Memory: A Dual-task Interference Study. *Memory & Cognition*, *40*(3), 360–372. doi: 10.3758/s13421-011-0151-7
- 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. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *56*(8), M489-M496. doi.org/10.1093/gerona/56.8.M489
- Brooks, L. R. (1967). The Suppression of Visualization By Reading. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *19*(4), 289–299. doi.org/10.1080/14640746708400105
- Brown, L. A., Sleik, R. J., Polych, M. A., & Gage, W. H. (2002). Is The Prioritization of postural Control Altered In Conditions of Postural Threat In Younger And Older Adults?. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *57*(12), M785–M792. doi.org/10.1093/gerona/57.12.M785
- Brown, L. A., Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (1999). Attentional Demands And Postural Recovery: The Effects of Aging. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, *54*(4), M165–M171. doi.org/10.1093/gerona/54.4.M165
- Bunting, M. F., Cowan, N., & Colflesh, G. H. (2008). The Deployment of Attention in Short-term Memory Tasks: Trade-offs Between Immediate and Delayed Deployment. *Memory & Cognition*, *36*(4), 799–812. doi: 10.3758/mc.36.4.799
- Burns, E. R., Stevens, J. A., & Lee, R. (2016). The Direct Costs of Fatal And Non-fatal Falls Among Older Adults—United States. *Journal of Safety Research*, *58*, 99–103. doi.org/10.1016/j.jsr.2016.05.001
- Carlson, M. C., Fried, L. P., Xue, Q. L., Bandeen-Roche, K., Zeger, S. L., & Brandt, J. (1999). Association Between Executive Attention And Physical Functional Performance In Community-dwelling Older Women. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, *54*(5), S262–S270. doi.org/10.1093/geronb/54B.5.S262

- Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (1998) *Neurological Rehabilitation: Optimizing of Motor Performance*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Casteran, M., Putot, A., Pfitzenmeyer, F., Thomas, E., & Manckoundia, P. (2016). Analysis of The Impact of A Cognitive Task On The Posture of Elderly Subjects With Depression Compared With Healthy Elderly Subjects. *Clinical Neurophysiology*, *127*(11), 3406–3411. doi.org/10.1016/j.clinph.2016.09.007
- Cluff, T., Gharib, T., & Balasubramaniam, R. (2010). Attentional Influences On The Performance of Secondary Physical Tasks During Posture Control. *Experimental Brain Research*, *203*(4), 647–658. doi: 10.1007/s00221-010-2274-7
- Cohen, M. S., Rissman, J., Suthana, N. A., Castel, A. D., & Knowlton, B. J. (2016). Effects of aging on value-directed modulation of semantic network activity during verbal learning. *NeuroImage*, *125*, 1046–1062. doi: 10.1016/j.neuroimage.2015.07.079
- Connell, B. R., Wolf, S. L., & Atlanta FICSIT Group. (1997). Environmental And Behavioral Circumstances Associated With Falls At Home Among Healthy Elderly Individuals. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *78*(2), 179–186. doi.org/10.1016/S0003-9993(97)90261-6
- Čakrt, O. (2009). Kinetická analýza (posturografie). In P. Kolář et al. (Eds.), *Rehabilitace v klinické praxi* (pp. 198–199). Praha, Česká republika: Galén.
- Černý, R., Čakrt, O., & Jeřábek, J. (2017). Laboratorní metody vyšetření vestibulárního aparátu. *Neurologie pro praxi*, *18*(3), 163–169. doi: 10.36290/neu.2017.080
- Dault, M. C., Frank, J. S., & Allard, F. (2001). Influence of A Visuo-spatial, Verbal and Central Executive Working Memory Task On Postural Control. *Gait & Posture*, *14*(2), 110–116. doi.org/10.1016/S0966-6362(01)00113-8
- Dault, M. C., Geurts, A. C., Mulder, T. W., & Duysens, J. (2001). Postural Control And Cognitive Task Performance In Healthy Participants While Balancing On Different Support-surface Configurations. *Gait & Posture*, *14*(3), 248–255. doi.org/10.1016/S0966-6362(01)00130-8

- Dault, M. C., Yardley, L., & Frank, J. S. (2003). Does Articulation Contribute To Modifications of Postural Control During Dual-task Paradigms?. *Cognitive Brain Research*, 16(3), 434–440. doi.org/10.1016/S0926-6410(03)00058-2
- 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. doi:10.1007/s00221-008-1302-3
- Dršata, J., Vališ, M., Lánský, M., & Vokurka, J. (2008). Přínos statické počítačové posturografie ke skrínigovému vyšetření kvantifikace posturální rovnováhy. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, 71(4), 422–428.
- Fozard, J. L., Vercruyssen, M., Reynolds, S. L., Hancock, P. A., & Quilter, R. E. (1994). Age Differences And Changes In Reaction Time: The Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Journal of Gerontology*, 49(4), P179–P189. doi.org/10.1093/geronj/49.4.P179
- Fraizer, E. V., & Mitra, S. (2008). Methodological And Interpretive Issues In Posture-cognition Dual-tasking In Upright Stance. *Gait & Posture*, 27(2), 271–279. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2007.04.002
- Graafmans, W. C., et al. (1996). Falls in The Elderly: A Prospective Study of Risk Factors and Risk Profiles. *American journal of epidemiology*, 143(11), 1129–1136. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a008690
- Gryc, T. (2014). *Vztah mezi posturální stabilitou a pohybovými aktivitami*. Disertační práce, Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu.
- Hauer, K., Pfisterer, M., Weber, C., Wezler, N., Kliegel, M., & Oster, P. (2003). Cognitive Impairment Decreases Postural Control During Dual Tasks In Geriatric Patients With A History of Severe Falls. *Journal of The American Geriatrics Society*, 51(11), 1638–1644. doi.org/10.1046/j.1532-5415.2003.51517.x
- Hiyamizu, M., Morioka, S., Shomoto, K., & Shimada, T. (2012). Effects of Dual Task Balance Training On Dual Task Performance In Elderly People: A Randomized

Controlled Trial. *Clinical Rehabilitation*, 26(1), 58–67.
doi.org/10.1177/0269215510394222

- Hlavačka, F., Kunderát, J., Křížková, M., & Bačová, E. (1990). Fyziologické rozsahy hodnôt parametrov stabilometrického vyšetrenia vzpriameného postoja vyhodnocovaného počítačom. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, 53(2), 107–113.
- Horak, F. B. (1987). Clinical Measurement of Postural Control in Adults. *Physical Therapy*, 67(12), 1881–1885. doi: 10.1093/ptj/67.12.1881
- 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*, 35(2), 7–11. doi: 10.1093/ageing/afl077
- Horak, F., & Kuo, A. (2000). Postural Adaptation For Altered Environments, Tasks, and Intentions. In Full, R. J., Farley, C. T., & Winters, J. M. (Eds.) *Biomechanics and Neural Control of Posture and Movement*. (pp. 267–281). New York: Springer.
- Horak, F. B., Macpherson, J. M. (1996). Postural Orientation and Equilibrium. In L. B. Rowell, J. T. Shepard (Eds.) *Handbook of Physiology: Section 12, Exercise Regulation and Integration of Multiple Systems*. (pp. 255–292). New York: Oxford University Press.
- Horak, F. B., Shupert, C. L., & Mirka, A. (1989). Components of Postural Dyscontrol In The Elderly: A Review. *Neurobiology of Aging*, 10(6), 727–738. doi.org/10.1016/0197-4580(89)90010-9
- Hsu, C. L., Nagamatsu, L. S., Davis, J. C., & Liu-Ambrose, T. (2012). Examining The Relationship Between Specific Cognitive Processes And Falls Risk In Older Adults: A Systematic Review. *Osteoporosis International*, 23(10), 2409–2424. doi.org/10.1007/s00198-012-1992-z
- Hunter, M. C., & Hoffman, M. A. (2001). Postural Control: Visual And Cognitive Manipulations. *Gait & Posture*, 13(1), 41–48. doi.org/10.1016/S0966-6362(00)00089-8

- Huxhold, O., Li, S. C., Schmiedek, F., & Lindenberger, U. (2006). Dual-tasking Postural Control: Aging and The Effects of Cognitive Demand in Conjunction With Focus of Attention. *Brain Research Bulletin*, 69(3), 294–305. doi: 10.1016/j.brainresbull.2006.01.002
- Iersel, M. B. V., Kessels, R. P., Bloem, B. R., Verbeek, A. L., & Olde Rikkert, M. G. (2008). Executive Functions Are Associated With Gait and balance in community-living elderly people. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(12), 1344-1349. doi.org/10.1093/gerona/63.12.1344
- Jiráček, R. (2013). *Gerontopsychiatrie*. Praha: Galén.
- Juklová, K. (2010). *Základy obecné psychologie*. Praha: Gaudeamus.
- Kalvach, Z., & Mikeš, Z. (2004). Základní pojmy – stáří, geriatric, gerontology. In Kalvach, Z. et al. (Eds.), *Geriatric a gerontology* (pp. 47–49). Praha, Česká republika: Grada Publishing a.s.
- Kalvach Z. (2011). Pády. In Kalvach, Z. et al. (Eds.), *Křehký pacient a primární péče* (pp. 351–355). Praha, Česká republika: Grada Publishing a.s.
- Kalvach, Z. (2011). Potřeby a ohrožení lidí se zrakovým postižením. In Kalvach, Z. et al. (Eds.), *Křehký pacient a primární péče* (pp. 87–89). Praha, Česká republika: Grada Publishing a.s.
- Kelly, V. E., Janke, A. A., & Shumway-Cook, A. (2010). Effects of Instructed Focus And Task Difficulty On Concurrent Walking And Cognitive Task Performance In Healthy Young Adults. *Experimental Brain Research*, 207, 65–73. doi:10.1007/s00221-010-2429-6
- Kerr, B., Condon, S. M., & McDonald, L. A. (1985). Cognitive Spatial Processing And The Regulation of Posture. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11(5), 617–622. doi.org/10.1037/0096-1523.11.5.617
- Klvetová, D. & Dlabalová, I. (2008). *Motivační prvky při práci se seniory*. Praha, Česká republika: Grada Publishing a.s.

- Konrad, H. R., Girardi, M., & Helfert, R. (1999). Balance And Aging. *The Laryngoscope*, *109*(9), 1454–1460. doi.org/10.1097/00005537-199909000-00019
- Koukolík, F. (2000). *Lidský mozek: Funkční systémy. Normy a poruchy*. Praha: Portál.
- Kowal, P., & Dowd, J. E. (2001). Definition of An Older Person. Proposed Working Definition of An Older Person In Africa For The MDS Project. *World Health Organization, Geneva*. doi: 10.13140/2.1.5188.9286
- Králíček, P. (2011). *Úvod do speciální neurofyzologie* (3rd Ed.). Praha: Galén.
- Labyt, E., Szurhaj, W., Bourriez, J. L., Cassim, F., Defebvre, L., Destee, A., ... & Derambure, P. (2003). Changes In Oscillatory Cortical Activity Related To A Visuomotor Task In Young And Elderly Healthy Subjects. *Clinical Neurophysiology*, *114*(6), 1153–1166. doi.org/10.1016/S1388-2457(03)00058-0
- Lajoie, Y., & Gallagher, S. P. (2004). Predicting Falls Within The Elderly Community: Comparison of Postural Sway, Reaction Time, The Berg Balance Scale and The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale For Comparing Fallers And Non-fallers. *Archives of Gerontology And Geriatrics*, *38*(1), 11–26. doi.org/10.1016/S0167-4943(03)00082-7
- Lajoie, Y., Teasdale, N., Bard, C., & Fleury, M. (1993). Attentional Demands For Static and Dynamic Equilibrium. *Experimental Brain Research*, *97*(1), 139–144. doi.org/10.1007/BF00228824
- Larsson, L., Grimby, G., & Karlsson, J. (1979). Muscle Strength And Speed of Movement In Relation To Age And Muscle Morphology. *Journal of Applied Physiology*, *46*(3), 451–456. doi.org/10.1152/jappl.1979.46.3.451
- Latash, M. L. (2008). *Neurophysiological Basis of Movement*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Lezak, M., Howieson, D., & Loring, D. (2004). *Neuropsychological Assessment* (4th Ed.). Washington: Oxford University Press.

- Li, K. Z., & Lindenberger, U. (2002). Relations Between Aging Sensory/Sensorimotor And Cognitive Functions. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 26(7), 777–783. doi.org/10.1016/S0149-7634(02)00073-8
- Li, K. Z., Lindenberger, U., Freund, A. M., & Baltes, P. B. (2001). Walking While Memorizing: Age-related Differences In Compensatory Behavior. *Psychological Science*, 12(3), 230–237. doi.org/10.1111/1467-9280.00341
- Lord, S. R. (2006). Visual Risk Factors For Falls In Older People. *Age and ageing*, 35(2), 42–45. doi.org/10.1093/ageing/af1085
- Lord, S. R. (2016). Virtual Reality And The Prevention of Falls In The Real World. *The Lancet*, 388(10050), 1132–1134. doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31347-2
- Lord, S. R., Ward, J. A., Williams, P., & Anstey, K. J. (1994). Physiological Factors Associated With Falls In Older Community-dwelling Women. *Journal of The American Geriatrics Society*, 42(10), 1110–1117. doi.org/10.1111/j.1532-5415.1994.tb06218.x
- Lundin-Olsson, L., Nyberg, L., & Gustafson, Y. (1997). Stops Walking When Talking As A Predictor of Falls In Elderly People. *The Lancet*, 349(9052), 617–619. doi.org/10.1016/S0140-6736(05)61565-6
- Maki, B. E., Edmondstone, M. A., & McIlroy, W. E. (2000). Age-related Differences in Laterally Directed Compensatory Stepping Behavior. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(5), M270–M277. doi: 10.1093/gerona/55.5.m270
- Maki, B. E., Holliday, P. J., & Topper, A. K. (1994). A Prospective Study of Postural Balance And Risk of Falling In An Ambulatory And Independent Elderly Population. *Journal of Gerontology*, 49(2), M72–M84. doi.org/10.1093/geronj/49.2.M72
- Maki, B. E., Zecevic, A., Bateni, H., Kirshenbaum, N., & McIlroy, W. E. (2001). Cognitive Demands of Executing Postural Reactions: Does Aging Impede Attention Switching?. *Neuroreport*, 12(16), 3583–3587.

- Massion, J. & Woollacott, M. H. (1996). Posture and Equilibrium. In A. M. Bronstein, T. Brandt, M. H. Woollacott (Eds.), *Clinical Disorders of Balance, Posture and Gait* (pp. 1–18). London: Arnold.
- Maylor, E. A., Allison, S., & Wing, A. M. (2001). Effects of Spatial and Nonspatial Cognitive Activity On Postural Stability. *British Journal of Psychology*, 92(2), 319–338. doi.org/10.1348/000712601162211
- Maylor, E. A., & Wing, A. M. (1996). Age Differences In Postural Stability Are Increased By Additional Cognitive Demands. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 51(3), P143–P154. doi.org/10.1093/geronb/51B.3.P143
- McCabe, D. P., Roediger, H. L., McDaniel, M. A., Balota, D. A., & Hambrick, D. Z. (2010). The Relationship Between Working Memory Capacity and Executive Functioning: Evidence For A Common Executive Attention Construct. *Neuropsychology*, 24(2), 222–243. doi: 10.1037/a0017619
- McLeod, S. A. (2012). Working Memory. *Simply Psychology*. Retrieved 1. 6. 2020 from: <https://www.simplypsychology.org/working%20memory.html>
- Melzer, I., Benjuya, N., & Kaplanski, J. (2004). Postural Stability In The Elderly: A Comparison Between Fallers And Non-fallers. *Age and Ageing*, 33(6), 602–607. doi.org/10.1093/ageing/afh218
- Menz, H. B., Morris, M. E., & Lord, S. R. (2005). Foot And Ankle Characteristics Associated With Impaired Balance And Functional Ability In Older People. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences And Medical Sciences*, 60(12), 1546–1552. doi.org/10.1093/gerona/60.12.1546
- Miller, B. L., Cummings, J. L. (2007). *The Human Frontal Lobes: Functions and Disorders*. New York: The Guilford Press.
- Mitra, S. (2003). Postural Costs of Suprapostural Task Load. *Human Movement Science*, 22(3), 253–270. doi.org/10.1016/S0167-9457(03)00052-6

- Mitra, S., & Fraizer, E. V. (2004). Effects of Explicit Sway-minimization On Postural–suprapostural Dual-task Performance. *Human Movement Science, 23*(1), 1–20. doi.org/10.1016/j.humov.2004.03.003
- Moghadam, M., Ashayeri, H., Salavati, M., Sarafzadeh, J., Taghipoor, K. D., Saeedi, A., & Salehi, R. (2011). Reliability of Center of Pressure Measures of Postural Stability In Healthy Older Adults: Effects of Postural Task Difficulty And Cognitive Load. *Gait & Posture, 33*(4), 651–655. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.02.016
- Moncada, L. V. V., & Mire, L. G. (2017). Preventing Falls In Older Persons. *American Family Physician, 96*(4), 240–247. PMID: 28925664
- Morris, M., Ianssek, R., Smithson, F., & Huxham, F. (2000). Postural Instability In Parkinson's Disease: A Comparison With And Without A Concurrent Task. *Gait & Posture, 12*(3), 205–216. doi.org/10.1016/S0966-6362(00)00076-X
- Muir-Hunter, S. W., & Wittwer, J. E. (2016). Dual-task Testing To Predict Falls In Community-dwelling Older Adults: A Systematic Review. *Physiotherapy, 102*(1), 29–40. doi.org/10.1016/j.physio.2015.04.011
- Nagymate, G., Pethes, A., Szabo, G., Bejek, Z., Paroczai, R., & Kiss, R. M. (2016). The Impact of The Severity of Knee Osteoarthritis on The Postural Stability. *Materials Today: Proceedings, 3*(4), 1069–1073. doi.org/10.1016/j.matpr.2016.03.050
- Nashner, L. M., & McCollum, G. (1985). The Organization of Human Postural Movements: A Formal Basis and Experimental Synthesis. *Behavioral and Brain Sciences, 8*(1), 135–150. doi:10.1017/S0140525X00020008
- Ohde, S., Terai, M., Oizumi, A., Takahashi, O., Deshpande, G. A., Takekata, M., ... & Fukui, T. (2012). The Effectiveness of A Multidisciplinary QI Activity For Accidental Fall Prevention: Staff Compliance Is Critical. *BMC Health Services Research, 12*(1), 1–7. doi: 10.1186/1472-6963-12-197
- Papegaaij, S., Taube, W., Baudry, S., Otten, E., & Hortobágyi, T. (2014). Aging Causes A Reorganization of Cortical and Spinal Control of Posture. *Frontiers In Aging Neuroscience, 6*(28). doi: 10.3389/fnagi.2014.00028

- Peel, N. M., McClure, R. J., & Hendrikz, J. K. (2006). Health-protective Behaviours and Risk of Fall-related Hip Fractures: A Population-based Case – Control Study. *Age And Ageing*, 35(5), 491–497.
- Pellecchia, G. L. (2003). Postural Sway Increases With Attentional Demands of Concurrent Cognitive Task. *Gait & Posture*, 18(1), 29–34. doi.org/10.1016/S0966-6362(02)00138-8
- Peterka, R. J. (2002). Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *Journal of Neurophysiology*, 88(3), 1097–1118. doi: 10.1152/jn.2002.88.3.1097
- Pijnappels, M., Reeves, N. D., & van Dieën, J. H. (2008). Identification of Elderly Fallers By Muscle Strength Measures. *European Journal of Applied Physiology*, 102(5), 585–592. doi.org/10.1007/s00421-007-0613-6
- Plháčková, A. (2004). *Učebnice obecné psychologie*. Praha: Academia.
- Polskaia, N., & Lajoie, Y. (2016). Reducing Postural Sway By Concurrently Performing Challenging Cognitive Tasks. *Human Movement Science*, 46, 177–183. doi.org/10.1016/j.humov.2015.12.013
- Prado, J. M., Stoffregen, T. A., & Duarte, M. (2007). Postural Sway During Dual Tasks In Young And Elderly Adults. *Gerontology*, 53(5), 274–281. doi.org/10.1159/000102938
- Preiss, M. (2006). Základy klinické neuropsychologie. In P. Marek & K. Hana (Eds.), *Neuropsychologie v psychiatrii* (pp. 21–125). Praha: Grada Publishing.
- Proske, U., & Gandevia, S. C. (2009). The Kinaesthetic Senses. *The Journal of Physiology*, 587(17), 4139–4146. doi: 10.1113/jphysiol.2009.175372
- Ramenzoni, V. C., Riley, M. A., Shockley, K., & Chiu, C. Y. P. (2007). Postural Responses To Specific Types of Working Memory Tasks. *Gait & Posture*, 25(3), 368–373. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.04.014
- Rapp, M. A., Krampe, R. T., & Baltes, P. B. (2006). Adaptive Task Prioritization In Aging: Selective Resource Allocation To Postural Control Is Preserved In Alzheimer Disease. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 14(1), 52–61. doi.org/10.1097/01.JGP.0000192490.43179.e7

- Redfern, M. S., Talkowski, M. E., Jennings, J. R., & Furman, J. M. (2004). Cognitive Influences In Postural Control of Patients With Unilateral Vestibular Loss. *Gait & Posture, 19*(2), 105–114. doi.org/10.1016/S0966-6362(03)00032-8
- Reeves, N. D., Narici, M. V., & Maganaris, C. N. (2006). Myotendinous Plasticity To Ageing And Resistance Exercise In Humans. *Experimental Physiology, 91*(3), 483–498. doi.org/10.1113/expphysiol.2005.032896
- Remaud, A., Boyas, S., Caron, G. A., & Bilodeau, M. (2012). Attentional Demands Associated With Postural Control Depend On Task Difficulty And Visual Condition. *Journal of Motor Behavior, 44*(5), 329–340. doi.org/10.1080/00222895.2012.708680
- Remaud, A., Boyas, S., Lajoie, Y., & Bilodeau, M. (2013). Attentional Focus Influences Postural Control And Reaction Time Performances Only During Challenging Dual-task Conditions In Healthy Young Adults. *Experimental Brain Research, 231*(2), 219–229. doi: 10.1007/s00221-013-3684-0
- Riley, M. A., Baker, A. A., & Schmit, J. M. (2003). Inverse Relation Between Postural Variability And Difficulty of A Concurrent Short-term Memory Task. *Brain Research Bulletin, 62*(3), 191–195. doi.org/10.1016/j.brainresbull.2003.09.012
- Rivasi, G., Kenny, R. A., Ungar, A., & Romero-Ortuno, R. (2020). Predictors of Incident Fear of Falling In Community-dwelling Older Adults. *Journal of The American Medical Directors Association, 21*(5), 615–620. doi.org/10.1016/j.jamda.2019.08.020
- Rocchi, L., Chiari, L., Cappello, A., & Horak, F. B. (2006). Identification of Distinct Characteristics of Postural Sway in Parkinson's Disease: A Feature Selection Procedure Based On Principal Component Analysis. *Neuroscience Letters, 394*(2), 140–145. doi.org/10.1016/j.neulet.2005.10.020
- Rubenstein, L. Z., & Josephson, K. R. (2002). The Epidemiology of Falls And Syncope. *Clinics In Geriatric Medicine, 18*(2), 141–158. doi: 10.1016/s0749-0690(02)00002-2

- Ruffieux, J., Keller, M., Lauber, B., & Taube, W. (2015). Changes In Standing And Walking Performance Under Dual-task Conditions Across The Lifespan. *Sports Medicine*, 45(12), 1739–1758. doi.org/10.1007/s40279-015-0369-9
- Scoppa, F., Gallamini, M., Belloni, G., & Messina, G. (2017). Clinical Stabilometry Standardization: Feet Position in The Static Stabilometric Assessment of Postural Stability. *Acta Medica Mediterr*, 33, 707–713. doi: 10.19193/0393-6384_2017_4_105k
- 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), M232–M240. doi.org/10.1093/gerona/52A.4.M232
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. (2000). Attentional Demands and Postural Control: The Effect of Sensory Context. *Journals of Gerontology-Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(1), 10–16. doi.org/10.1093/gerona/55.1.M10
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2011). *Motor Control: Translating Research into Clinical Practise* (4th Ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Shupert, C. L., & Horak, F. (1999). Adaptation of Postural Control In Normal And Pathologic Aging: Implications For Fall Prevention Programs. *Journal of Applied Biomechanics*, 15(1), 64–74. doi:10.1123/jab.15.1.64
- Silsupadol, P., Siu, K. C., Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2006). Training of Balance Under Single-and Dual-task Conditions In Older Adults With Balance Impairment. *Physical Therapy*, 86(2), 269–281. doi.org/10.1093/ptj/86.2.269
- Siu, K. C., & Woollacott, M. H. (2007). Attentional Demands of Postural Control: The Ability To Selectively Allocate Information-processing Resources. *Gait & Posture*, 25(1), 121–126. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.02.002
- Smitka, K. (2013). Involuční změny ve stáří a principy zatěžování starších jedinců. In S. Bartůňková a kol. (Eds.), *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty*

tělovýchovných oborů (pp. 176–178). Praha, Česká republika: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu.

Soderberg, G. L. (1997). *Kinesiology: Application to pathological motion*. Lippincott Williams & Wilkins.

Springer, S., Giladi, N., Peretz, C., Yogev, G., Simon, E. S., & Hausdorff, J. M. (2006). Dual-tasking Effects On Gait Variability: The Role of Aging, Falls, and Executive Function. *Official Journal of The Movement Disorder Society*, 21(7), 950–957. doi: 10.1002/mds.20848

Stanmore, E. K., Oldham, J., Skelton, D. A., O'Neill, T., Pilling, M., Campbell, A. J., & Todd, C. (2013). Fall Incidence And Outcomes of Falls In A Prospective Study of Adults With Rheumatoid Arthritis. *Arthritis Care & Research*, 65(5), 737–744. doi.org/10.1002/acr.21892

Sternberg, R. J. (2002). *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál.

Stins, J. F., & Beek, P. J. (2012). A Critical Evaluation of The Cognitive Penetrability of Posture. *Experimental Aging Research*, 38(2), 208–219. doi.org/10.1080/0361073X.2012.660053

Stoffregen, T. A., Pagulayan, R. J., Bardy, B. G., & Hettinger, L. J. (2000). Modulating Postural Control To Facilitate Visual Performance. *Human Movement Science*, 19(2), 203–220. doi.org/10.1016/S0167-9457(00)00009-9

Stoffregen, T. A., Smart, L. J., Bardy, B. G., & Pagulayan, R. J. (1999). Postural Stabilization of Looking. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25(6), 1641–1658. doi.org/10.1037/0096-1523.25.6.1641

Sturnieks, D. L., St George, R., & Lord, S. R. (2008). Balance Disorders In The Elderly. *Clinical Neurophysiology*, 38(6), 467–478. doi.org/10.1016/j.neucli.2008.09.001

Světová zdravotnická organizace (2017). *Falls*. Retrieved 19.3. 2021 from https://www.who.int/ageing/publications/Falls_prevention7March.pdf?ua=1

Světová zdravotnická organizace (2008). *World Health Organization Global Report On Falls Prevention In Older Age*. World Health Organization.

- Swan, L., Otani, H., & Loubert, P. V. (2007). Reducing Postural Sway By Manipulating The Difficulty Levels of A Cognitive Task And A Balance Task. *Gait & Posture*, 26(3), 470–474. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.11.201
- Swan, L., Otani, H., Loubert, P. V., Sheffert, S. M., & Dunbar, G. L. (2004). Improving Balance By Performing A Secondary Cognitive task. *British Journal of Psychology*, 95(1), 31–40. doi.org/10.1348/000712604322779442
- Tabbarah, M., Crimmins, E. M., & Seeman, T. E. (2002). The Relationship Between Cognitive And Physical Performance: MacArthur Studies of Successful Aging. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 57(4), M228–M235. doi.org/10.1093/gerona/57.4.M228
- Tang, P. F., & Woollacott, M. H. (1996). Balance Control In Older Adults: Training Effects On Balance Control And The Integration of Balance Control Into Walking. *Advances in Psychology*, 114, 339–367. doi: 10.1093/ptj/77.6.646
- Thelen, D. G., Schultz, A. B., Alexander, N. B., & Ashton-Miller, J. A. (1996). Effects of Age On Rapid Ankle Torque Development. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences And Medical Sciences*, 51(5), M226–M232. doi.org/10.1093/gerona/51A.5.M226
- Timar, B., Timar, R., Gaiță, L., Oancea, C., Levai, C., & Lungeanu, D. (2016). The Impact of Diabetic Neuropathy On Balance and On The Risk of Falls In Patients With Type 2 Diabetes Mellitus: A Cross-sectional Study. *Plos One*, 11(4). doi.org/10.1371/journal.pone.0154654
- Tinetti, M. E., Speechley, M., & Ginter, S. F. (1988). Risk Factors For Falls Among Elderly Persons Living In The Community. *New England Journal of Medicine*, 319(26), 1701–1707. doi: 10.1056/NEJM198812293192604
- Tisserand, D. J., Van Boxtel, M. P., Pruessner, J. C., Hofman, P., Evans, A. C., & Jolles, J. (2004). A Voxel-based Morphometric Study To Determine Individual Differences In Gray Matter Density Associated With Age And Cognitive Change Over Time. *Cerebral Cortex*, 14(9), 966–973. doi.org/10.1093/cercor/bhh057

- Tomas-Carus, P., Rosado, H., Pereira, C., Marmeleira, J., Veiga, G., & Collado-Mateo, D. (2020). Differences Between Two Types of Dual Tasks According To The Educational Level In Older Adults. *Archives of Gerontology And Geriatrics*, 91, 104216. doi.org/10.1016/j.archger.2020.104216
- Topinková, E. (2005). *Geriatric pro praxi*. Praha: Galén
- Topinková E, Jiráček R, Bartoš A. (2002) *Kognitivní poruchy ve vyšším věku – diferenciální diagnostika. Doporučené postupy pro praktické lékaře ČLS Reg. č. o/013/271*. Retrieved 18.3. 2021 from: <http://www.cls.cz/dokumenty2/postupy/t271.rtf>
- Tricco, A. C., Thomas, S. M., Veroniki, A. A., Hamid, J. S., Cogo, E., Striffler, L., ... & Straus, S. E. (2017). Comparisons of Interventions For Preventing Falls In Older Adults: A Systematic Review And Meta-analysis. *Jama*, 318(17), 1687–1699. doi:10.1001/jama.2017.15006
- Van Impe, A., Bruijn, S. M., Coxon, J. P., Wenderoth, N., Sunaert, S., Duysens, J., & Swinnen, S. P. (2013). Age-related Neural Correlates of Cognitive Task Performance Under Increased Postural Load. *Age*, 35(6), 2111–2124. doi.org/10.1007/s11357-012-9499-2
- Vander Velde, T., & Woollacott, M. (2008). Non-visual Spatial Tasks Reveal Increased Interactions With Stance Postural Control. *Brain Research*, 1208, 95–102. doi.org/10.1016/j.brainres.2008.03.005
- Varela-Vásquez, L. A., Minobes-Molina, E., & Jerez-Roig, J. (2020). Dual-task Exercises In Older Adults: A Structured Review of Current Literature. *Journal of Frailty, Sarcopenia and Falls*, 5(2), 31–37. doi: 10.22540/JFSF-05-031
- Vařeka, I. (2002a). Posturální stabilita (I. část): Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 9(4), 115–121.
- Vařeka, I. (2002b). Posturální stabilita (II. část): Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 9(4), 122–129.
- Vágnerová, M. (2017). *Obecná psychologie: dílčí aspekty lidské psychiky a jejich orgánový základ*. Praha, Karolinum Press.

- Véle, F. (2006). *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Triton.
- Verghese, J., Buschke, H., Viola, L., Katz, M., Hall, C., Kuslansky, G., & Lipton, R. (2002). Validity of Divided Attention Tasks In Predicting Falls In Older Individuals: A Preliminary Study. *Journal of The American Geriatrics Society*, 50(9), 1572–1576. doi.org/10.1046/j.1532-5415.2002.50415.x
- Veselý, J. (2013). Vědomí. *E-learningová podpora mezioborové integrace Univerzity Palackého v Olomouci*. Retrieved 4.6.2020 from: <http://pfyziolmysl.upol.cz/?p=3262>
- Vieira, E. R., Palmer, R. C., & Chaves, P. H. (2016). Prevention of Falls In Older People Living In The Community. *The British Medical Journal*, 353, 1419. doi.org/10.1136/bmj.i1419
- Villafañe, J. H., Pirali, C., Buraschi, R., Arienti, C., Corbellini, C., & Negrini, S. (2015). Moving Forward In Fall Prevention: An Intervention To Improve Balance Among Patients In A Quasi-experimental Study of Hospitalized Patients. *International Journal of Rehabilitation Research*, 38(4), 313–319. doi: 10.1097/MRR.000000000000128
- Visser, J. E., Carpenter, M. G., van der Kooij, H., & Bloem, B. R. (2008). The Clinical Utility of Posturography. *Clinical Neurophysiology*, 119(11), 2424–2436. doi: 10.1016/j.clinph.2008.07.220.
- Vuillerme, N., & Vincent, H. (2006). How Performing A Mental Arithmetic Task Modify The Regulation of Centre of Foot Pressure Displacements During Bipedal Quiet standing. *Experimental Brain Research*, 169(1), 130–134. doi:10.1007/s00221-005-0124-9
- Watkins, J. (2009). *Structure and Function of The Musculoskeletal System* (2nd Ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Winter, D. A. (1995) *Anatomy, Biomechanics and Control of Balance During Standing and Walking*. Waterloo: University of Waterloo.

- Woollacott, M. H., Shumway-Cook, A., & Nashner, L. M. (1986). Aging And Posture Control: Changes In Sensory Organization And Muscular Coordination. *The International Journal of Aging And Human Development*, 23(2), 97–114. doi: 10.2190/VXN3-N3RT-54JB-X16X
- Woollacott, M. H. (1993). Age-related Changes In Posture And Movement. *Journal of gerontology*, 48(Special_Issue),56–60. doi.org/10.1093/geronj/48.Special_Issue.56
- Woollacott, M. H. (2000). Systems Contributing To Balance Disorders In Older Adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences And Medical Sciences*, 55(8), M424–M428. doi: 10.1093/gerona/55.8.m424.
- Woollacott, M., & Shumway-Cook, A. (2002). Attention And The Control of Posture And Gait: A Review of An Emerging Area of Research. *Gait & Posture*, 16(1), 1–14. doi.org/10.1016/S0966-6362(01)00156-4
- Wulf, G., Mercer, J., McNevin, N., & Guadagnoli, M. A. (2004). Reciprocal Influences of Attentional Focus On Postural And Suprapostural Task Performance. *Journal of Motor Behavior*, 36(2), 189–199. doi.org/10.3200/JMBR.36.2.189-199
- Yardley, L., Gardner, M., Bronstein, A., Davies, R., Buckwell, D., & Luxon, L. (2001). Interference Between Postural Control And Mental Task Performance In Patients With Vestibular Disorder And Healthy Controls. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 71(1), 48–52. doi.org/10.1136/jnnp.71.1.48
- Yogev-Seligmann, G., Rotem-Galili, Y., Dickstein, R., Giladi, N., & Hausdorff, J. M. (2012). Effects of Explicit Prioritization On Dual Task Walking In Patients With Parkinson's Disease. *Gait & Posture*, 35(4), 641–646. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.12.016

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AC	plocha kontaktu
AP	anterioposteriorně
AS	opěrná plocha
BS	opěrná báze
CNS	centrální nervová soustava
COM	těžiště
COP	center of pressure
COG	center of gravity
DT	dual task
H	hypotéza
kog. úloha BSMT	kognitivní úloha Brook's spatial memory task
kog. úloha ZŘS	kognitivní úloha Zapamatování řady slov
max	maximum
min	minimum
ML	mediolaterálně
N	počet
NS	není signifikantní
Soubor P	soubor seniorů s poruchou rovnováhy
Soubor N	soubor seniorů bez poruchy rovnováhy
SD	směrodatná odchylka
stat. význam	statistická významnost
Sway ML (mm)	směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru v milimetrech
Sway AP (mm) v milimetrech	směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru v milimetrech
V ML (mm/s)	průměrná rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru v milimetrech za sekundu
V AP (mm/s)	průměrná rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru v milimetrech za sekundu
V (mm/s)	celková rychlost pohybu COP v milimetrech za sekundu.
\bar{x}	aritmetický průměr
\tilde{x}	medián

PŘÍLOHY

Příloha 1. Dotazník pro odběr anamnestických dat

Jméno a příjmení:

Datum vyšetření:

Ročník narození (věk):

Výzkumný soubor:

Pohlaví:

Kontaktní údaje (telefon, email):

Kontrolní otázky pro zařazení do výzkumu

/Min 2 Pády/ během posledního půlroku (ano/ne + kolikrát):

Operace/úraz na dolních končetinách během posledního roku (ano/ne):

Specifika úrazů:

Neurologické onemocnění spjaté s poruchou rovnováhy (ano/ne):

Akutní neurologické onemocnění (ano/ne):

Amputace (ano/ne):

Testy poruch rovnováhy (výdrž 1 minuta)

Romberg II (splnil/nesplnil):

Sociální anamnéza

Stupeň dosaženého vzdělání:

Zaměstnání (předchozí, jak dlouho):

Charakter pracovní zátěže (například sedavé zaměstnání, fyzicky náročné):

Starobní důchod/DI/DIČ:

Pravidelná pohybová aktivita (ano/ne):

Jaká, jak často:

Rodinný stav:

Domov seniorů/dům s pečovatelskou službou

Obývá sám/více osob_počet:

Osobní anamnéza

Onemocnění (ano/ne):

Jaká a od kterého roku (relevantní data):

Zrak: brýle ANO/NE ; počet D

Sluch: naslouchátko ANO/NE

Užívané léky:

Kompenzační pomůcky (ano/ne, jaké):

Úrazy nebo operace dolních končetin či páteře (ano/ne):

Jaké + rok:

Bolesti v pohybovém systému (ano/ne):

Jaké a jak dlouho:

Závratě nebo poruchy rovnováhy (ano/ne, jak často, při jakých situacích):

Pády v minulosti (ano/ne) + počet:


Pokud ano, kdy a při jaké činnosti:

Počátek pádu (zatočení hlavy, podlomení kolen...):

Úrazy způsobené následkem pádu:

Příloha 2. Test kognitivních funkcí Minimal State Examination

Test kognitivních funkcí-Mini Mental State Exam (MMSE)

Oblast hodnocení:	Max.skóre:
<p>1. Orientace:</p> <p>Položte nemocnému 10 otázek. Za každou správnou odpověď započítejte 1 bod.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Který je teď rok? - Které je roční období? - Můžete mi říci dnešní datum? - Který je den v týdnu? - Který je teď měsíc? - Ve kterém jsme státě? - Ve které jsme zemi? - Ve kterém jsme městě? - Jak se jmenuje tato nemocnice?(toto oddělení?,tato ordinace?) - Ve kterém jsme poschodí?(pokoji?) 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
<p>2. Paměť:</p> <p>Vyšetřující jmenuje 3 libovolné předměty (nejlépe z pokoje pacienta- například židle, okno, tužka) a vyzve pacienta, aby je opakoval. Za každou správnou odpověď je dán 1 bod</p>	3
<p>3. Pozornost a počítání:</p> <p>Nemocný je vyzván, aby odečítal 7 od čísla 100, a to 5 krát po sobě. Za každou správnou odpověď je 1 bod.</p>	5
<p>4. Krátkodobá paměť (=výbavnost):</p> <p>Úkol zopakovat 3 dříve jmenovaných předmětů (viz bod 2.)</p>	3
<p>5. Řeč, komunikace a konstrukční schopnosti:</p> <p>(správná odpověď nebo splnění úkolů = 1 bod)</p> <p>Ukažte nemocnému dva předměty (př.tužka, hodinky) a vyzvěte ho aby je pojmenoval.</p> <p>Vyzvěte nemocného, aby po vás opakoval:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Žádná ale - Jestliže - Kdyby <p>Dejte nemocnému tříступňový příkaz: „Vezměte papír do pravé ruky, přeložte ho na půl a položte jej na podlahu.“</p> <p>Dejte nemocnému přečíst papír s nápisem „Zavřete oči“.</p> <p>Vyzvěte nemocného, aby napsal smysluplnou větu (obsahující podmět a přísudek), která dává smysl</p> <p>Vyzvěte nemocného, aby na zvláštní papír nakreslil obrazec podle předlohy. 1 bod jsou-li zachovány všechny úhly a protnutí vytváří čtyřúhelník.</p>	<p>2</p> <p>1</p> <p>3</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
	
<p>Hodnocení:</p> <p>00 – 10 bodů těžká kognitivní porucha</p> <p>11 – 20 bodů středně těžká kognitivní porucha</p> <p>21 – 23 bodů lehká kognitivní porucha</p> <p>24 – 30 bodů pásma normálu</p>	

Příloha 3. Popisné statistiky měřených parametrů posturální stability u souboru P a souboru N

Soubor P (n=13)		bez kognitivní úlohy			kognitivní úloha BSMT			kognitivní úloha ZŘS		
Parametr	Posturální situace	\bar{x}	\tilde{x}	SD	\bar{x}	\tilde{x}	SD	\bar{x}	\tilde{x}	SD
Sway ML (mm)	stoj o úzké bázi	6,78	6,84	2,37	5,49	5,73	1,05	6,03	6,34	1,52
	stoj o široké bázi	2,94	2,79	1,32	2,71	2,40	1,19	3,47	2,98	2,14
Sway AP (mm)	stoj o úzké bázi	5,61	5,67	1,72	4,90	4,48	1,08	4,90	5,02	1,18
	stoj o široké bázi	4,46	4,04	1,43	3,90	3,65	1,15	4,75	4,73	1,17
V ML (mm/s)	stoj o úzké bázi	18,95	19,19	8,45	15,78	16,50	5,58	18,58	19,03	6,99
	stoj o široké bázi	5,94	5,08	2,58	6,12	5,53	2,55	6,70	6,00	2,96
V AP (mm/s)	stoj o úzké bázi	18,95	14,68	8,74	16,69	15,42	7,40	18,70	18,73	7,92
	stoj o široké bázi	12,51	9,74	6,02	12,48	12,88	3,35	13,10	12,05	4,90
V (mm/s)	stoj o úzké bázi	27,03	25,34	11,76	23,12	22,21	8,89	26,53	27,03	10,18
	stoj o široké bázi	13,89	10,79	6,46	14,02	14,12	3,82	14,89	13,08	5,26

Legenda: bez kognitivní úlohy – pouze provádění posturálního úkolu; kognitivní úloha BSMT – kognitivní úloha Brook's spatial memory task; kognitivní úloha ZŘS – kognitivní úloha Zapamatování řady slov; n – počet; Soubor P – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; SD – směrodatná odchylka; Sway AP (mm) – směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru v milimetrech; Sway ML (mm) – směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru v milimetrech; V (mm/s) – celková rychlost pohybu COP v milimetrech za sekundu; V AP (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru v milimetrech za sekundu; V ML (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru v milimetrech za sekundu; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Soubor N (n=14)		bez kognitivní úlohy			kognitivní úloha BSMT			kognitivní úloha ZŘS		
Parametr	Posturální situace	\bar{x}	\tilde{x}	SD	\bar{x}	\tilde{x}	SD	\bar{x}	\tilde{x}	SD
Sway ML (mm)	stoj o úzké bázi	5,61	5,58	1,60	4,96	4,84	1,44	5,37	5,43	1,25
	stoj o široké bázi	2,36	2,27	0,86	2,82	2,28	1,69	2,74	2,29	1,03
Sway AP (mm)	stoj o úzké bázi	4,80	4,56	0,91	4,17	4,13	0,67	4,75	4,65	0,66
	stoj o široké bázi	4,11	3,94	1,11	3,77	3,71	0,69	4,03	3,79	0,81
V ML (mm/s)	stoj o úzké bázi	14,76	13,56	5,77	13,43	12,41	5,06	14,21	13,73	5,81
	stoj o široké bázi	6,19	6,11	2,51	5,90	5,64	2,23	6,13	6,03	2,49
V AP (mm/s)	stoj o úzké bázi	18,77	16,39	10,24	14,75	15,30	5,64	16,44	16,42	6,77
	stoj o široké bázi	12,64	13,66	4,35	11,34	11,48	3,14	11,87	12,65	3,74
V (mm/s)	stoj o úzké bázi	24,30	22,80	10,24	20,16	19,47	7,00	21,96	21,97	8,34
	stoj o široké bázi	14,15	15,50	4,81	12,84	12,82	3,65	13,46	14,27	4,22

Legenda: bez kognitivní úlohy – pouze provádění posturálního úkolu; kognitivní úloha BSMT – kognitivní úloha Brook's spatial memory task; kognitivní úloha ZŘS – kognitivní úloha Zapamatování řady slov; n – počet; Soubor N – soubor seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy; SD – směrodatná odchylka; Sway AP (mm) – směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru v milimetrech; Sway ML (mm) – směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru v milimetrech; V (mm/s) – celková rychlost pohybu COP v milimetrech za sekundu; VAP (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v anteroposteriorním směru v milimetrech za sekundu; VML (mm/s) – průměrná rychlost pohybu COP v mediolaterálním směru v milimetrech za sekundu; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Příloha 4. Popisné statistiky dosaženého počtu bodů v kognitivní úloze Brook's spatial memory task souboru P a souboru N

Soubor P (n=13)		kognitivní úloha BSMT (b)			
Posturální situace	\bar{x}	\tilde{x}	min	max	SD
sed	3,27	3,75	0,50	6,25	1,95
stoj o úzké bázi	3,15	3,00	1,25	7,00	1,54
stoj o široké bázi	3,02	2,00	0,75	7,00	2,18

Legenda: (b) – body získané z kognitivní úlohy; kog. úloha BSMT – kognitivní úloha Brook's spatial memory task; max – maximum; min – minimum; n – počet; SD – směrodatná odchylka; Soubor P – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Soubor P (n=13)		kognitivní úloha ZŘS (b)			
Posturální situace	\bar{x}	\tilde{x}	min	max	SD
sed	2,25	2,00	1,00	4,25	0,92
stoj o úzké bázi	2,52	2,50	0,50	4,00	0,92
stoj o široké bázi	2,46	2,75	0,50	4,00	1,02

Legenda: (b) – body získané z kognitivní úlohy; kog. úloha ZŘS – kognitivní úloha Zapamatování řady slov; max – maximum; min – minimum; n – počet; SD – směrodatná odchylka; Soubor P – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Příloha 5. Popisné statistiky dosaženého počtu bodů v kognitivní úloze Zapamatování řady slov u souboru P a souboru N

Soubor N (n=14)					
kognitivní úloha BSMT (b)					
Posturální situace	\bar{x}	\tilde{x}	min	max	SD
sed	3,27	2,50	0,75	7,00	2,02
stoj o úzké bázi	2,91	2,25	0,75	7,00	2,02
stoj o široké bázi	2,34	2,13	0,50	5,50	1,37

Legenda: (b) – body získané z kognitivní úlohy; kog. úloha BSMT – kognitivní úloha Brook's spatial memory task; max – maximum; min – minimum; n – počet; SD – směrodatná odchylka; Soubor N – soubor seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Soubor N (n=14)					
kognitivní úloha ZŘS (b)					
Posturální situace	\bar{x}	\tilde{x}	min	max	SD
sed	2,75	2,63	1,00	4,75	0,91
stoj o úzké bázi	2,52	2,50	1,00	4,00	0,80
stoj o široké bázi	2,57	2,75	0,75	3,75	0,77

Legenda: (b) – body získané z kognitivní úlohy; kog. úloha ZŘS – kognitivní úloha Zapamatování řady slov; max – maximum; min – minimum; n – počet; SD – směrodatná odchylka; Soubor N – soubor seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.

Příloha 6. Kognitivní test Minimental state examination – průměr, medián a směrodatná odchylka

MMSE	počet získaných bodů		
	\bar{x}	\tilde{x}	SD
Soubor P (n=13)	28,21	28,50	1,31
Soubor N (n=14)	28,77	29,00	0,73

Legenda: MMSE – Minimental state examination; n – počet; Soubor N – soubor seniorů bez prokázané poruchy rovnováhy; Soubor P – soubor seniorů s poruchou rovnováhy; SD – směrodatná odchylka; \bar{x} – průměr; \tilde{x} – medián.