

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2020**

**PAVLÍNA JANSOVÁ**

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ  
Studijní program: Specializace ve zdravotnictví (B5345)

**Pavλίna Jansová**

Studijní obor: Fyzioterapie 5342R004

**VYUŽITÍ HODNOTÍCÍCH ŠKÁL U PORUCH ROVNOVÁHY**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Gustav Červený

PLZEŇ 2020

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta zdravotnických studií

Akademický rok: 2019/2020

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Pavčina JANSOVÁ**  
Osobní číslo: **Z17B0145P**  
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**  
Studijní obor: **Fyzioterapie**  
Téma práce: **Využití hodnotících škál u poruch rovnováhy**  
Zadávající katedra: **Katedra rehabilitačních oborů**

### Zásady pro vypracování

- Zpracovat seznam odborné literatury na vybrané téma
- Stanovit cíl kvalifikační práce
- Zpracovat teoretickou a praktickou část práce dle požadavků FZS
- Popsat metodiku praktické části
- Vypracovat diskuzi a závěr kvalifikační práce
- Dodržet formální úpravu kvalifikační práce dle požadavků FZS
- Dodržet citační normu

Rozsah bakalářské práce:  
Rozsah grafických prací:  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

#### Seznam doporučené literatury:

- COMI, Giancarlo, ed., KESSELRING, Jürg, ed. a THOMPSON, Alan J., ed. Multiple sclerosis: recovery of function and neurorehabilitation [online]. Cambridge: Cambridge University Press, 2010 [cit. 2019-03-25]. ISBN 978-0-521-88832-5. Dostupné z: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=7&sid=5ed61516-680f-457c-acef-225f4791784d%40sessionmgr11&hid=1&bdata=Jmxhbmc9Y3Mmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=nlebk&AN=335184>.
- KOLÁŘ, Pavel et al. Rehabilitace v klinické praxi. Praha: Galén, 2009. xxxi, 713 s. ISBN 978-80-7262-657-1.
- LIPPERT-GRÜNER, Marcela. Neurorehabilitace. 1. vyd. Praha: Galén, 2005. 350 s. ISBN 80-7262-317-6.
- PFEIFFER, Jan. Neurologie v rehabilitaci: pro studium a praxi. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. 351 s. ISBN 978-80-247-1135-5.
- ŘASOVÁ, Kamila. Fyzioterapie u neurologicky nemocných: (se zaměřením na roztroušenou sklerózu mozkomíšní). Vyd. 1. Praha: Ceros, 2007. 135 s. ISBN 978-80-239-9300-4.
- VÉLE, František. Vyšetření hybných funkcí z pohledu neurofyzologie: příručka pro terapeuty pracující v neurorehabilitaci. Vydání 1. Praha: Stanislav Juhaňák – Triton, 2012. 222 stran. ISBN 978-80-7387-608-1.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Gustav Červený**  
Katedra rehabilitačních oborů

Datum zadání bakalářské práce: **13. června 2018**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **31. března 2020**



**PhDr. Lukáš Štich**  
děkan



**MUDr. Otto Kott, CSc.**  
vedoucí katedry

**Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny jsem uvedla v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne .....

.....

vlastnoruční podpis

## **ABSTRAKT**

Příjmení a jméno: Pavlína Jansová

Katedra: Katedra rehabilitačních oborů

Název práce: Využití hodnotících škál u poruch rovnováhy

Vedoucí práce: Mgr. Gustav Červený

Počet stran: číslované: 56, nečíslované: 23

Počet příloh: 3

Počet titulů použité literatury: 90

Klíčová slova: rovnováha, posturální stabilita, posturální kontrola, standardizované testy

### **Souhrn:**

Tato bakalářská práce je psána formou rešerše. Práce se podrobněji zabývá rovnováhou a možnostmi jejího hodnocení pomocí standardizovaných testů. První část práce se zabývá vymezením pojmů charakterizujících rovnováhu. Dále jsou definovány jednotlivé mechanismy, které se podílejí na udržování rovnováhy a onemocnění projevující se poruchou rovnováhy. Poslední část práce se věnuje popisu testů, které se k hodnocení rovnováhy v klinické praxi běžně využívají a jejich použití v konkrétních studiích. Cílem práce je vytvořit přehled vybraných testů učených k hodnocení rovnováhy a zhodnotit jejich využitelnost pro jednotlivá onemocnění, která se projevují poruchou rovnovážných schopností.

## **ABSTRAKT (v AJ)**

Surname and name: Pavlína Jansová

Department: Department of rehabilitation

Title of thesis: The use of rating scales for balance disorders

Consultant: Mgr. Gustav Červený

Number of pages: numbered: 56, unnumbered: 23

Number of appendices: 3

Number of literature items used: 90

Key words: balance, postural stability, postural control, standardized tests

### Summary:

This Bachelor thesis is written as a *recherché*. The paper deals closely with the topic of balance and the methods of its evaluation by standardized tests. The first part focuses on the definition of term characterising balance. Next, there are defined particular mechanisms partaking in maintaining stability and diseases resulting in balance disorder. The last part is devoted to the description of the tests commonly used in clinical practice to assess balance and the use of these tests in specific studies. The thesis aims to create an overview of the tests intended to measure balance and to evaluate the applicability of these tests for certain diseases that display balance impairment.

**Poděkování:**

Děkuji Mgr. Gustavovi Červenému za odborné vedení práce, poskytování rad a materiálních podkladů.



# OBSAH

|   |    |
|---|----|
| SEZNAM OBRÁZKŮ .....  | 11 |
| SEZNAM TABULEK.....   | 12 |
| SEZNAM ZKRATEK.....   | 13 |
| ÚVOD .....  | 14 |
| CÍL PRÁCE.....  | 16 |
| METODIKA PRÁCE .....  | 17 |
| TEORETICKÁ ČÁST .....   | 18 |
| 1 POSTURÁLNÍ KONTROLA.....  | 18 |
| 1.1 Posturální stabilita, rovnováha .....                           | 18 |
| 1.2 Posturální stabilizace .....                                    | 20 |
| 1.3 Posturální reaktibilita .....                                   | 20 |
| 1.4 Základní pojmy využívané v hodnocení posturální stability ..... | 20 |
| 1.4.1 COM, COG, COP .....   | 20 |
| 1.4.2 Opěrná plocha, opěrná báze .....                              | 21 |
| 1.4.3 Limity stability .....  | 21 |
| 2 MECHANISMY OVLIVŇUJÍCÍ ROVNOVÁHU .....                            | 22 |
| 2.1 Nervový systém.....   | 22 |
| 2.2 Muskuloskeletální systém .....                                  | 24 |
| 3 VYBRANÁ ONEMOCNĚNÍ S PORUCHOU ROVNOVÁHY .....                     | 27 |
| 3.1 Neurologická onemocnění.....                                    | 27 |
| 3.1.1 Cévní mozková příhoda .....                                   | 27 |
| 3.1.2 Roztroušená skleróza mozkomíšní .....                         | 28 |
| 3.1.3 Parkinsonova choroba.....                                     | 29 |
| 3.1.4 Polyneuropatie.....   | 30 |
| 3.1.5 Periferní vestibulární syndrom .....                          | 30 |
| 3.2 Posttraumatické stavy dolních končetin.....                     | 31 |

|                                 |   |    |
|---------------------------------|---|----|
| 3.2.1                           | Poškození předního zkříženého vazů.....   | 31 |
| 3.2.2                           | Chronická nestabilita hlezna .....        | 31 |
| REŠERŠNÍ ČÁST .....             |   | 33 |
| 4                               | HODNOCENÍ ROVNOVÁHY .....                 | 33 |
| 4.1                             | Vybrané testy k hodnocení rovnováhy ..... | 33 |
| 4.1.1                           | Berg Balance Scale .....                  | 33 |
| 4.1.2                           | Dynamic Gait Index.....                   | 37 |
| 4.1.3                           | Functional Reach Test.....                | 40 |
| 4.1.4                           | Balance Evaluation System Test .....      | 43 |
| 4.1.5                           | Star Excursion Balance Test .....         | 45 |
| 4.2                             | Rozdělení testů .....                     | 49 |
| 4.2.1                           | Funkční hodnocení.....                    | 49 |
| 4.2.2                           | Systémové hodnocení .....                 | 50 |
| 4.2.3                           | Kvantitativní hodnocení.....              | 51 |
| 5                               | DISKUZE .....                             | 52 |
| 6                               | ZÁVĚR.....                                | 56 |
| SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY ..... |   | 57 |
| SEZNAM PŘÍLOH.....              |   | 67 |
| PŘÍLOHY.....                    |   | 68 |

## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

|   |    |
|---|----|
| Obrázek 1 Vztah AC, AS a BS.....                                | 21 |
| Obrázek 2 Kotníková, kyčelní a dynamická strategie .....        | 26 |
| Obrázek 3 Kategorie a subkomponenty systémového hodnocení ..... | 51 |

## **SEZNAM TABULEK**

|  |    |
|--|----|
| Tabulka 1 Využitelnost klinických testů u vybraných diagnóz..... | 48 |
| Tabulka 2 Rozdělení vybraných klinických testů.....              | 50 |

## SEZNAM ZKRATEK

|     |  |
|-----|--|
| a.  | arteria                                    |
| ACL | anterior cruciate ligament                 |
| AS  | area of support                            |
| AC  | area of contact                            |
| BBS | Berg Balance Scale                         |
| BS  | base of support                            |
| CMP | cévní mozková příhoda                      |
| CNS | centrální nervový systém                   |
| COG | center of gravity                          |
| COM | center of mass                             |
| COP | center of pressure                         |
| DK  | dolní končetina                            |
| DGI | Dynamic Gait Index                         |
| LCA | ligamentum cruciatum anterius              |
| m.  | musculus                                   |
| mm. | musculi                                    |
| PCH | Parkinsonova choroba                       |
| PNF | proprioceptivní neuromuskulární facilitace |
| RS  | roztoušená skleróza mozkomíšní             |

## ÚVOD

Rovnováha je pro běžný život nezbytná. Neporušená schopnost udržování rovnováhy je zásadní pro vykonávání běžných denních aktivit, jako je sed, stoj, chůze, ale i pro udržování pozic při vykonávání různých úkonů. Součástí rovnováhy je také schopnost včas a adekvátně reagovat na změny vnějších či vnitřních podmínek, které by se mohly podílet na destabilizaci. (Bastlová et al., 2015) Poruchy rovnováhy jsou vážným problémem, který zásadně ovlivňuje život pacientů. Testování rovnováhy pomocí klinických testů je proto aktuálním tématem, které může v klinické praxi přispět k včasné diagnostice a následné terapii těchto poruch za cílem zlepšení kvality života pacientů.

Udržování rovnováhy je složitý proces, který vyžaduje komplexní integraci nervového a muskuloskeletálního systému. Nervový systém zajišťuje získávání sensorických informací optickým, vestibulárním a somatosenzorickým systémem. Následuje zhodnocení situace a výběr a použití vhodné strategie k získání stability. Pro udržování rovnováhy jsou nezbytné také procesy na vyšší úrovni, díky kterým je zajištěna adaptace a anticipace systému na nastalé situace. Pokud dojde k poškození či vyřazení funkce některé části těchto systémů, může nastat porucha rovnováhy. (Shumway-Cook and Woollacott, 2007; Sturnieks et al., 2008)

Porucha rovnováhy je poměrně často se vyskytující patologický jev, který se objevuje jako součást celé řady onemocnění, a který ovlivňuje významnou část populace. Porucha rovnováhy nejenže pacienta omezuje v jeho běžném životě, ve sportu, ale může ho ohrožovat i rizikem pádů a úrazů. Včasné diagnostikování těchto poruch je nezbytné pro zahájení cílené terapie (Ringhof, Stein, 2018; Vrabec et al., 2002)

Kvalita života pacientů s poruchou rovnováhy je značně změněna, a je proto potřeba míru poruchy rovnováhy zhodnotit a vyšetřit její základní příčinu pomocí klinických testů. Protože je rovnováha složitým procesem, který zahrnuje integraci a kooperaci několika systémů, není možné její poruchu zhodnotit jediným klinickým testem, který by zahrnoval všechny aspekty podílející se na jejím udržování. (Mancini, Horak, 2011) Pro hodnocení rovnováhy existuje mnoho testů, které Horak (1997) dělí do dvou skupin dle toho, zda hodnotí funkční stránku rovnováhy či hodnotí jednotlivé systémy, které by se na její poruše mohly podílet.

Bakalářská práce poskytne přehled vybraných klinických testů, které se pro testování poruch rovnováhy využívají. Bude zde uveden podrobný popis testů a jejich využití

v konkrétních studiích. To vše pak poslouží k tvorbě finální tabulky, která přehledně ukáže využitelnost testů u daných onemocnění.

## **CÍL PRÁCE**

Cílem bakalářské práce je podat přehled o problematice testování rovnováhy a detailně popsat jednotlivé testy určené k hodnocení míry poruchy rovnováhy. Na základě rešerše konkrétních studií pak bude zhodnocena jejich využitelnost pro určité diagnózy. Výstupem práce by měla být přehledná tabulka, která by měla sloužit jako návod pro vhodný výběr testů v klinické praxi.



## **METODIKA PRÁCE**

Práce je psána formou rešerše. V první části je definován pojem posturální kontrola, jakožto základní předpoklad pro zajištění provádění úkonů běžného denního života. Dále jsou popsány subkomponenty posturální kontroly, jako je posturální stabilita, rovnováha, posturální stabilizace a reaktivita a také základní pojmy, které se při hodnocení rovnováhy využívají. V další části práce je popsán nervový a muskuloskeletální systém, které zajišťují hlavní mechanismy nezbytné pro udržování rovnováhy. Popsána jsou také vybraná onemocnění, která jsou spojena s poruchou rovnováhy. Použity byly jak zdroje z české literatury, tak i zdroje zahraniční literatury.

Práce se dále věnuje popisu vybraných klinických testů, které se k hodnocení rovnováhy využívají. U jednotlivých testů je zpracována základní charakteristika testu, jednoduchý popis provedení a jsou popsány potřebné pomůcky a způsob hodnocení. Následuje rešerše vybraných konkrétních studií, ve kterých byly klinické testy využity za účelem hodnocení rovnováhy. K vyhledávání studií byly využity databáze elektronických informačních zdrojů, jako je Oxford Academic, ProQuest Central, PubMedCentral, Science Direct, Wiley Online Library, Physical Therapy a Google Scholar. Vybrány byly ty studie, které byly provedeny v posledních deseti letech (tzn. studie provedené v letech 2010 až 2020). Na základě vypracované rešerše byla vypracována tabulka ukazující vhodnost využití testů u jednotlivých diagnóz.

# TEORETICKÁ ČÁST

## 1 POSTURÁLNÍ KONTROLA

Posturální kontrola je základním předpokladem pro provedení pohybu. Účastní se všech aktivit v běžném denním životě, jako je chůze, zacházení s předměty a další. Zabezpečení posturální kontroly je tedy pro běžný život nezbytné. (Bizovská et al., 2017)

Každý pohyb, který vykonáváme, v sobě zahrnuje dvě složky a to posturální komponentu a aktivní pohybovou komponentu. Posturální komponenta zabezpečuje postavení těla a jeho jednotlivých částí v prostoru a schopnost reagovat na okolí tak, aby mohl být proveden určitý úkon. Aktivní pohybová komponenta zabezpečuje zpracování daného úkonu. Zahrnuje v sobě posturální stabilitu, tedy udržování těžiště v rámci opěrné báze. Poměr, v jakém se tyto komponenty posturální kontroly na dané činnosti podílí, se liší v závislosti na prostředí a náročnosti úkonu. (Bizovská et al., 2017; Shumway- Cook and Woollacott, 2007)

### 1.1 Posturální stabilita, rovnováha

Pro vykonání a efektivnost pohybů těla a udržení stability je nezbytná postura a její správné nastavení. Dle Koláře (2009) pojmem postura rozumíme aktivní držení jednotlivých segmentů těla vůči silám, které na něj působí zvenčí. Za nejvýznamnější takto působící sílu považujeme sílu tíhovou. Posturu nechápeme jako vzpřímený stoj na 2 končetinách, ale jako součást každého pohybu a také každé polohy. Pro pohyb je tedy správné zaujetí a udržení postury nezbytnou podmínkou a ne naopak. Někteří autoři shodně citují výrok R. Magnuse „*Posture follows movement like a shadow.*“ Na zajištění postury se účastní vnitřní síly a centrální řídicí mechanismy, mezi které řadíme i vliv psychiky. Vliv má také stav vaziva a dalších anatomických struktur a poměrů, stejně tak jako svalová aktivita a napětí ve smyslu svalové rovnováhy či nerovnováhy. Postura je také odrazem patologických změn, které se v organismu odehrávají. (Kolář, 2009; Vařeka, 2002a)

Pojmem stabilita se obecně rozumí schopnost daného systému ustálit se v rovnovážném stavu při působení rušivých podnětů. Rovnovážným stavem myslíme takový stav, kdy je systém schopen udržet se ve svých limitech stability a po odeznění rušivého podnětu je schopen se opět navrátit do své výchozí polohy. Ve spojitosti s posturálním zajištěním hovoříme o posturální stabilitě. Ta je definována jako schopnost udržet COG v mezích BS. (Bizovská et al., 2017) Dle Vařeky (2002a) se jedná také

o schopnost zajistit takové držení těla, kdy je jedinec schopen reagovat na změny působení sil jak vnějších, tak i vnitřních, a to tak, aby nenastal nezamýšlený a neřízený pád. Míra posturální stability je přímo úměrná velikosti BS a hmotnosti daného tělesa, nepřímo úměrná je pak výšce těžiště nad BS. Stabilita je dále ovlivněna povahou opěrné plochy, kontaktem těla s touto opěrnou plochou, vzdáleností COG od hranic BS. Vliv mají nejen tyto biomechanické, ale i neurofyziologické faktory. Důležitou roli hrají ale také faktory vnitřní, mezi které řadíme např. údery srdce nebo pohyby hrudníku při dýchání. Kombinace těchto aspektů může vést ke vzniku posturální nestability. (Kolář, 2009; Bizovská et al., 2017)

Posturální stabilitu je možné dělit na intersegmentální neboli vnitřní a celkovou neboli vnější stabilitu. Vnitřní stabilita představuje stabilitu osového orgánu a její zajištění je tak předpokladem pro uskutečnění účelného pohybu a udržení stability celkové. Krátké intersegmentální svaly páteře, které zajišťují vnitřní stabilitu, v sobě obsahují velké množství proprioceptorů. Díky tomu jsou detekovány i slabé výchylky a je možné včas zabránit destabilizaci. Funkčně k vnitřním stabilizátorům řadíme m. transversus abdominis a bránici. (Véle, 2006; Véle, Čumpelík, Pavlů, 2001)

Pokud je tělo ve statické poloze, kdy nemění svou opěrnou bázi, hovoříme o statické posturální stabilitě. Pojem statická poloha není zcela přesný, protože každá aktivně držená poloha (stoj, sed atd.) v sobě zahrnuje děje dynamické, tzv. titubace. Jedná se o proces, kdy se tělo nepřetržitě snaží zaujímat ustálenou polohu. Čelí tak přirozené nestabilitě pohybové soustavy. Vhodnější je tedy použití termínu kvazistatická posturální stabilita. Pokud je vykonáván takový pohyb, při kterém dochází ke změně BS (a tedy i AS a AC), jedná se o posturální stabilitu dynamickou. V tomto případě hovoříme o udržení nebo obnovení posturální stability při provádění dynamických pohybů, jako je např. chůze. (Bizovská et al., 2017; Vařeka, 2002a)

Rozlišení pojmů posturální stabilita a rovnováha je v odborné literatuře neurčité a terminologicky není rozdíl mezi pojmy přesně definován. Shumway-Cook a Woollacott (2007) vysvětlují pojem posturální stabilita ve stejném významu jako pojem rovnováha. Tedy, že oba pojmy vyjadřují schopnost kontrolovaně udržet COM v hranicích BS. Vařeka (2002a) vymezuje pojem rovnováha v tom smyslu, že se jedná o souhrn všech statických i dynamických strategií využívaných k zajištění posturální stability. V díle Bizovské et al. (2017) je rovnováha definována jako okamžitý stav, kterého je dosaženo díky působení mechanismů posturální stabilizace.

## 1.2 Posturální stabilizace

Dynamické strategie, kterými je zajišťována ochrana před pádem, se označují pojmem posturální stabilizace. Jedná se o takové držení segmentů těla, které je aktivní (tedy zabezpečováno svaly), a jehož účelem je působení proti vlivu zevních sil. Aby bylo dosaženo toho, že poloha COG bude stále v mezích BS, je nezbytné kontinuální přizpůsobování svalové aktivity a polohy kloubních segmentů aktuálnímu stavu. Tato balanční funkce je nazývána posturální stabilizací. Jejím okamžitým stavem je pak posturální stabilita. (Bizovská et al., 2017; Kolář, 2009)

## 1.3 Posturální reaktibilita

Termín posturální reaktibilita se vyskytuje zejména v české literatuře. Dle Koláře (2009) se jedná o reakční stabilizační funkci jednotlivých segmentů těla. Jejím účelem je zpevnění těchto pohybových segmentů (kloubů) tak, aby bylo dosaženo jejich co největší stabilizace (punctum fixum) pro následné vykonávání optimálního a účelného pohybu, a aby tyto segmenty byly schopny odolávat rušivému vlivu vnějších sil. (Bizovská et al., 2017)

## 1.4 Základní pojmy využívané v hodnocení posturální stability

### 1.4.1 COM, COG, COP

COM (center of mass) neboli těžiště je definováno jako hypotetický bod, ke kterému je vztažena veškerá tělesná hmotnost. Lze ho stanovit jako vážený průměr těžišť všech jednotlivých tělesných segmentů. Těžiště je považováno za variabilní a je kontrolováno systémy posturální kontroly. Vertikální projekce COM je poté definována jako COG. (Vařeka, 2002a)

COG (center of gravity) je projekce COM do opěrné báze. Při statických polohách (sed, stoj), kdy existuje opěrná báze, se musí COG vždy nacházet v jejích mezích. Pokud se COG vychýlí mimo hranice opěrné báze, není již možné zajistit stabilitu pouze vnitřními systémy, ale musí být použita dynamická strategie udržení rovnováhy (např. úkrok). (Vařeka, 2002a)

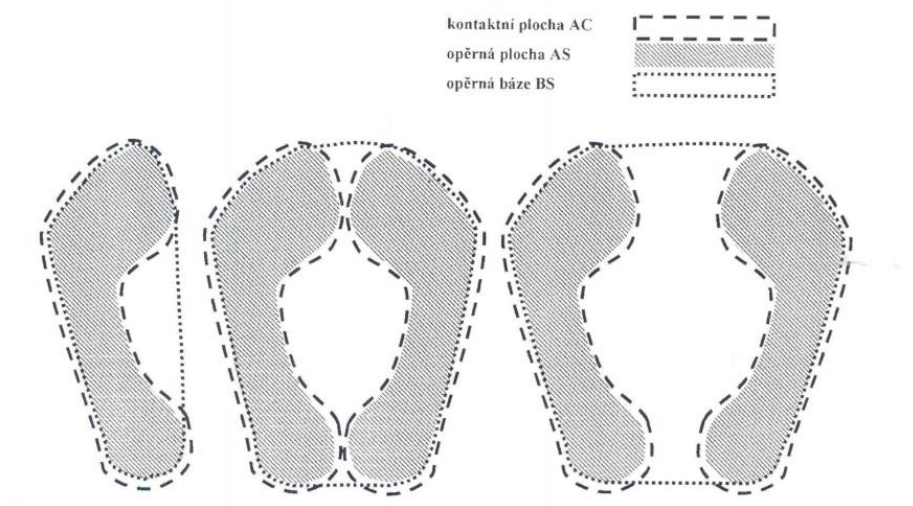
COP (center of pressure) je středem výsledné síly vyvinuté na opěrnou plochu a jde tedy o průměr všech tlaků, které na tuto plochu působí. (Shumway-Cook and Woollacott, 2007; Bizovská et al., 2017)

### 1.4.2 Opěrná plocha, opěrná báze

Dle některých zdrojů je opěrná plocha (AS) definována jako část podložky, která je v přímém kontaktu s tou částí těla, která vytváří oporu. (Bizovská et al., 2017) Vařeka (2002a) ale tuto definici upřesňuje, a to tak, že opěrná plocha je pouze tou částí kontaktní plochy, která se účastní vytvoření opěrné báze. Opěrná plocha dle něj nemůže být chápána jako celá plocha kontaktu dané tělesné části s podložkou, protože k posturální kontrole a vytvoření adekvátní opory tuto plochu nelze využít celou.

Opěrná báze (BS) je plocha vymezená spojením všech nejvzdálenějších bodů AS. Při stoji na jedné končetině a při stoji spojném BS přibližně odpovídá rozsahu AS nebo je nepatrně větší. Ve stoji rozkročném dochází k postupnému zvětšování BS, AS se v tomto případě nemění. (Véle, 2002a)

Obrázek 1 Vztah AC, AS a BS



Zdroj: Vařeka 2002a, s. 117

### 1.4.3 Limity stability

Limity stability jsou považovány za hranice, ve kterých tělo dokáže udržovat stabilitu, aniž by musela být změněna BS. Hranice těchto limitů nejsou fixní, ale jsou ovlivňovány mnoha faktory. Mění se podle druhu vykonávaného úkolu a vlastností jedince, které zahrnují například svalovou sílu, rozsah pohybu a pozici COM. Dalším aspektem je působení zevního prostředí. Kombinace všech těchto faktorů určuje, zda je jedinec schopen zůstat stabilní v rámci jeho aktuální BS, nebo zda bude nutné využít dynamické stabilizace (např. úkrok) k opětovnému získání stability. (Shumway- Cook and Woollacott, 2007)

## 2 MECHANISMY OVLIVŇUJÍCÍ ROVNOVÁHU

Z biomechanického hlediska je držení těla ve vertikální poloze s oporou o dvě dolní končetiny vysoce nestabilním systémem. Jedním z důvodů je také fakt, že se jedná o model obráceného kyvadla, který vytváří titubace těla při vzpřímeném stoji. (Vařeka, 2002a)

Pro zajištění optimální posturální stability je vyžadována komplexní interakce mezi muskuloskeletálním a nervovým systémem. Mezi muskuloskeletální systém se řadí především rozsah pohybu v daných kloubech a vlastnosti svalů, dále například flexibilita páteře a biomechanické vztahy mezi spojením tělesných segmentů. Komponenta nervového systému zahrnuje motorické procesy, při kterých dochází k zapojení svalů do synergií, a senzorycké procesy, které jsou zpracovávány optickým, vestibulárním a somatosenzoryckým systémem. Nezbytnou součástí nervového systému jsou také procesy na vyšších úrovních, díky kterým je systém schopen předvídání a také adaptace na určité situace. Modifikace motorického a senzitivního systému jako odpověď na změnu nároků zevního prostředí či změnu činnosti je podstatou adaptace. Předvídání neboli anticipace nastavuje senzorycký a motorický systém pro posturální požadavky na základě předchozí zkušenosti a učení. (Shumway-Cook and Woollacott, 2007)

Dle Vařeky (2002a) se na posturální stabilitě podílí složka senzorycká, řídicí a výkonná. Součástí senzorycké složky je zrak, vestibulární systém a propriocepce. Výkonnou složku představuje pohybový systém řízený CNS, který představuje složku řídicí. Systém posturální stability má poměrně velkou schopnost kompenzace a substituce, pokud dojde k oslabení či vyřazení některé jeho části. Pokud k takovému oslabení dojde, nemusí se to na posturální stabilitě projevit okamžitě. Dysfunkce může být patrná až při dekompenzaci způsobené např. zvýšenou zátěží. Proto je vhodnější poruchu posturální stability testovat a kvantifikovat v náročnějších pozicích a činnostech, než je pouhý stoj. (Vařeka, 2002a)

### 2.1 Nervový systém

#### Optický systém

Zrak je jedním ze základních smyslů, díky kterému organismus získává až 90% informací z vnějšího prostředí. (Králiček, 2004) Poskytuje informace týkající se pozice a pohybu hlavy s ohledem na okolní objekty. Fixace pevných objektů či bodů vnějšího prostředí má značný vliv na proces stabilizace a posturální jistoty. Funkcí zraku je také orientace v prostoru a schopnost registrovat rychlé a neočekávané změny působení vnějších

sil, a má tak zásadní úlohu při zvolení účelných mechanismů anticipace. (Vařeka, 202b; Véle, 2006)

Vizuální vjemy jsou přijímány jak z periferního, tak i z centrálního zorného pole. Pro zajištění posturální kontroly v bipedálním stoji má zásadní vliv především periferní vidění. To se podílí zejména na kontrole výchylek těla ve směru anterioposteriorním. Vliv vjemů z centrálního i periferního vidění na posturální kontrolu se vždy pojí s informacemi ze somatosenzorického systému. (Bizovská et al., 2017)

Zrak je velice důležitým zdrojem informací pro řízení posturální kontroly. Pokud jsou však ostatní senzorké systémy zachovány, není pro udržení stability naprosto nezbytný. V této situaci je většina jedinců bez větších problémů schopna udržet rovnováhu při stoji se zavřenými očima, ačkoliv při zavřených očích se výchylky COM značně zvyšují. Jeho důležitost pak nastává, pokud je vnímání z vestibulárního nebo somatosenzorického systému (především z propiocepce) omezeno. (Bizovská et al., 2017; Shumway-Cook and Woollacott, 2007)

### **Vestibulární systém**

Zjišťování polohy a pohybu hlavy v prostoru je funkcí vestibulárního aparátu. Signály z vestibulárního čidla zprostředkovávají posturální reflexní reakce, díky kterým jsou hlava a trup drženy ve vzpřímené poloze, a vyvolání vestibulookulomotorického reflexu, působením kterého je zajištěna fixace očí na určitý objekt při změnách poloh hlavy. (Králiček, 2004)

Vestibulární aparát je složen ze dvou částí a to statického a kinetického čidla. Funkcí statického čidla, tvořeného váčky saculem a utriculem, je zjištění polohy a orientace hlavy v prostoru a lineární zrychlení. Kinetické čidlo, složené ze tří polokruhovitých kanálků, podává informace o rotačním zrychlení hlavy. Celkově je funkcí vestibulárního aparátu stabilizace viděného obrazu. (Bizovská et al., 2017)

### **Somatosenzorický systém**

Somatosenzorický systém je tvořen kožním citím a propiocepčí. Receptory zprostředkovávají vjemy z kůže, svalů, šlach a kloubů, které aferentní cestou informují o pohybu a poloze těla a jeho části v prostoru a také o kontaktu těla se zevním prostředím a s objekty. Tyto informace podávají zpětnou vazbu, a účastní se tak stabilizace polohy a korekce pohybu. (Véle, 2006)

Podněty působící na povrch těla jsou vnímány kožním čítím. Řadíme sem taktilní čítí pro vnímání mechanických podnětů, termocepci pro vnímání podnětů tepelných a nocicepci pro detekci bolesti. Propriocepce statická neboli statestezie zprostředkovává vnímání polohy segmentů v prostoru a také vnímání jednotlivých segmentů vůči sobě. Kinestezie či dynamická propriocepce zprostředkovává vnímání pohybu segmentů. (Králíček, 2004) Dle Vařeky (2002b) někteří autoři zdůrazňují význam propriocepce jako nejdůležitější složky sensorického aparátu k udržení rovnováhy a to hlavně při prostém stoji. Vyřazení funkce propriocepce je ve vlivu na stabilitu stoje přibližně stejně významné jako vyřazení optického a vestibulárního systému zároveň.

## **2.2 Muskuloskeletální systém**

### **Posturální motorika**

Posturální motorika zajišťuje nastavení polohy jednotlivých segmentů těla pro zajištění vzpřímeného držení při prostém stoji. Udržování takovéto polohy probíhá podvědomě, ale flexibilně se přizpůsobuje konkrétním podmínkám prostředí a při nečekané změně okamžitě přechází do vědomého řízení. Udržení vzpřímeného držení závisí na fyzikálních parametrech (velikost opěrné plochy, výška a hmotnost těla a další), ale především na svalové aktivitě. (Králíček, 2004)

Podmiňujícím pro udržení vzpřímeného stoje proti gravitaci je dle Shumway- Cook a Woolacot (2007) posturální tonus. Hlavní roli v kontrole posturální stability přitom má posturální tonus v oblasti trupu. Tonus vzniká působením asynchronní vzruchové aktivity alfa motoneuronů. Je výsledkem stálého zásobení alfa motoneuronů akčními potenciály, které přichází z vyšších etáží CNS cestou sestupných drah. Svalové receptory (Golgiho šlachová tělíska a svalová vřeténka) a mechanismus gamma kličky jsou hlavními činiteli, které svalový tonus udržují. Při zajišťování vzpřímené polohy není tonus v extenzorových a flexorových svalových skupinách shodný. V extenzorových skupinách trupu, které mají větší antigravitační funkci, je vyšší. Řadíme sem svaly šíjové, zádové svalstvo a extenzorovou skupinu svalů dolních končetin. (Králíček, 2004; Petrovický et al., 2008)

Na udržování vzpřímené polohy se podílí také množství reflexních mechanismů, tzv. postojové reflexy. Patří sem lokální statické reakce, jakožto nejjednodušší postojové reflexy. Jejich funkcí je lokální zpevnění daného kloubu tak, aby byl schopen odolávat tíze těla při stoji či chůzi. Reflex se vybavuje drážděním taktilních a proprioceptivních receptorů na plosce nohy při jejím dotyku s podložkou. Na končetině se zvýší tonus svalstva a může



tak zastat funkci opěrné DK. Dále existují segmentální statické reakce, které koordinují činnost svalstva více končetin najednou, kdy tonus jedné končetiny má vliv na tonus končetiny na opačné straně těla. Příkladem je zkřížený extenzorový reflex, při kterém flexe končetiny vyvolá současnou extenzi druhé končetiny. Celkové statické reakce, řídící celkový tonus končetin i trupu, jsou reflexy dominující nad lokálními i segmentálními statickými reakcemi. (Králíček, 2004)

Posturální motorika je zajištěna aktivitou tonických i fázických svalů. Primární roli hrají svaly tonické. Fázické svaly jsou využívány hlavně při lokomoci a jemné motorice, kdy je potřeba vyvinout rychlou sílu po kratší dobu trvání. Pokud je ale schopnost tonických svalů udržet stabilitu nedostatečná, je potřeba zapojení fázických svalů, aby bylo zabráněno destabilizaci. (Véle, 2006)

### **Motorické strategie**

Proces udržování posturální stability je složitý a komplexní proces, který zahrnuje několik fází. První fází je odhalení nestability v dané situaci somatosenzorickým systémem. Následuje zhodnocení situace centrálním nervovým systémem a výběr vhodné strategie k opětovnému získání stability. Cestou eferentace se aktivují náležitě svalové skupiny, které poté generují kontrakční svalovou sílu. (Vařeka, 2002b)

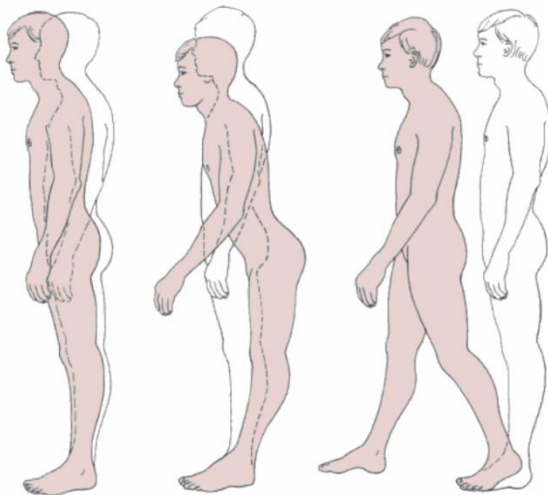
Motorické strategie k udržení posturální stability lze dělit na statické, kdy nedochází ke změně BS, a dynamické, kdy ke změně BS dojde. Statické strategie zahrnují takové rovnovážné reakce, díky kterým je zajištěno udržení posturální stability, aniž by byla změněna opěrná plocha. V případě, že COG překročí hranice BS, k opětovnému získání posturální stability je řídicím systémem zvolena dynamická strategie. (Vařeka, 2002b)

Mechanismy statické strategie k udržení posturální stability jsou dle Vařeky (2002b) především hlezenní a kyčelní. Kotníková strategie využívá především aktivitu plantárních a dorzálních flexorů hlezenních kloubů. Korekční vyrovnávání instability ve směru anteriorním začíná v prvních 90 až 100 milisekundách po její detekci aktivitou m. gastrocnemii, následované aktivitou hamstringů se zpožděním 20 až 30 milisekund. Naposledy se přidává aktivita paravertebrálních svalů. Při opětovném získání stability ve směru posteriorním začíná svalová aktivita zapojením m. tibialis anterior, následovaný je aktivitou m. quadriceps femoris a abdominálních svalů. Velká volnost pohybu v hlezenních kloubech a malá stabilita v sagitální rovině vedou k tomu, že kotníková strategie je využívána hlavně v situacích, kdy je stabilita narušena jen v malé míře. Pokud není vygenerovaná svalová síla v oblasti hlezenních kloubů dostatečná nebo působí podnět

způsobující větší míru instability, je zvolena strategie kyčelní. (Shumway- Cook and Woollacott, 2007) Dle Shumway- Cook a Woollacott je kyčelní strategie prováděna ve směru anterioposteriorním stejně jako kotníková strategie. Tato strategie kontroluje polohu COM za použití velkých rozsahů pohybu v kyčelních kloubech. Pro získání opětovné stability při pohybu těla dopředu se v prvních 90 až 100 milisekundách aktivují břišní svaly, následované aktivitou m. quadriceps femoris. Korekce stability při pohybu těla dozadu je zajištěna především aktivitou paravertebrálních svalů a hamstringů. (Shumway- Cook and Woollacott, 2007) Vařeka (2002b) také popisuje využití kyčelní strategie k zajištění posturální stability, ovšem ne ve směru anterioposteriorním, ale ve směru laterolaterálním. Autor uvádí, že stranová stabilita stoje je vyšší díky anatomicky omezené volnosti pohybu laterálním směrem.

Dynamické strategie jsou využity, pokud statická strategie kotníková ani kyčelní není schopna zajistit obnovení stability. Jedná se o mechanismus, kdy dojde ke zvětšení BS. Řadíme sem například úkroky či uchopení se opory. (Shumway- Cook and Woollacott, 2007; Vařeka, 2002b)

*Obrázek 2 Kotníková, kyčelní a dynamická strategie*



*Zdroj: Shumway- Cook and Woollacott, 2007; s. 166*

## **3 VYBRANÁ ONEMOCNĚNÍ S PORUCHOU ROVNOVÁHY**

### **3.1 Neurologická onemocnění**

#### **3.1.1 Cévní mozková příhoda**

Akutní cévní onemocnění nervového systému vznikají především jako komplikace aterosklerózy a hypertenze. (Ambler, 2011) Cévní mozkovou příhodou rozumíme náhle vzniklé onemocnění mozku projevující se fokálními nebo globálními příznaky, jehož příčinou je porucha cerebrální cirkulace. V 80% je postižení mozku způsobeno ischemií, zbylých 20% je hemoragické příčiny, z čehož intracerebrální krvácení tvoří 17% případů a subarachnoidální krvácení tvoří 3%. (Ambler, 2011; Seidl, Obenberger, 2004)

Patologickým mechanismem ischemické CMP je kritická porucha perfuze mozku okysličenou krví, která klesá z fyziologických 50-60ml/100g mozkové tkáně pod hodnotu 20ml/100g mozkové tkáně. V důsledku tohoto mechanismu dochází ke vzniku okrsků hypoxie, poruše funkce neuronů a rozvíjí se klinické příznaky vyplývající z umístění léze. (Kolář, 2009; Pfeiffer, 2007)

Klinické projevy ischemie v karotickém povodí plynou z poškození frontálního, parietálního či temporálního laloku. Projevit se může i poškození hluboko uložených mozkových struktur, jako je capsula interna. Nejčastěji k uzávěru dochází v oblasti a. cerebri media s projevem typického klinického obrazu. Hlavním příznakem je centrální hemiplegie, postihující kontralaterální horní a dolní končetinu s charakteristickým Wernicke-Mannovým držením. Na dolní končetině nacházíme vnitřní rotaci v kyčli a dochází k extenční kontraktuře spolu s equinovarózním postavením nohy. (Kolář, 2009; Pfeiffer, 2007)

Prodělání cévní mozkové příhody může být spojeno s poruchou rovnováhy a se zvýšeným rizikem pádů. Pády vedou k fyzickým zraněním omezujícím pohybovou aktivitu a také ke strachu z případných dalších pádů. Následkem je zvýšená závislost na jiných osobách, která vyústí v omezení funkčních aktivit. (Jalayondeja et al., 2014) Posturální instabilita u pacientů nastává ve spojitosti s poruchou svalového tonu ve smyslu parézy či plegie, která mění nastavení končetiny a způsobuje ztrátu jejich kontrolovaných pohybů. Schopnost udržování rovnováhy je tedy u pacientů s hemiplegií a hemiparézou snížena. Dochází k poruše rozložení váhy, kdy pacienti přenáší 61 až 80% tělesné váhy na neparetickou dolní končetinu. Na postižené dolní končetině navíc dochází k redukci rozsahu limitů stability. (Geiger et al., 2001) Další příčinou poruchy rovnováhy je silné narušení či ztráta somatosenzorických vjemů a jejich zpracování. Narušena je jak

propriocepce, tak exterocepce. Pacienti si neuvědomují polohu svého těla či jeho částí a jejich umístění v prostoru. (Rehabilitace po cévní mozkové příhodě, 2004)

### **3.1.2 Roztroušená skleróza mozkomíšní**

Roztroušená skleróza mozkomíšní (RS) je onemocnění centrálního nervového systému, které je v populaci poměrně značně rozšířené. Postihuje zejména osoby mezi 20. a 40. rokem věku a řadí se tak mezi nejčastější příčinu progresivní neurologické invalidity u mladých dospělých pacientů. (Havrdová, 2000) Onemocnění je charakteristické vznikem mnohočetných zánětlivých infiltrátů v bílé hmotě a neurodegenerativními změnami. V zánětlivých ložiscích dochází jak k demyelinizaci, tak i k poškození a ztrátě axonů. Nervová vlákna, která jsou obnažená a akutně demyelinizována, pak ztrácí schopnost vedení elektrického impulsu. Ztráta nebo omezení funkčnosti nervových vláken je u RS podstatou vzniku neurologického deficitu (Havrdová, 2005)

Pro onemocnění je typický průběh v atakách a v remisích. V období remise může dojít k remyelinizaci, která je odpovědí organismu na zánětlivý proces tkáně nervového systému. Díky aktivitě oligodendrocytů, které postupně znovu obnovují svou integritu, dochází v daném poškozeném místě k dotvoření určitého množství myelinu. Takto dotvořený myelin je tenčí než původní a při opakovaných poškozeních se proces remyelinizace zpomaluje až do fáze, kdy myelin není možno obnovit a kolem axonů se vytváří jizvovité plaky. (Havrdová, 2000; Vališ, Pavelek et al., 2018)

Léze se vytvářejí nejčastěji v oblasti bílé hmoty v okolí komor mozečku a mozkového kmene, dále v oblasti zrakového nervu, bazálních ganglií a míchy. Z umístění léze pak vycházejí i klinické příznaky. (Jedlička, Keller et al., 2005)

Léze v oblasti mozkového kmene se projevují širokým spektrem příznaků, neboť je v této oblasti umístěno mnoho důležitých struktur, jako jsou senzitivní i motorické dráhy a jádra hlavových nervů. Obrazem jejich postižení jsou pak parézy, poruchy citlivosti nebo vznik centrálního vestibulárního syndromu, v jehož důsledku se objevuje vertigo. U pacientů jsou časté titubace ve stoji a úchylky při chůzi, pocity závratě a nejistoty v prostoru. (Havrdová et al., 2015; Havrdová, 2000) Klinickým projevem postižení pyramidové dráhy jsou motorické příznaky. Následkem je vznik centrální spastické parézy, projevující se různými formami od monoparéz po paraparézy především dolních končetin, které mohou být doprovázeny poruchou čítí a aferentace. V některých případech jsou parézy spojeny se spasticitou. Následkem jsou poruchy chůze ve smyslu omezení ušlé vzdálenosti a snížené

stability. Postižením pyramidové dráhy dochází také ke zvýšení šlachookosticových reflexů a svalového napětí. (Havrdová et al., 2015; Havrdová, 2000; Jedlička, Keller et al., 2005)

Postižení mozečku je dalším zdrojem klinických projevů roztroušené sklerózy. Funkcí mozečku je regulace a koordinace jemných pohybů a udržování rovnováhy. Při jeho postižení tedy dochází ke vzniku poruch stability a k častým pádům. Propojení mozečkových drah se systémem vestibulárních jader je dalším důvodem, proč při jeho postižení u pacientů nastává pocit nestability a nejistoty v prostoru. Kompenzací při poruše mozečku je stoj a chůze o široké bázi. (Havrdová et al., 2015; Jedlička, Keller et al., 2005; Silbernagl, Lang, 2001)

### **3.1.3 Parkinsonova choroba**

Parkinsonova choroba je degenerativní, progresivní onemocnění, které se řadí mezi extrapyramidové poruchy s postižením bazálních ganglií a jejich spojů. Podkladem onemocnění je postupný zánik dopaminergních neuronů v pars compacta substantiae nigrae, v jehož důsledku dochází ke snížení tvorby dopaminu a jeho nedostatku v okruhu bazálních ganglií, zejména ve striatu. (Seidl, Obenberger, 2004) Výsledkem tohoto patologického procesu je nadměrná inhibice thalamu, způsobující potlačení volní motoriky. U nemocných se pak objevuje hypokineze, při které obtížně zahajují pohyby a špatně reagují na podněty z vnějšího prostředí, dále dochází ke zvýšení svalového tonu ve smyslu rigidity. Z dalších motorických příznaků se objevuje klidový třes a posturální poruchy. (Silbernagl, Lang, 2001)

Posturální instabilita je jedním z hlavních motorických příznaků Parkinsonovy choroby a její závažnost stoupá s postupnou progresí onemocnění. Termín posturální instabilita v sobě zahrnuje jak poruchu udržování stabilního stoje, tak i poruchu provedení změn poloh (ze sedu do stoje, z lehu do sedu), a také problémy s chůzí a s tím spojené pády. (Valkovič, 2009) Opakované pády způsobují velké množství závažných komplikací spojených s touto chorobou. Dle Valkoviče (2007) až 70% pacientů s Parkinsonovou chorobou udává alespoň 1 pád do roka a 13% pacientů udává pád nejméně jednou za týden. Na vzniku posturální instability se podílí především hypokineze, rigidita a také porucha vzpřimovacích a posturálních reflexů. Hypokineze se projevuje zpomaleným průběhem účelových volních pohybů, snížením rozsahu pohybu a celkovou pohybovou chudostí. Jejím podkladem je narušení schopnosti spouštění motorických programů, kdy je postižena jak jejich aktivace, tak i ukončení. Zvýšené klidové napětí a ztuhlost svalů způsobené rigiditou

mají za následek flekční držení trupu a končetin, což je další významný faktor ovlivňující posturální instabilitu. (Berger et al., 2000; Jedlička, Keller, 2005)

### **3.1.4 Polyneuropatie**

Polyneuropatie je systémové difuzní onemocnění, které se projevuje poruchami struktury a funkce periferních nervů. Poškozené jsou motorické, senzitivní i autonomní nervy. Příznaky polyneuropatie mohou být jak pozitivní, tak i negativní. Mezi pozitivní příznaky senzitivní se řadí parestezie či dysestezie, hyperalgezie a neurologická bolest. Z motorických příznaků se pak jedná o křeče či fascikulace. Negativní příznaky jsou projevem snížené funkce nervu. Senzitivní postižení se projevuje hypestezií a ataxií, které způsobují abnormality stoje a chůze projevující se zejména při vyřazení zrakové kontroly. Parézy a atrofie svalů jsou negativními motorickými příznaky polyneuropatie. (Ehler, 2013)

Etiologie polyneuropatie zahrnuje široké spektrum nemocí, jako je diabetes mellitus, syndrom Guillain Barré, borelióza a mnoho dalších. Vzniknout může také jako následek intoxikace či malabsorpce. Mezi nejčastější příčinu periferní polyneuropatie je považován diabetes mellitus (10-30% případů). (Berlit, 2007)

Diabetická periferní polyneuropatie postihuje až polovinu pacientů s diabetem. Nejčastějším typem je distální symetrická neuropatie, která vede k mnohým komplikacím, jako je například zpomalená reaktivita, snížená mobilita a stabilita hlezna a posturální instabilita vedoucí ke změněnému stereotypu chůze. Je udáváno, že postižení rovnováhy a chůze je zodpovědné za až trojnásobně vyšší riziko pádu než u zdravé populace. (Jernigan et al., 2012)

### **3.1.5 Periferní vestibulární syndrom**

Vestibulární dysfunkce jsou častou příčinou způsobující vertigo a jiné druhy závratě, sníženou schopnost udržování rovnováhy, poruchy chůze a také frekventované pády. Mezi nejčastější vestibulární dysfunkce patří periferní vestibulární syndrom, který vzniká částečným nebo kompletním postižením vlastního vestibulárního aparátu nebo postižením vestibulárního nervu a je způsoben různými onemocněními, jako je například benigní paroxysmální polohové vertigo, vestibulární neuronitida, Menierova choroba a další. (Gazzola, 2006; Jeřábek, 2007)

Nejčastější příčinou závrativých stavů je benigní paroxysmální vertigo. Jedná se o mechanickou poruchu vnitřního ucha, při které dochází k abnormální stimulaci

semicirkulárních kanálků otolity uvolněnými z utriculu. Při změnách polohy hlavy pak dochází k abnormálnímu vestibulárnímu vjemu. V důsledku tohoto mechanismu dochází jak k polohově závislým závratím, tak i k posturální nestabilitě při stoji a chůzi. (Brodovsky et Vnenchak, 2013; Helminski, 2014; Jeřábek, 2007)

## **3.2 Posttraumatické stavy dolních končetin**

### **3.2.1 Poškození předního zkříženého vazů**

Poranění LCA je jedním z nejčastějších úrazů vazivové složky kolenního kloubu. Obvykle vzniká nepřímým násilím. Typický je rotační mechanismus v kombinaci s působením zevní síly ve směru valgozity či varozity kolenního kloubu. (Dungl, 2014; Mašát et al., 2005)

V důsledku insuficience LCA dochází k instabilitě kolenního kloubu a celkové posturální instabilitě. Důvodem je ztráta mechanického zajištění stability kolenního kloubu, kdy stabilizační funkce vazů spočívá v zabránění anteriornímu translačnímu pohybu tibie a také v zajištění uzamčení kloubu v extenzi. Dalším důvodem snížené stability je změna aferentních senzoričeských informací z LCA, který je důležitým zdrojem propriocepce. Porucha propriocepce spojená s poraněním vazů se projevuje poruchou polohocitu kolenního kloubu, který vede s posturální instabilitě. (Dingenen, 2015; Smékal, 2006)

### **3.2.2 Chronická nestabilita hlezna**

Poranění ligamentózního aparátu hlezenního kloubu ve smyslu distorzí patří mezi jedny z nejčastějších traumat pohybového aparátu u dospělých aktivně sportujících jedinců. Pokud dojde k ruptuře laterálních vazů, probíhá hojení zprerhaných vazů jizvou v prodloužení. V důsledku patologické laxicity vaziva dochází k chronické nestabilitě hlezna, která se projevuje opakovanými distorzemi, pocitem nejistoty a nestability při pohybu, otoky a bolestí. (Dos Santos, 2014; Dungl, 2014).

Na poruše rovnováhy se podílí jak mechanické, tak i funkční aspekty. Z mechanických aspektů se jedná o patologickou laxicitu vaziva, degenerativní změny a omezení kinematiky kloubu. Funkční aspekty zahrnují především deficit posturální kontroly, která je způsobena kombinací poruchy neuromuskulární kontroly a propriocepce. Při poranění dochází k narušení mechanoreceptorů v ligamentózní a kapsulární tkáni hlezna. Toto poškození propriocepce je spojeno s poruchou vnímání pozice hlezenního kloubu. Změněna je také motorická strategie udržování posturální stability, ke které pravděpodobně

dochází z důvodu změn v centrálním řízení, které se objevují při kloubní dysfunkci. Dle Hertela (2002) je u pacientů s chronickou nestabilitou hlezna patrna spíše kyčelní než kotníková strategie. (Hertel, 2002; Kirby, 2016)



# REŠERŠNÍ ČÁST

## 4 HODNOCENÍ ROVNOVÁHY

### 4.1 Vybrané testy k hodnocení rovnováhy

#### 4.1.1 Berg Balance Scale

Berg Balance Scale je jednou z nejčastěji využívaných škál k hodnocení rovnováhy a rizika pádu. Byla vytvořena roku 1989 s prvotním záměrem použití k měření rovnováhy u geriatrických pacientů. Později začala být využívána u širokého spektra diagnóz. Škála je významná zejména pro svou vysokou validitu a reliabilitu, avšak má i své limity. Mezi ně patří zejména nedostatečné testování reaktivity posturální kontroly a ceiling efekt. (Godi et al., 2012; Downs, 2015)

Jedná se čtrnácti položkový test, kterým je hodnocena statická a dynamická posturální stabilita. Není jím hodnocena chůze. (Bizovská et al., 2017; Bastlová et al., 2015) Obsahuje úkoly jako postavení se ze sedu do stoje a naopak, samostatný stoj a sed, přesuny, stoj se zavřenými očima, zkoušku dosahu vpřed, zvedání předmětů ze země, otočení se, stoj na jedné noze a další (celé znění testu viz. Přílohy). (Bastlová, 2015)

Provedení testu je relativně rychlé a nenáročné na vybavení. Trvá přibližně 15 až 20 minut a vyžaduje 2 židle, přičemž jedna je s opěrkami pro ruce a druhá bez opěrek, stopky, schůdek či jinou vyvýšenou plochu, délkové měřidlo a lehký míč. (Bizovská et al., 2007) Minimální požadavky testu na vybavení pomůcek, prostoru a jednoduchost jeho vyhodnocení z něj tvoří atraktivní nástroj pro využití v klinické praxi. (Blum, Korner-Bitensky, 2008)

Každý úkol je hodnocen bodově od 0, kdy pacient úkol téměř není schopen splnit nebo ho nesplní vůbec, po 4, kdy pacient úkol splní bez obtíží. Maximální možný počet bodů, kterého lze dosáhnout, je 56. Skóre 0 až 20 bodů značí vysoké riziko pádu a nedostatečnou posturální stabilitu. Při dosažení 21 až 40 bodů vykazuje pacient mírné riziko a při dosažení 41 až 56 bodů je riziko pádu nízké. (Bizovská et al., 2017) Dle Shumway- Cook a Woollacott (2007) je v rozmezí 56 až 54 bodů ztráta každého jednoho bodu spojena s 3 až 4% zvýšením rizika pádu. V rozmezí 54 až 46 se riziko pádu se ztrátou každého bodu navyšuje na 6 až 8%. Při skóre 36 bodů a méně je riziko pádu blízké 100%.

## **Využití testu u pacientů s diagnózou cévní mozkové příhody**

Využití Berg Balance Scale pro hodnocení rovnováhy u pacientů po prodělání cévní mozkové příhody nalezneme například ve studii Jalayondeja et al. (2014). Cílem studie bylo zjistit, zda testy provedené v období jednoho měsíce po prodělání CMP správně identifikovaly ty rizikové pacienty, kteří v následujících šesti měsících skutečně upadli. Do studie se zapojilo celkem 98 osob, které prodělaly jednu cévní mozkovou příhodu. Pro hodnocení rovnováhy byly využity testy Berg Balance Scale, Barthel Index, Timed Up&Go, 10 Metre Walk Test a 2 Minutes Walk Test. Testování proběhlo celkem třikrát a to jeden, tři a šest měsíců po CMP. Berg Balance Scale prokázal jak senzitivitu (64%), tak i specifitu (51%) v identifikaci pacientů, kteří pád prodělali.

Hodnocení efektu virtuální reality na schopnost udržování rovnováhy a chůze u pacientů po CMP pomocí Berg Balance Scale bylo využito v několika studiích, které porovnává de Rooji et al. (2016). Cílem studií bylo prokázat, že trénink pomocí virtuální reality je více účelný než postupy tradiční rehabilitace rovnováhy a chůze, a je tak slibným novým postupem v léčbě CMP. Celkem v sedmi studiích z deseti byly nalezeny významné rozdíly ve výsledném hodnocení rovnováhy mezi skupinami absolvujícími rehabilitační program zahrnující virtuální realitu a těmi, které absolvovaly konvenční rehabilitační program.

## **Využití u pacientů s diagnózou roztroušené sklerózy mozkomíšní**

V případové studii Luque-Morena et al. (2018) byl zkoumán výsledek rehabilitačního programu u 29 leté pacientky s primárně progresivní roztroušenou sklerózou. Rehabilitační program probíhal ve frekvenci 40 minut dvakrát týdně po dobu pěti měsíců a obsahoval metody na neurofyziologickém podkladě (Bobath, propioceptivní neuromuskulární facilitace), osobní aerobní tréninky v tělocvičně, hippoterapie a mnoho dalších. Zlepšení schopností rovnováhy bylo prokázáno pomocí Berg Balance Scale, kdy před začátkem rehabilitačního programu bylo v testu dosaženo hodnocení 43 z 56 možných bodů a po absolvování rehabilitačního programu došlo ke zvýšení dosaženého skóre o šest bodů, tedy na 49 z 56 možných bodů.

Využití Berg Balance Scale k hodnocení rovnováhy a rizika pádu můžeme nalézt ve studii Alghwiri et al. (2018), která se zabývá otázkou deprese a jejího vlivu na rovnováhu u pacientů s roztroušenou sklerózou. Zapojeno bylo 75 pacientů, z toho 53% udávalo výskyt

depresí. Ke kvantifikaci deprese byl použit Beck Depression Inventory, k závažnosti míry postižení byla využita škála Kurtizki Expanded Disability Status Scale a k hodnocení rovnováhy Berg Balance Scale. Studií bylo prokázáno, že míra deprese je významně spojena s mírou disability. Také byla nalezena velmi významná korelace mezi mírou deprese a narušením rovnováhy, tedy že s rostoucí intenzitou deprese klesá schopnost pacientů provádět úkony běžného života spojené s funkční rovnováhou.

### **Využití u pacientů s diagnózou Parkinsonovy choroby**

Vhodnost použití Berg Balance Scale byla potvrzena ve studii srovnávající Fullerton Advanced Balance Scale, Mini-BESTest a Berg Balance Scale k predikci pádů u pacientů s Parkinsonovou chorobou. Cílem studie bylo identifikovat pacienty s rizikem pádu a zjistit, která z hodnotících škál nejlépe předpoví pády budoucí. Studie probíhala po dobu šesti měsíců a zúčastnilo se jí 66 participantů. FAB Scale, Mini-BEST i BBS prokázali podobnou schopnost předpovědět ty pacienty, kteří měli alespoň jeden pád a rozeznat je od těch, kteří neupadli vůbec. U BBS ze studie vyšla hodnota senzitivity 0.64 a specifity 0.67. Test byl schopen předpovědět 6 z 10 pacientů, kteří po dobu studie skutečně alespoň jednou upadli a 7 z 10 pacientů, kteří během šesti měsíců neupadli vůbec. (Schlenstedt et al., 2016)

Pazzaglia et al. (2020) využili Berg Balance Scale ve své studii zabývající se vlivem rehabilitace pomocí virtuální reality na rovnováhu u pacientů s Parkinsonovou chorobou. Studie porovnává výsledek konvenční terapie (aerobní cvičení, běhací pás a další) a nekonvenční terapie, kterou je v tomto případě virtuální realita. Dle autorů má potenciál optimalizovat motorické učení v bezpečném prostředí pomocí simulace reálných situací a zlepšit tak funkční aktivity denního života. Primárním zdrojem výsledků bylo hodnocení vycházející z testování pomocí BBS. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin a rehabilitační programy probíhaly současně a to po dobu šesti týdnů. Rehabilitační program zahrnující virtuální realitu zaznamenal nárůst BBS skóre z původních 45 na 49 bodů, a bylo tak prokázáno zlepšení rovnovážných schopností.

### **Využití u pacientů s polyneuropatií**

Srovnáním čtyř hodnotících škál k posouzení rovnováhy a predikce pádů u pacientů s diabetickou periferní neuropatií se zabývá studie Stephena et al. (2012). Cílem studie bylo zjistit, jak dobře jsou škály schopny rozlišit pacienty udávající opakované pády od těch, kteří neudávají žádný pád. Hodnoceny byly škály Berg Balance Scale, Functional Reach Test,

Timed Up&Go a Dynamic Gait Index. Z celkem 36 zúčastněných bylo 10 pacientů udávajících více než dva pády. Z výsledku testu vyplývá, že Berg Balance Scale, Timed Up&Go a Dynamic Gait Index mají shodnou senzitivitu, a to 90%. BBS prokázal také vysokou specifitu (76,9%).

Škála Berg Balance Scale byla vybrána pro hodnocení rovnováhy ve srovnávací studii Rojhani-Shirazi et al. (2017) Předmětem studie bylo porovnání vlivu dvou typů terapeutického cvičení (Frenkele Exercise a Swiss Ball Exercise) na rovnováhu u pacientů s diabetickou neuropatií. Celkem 60 pacientů bylo rozděleno do tří skupin, přičemž první skupina absolvovala Swiss Ball Exercise, druhá skupina absolvovala Frenkele Exercise a třetí skupina neabsolvovala žádný rehabilitační program. V úvodním testování nebyl mezi skupinami znatelný rozdíl. Po absolvování třítydenního programu proběhlo druhé testování, při kterém BBS prokázal zlepšení rovnováhy obou skupin se cvičebním programem. Větší zlepšení rovnováhy pak bylo hodnoceno u skupiny absolvující Swiss Ball Exercise, a to z původních 44,50 na 47,35 bodu. U skupiny absolvující Frenkele Exercise došlo ke zvýšení skóre z 42,35 na 44,05.

### **Využití u pacientů s vestibulární poruchou**

Studie Tari et Kumar (2017) se zabývá efektem cvičení zaměřeného na zlepšení posturální stability u pacientů s diagnózou benigního paroxysmálního polohového vertiga, které je dle autorů jednou z nejčastějších příčin poruch rovnováhy. Zapojeno bylo celkem 12 pacientů, u kterých bylo testování pomocí Berg Balance Scale provedeno před započítím rehabilitačního programu a po jeho skončení. Rehabilitační program probíhal denně po dobu dvou týdnů. Výsledky Berg Balance Scale prokázaly, že rehabilitační program zaměřený na nácvik posturální stability má výrazný vliv na zlepšení rovnovážných schopností. Z původního průměrného výsledku 35,58 došlo ke zvýšení na 47,50 bodu.

### 4.1.2 Dynamic Gait Index

Dynamic Gait Index je základní test chůze často využívaný v klinické praxi. Byl vytvořen autorkami Shumway-Cook a Woollacott za účelem hodnocení rovnovážných schopností daného pacienta při chůzi testované v různých podmínkách. Je využíván k posouzení rovnováhy a míry rizika pádu. (Bastlová et al., 2015; Forsberg et al., 2013)

Test se skládá z osmi úkolů, kterými jsou chůze běžnou rychlostí, změny rychlosti v průběhu chůze, chůze se současnými horizontálními pohyby hlavy, chůze se současnými vertikálními pohyby hlavy, chůze s otočením, překračování a obcházení překážek a chůze po schodech (celé znění testu viz. Přílohy). (Bastlová et al., 2015; Shumway-Cook et al., 2013)

Dynamic Gait Index test je nenáročný na čas i pomůcky. Jeho provedení trvá méně než deset minut a je pro něj potřeba prostor s vymezenou délkou 6,1 metru, dvě stejně velké překážky a schodiště. (Bastlová et al., 2015)

Kvalita provedení jednotlivých úkolů je hodnocena na bodové škále od 0 do 3 bodů, přičemž nula bodů znamená těžkou poruchu, při které pacient není schopen samostatné chůze. Tři body pak značí chůzi bez patologie. Celkem lze v testu dosáhnout 24 bodů. Výsledek testu určuje riziko pádu, které pacienta ohrožuje. Dosažené skóre nižší než 19 bodů značí vysoké riziko pádu. (Bastlová et al., 2015; Shumway-Cook et al., 2013)

### Využití u pacientů s diagnózou cévní mozkové příhody

Význam terapie zaměřené na zlepšení chůze a rovnováhy pomocí metody Rhythmic Auditory Stimulation (RAS) u pacientů s cévní mozkovou příhodou popisují ve své studii Song et Ryu (2016). Zabývají se zde porovnáním schopnosti samostatné chůze a obnovy motorických funkcí u pacientů po cévní mozkové příhodě, kteří absolvovali rehabilitační program obsahující Rhythmic Auditory Stimulation s těmi, kteří absolvovali rehabilitační program zaměřený na zlepšení chůze bez této metody. RAS je metoda, která zlepšuje motorické schopnosti pomocí rytmické stimulace motorických center v mozku. 40 pacientů bylo rozděleno do dvou skupin, přičemž obě absolvovaly 30 minutovou terapii pětkrát týdně po dobu čtyř týdnů. Pro hodnocení zlepšení schopností chůze a rovnováhy byl použit Dynamic Gait Index, který prokázal značné zlepšení obou skupin. U skupiny absolvující program bez RAS došlo průměrně ke zlepšení z 13,4 bodu na 17,6. Skupina absolvující program zahrnující RAS prokázala průměrné zlepšení z 12,3 bodu na 20,7 z maximálních 24. Tento výsledek prokázal, že použití RAS v terapii pacientů po CMP má výrazný vliv na zlepšení rovnovážných schopností a schopnosti chůze.

### **Využití u pacientů s diagnózou roztroušené sklerózy mozkomíšní**

Přínosnost klinických testů hodnotících rovnováhu pro predikci pádů u pacientů s roztroušenou sklerózou mozkomíšní je popsána ve studii Dibble et al. (2013). Dle autorů senzorický a motorický deficit spojený s touto diagnózou přispívá k množství pádů, které jsou u mnohých pacientů časté. Aby bylo možno terapii náležitě zacílit, je potřeba přesné hodnocení rizika pádu. Do studie, která trvala dvanáct měsíců, bylo zapojeno 38 pacientů. Jejím cílem bylo posoudit validitu klinických testů hodnotících rovnováhu v prospektivním určení rizika pádu. Na začátku studie byli pacienti hodnoceni celkem pěti klinickými testy (Activities-specific Balance Confidence, Berg Balance Scale, Functional Reach, Timed Up and Go, and Dynamic Gait Index, Expanded Disability Status Scale). V následujících měsících pacienti zaznamenávali proběhlé pády či téměř proběhlé pády. Z 38 pacientů 61% (tedy 23 pacientů) udalo dva či více pádů za uběhlé období. Z pěti klinických testů zaznamenali pouze DGI a BBS značný rozdíl mezi obě skupinami (tzn. mezi pacienty s historií dvou a více pádů a pacienty bez pádu). Průměrné výsledky DGI ve skupině pacientů s pádem dosahovaly hodnot 15,7 a test tedy tyto pacienty správně vyhodnotil jako rizikové.

### **Využití u pacientů s diagnózou Parkinsonovy choroby**

Efektem tréninku s použitím běžeckého pásu na chůzi a rovnováhu u pacientů s Parkinsonovou chorobou se zabývá studie Mishra et al. (2014). Pro studii bylo vybráno deset pacientů, jejichž schopnosti chůze a rovnováhy byly testovány pomocí Tinneti Balance and Gait Assessment a Dynamic Gait Index. Rehabilitační program probíhal třikrát týdně po dobu šesti týdnů v časovém rozmezí 30 minut. Pacienti byli během chůze jisti bezpečnostním postrojem, aby se eliminovalo riziko neočekávaného pádu. Po ukončení rehabilitačního programu proběhlo závěrečné hodnocení oběma testy, ze kterého vyplývá, že trénink chůze a rovnováhy s použitím běžeckého pásu má výrazný vliv na jejich zlepšení. Dle autorů bylo prokázáno zlepšení v oblasti statické a dynamické rovnováhy i v chůzi, zahrnující změny v rychlosti chůze, délce kroku, rytmicitě a v posturální stabilitě během chůze. Výsledky z hodnocení pomocí Dynamic Gait Index ukazují zlepšení z průměrných 14,4 bodu na 19,4.

### **Využití u pacientů s polyneuropatií**

Diagnostická přesnost v hodnocení rizika pádu u pacientů s diabetickou periferní neuropatií je zkoumána ve studii Jernigana et al. (2012). Cílem studie bylo zjistit, který ze čtyř testů hodnotících rovnováhu (Functional Reach Test, the Timed „Up & Go” Test, Berg Balance Scale, a Dynamic Gait Index) je nejpřesnější při odlišení skupin pacientů s historií pádu a bez ní. Z 36 pacientů s diagnózou diabetické periferní neuropatie udalo 10 pacientů více než dva pády za posledních 12 měsíců, zbylých 26 pacientů udalo jeden nebo žádný pád. Z výsledků studie vyplývá, že nejvyšší senzitivitu prokázal Dynamic Gait Index a Functional Reach Test (96,2% oproti 88,5%). DGI byl také vyhodnocen jako diagnosticky nejpřesnější (77,8%).

### **Využití u pacientů s vestibulární poruchou**

Efekt Epleyova manévru na léčbu benigního paroxysmálního polohového vertiga (BPPV) hodnotí ve své studii Helminski (2014). Studie se zabývá kazuistikou 40 leté pacientky, která udala sedmiletou historii opakujícího se vertiga. Diagnostikováno bylo BPPV. Před provedením Epleyova manévru bylo provedeno hodnocení rovnováhy během chůze pomocí Dynamic Gait Index, kdy pacientka dosáhla skóre 15 bodů. Manévr byl během léčby proveden celkem ve třech cyklech. Po jednom týdnu bylo provedeno druhé hodnocení rovnováhy pomocí DGI, jehož výsledkem bylo skóre 24 bodů. Výsledek testu tak potvrdil i subjektivní pocity pacientky, která udávala vymizení vertiga a výrazné zlepšení rovnovážných schopností.

### 4.1.3 Functional Reach Test

Functional Reach Test je klinický test vytvořený původně pro hodnocení rizika pádu u geriatrických pacientů. Pro svou jednoduchost a rychlost screeningu rovnovážných schopností je ale často využíván u širokého spektra diagnóz. (Bastlová et al., 2015; Dani et al., 2019)

Test je zaměřený na zjišťování a hodnocení limitů stability a rovnováhy v antero posteriorním směru. Tedy jaké největší možné horizontální vzdálenosti je pacient schopen dosáhnout v anteriorním směru, aniž by použil dynamickou stabilizaci a změnil tak opěrnou bázi. Na provedení a výsledku testu má hlavní vliv jak biomechanická stránka posturální stability, tak i propriocepce. (Scena et al., 2016) Test byl původně vytvořen pro měření pouze v anteriorním směru. Nyní se ale využívají spíše jeho modifikace, které zahrnují dosah anteriorní, ale i laterální. (Choi et al., 2014) Test podává informace nejen o limitech stability, ale také o motorické strategii, kterou pacient k vykonání úkolu využije. Dle Maranesi et al. (2014) lze pozorovat kotníkovou a kyčelní strategii, rotaci trupu v transverzální rovině nebo flexi trupu.

Velkou výhodou testu je jeho nenáročnost na čas i pomůcky. Provedení testu trvá do pěti minut a jedinou potřebnou pomůckou je délkové měřidlo umístěné horizontálně na stěně ve výšce akromia. (Bizovská et al., 2017, Choi et al., 2014)

Při provádění testu v anteriorním směru je pacient vyzván, aby se nejprve dominantní a poté i nedominantní horní končetinou natáhl co nejdál podél zdi, na které je umístěno délkové měřidlo, přičemž paže je elevována do 90°. V této pozici musí pacient vydržet alespoň tři vteřiny, aniž by ztratil rovnováhu. Bodem pro měření dosažené vzdálenosti je třetí prst. Při zjišťování laterálního dosahu je postup stejný, ale pacient stojí zády ke zdi s délkovým měřidlem. (Choi et al., 2014)

Výsledkem měření je hodnota udávaná v centimetrech, která značí rozdíl mezi výchozí pozicí a maximálním dosahem. Pro měření v anteriorním směru hodnota menší než 15 cm značí vysoké riziko pádu. Pokud pacient dosáhne vzdálenosti mezi 15 a 25 cm, je riziko pádu mírné. (Scena et al., 2016)

### Využití u pacientů s diagnózou cévní mozkové příhody

Ve studii Kima et al. (2011) je posouzen vliv cvičení trupové stability pomocí metody PNF na výsledky Functional Reach Testu a na svalovou aktivitu dolních končetin u pacientů, kteří prodělali cévní mozkovou příhodu. PNF je dle autorů terapeutický koncept, který se zaměřuje na trénink funkčních aktivit, na protažení a posílení svalů a také na trénink stability



a kontroly pohybu. Mnoho studií je dle autorů zaměřeno na efekt PNF pouze na končetiny a tato studie chce proto přinést informace o efektu tréninku trupové stabilizace na funkční pohyby dolních končetin pomocí techniky iradiace. 40 pacientů s hemiplegií způsobenou cévní mozkovou příhodou se zúčastnilo studie a bylo rozděleno do dvou skupin, přičemž jedna absolvovala rehabilitační program s použitím metody PNF a druhá rehabilitační program bez této metody. Měření rovnováhy pomocí Functional Reach Testu na začátku studie ukázalo u skupiny absolvující program s PNF průměrné skóre 23,5cm. Po dokončení 6 týdenního programu došlo k výraznému zlepšení skóre a to na 28,1cm. U druhé skupiny došlo pouze k minimálnímu zlepšení rovnovážných schopností.

### **Využití u pacientů s diagnózou Parkinsonovy choroby**

Použití Functional Reach Testu k hodnocení rovnováhy u pacientů s Parkinsonovou chorobou můžeme nalézt ve studii Vivase et al. (2011), která se zabývá porovnáním účinku dvou různých rehabilitačních programů na zlepšení rovnováhy těchto pacientů. Studie probíhala čtyři týdny a srovnávala účinek konvenční terapie s aquaterapií, která má dle autorů pozitivní vliv na posturální stabilitu a snížení rizika pádu. Měření bylo realizováno na začátku rehabilitačních programů i na jejich konci a to pomocí Functional Reach Testu, Berg Balance Scale, 5 Meter Walk Testu a Timed Up and Go Testu. Z výsledků skupiny absolvující aquaterapii vyplývá, že výrazné zlepšení ukazují všechny použité testy. U Functional Reach Testu, kde došlo k nárůstu skóre z původních 27 cm na 32 cm, je však rozdíl nejpatrnější.

### **Využití u pacientů s polyneuropatií**

Zapojení svalových vzorců při provedení Functional Reach Testu u pacientů s diabetickou neuropatií popisuje studie Maranesi et al. (2016). Studie byla provedena na 30 účastnících, kteří byli rozděleni na skupinu zdravých, diabetiků bez projevů neuropatie a diabetiků s rozvinutou neuropatií. Měření probíhalo při stožení na dynamometrické plošině a bylo opakováno celkem třikrát. Pacienti byli vyzváni, aby dominantní rukou dosáhli co největší možné vzdálenosti při udržení končetiny ve výšce ramen. U všech skupin bylo zaznamenáno prvotní zapojení m. tibialis anterior a to ještě před započítáním testu. Velmi brzká aktivace tohoto svalu oproti ostatním skupinám byla detekována u diabetiků s rozvinutou neuropatií. Výrazně dříve došlo u této skupiny také k aktivaci svalů přední strany těla a to především m. rectus abdominis a m. sternocleidomastoideus. Oproti skupině

zdravých účastníků dosáhli pacienti s rozvinutou polyneuropatií značně menší vzdálenosti při provedení Functional Reach Testu.

#### **4.1.4 Balance Evaluation System Test**

Balance Evaluation System Test (BESTest) je baterie jednoduchých testů určená k hodnocení rovnováhy. Test byl vytvořen roku 1999 autory F. Horakem a J. Frankem a v průběhu let byl dále upravován. Jeho záměrem je identifikace těch systémů posturální kontroly, které jsou následně zodpovědné za poruchu rovnováhy. Tím fyzioterapeutovi poskytuje možnost zacílit rehabilitaci na specifický deficit rovnováhy daného pacienta. (Bastlová et al., 2015; Potter, Brandfass, 2015)

Test obsahuje celkem 36 položek rozdělených do šesti sekcí, které hodnotí rovnováhu v různých oblastech - biomechanická omezení, limity stability, přesuny/anticipační posturální kontrola, posturální reakce, sensorická stabilizace a stabilita při chůzi (celé znění testu viz. Přílohy). (Bizovská et al., 2017; Potter, Brandfass, 2015)

Provedení testu trvá 30 až 45 minut a je k němu potřeba několik pomůcek, jako jsou stopky, délkové měřidlo umístěné na stěně asi ve výšce ramen pro měření funkčního dosahu, značky určující vzdálenosti 3 a 6 metrů, čtverec ze středně tvrdé pěny, šikmá plošina ve sklonu 10°, schůdek nebo jiná vyvýšená plocha 15 cm vysoká, krabice či jiné předměty pro napodobení překážek při chůzi, závaží 2,5kg a židle vzdálená 3 metry od značky umístěné na zemi. (Bizovská et al., 2017)

BESTest obsahuje 27 úkolů, z toho některé jsou rozděleny na více částí. Každý úkol je hodnocen na stupnici 0 až 3 body, kdy 0 bodů znamená špatné či abnormální provedení a 3 body značí správné provedení úkolu. Maximální počet bodů, kterého lze dosáhnout, je 108. (Bizovská et al., 2017)

Protože čas potřebný k provedení testu je poměrně dlouhý, byla vyvinuta kratší verze tohoto testu a to Mini-Balance Evaluation System Test (Mini-BESTest), který trvá 10 až 15 minut. Test zahrnuje čtyři sekce - přesuny/anticipační posturální kontrola, posturální reakce, sensorická stabilizace a stabilita při chůzi. Obsahuje 14 úkolů, přičemž každý je hodnocen body od 0 do 2 dle kvality provedení. Celkem je možno získat 28 bodů. (Potter, Brandfass, 2015)

#### **Využití u pacientů s diagnózou cévní mozkové příhody**

Vhodnost použití Mini-Balance Evaluation System Testu u pacientů po prodělání cévní mozkové příhody byla hodnocena ve studii Tsang et al. (2013). Cílem studie bylo prokázat reliabilitu a validitu testu pro dané onemocnění. Do studie bylo zapojeno celkem 106 pacientů s diagnózou CMP. Byla zkoumána jak interrater reliabilita mezi třemi hodnotiteli, tak i intrarater reliabilita s odstupem měření deseti dnů. Byla prokázána

excelentní hodnota pro interrater reliabilitu (Cronbachova alfa 0.96) i intrarater reliabilitu (Cronbachova alfa 0.97). Validita testu byla zhodnocena jeho srovnáním s výsledky dalších testů (Berg Balance Scale, One Leg Stance, Functional Reach Test a Timed „Up and Go“ Test). Z testování vyplývá, že výsledky BESTestu silně korelovaly s výsledky z ostatních testů a je tak validním pro testování rovnováhy u pacientů s CMP.

### **Využití u pacientů s diagnózou roztroušené sklerózy mozkomíšní**

Ross et al. (2016) ve své studii srovnávají použití Mini-Balance Evaluation System Test a Berg Balance Scale u ambulantně léčených pacientů s roztroušenou sklerózou mozkomíšní. Celkem 52 pacientů zapojených do studie absolvovalo osmi týdenní rehabilitační cyklus, který zahrnoval individuální terapie, domácí cvičební program nebo skupinová cvičení podporující neuromuskulární stimulaci a další specifické posilovací a aerobní tréninky. Hodnocení oběma testy probíhalo před začátkem rehabilitačního cyklu i po jeho skončení, stejně tak byli pacienti hodnoceni i dalšími testy, jako jsou Multiple Sclerosis Impact Scale-29, Multiple Sclerosis Walking Scale-12, Modified Fatigue Impact Scale a Six-Minute Walk Test. Ze srovnání výsledků měření vyplývá, že Mini-BESTest a BBS shodně prokázaly značné zlepšení rovnováhy, avšak Mini-BESTest více než BBS koreloval s výsledky dvou sekundárních testů (Multiple Sclerosis Walking Scale-12, Six-Minute Walk) a měl také nižší ceiling efekt. Z těchto poznatků je dle autorů dokázáno, že Mini-BESTest je vhodnějším testem k detekci změn v rovnováze u pacientů s RS, než je Berg Balance Scale.

### **Využití u pacientů s diagnózou Parkinsonovy choroby**

Ve studii Mak et Auyeung (2013) je posuzována schopnost Mini-BESTestu a Five Time Sit To Stand testu rozpoznat pacienty trpící Parkinsonovou chorobou s vysokým rizikem pádu v následujících šesti měsících. Studie se zúčastnilo 110 pacientů, kteří byli pomocí testu hodnoceni na jejím počátku a na základě výsledků byla část pacientů označena jako ohrožená opakovanými pády. V následujících šesti měsících pak byly zaznamenávány pády, které pacienti prodělali. Celkem 24 pacientů za toto období udalo více než jeden pád. BESTest dosáhl nejvyšší senzitivity a správně vyhodnotil 19 pacientů, kteří skutečně více než jednou upadli. Dle autorů je tak BESTest důležitým nástrojem k hodnocení rovnováhy a predikci pádů u pacientů s Parkinsonovou chorobou.

#### **4.1.5 Star Excursion Balance Test**

Star Excursion Balance Test je jednoduchý klinický test zaměřený na testování dynamické posturální stability. Jedná se o test využívaný pro hodnocení rizika pádu a zranění a také pro hodnocení deficitu v posturální stabilitě především u pacientů s ortopedickým postižením na dolních končetinách. Pro svou vysokou výpovědní hodnotu je ale nyní využíván i v širším spektru hodnocení rovnováhy u různých diagnóz. (Gribble et al., 2012; Gribble et al., 2013)

Test je popisován jako série dřepů na stojné noze, přičemž druhá noha dosahuje maximální možné vzdálenosti podél každé z osmi linií, které jsou umístěny na zemi. Linie jsou uspořádány tak, že vyzařují od středu v úhlu 45°. Cílem úkolu je mít stabilní opěrnou bázi stojné končetiny ve středu obrazce a udržet ji po celou dobu, kdy druhá noha dosahuje maximálních exkurzí v daném směru. Pacient se tak palcem druhé nohy dotýká co nejvzdálenějšího bodu na dané linii a z této pozice se vždy vrací do vzpřímeného stoje na střed hvězdy. Test prověřuje jak schopnost udržovat rovnováhu, tak i svalovou sílu, rozsah pohybu a propriocepci. (Gribble, 2012; Hertel, 2006)

Měří se největší vzdálenost, které je pacient schopen dosáhnout, aniž by ztratil rovnováhu. Měření se porovnává s druhostrannou končetinou. Výsledek určuje rozdíl v dynamické posturální stabilitě obou dolních končetin v dané chvíli. Může být také využit ke kvantifikaci deficitu či zlepšení posturální stability po rehabilitační intervenci. (Gribble, 2012)

#### **Využití u pacientů s diagnózou cévní mozkové příhody**

Studie Onwudiwe et al. (2018) se zabývá efektem core cvičení na dynamickou stabilitu a rychlost chůze u pacientů s cévní mozkovou příhodou. Dle autorů je stabilita středu těla předpokladem pro celkovou rovnováhu a schopnost samostatného pohybu těchto pacientů. Do studie bylo zapojeno 48 pacientů, kteří byli rozděleni do dvou skupin. První skupina absolvovala rehabilitační program zaměřený na cvičení core, druhá skupina absolvovala konvenční terapii. Dynamická stabilita obou skupin byla posuzována pomocí Star Excursion Balance Testu a to na začátku studie a po šesti týdnech na jejím konci. Pacientům byly v každém směru měřeny celkem tři pokusy, z nichž do výsledků se zaznamenával nejlepší pokus. Z průměrných výsledků těchto měření vyplývá, že nedošlo k výraznému rozdílu mezi oběma skupinami, ačkoliv ve skupině zaměřené na core cvičení bylo zlepšení dynamické stability patrnější. K výraznému rozdílu naopak došlo mezi prvním

a druhým měření u obou skupin, u skupiny zaměřené na core cvičení bylo zlepšení opět patrnější.

### **Využití u pacientů s diagnózou roztroušené sklerózy mozkomíšní**

Dle Razieh et al. (2016) je stabilita středu těla základem celkové rovnováhy a ve své studii se proto zabývá vlivem core cvičení na rovnováhu u pacientů s roztroušenou sklerózou mozkomíšní. Studie se účastnilo 15 pacientů, kteří absolvovali osmitýdenní rehabilitační program zaměřený na zlepšení stability středu těla. Posouzení posturální stability probíhalo v tomto případě pomocí modifikovaného Star Excursion Balance Testu, kterým byli pacienti testováni pouze ve třech směrech a nikoliv v plném rozsahu osmi směrů. Měření probíhalo ve dvou pokusech a do výsledků se zaznamenal ten pokus, při kterém pacient dosáhl větší vzdálenosti. Výsledek byl vždy přepočítán na procenta délky dolní končetiny. Měření probíhalo na začátku rehabilitačního programu a po jeho ukončení. Průměrné výsledky ukazují zlepšení stability při stoji na dominantní dolní končetině z počátečních 256,01 na 340,68 a při stoji na nedominantní dolní končetině z počátečních 262,35 na 344,55. Ze srovnání výsledků vyplývá, že stabilizační core cvičení má výrazný pozitivní efekt na posturální stabilitu těchto pacientů a je tak vhodným doplněním medikamentózní léčby za cílem zlepšení stavu pacienta.

### **Využití u pacientů s rekonstrukcí ACL**

Domingues et al. (2018) se ve své studii věnují použití modifikovaného Star Excursion Testu u pacientů s poškozením předního zkříženého vazů. Cílem studie bylo zhodnotit dynamickou posturální stabilitu u pacientů s poškozením předního zkříženého vazů před a po operaci a tyto výsledky porovnat s kontrolní skupinou. Součástí studie bylo 27 pacientů s jednostranným poraněním ACL doporučeným k operativnímu řešení a 24 zdravých jedinců, kteří tvořili kontrolní skupinu. Všichni pacienti byli operováni metodou autoštěpu z m. semitendinosus. Test byl prováděn ve třech směrech, přičemž v každém směru proběhla tři měření. Z těchto měření se poté vypočetla průměrná dosažená vzdálenost, která byla následně přepočtena na procenta délky dolní končetiny. Pacienti byli testováni před provedením operačního výkonu a poté tři, šest a dvanáct měsíců po operaci. Z výsledků vyplývá, že skupina pacientů s poškozením ACL vykazovala nižší skóre ve všech směrech oproti kontrolní skupině, a to jak na dominantní tak i nedominantní dolní končetině. Výsledky dominantní a nedominantní DK se předoperačně významně nelišily. Pooperačně došlo k výraznému zlepšení ve všech směrech, přičemž při závěrečném měření po dvanácti

měsících bylo největšího zlepšení dosaženo v anteriorním směru. V tomto směru bylo dosaženo lepšího výsledku než u kontrolní skupiny. V ostatních směrech bylo dosaženo téměř ekvivalentních výsledků s kontrolní skupinou.

### **Využití u pacientů s nestabilitou hlezna**

Star Excursion Balance Test byl využit k hodnocení rovnováhy u pacientů s chronickou nestabilitou hlezna ve studii Pionnier et al. (2016). Studie se účastnilo 34 osob, z nichž 17 trpělo jednostrannou chronickou nestabilitou hlezna a 17 zdravých osob tvořilo kontrolní skupinu. Měření pomocí Star Excursion Balance Testu bylo provedeno ve všech osmi směrech, a to tak, že se pacient nohou dotýkal nejvzdálenějšího možného bodu dané linie při současném udržování rovnováhy na stojné noze. Maximální dosažená vzdálenost pak byla vyjádřena v procentech délky dolní končetiny. Výsledkem této studie je nalezení významného rozdílu v dosažené vzdálenosti pacientů s chronickou nestabilitou hlezna v porovnání s kontrolní skupinou. Průměrná dosažená vzdálenost všech osmi směrů byla u kontrolní skupiny 85% délky dolní končetiny. Oproti tomu u pacientů s chronickou nestabilitou hlezna bylo dosaženo 80% délky dolní končetiny.

Tabulka 1 Využitelnost klinických testů u vybraných diagnóz

|                              | Funkční hodnocení  |                    |                       | Systémové hodnocení |                             |
|------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------|
|                              | Berg Balance Scale | Dynamic Gait Index | Functional Reach Test | BESTest             | Star Excursion Balance Test |
| Čevní mozková příhoda        | •                  | •                  | •                     | •                   | •                           |
| Roztroušená skleróza         | •                  | •                  |                       | •                   | •                           |
| Parkinsonova choroba         | •                  | •                  | •                     | •                   |                             |
| Polyneuropatie               | •                  | •                  | •                     |                     |                             |
| Vestibulární poruchy         | •                  | •                  |                       |                     |                             |
| Poškození LCA                |                    |                    |                       |                     | •                           |
| Chronická nestabilita hlazna |                    |                    |                       |                     | •                           |

Zdroj: vlastní



## 4.2 Rozdělení testů

Hodnocení rovnováhy pomocí klinických testů je důležité jak z pohledu diagnostiky tak i z pohledu následné terapie. Porucha rovnováhy je spojena s deficitem ve fyzické zdatnosti, který může vést ke zvýšenému riziku pádů a zranění. Dále je spojena také s psychickým nastavením pacienta. V tomto případě vede porucha rovnováhy ke strachu z pádů, který může vyústit v omezení aktivit a sociální izolaci. Hlavním účelem hodnocení je proto stanovit míru poruchy rovnováhy a určit její základní příčinu. (Mancini, Horak, 2011)

Dle Horak (1997) je možné dělit klinické hodnocení rovnováhy do třech hlavních přístupů. Jedná se o funkční hodnocení, systémové hodnocení a kvantitativní hodnocení.

### 4.2.1 Funkční hodnocení

Funkční hodnocení slouží k určení míry poruchy rovnováhy a k posouzení potřeby rehabilitační intervence. Pokud je test opakován v pravidelných intervalech, poskytuje objektivní dokumentaci změn funkční úrovně pacienta. Hodnocení rovnováhy z funkční perspektivy využívá testy, které vyjadřují, jak dobře je pacient schopen provést různé úkoly v porovnání se zavedenými normami. Tyto testy obvykle hodnotí provedení setu motorických úkolů na bodové škále (obvykle tři či pěti bodová škála), či měří dobu, po kterou je pacient schopen udržovat rovnováhu v určité pozici. (Horak, 1997; Mancini, Horak, 2011)

Testy zahrnují hodnocení posturální kontroly ve statické poloze (např. schopnost samostatného stoje či sedu), hodnocení anticipatorní posturální kontroly (schopnost udržovat rovnováhu při vykonávání činností, které mohou být destabilizační - úklony, zvedání předmětů a další) a hodnotí také reaktivní posturální kontrolu (udržování rovnováhy při působení rušivých podnětů zvenčí - např. postrky). (Shumway- Cook and Woollacott, 2007)

Z vybraných klinických testů se do kategorie funkčního hodnocení řadí následující testy:

1. Berg Balance Scale
2. Dynamic Gait Index
3. Functional Reach Test

#### 4.2.2 Systémové hodnocení

Zatímco funkční přístup hodnocení rovnováhy je využíván k určení, zda porucha rovnováhy u daného pacienta existuje či nikoliv, systémový přístup pomáhá zjistit základní příčinu poruchy rovnováhy s cílem zahájit efektivní terapii. (Mancini, Horak, 2011)

Systémový přístup dělí příčiny poruch rovnováhy do třech kategorií – biomechanická omezení, omezení motorické koordinace a omezení senzorycké organizace. Patologické funkce jednotlivých subkomponentů těchto omezení se mezi kategoriemi prolínají a vytváří tak výsledný obraz poruchy rovnováhy. (Horak, 1997)

Systémové hodnocení rovnováhy by dle Horak (1997) mělo vždy začínat vyšetřením subkomponentů biomechanických omezení, které zahrnují hodnocení funkce jednotlivých kloubů a svalů a také hodnocení síly, rozsahu pohybu a flexibility v různých funkčních pozicích, jako je například stoj či sed. Schopnost udržování tělesných segmentů tak, aby se COM nacházelo v hranicích BS, a nebyly tak překročeny limity stability, je pro následnou motorickou koordinaci a senzoryckou organizaci rozhodující.

Při vyšetření motorické koordinace je hodnoceno, zda je pacient schopen využívat adekvátní motorické strategie při různých podmínkách a zda jsou tyto strategie přizpůsobovány změnám podmínek. (Horak, 1997)

Vyšetření senzorycké organizace hodnotí, zda pacient adekvátně využívá vizuální, vestibulární a somatosenzorycké informace v různých podmínkách za účelem získání stability a vnímání vlastních limitů stability. (Horak, 1997)

Z vybraných klinických testů se do kategorie systémového hodnocení řadí následující testy:

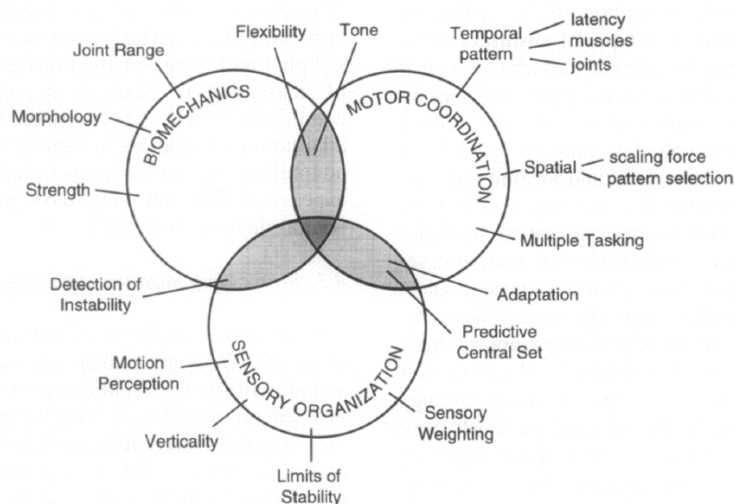
1. Balance Evaluation System Test
2. Star Excursion Balance Test

*Tabulka 2 Rozdělení vybraných klinických testů*

| <b>Funkční hodnocení</b> | <b>Systémové hodnocení</b>     |
|--------------------------|--------------------------------|
| Berg Balance Scale       | Balance Evaluation System Test |
| Dynamic Gait Index       | Star Excursion Balance Test    |
| Functional Reach Test    |                                |

*Zdroj: Mancini, Horak 2011, s. 240-243*

Obrázek 3 Kategorie a subkomponenty systémového hodnocení



Zdroj: Horak 1997, s. 79

#### 4.2.3 Kvantitativní hodnocení

Kvantitativní hodnocení poruch rovnováhy je prováděno pomocí počítačových technologií, jako je statická a dynamická posturografie. (Mancini, Horak, 2011)

Statická posturografie se zaměřuje na kvantifikování posturálních výchylek při statickém stoji. Posturální výchylky jsou v tomto případě kvantifikovány charakterizováním posunů centra tlaku nohy na silové plošině. (Mancini, Horak, 2011)

Dynamická posturografie zahrnuje použití vnějších rušivých sil či hodnocení rovnováhy při změněných sensorických podmínkách. (Mancini, Horak, 2011)

## 5 DISKUZE

Cílem bakalářské práce bylo přinést teoretický přehled o problematice hodnocení rovnováhy a o praktickém využití klinických testů u vybraných diagnóz.

Při zpracování teoretického přehledu jsme zjistili, že tematika rovnováhy je spojena s nejednotností terminologie. Na tento problém upozorňuje také Vařeka (2002a), dle něhož je jednoznačné a jasné odlišení základních termínů týkajících se rovnováhy předpokladem pro správné pochopení tématu a předcházení šíření omylů.

V české literatuře se často setkáváme s nejasným rozlišením pojmů stabilita a rovnováha. Vařeka (2002a) termín rovnováha popisuje jako komplex statických a dynamických strategií, které jedinec využívá k udržování posturální stability, přičemž posturální stabilitu zde definuje jako schopnost zajištění vzpřímeného držení těla a schopnost včasné a adekvátní reakce na působení vnějších a vnitřních sil. Véle et al. (2001) pak využívají termínu stabilita, který vysvětlují jako jistotu při udržování vzpřímené polohy těla a jeho jednotlivých segmentů. Vařeka (2002a) dále spatřuje problém v častém zaměňování významu pojmů COP a COM. Také Kolář (2009) upozorňuje na nejednotné vymezení pojmu postura různými autory.

V zahraniční literatuře se setkáváme převážně s termínem „stability“, který je například dle autorů Shumway-Cook a Woollacott (2007) definován jako schopnost kontrolovaného udržování COM v mezích opěrné báze, s čímž se shoduje také Blaszczyk et al. (2003). Dle Shumway-Cook a Woollacott (2007) je pojem „stability“ možno uvádět také jako „balance“. Mumenthaler et al. (2008) pak definují pojem rovnováha jako schopnost jedince udržovat vzpřímené držení těla a zajistit pohyb v prostoru i při ztížených podmínkách. Dawson et al. (2018) uvádí, že pojmy rovnováha a posturální stabilita jsou často považovány za navzájem zaměnitelné z důvodu chybějící standardizované nomenklatury.

Nejednotnost ve využívání pojmů stabilita či rovnováha je problémem nejasného definování rozdílů mezi významy těchto termínů. Dalším faktorem, který tuto nejednotnost v literatuře může způsobovat, je také rozdílnost v překladu termínů „stability“ či „balance“.

Poruchy rovnováhy se často objevují jako součást celé řady onemocnění. Dle Horak (1997) je s těmito poruchami spojena dokonce většina neurologických onemocnění a velká část muskuloskeletálních onemocnění. Alonso et al. (2014) uvádí, že rovnováhu je možné hodnotit pomocí klinického vyšetření, využitím standardizovaných testů či využitím kvantitativního hodnocení pomocí silových plošin. Fjeldstad et al. (2009) pak poukazuje

na to, že využití klinických testů je důležité pro zhodnocení poruchy rovnováhy a je dále důležitým nástrojem pro hodnocení vývoje těchto poruch.

Berg Balance Scale je v klinické praxi velmi často používaná škála hodnotící rovnováhu, což potvrzuje i velké množství diagnóz, u nichž je její využití vhodné. Někteří autoři tuto škálu dokonce označují za zlatý standard ve funkčním hodnocení rovnováhy a v hodnocení rizika pádu. (Southard et al., 2005; Blum, Korner-Bitensky, 2008)

Berg Balance Scale hodnotí jak statickou, tak i dynamickou rovnováhu. Toto potvrzují ve své studii také Lee et Ahn (2018). Škála obsahuje hodnocení posturální stabilizace při změnách poloh, výběr statické strategie udržování rovnováhy při stožení, dále hodnotí posturální stabilitu při změnách BS (přesuny) a při vyřazení určitých sensorických vstupů (zrak, vestibulární aparát) či také limity stability.

Škála zahrnuje hodnocení širokého okruhu aspektů posturální kontroly, což je také důvodem jejího častého využití v klinické praxi a možnosti použití u velkého spektra především neurologických diagnóz. Škála dále obsahuje takové úkoly, jejichž provedení je součástí aktivit běžného denního života a je tedy pro hodnotitele důležitým ukazatelem funkčních schopností pacienta. Yelnik et Bonan (2008) udávají jako limitaci škály podmínku, že pro její provedení musí být pacient schopen chůze.

Dle zpracované rešerše byla vhodnost využití Berg Balance Scale určena u diagnóz cévní mozková příhoda, roztroušená skleróza mozkomíšní, Parkinsonova choroba, polyneuropatie a periferní vestibulární syndrom. Využití pro hodnocení rovnováhy u posttraumatických stavů dolních končetin není udáváno. Součástí testu jsou úkoly jako například samostatný sed, které pro rovnováhu při těchto stavech nemají význam.

Dynamic Gait Index je standardizovaným testem určeným k hodnocení rovnováhy a schopnosti chůze pacientů. Song et Ryu (2016) uvádí, že úkoly testu jsou zaměřeny na různé modifikace chůze a je jimi hodnocena dynamická rovnováha. Modifikace chůze pomocí horizontálních a vertikálních pohybů hlavy pak navíc testuje rovnováhu při vyřazení určitých sensorických vstupů (zrak, vestibulární aparát).

Dle Alonso et al. má Dynamic Gait Index vynikající uplatnitelnost u diagnóz cévní mozková příhoda, roztroušená skleróza, Parkinsonova choroba a vestibulární dysfunkce, což se shoduje s výsledky naší rešerše. Navíc uvádíme ještě využití u pacientů s diagnózou polyneuropatie, které potvrzuje studie Jernigana et al. (2012). Shodují se s ním i další autoři jako například Rodgers et Andrews (2017) či Marchetti et Whitney (2006).

Z důvodu testování různých modifikací chůze je test vhodným nástrojem pro hodnocení rovnováhy výše uvedených neurologických diagnóz, neboť chůze je u všech těchto diagnóz

z různých příčin značně narušena. Test zahrnuje úkoly jako samostatná chůze na určitou vzdálenost, zrychlení v průběhu chůze či změna směru chůze, které hodnotí funkční schopnosti rovnováhy pacientů, protože s těmito podmínkami se setkávají v běžném denním životě. Využití u posttraumatických stavů opět není udáváno. Důvodem může být neschopnost tohoto testu zhodnotit ty aspekty rovnováhy, které jsou u vybraných posttraumatických stavů významně postižené (např. *limits stability*).

Functional Reach Test je jednoduchým klinickým testem hodnotícím rovnováhu. Jedná se především o hodnocení aspektu limitů stability či výběru statické strategie pro udržení rovnováhy. Yelnik et Bonan (2008) uvádějí vhodnost využití tohoto testu u pacientů s Parkinsonovou chorobou a u pacientů po prodělané cévní mozkové příhodě. Výsledky naší rešerše se s tímto tvrzením shodují. Připojujeme ale ještě možnost využití testu u pacientů s diagnózou polyneuropatie. V rešerši uvádíme studii Maranesi et al. (2016) zabývající se zapojením svalových vzorců při provedení Functional Reach Testu u pacientů s diabetickou neuropatií. Functional Reach Test využívají ve svých studiích zaměřených na pacienty s polyneuropatií také například Dalfolo et al. (2015) nebo Kiani et al. (2018).

Jednoduchost provedení Functional Reach Testu a jeho nenáročnost na potřebný čas a pomůcky je výhodou pro použití v klinické praxi. Nevýhodou je ale úzké zaměření testu. Jak již bylo uvedeno, testem jsou hodnoceny především *limits stability* a výběr motorické strategie k udržení rovnováhy, což poukazuje na menší výpovědní hodnotu o schopnostech rovnováhy v porovnání se škálami, které zahrnují hodnocení mnoha aspektů posturální kontroly (např. Berg Balance Scale a další). Ačkoliv je testem hodnocena propriocepce a *limits stability*, nebyla nalezena žádná studie využívající jej k hodnocení rovnováhy u posttraumatických stavů na dolních končetinách. Z našeho pohledu je u posttraumatických stavů potřeba použití náročnějších testů, které v sobě zahrnují spíše dynamickou stabilitu, což Functional Reach Test nespĺňuje.

Balance Evaluation System Test je dle Horak et al. (2009) testem určeným k identifikaci a hodnocení základních systémů posturální kontroly zodpovědných za poruchy rovnováhy tak, aby následná terapie na tento systém mohla být cíleně zaměřena. Test se zabývá hodnocením biomechanických omezení, limitů stability, stability při přesunech, posturálními reakcemi, vlivem senzoričských vstupů či dynamickou stabilitou při chůzi.

V rešerši uvádíme studie spojené s diagnózami cévní mozkové příhody, roztroušené sklerózy a Parkinsonovy choroby, u kterých daní autoři Balance Evaluation System Test k hodnocení rovnováhy využili. S naším výsledkem se shodují Horak et al. (2009), kteří uvádí možnost použití testu u stejných diagnóz.

Balance Evaluation System Test je z velice rozsáhlým testem, pomocí kterého je hodnoceno široké spektrum aspektů posturální kontroly. Je proto vhodným testem k posouzení rovnováhy u neurologických pacientů, neboť zde nalézáme množství příčin způsobujících poruchy rovnováhy, které by měl tento obsáhlý test odhalit a zhodnotit. Velkou nevýhodou testu je velká časová náročnost a z tohoto důvodu není v klinické praxi tolik využívaným. V reakci na tuto nevýhodu pak bylo vytvořeno několik modifikací (např. Mini BESTest a další), u kterých byl snížen čas pro jejich vykonání.

Gribble et al. (2013) uvádí, že Star Excursion Balance Test je vhodným testem k hodnocení dynamické rovnováhy a také k hodnocení rizika pádu či zranění. Testem je dle našeho názoru hodnocena především dynamická rovnováha, limity stability a svalová síla. Stejně složky posturální kontroly hodnocené tímto testem uvádí i Hyong et Kim (2014), kteří navíc uvádějí ještě hodnocení rozsahu pohybu kyčelních, kolenních a hlezenních kloubů, intaktnost propioceptivní složky sensorického systému a neuromuskulární nastavení.

Dle autorů Gribble et al. (2013) je test využitelný především pro hodnocení rovnováhy u pacientů s různým druhem posttraumatických stavů dolních končetin, s čímž se shodují výsledky naší rešerše, které udávají využitelnost u pacientů s poškozením předního zkříženého vazy a u pacientů s chronickou nestabilitou hlezna.

Přestože se jedná o test primárně využívaný pro hodnocení rovnováhy při ortopedických problémech dolních končetin, je tento test možné zařazovat také u neurologických diagnóz. Z výsledků naší rešerše je zřejmé, že může být využit také u diagnóz cévní mozková příhoda (Onwudiwe et al., 2018) a roztroušená skleróza mozkomíšní (Razieh et al., 2016).

Test zahrnuje především hodnocení intaktnosti propiocepce, limitů stability, udržování rovnováhy při zmenšené opěrné bázi a při změnách COM (tzn. těžiště) a dále také hodnotí svalovou sílu dané dolní končetiny. Star Excursion Balance Test je zaměřený na dynamickou rovnováhu a hodnotí ty aspekty posturální kontroly, které jsou nejvíce postiženy při posttraumatických stavech na dolních končetinách. Je proto velmi vhodným testem k hodnocení rovnováhy u poškození LCA a u chronické nestability hlezna. Výsledek rešerše ukazuje, že je zde možnost použití i u neurologických diagnóz, jako je cévní mozková příhoda či roztroušená skleróza. Dle našeho názoru se jedná o poměrně náročný test a jeho použití u neurologických diagnóz je možné spíše u pacientů s menší poruchou rovnováhy, kteří jsou více fyzicky zdatní, než u těžce postižených pacientů.

## 6 ZÁVĚR

Bakalářská práce byla zpracována formou rešerše a kladla si za cíl přinést teoretické poznatky o problematice rovnováhy a o možnostech jejího hodnocení pomocí vybraných klinických testů.

V úvodní části se práce věnuje teoretickému přehledu problematiky rovnováhy, přičemž jsou zde zpracována témata posturální kontroly, mechanismů ovlivňujících rovnováhu a jsou vybrána a popsána neurologická onemocnění a posttraumatické stavy, v jejichž důsledku dochází k poruchám rovnováhy. Při zpracovávání teoretického přehledu jsme došli k závěru, že se jedná o rozsáhlou problematiku, při jejímž studiu je velkým úskalím nejednotnost terminologie.

V práci jsme se dále věnovali popisu standardizovaných testů určených k hodnocení rovnováhy. Vyhledány a popsány byly studie popisující využití daných testů u vybraných onemocnění. Na základě těchto studií pak byla vytvořena tabulka poukazující na vhodnost využití standardizovaných testů u různých diagnóz. Tato tabulka by coby výsledek naší práce měla sloužit jako návod k vhodnému výběru testů v klinické praxi.

Tematika rovnováhy, jejích poruch a možností jejího hodnocení je aktuálním tématem, které je spojeno s velkým množstvím diagnóz. Poruchy rovnováhy se tak vyskytují u značného podílu pacientů. Hodnocení rovnováhy a rizika pádu pomocí standardizovaných testů je v klinické praxi důležitým aspektem pro správný výběr cílené terapie a tím i pro zlepšení klinického stavu a kvality života pacientů, jimž poruchy rovnováhy tuto kvalitu značně narušují.



## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ALGHWIRI, Alia A., Hanan KHALIL, Alham AL-SHARMAN a Khalid EL-SALEM. Depression is a predictor for balance in people with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis and Related Disorders* [online]. 2018, **24**, 28-31 [cit. 2020-03-01]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.msard.2018.05.013>
- ALONSO, Angélica Castilho, Natália Mariana LUNA, Felipe Nunes DIONÍSIO, Danielli Souza SPECIALI, Luiz Eugenio LEME a Julia Maria D'ANDREA GREVE. Functional Balance Assessment: review. *Medical Express* [online]. 2014, **1**(6), 298-301 [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: <http://www.dx.doi.org/10.5935/MedicalExpress.2014.06.03>
- AMBLER, Zdeněk. *Základy neurologie*. 7. vyd. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-7262-707-3.
- BASTLOVÁ, Petra., Zuzana JURUTKOVÁ, Jana TOMSOVÁ a Anna ZELENÁ. *Výběr klinických testů pro fyzioterapeutu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4640-0.
- BERGER, Jiří, Zbyněk KALITA a Igor ULČ. *Parkinsonova choroba*. Praha: MAXDORF, 2000. ISBN 80-85912-13-9.
- BERLIT, Peter. *Memorix neurologie*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1915-3.
- BIZOVSKÁ, Lucia, Miroslav JANURA, Marcela MÍKOVÁ a Zdeněk SVOBODA. *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. ISBN 978-80-244-5259-3.
- BLASZCZYK, Janusz W., Bogdan BACIK a Grzegorz JURAS. Clinical Assessment of Postural Stability. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology* [online]. 2003, **3**(2) [cit. 2020-04-21]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/228807158\\_Clinical\\_Assessment\\_of\\_Postural\\_Stability](https://www.researchgate.net/publication/228807158_Clinical_Assessment_of_Postural_Stability)
- BLUM, Lisa a Nicol KORNER-BITENSKY. Usefulness of the Berg Balance Scale in Stroke Rehabilitation: A Systematic Review. *Physical Therapy* [online]. 2008, **88**(5), 559-566 [cit. 2020-02-29]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article/88/5/559/2742392>
- BRODOVSKY, Janine R. a Matthew J. VNENCHAK. Vestibular Rehabilitation for Unilateral Peripheral Vestibular Dysfunction. *Physical Therapy* [online]. 2013, **93**(3), 293–298 [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article/93/3/293/2735278>
- DALFOLO, Milene Elias, Isabel DE CAMARO NEVES SACCO, Ulisses Tirolo TADDEI, Maria DO SOCORRO MORAIS PEREIRA SIMOES, Nathalie FERRARI, Fadlo Fraige FILHO a Cristina DALLEMOLE SARTOR. Falls occurrence is related to

loss of vibration perception and functional reach in diabetes: a retrospective study. *Diabetology and Metabolic Syndrome Journal* [online]. 2015, **7**(1), 1-2 [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: <http://www.dmsjournal.com/content/7/S1/A43>

DANI, Vyoma Bharat, Riki SHAN a Rima SHETH. Functional Reach Test: Establishing the Reference Value in Healthy Adults of Gujarat, India. *Acta Medica International* [online]. 2019, **6**(2), 89-92 [cit. 2020-03-06]. Dostupné z: <http://www.actamedicainternational.com/text.asp?2019/6/2/86/271115>

DAWSON, Nicole, Darcy DZURINO, Melissa KARLESKINT a Jenifer TUCKER. Examining the reliability, correlation, and validity of commonly used assessment tools to measure balance. *Health Science Report* [online]. 2018, **1**(12), 98-106 [cit. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/hsr2.98>

DE ROOJI, Ilona J.M., Ingrid G.L. VAN DE PORT a Jan-Willem G. MEIJER. Effect of Virtual Reality Training on Balance and Gait Ability in Patients With Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis. *Physical Therapy* [online]. 2016, **96**(12), 1905-1918 [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article-abstract/96/12/1905/2866292>

DIBBLE, Leland ., Cielita LOPEZ-LENNON, Warren LAKE, Carrie HOFFMEISTER a Eduard GAPPMAIER. Utility of Disease-Specific Measures and Clinical Balance Tests in Prediction of Falls in Persons With Multiple Sclerosis. *Journal of Neurologic Physical Therapy* [online]. 2013, **37**(3), 99-104 [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: [https://journals.lww.com/jnpt/Fulltext/2013/09000/Utility\\_of\\_Disease\\_Specific\\_Measures\\_and\\_Clinical.2.aspx](https://journals.lww.com/jnpt/Fulltext/2013/09000/Utility_of_Disease_Specific_Measures_and_Clinical.2.aspx)

DINGENEN, Bart, Luc JANSSENS, Thomans LUYCKX, Steven CLAES, Johan BELLEMANS a Filip F. STAES. Postural stability during the transition from double-leg stance to single-leg stance in anterior cruciate ligament injured subjects. *Clinical Biomechanics* [online]. 2015, **30**, 283-289 [cit. 2020-03-21]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2015.01.002>

DOMINGUES, Paula Calori, Felepe de Souza SERENZA, Thiago Batista MUNIZ, Luciano Fonseca Lemos DE OLIVEIRA, Rodrigo SALIM, Fabricio FOGAGNOLO, Mauricio KFURI a Aline Miranda FERREIRA. The relationship between performance on the modified star excursion balance test and the knee muscle strength before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *The Knee* [online]. 2018, **25**, 588-594 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.knee.2018.05.010>

DOS SANTOS, Marcio José, Ana Luiza GORGES a Jaqueline Lourdes RIOS. Individuals with chronic ankle instability exhibit decreased postural sway while kicking in a single-leg stance. *Gait & Posture* [online]. 2014, **40**, 231-236 [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.04.002>

DOWNS, Stephen. The Berg Balance Scale. *Journal of Physiotherapy* [online]. 2015, **61**(1), 46 [cit. 2020-02-29]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jphys.2014.10.002>

DUNGL, Pavel. *Ortopedie. 2.*, přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2014. ISBN 978-80-247-4357-8.

EHLER, Edvard. Polyneuropatie. *Neurologie pro praxi* [online]. 2013, **14**(1), 20-27 [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/neu/2013/01/06.pdf>

FJELDSTAD, Cecilie, Gabriel PARDO, Christine FREDERIKSEN, Debra BEMBEN a Michael BEMBEN. Assessment of Postural Balance in Multiple Sclerosis. *International Journal of MS Care* [online]. 2009, **11**(1), 1-5 [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: <https://doi.org/10.7224/1537-2073-11.1.1>

FORSBERG, Anette, Malin ANDREASSON a Ylva E. NILSAGARD. Validity of the Dynamic Gait Index in People With Multiple Sclerosis. *Physical Therapy* [online]. 2013, **93**(10), 1369-1376 [cit. 2020-03-04]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article-abstract/93/10/1369/2735550>

GAZZOLA, Juliana Maria, Monica Rodriguez PERRACINI, Maurício Malavasi GANANCA a Fernando Freitas GANANCA. Functional balance associated factors in the elderly with chronic vestibular disorder. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology* [online]. 2006, **72**(5), 683-690 [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1808869415310260?via%3Dihub>

GEIGER, Ruth Ann, Jeffery ALLEN, Joanne O'KEEFE a Ramona HICKS. Balance and Mobility Following Stroke: Effects of Physical Therapy Interventions With and Without Biofeedback/Forceplate Training. *Physical Therapy* [online]. 2001, **81**(4), 995-1005 [cit. 2020-02-27]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article-abstract/81/4/995/2829523>

GODI, M., FRANCHIGNONI, F., CALIGARI, M., GIORDANO, A., TURCATO, A. M., NARDONE, A. Comparison of Reliability, Validity, and Responsiveness of the Mini-BESTest and Berg Balance Scale in Patients With Balance Disorders. *Physical Therapy* [online]. 2012, **93**(2), 158-167 [cit. 2020-02-24]. Dostupné z: <http://ptjournal.apta.org/content/93/2/158>

GRIBBLE, Philip A., Jay HERTEL a Phil PLISKY. Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. *Journal of Athletic Training* [online]. 2012, **47**(3), 339–357 [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3392165/>

GRIBBLE, Philip A., Sarah E. KELLY, Kathryn M. REFSHAUGE a Claire E. HILLER. Interrater Reliability of the Star Excursion Balance Test. *Journal of Athletic Training* [online]. 2013, **48**(5), 621–626 [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3784363/>

HAVRDOVÁ, Eva. *Roztroušená skleróza*. 2. vyd. Praha: TRITON, 2000. ISBN 80-7254-117-X.

HAVRDOVÁ, Eva. *Roztroušená skleróza*. Praha: MAXDORF, 2005. ISBN 80-7345-069-0.

HAVRDOVÁ, Eva. a kol. *Roztroušená skleróza v praxi*. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-189-6.

HELMINSKI, Janet O. Effectiveness of the Canalith Repositioning Procedure in the Treatment of Benign Paroxysmal Positional Vertigo. *Physical Therapy* [online]. 2014, **94**(10), 1373-1382 [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article-abstract/94/10/1373/2735512>

HERTEL, Jay, Rebecca A. BRAHAM, Sheri A. HALE a Lauren C. OLMSTED-KRAMER. Simplifying the Star Excursion Balance Test: Analyses of Subjects With and Without Chronic Ankle Instability. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* [online]. 2006, **36**(3), 131-137 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2006.36.3.131>

HERTEL, Jay. Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability. *Journal of Athletic Training* [online]. 2002, **37**(4), 364–375 [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC164367/pdf/attr\\_37\\_04\\_0364.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC164367/pdf/attr_37_04_0364.pdf)

HORAK, Fay B. Clinical assessment of balance disorders. *Gait and Posture* [online]. 1997, **6**(1), 76-84 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(97\)00018-0](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(97)00018-0)

HORAK, Fay B., Diane M. WRISLEY a James FRANK. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to Differentiate Balance Deficits. *Physical Therapy* [online]. 2009, **89**(5), 484-498 [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article-abstract/89/5/484/2737639>

HYONG, In Hyouk a Jae Hyun KIM. Test of Intrarater and Interrater Reliability for the Star Excursion Balance Test. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2014, **26**(8), 1139-1141 [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1589/jpts.26.1139>

CHOI, Yik Ming, Fiona DOBSON, Joel MARTIN, Kim L. BENNEL a Rana S. HINMAN. Interrater and Intrarater Reliability of Common Clinical Standing Balance Tests for People With Hip Osteoarthritis. *Physical Therapy* [online]. 2014, **94**(5), 696-704 [cit. 2020-03-06]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article-abstract/94/5/696/2735618>

JALAYONDEJA, Chutima, Patricia SULLIVAN a Sopa PICHAIYONGWONGDEE. Six-month prospective study of fall risk factors identification in patients post-stroke. *Geriatrics and Gerontology International* [online]. 2014, **14**(4), 778-785 [cit. 2020-02-29]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ggi.12164>

JEDLIČKA, Pavel a Otakar KELLER. *Speciální neurologie*. Praha: Galén, 2005. ISBN 80-7262-312-5.

JERNIGAN, Stephen D., Patricia S. POHL, Jonathan D. MAHNKEN a Patricia M. KLUDING. Diagnostic Accuracy of Fall Risk Assessment Tools in People With Diabetic Peripheral Neuropathy. *Physical Therapy* [online]. 2012, **92**(11), 1461-1470 [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article-abstract/92/11/1461/2735170>

KIANI, Nida, Misbah MARRYAM, Arshad Nawaz MALIK a Imran AMJAD. The Effect of Aerobic Exercises on Balance in Diabetic Neuropathy Patients. *Journal Of Medical Sciences* [online]. 2018, **26**(2), 141-145 [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: <https://www.jmedsci.com/index.php/Jmedsci/article/view/540>

KIM, Yonghun, Eunjung KIM a Wontae GONG. The Effects of Trunk Stability Exercise Using PNF on the Functional Reach Test and Muscle Activities of Stroke Patients. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2011, **23**(5), 699-702 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1589/jpts.23.699>

KIRBY, Jessica L., Megan N. HOUSTON, Michael L. GABRINER a Matthew C. HOCH. Relationships between mechanical joint stability and somatosensory function in individuals with chronic ankle instability. *The Foot* [online]. 2016, **28**, 1-6 [cit. 2020-03-20]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foot.2016.04.001>

KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-657-1.

KRÁLÍČEK, Petr. *Úvod do speciální neurofyzologie*. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-246-0350-0.

LEE, Su-Kyoung a Su-Hong AHN. Effects of balance evaluation comparison of dynamic balance and Y balance. *Journal of Exercise Rehabilitation* [online]. 2018, **14**(6), 939-943 [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: <https://doi.org/10.12965/jer.1836494.247>

LUQUE-MORENO, Carlos, Gonzalo GARVEY-CANIVELL a Fátima CANO-BRAVO. Analysis and rehabilitation of balance and gait in a patient with multiple sclerosis. *Revista Científica de la Sociedad de Enfermería Neurológica (English ed.)* [online]. 2018, **48**, 28-

31 [cit. 2020-03-01]. Dostupné z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2530299X18300153>

MAK, Margaret K. Y. a Mandy M. AUYEUNG. Mini-BESTest can predict Parkinsonian recurrent fallers: a 6-month prospective study. *Journal of Rehabilitation Medicine* [online]. 2013, **45**(6), 565-571 [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://doi.org/10.2340/16501977-1144>

MANCINI, Martina a Fay B HORAK. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 2011, **46**(2), 239–248 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3033730/>

MARANESI, Elvira, Giacomo GHETTI, Rosa Anna RABINI a Sandro FIORETTI. Functional reach test: Movement strategies in diabetic subjects. *Gait & Posture* [online]. 2014, **39**, 501-505 [cit. 2020-03-07]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.08.035>

MARANESI, E., F. DI NARDO, R. A. RABINI, G. G. GHETTI, L. BURATTINI, O. MERCANTE a S. FIORETTI. Muscle activation patterns related to diabetic neuropathy in elderly subjects: A Functional Reach Test study. *Clinical Biomechanics* [online]. 2016, **32**, 236–240 [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2015.11.005> 0268-0033/

MARCHETTI, Gregory F. a Susan I. WHITNEY. Construction and Validation of the 4-Item Dynamic Gait Index. *Physical Therapy* [online]. 2006, **86**(12), 1651-1660 [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article-abstract/86/12/1651/2805088>

MAŠÁT, P., I. DYLEVSKÝ a V. HAVLAS. Results of surgical restorations of knee anterior cruciate ligament. *Kontakt* [online]. 2005, **7**(1), 145-152 [cit. 2020-03-20]. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/ac3d/22992821d6a5295b3b0cee5ffb748d8f760c.pdf>

MISHRA, Nimisha, Vivek KULKARNI, Savita RAIKAR, Ashok SHYAM a Parag SANCHETI. Effect of Treadmill Training on Gait and Balance Impairments in Patients with Parkinson's Disease. *Indian Journal of Physiotherapy & Occupational Therapy* [online]. 2014, **8**(4), 227-231 [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/287139642\\_Effect\\_of\\_Treadmill\\_Training\\_on\\_Gait\\_and\\_Balance\\_Impairments\\_in\\_Patients\\_with\\_Parkinson's\\_Disease](https://www.researchgate.net/publication/287139642_Effect_of_Treadmill_Training_on_Gait_and_Balance_Impairments_in_Patients_with_Parkinson's_Disease)

MUMENTHALER, Marco, Claudio BASSETTI a Christof DAETWYLER. *Neurologická diferenciální diagnostika*. Praha: Grada Publishing, 2008. ISBN 978-80-247-2298-6.

ONWUDIWE, C.O., C.I. EZEMA, M.C. NWEKE, G.O. ANUKAM a G.C. OKOY. Effects of Core Strengthening Exercises on Dynamic Balance and Gait Speed in Stroke Survivors. *International Journal of Basic, Applied and Innovative Research* [online].

2018, 7(2), 47 - 54 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z:  
<https://www.ajol.info/index.php/ijbair/article/view/176473>

PAZZAGLIA, C., I. IMBIMBO, E. TRANCHITA, C. MINGANTI, D. RICCIARDI, R. LO MONACO a L. PADUA. Comparison of virtual reality rehabilitation and conventional rehabilitation in Parkinson's disease: a randomised controlled trial. *Physiotherapy Journal* [online]. 2020, **106**, 36-42 [cit. 2020-03-02]. Dostupné z:  
<https://doi.org/10.1016/j.physio.2019.12.007>

PETROVICKÝ, Pavel. a kol. *Klinická neuroanatomie CNS s aplikovanou neurologií a neurochirurgií*. Praha: TRITON, 2008. ISBN 978-80-7387-039-3.

PFEIFFER, Jan. *Neurologie v rehabilitaci*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1135-5.

PIONNIER, Raphaël, Nicolas DÉCOUFOUR, Franck BARBIER a Christophe POPINEAU. A new approach of the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural control in people complaining from chronic ankle instability. *Gait & Posture* [online]. 2016, **45**, 97-102 [cit. 2020-03-19]. Dostupné z:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.01.013>

POTTER, Kirsten a Kathi BRANDFASS. The Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest). *Journal of Physiotherapy* [online]. 2015, **61**, 225 [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jphys.2015.04.002>

RAZIEH, Farid, Norasteh ALI-ASGHAR a Hatamian HAMIDREZA. The Effect of Core Stability Exercise Program on the Balance of Patients with Multiple Sclerosis. *Caspian Journal of Neurological Sciences* [online]. 2016, **2**(1), 9-17 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: [https://iranjournals.nlai.ir/1198/article\\_321054.html](https://iranjournals.nlai.ir/1198/article_321054.html)

*Rehabilitace po cévní mozkové příhodě: včetně nácviku soběstačnosti: průvodce nejen pro rehabilitační pracovníky*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004. 199 s. ISBN 80-247-0592-3.

RINGHOF, Steffen a Thorstein STEIN. Biomechanical assessment of dynamic balance: Specificity of different balance tests. *Human Movement Science* [online]. 2018, **58**, 140-147 [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.02.004>

RODGERS, Sarah a A. Williams ANDREWS. Effects of Dynamic Balance Training and Progressive Ambulation on Functional Mobility in an Individual with Vaccine-Associated Guillain-Barre Syndrome: A Case Report. *Journal of Student Physical Therapy Research* [online]. 2017, **9**(1), 1-7 [cit. 2020-04-22]. Dostupné z:  
[http://www.ptstudentjournal.org/assets/JSPTR\\_Volume\\_9\\_Number\\_2\\_Arti56332.pdf](http://www.ptstudentjournal.org/assets/JSPTR_Volume_9_Number_2_Arti56332.pdf)

ROJHANI-SHIRAZI, Zahra, Fatemeh BARZINTAJ a Mohamed Reza SALIMIFARD. Comparison the effects of two types of therapeutic exercises Frenkele vs. Swiss ball on the clinical balance measures in patients with type II diabetic neuropathy. *Diabetes &*

*Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews* [online]. 2017, **11**, S29-S32 [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsx.2016.08.020>

ROSS, Elaine, Helen PURTILL, Marcin USZYNSKI, Sara HAYES, Blathin CASEY, Catherine BROWNE a Susan COOTE. Cohort Study Comparing the Berg Balance Scale and the Mini-BESTest in People Who Have Multiple Sclerosis and Are Ambulatory. *Physical Therapy* [online]. 2016, **96**(9), 1448-1455 [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article-abstract/96/9/1448/2865022>

SCENA, Silvio, Roberto STEINDLER, Moira CECI, Stefano Marie ZUCCARO a Eli CARMELI. Computerized Functional Reach Test to Measure Balance Stability in Elderly Patients With Neurological Disorders. *Journal of Clinical Medicine Research* [online]. 2016, **8**(10), 715-720 [cit. 2020-03-06]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.14740/jocmr2652w>

SEIDL, Zdeněk a Jiří OBENBERGER. *Neurologie pro studium i praxi*. Praha: Grada Publishing, 2004. ISBN 80-247-0623-7.

SHUMWAY-COOK, Anne a Marjorie WOOLLACOTT. *Motor control: Translating research into clinical practice*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2007. ISBN 978-0-7817-6691-3.

SHUMWAY-COOK, Anne, Catherine S. TAYLOR, Patricia Noritake MATSUDA, Michael T. STUDER a Brady K. WHETTEN. Expanding the Scoring System for the Dynamic Gait Index. *Physical Therapy* [online]. 2013, **93**(11), 1493-1506 [cit. 2020-03-04]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article-abstract/93/11/1493/2735325>

SCHLENSTEDT, Christian, Stephanie BROMBACHER, Gesa HARTWIGSEN, Burkhard WEISSER, Bettina MÖLLER a Günther DEUSCHL. Comparison of the Fullerton Advanced Balance Scale, Mini-BESTest, and Berg Balance Scale to Predict Falls in Parkinson Disease. *Physical Therapy* [online]. 2016, **96**(4), 494-501 [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://doi.org/10.2522/ptj.20150249>

SILBERNAGL, Stefan a Florian LANG. *Atlas patofyziologie člověka*. Praha: Grada Publishing, 2001. ISBN 80-7169-968-3.

SMÉKAL, D., R. KALINA a J. URBAN. Rehabilitace po artroskopických náhradách předního zkříženého vazů. *Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae* [online]. 2006, (73), 421-428 [cit. 2020-03-21]. Dostupné z: [http://acl-plastika.wbs.cz/rehabilitace/rehabilitace\\_po\\_plastice\\_09112012.pdf](http://acl-plastika.wbs.cz/rehabilitace/rehabilitace_po_plastice_09112012.pdf)

SONG, Gui-Bin a Hyo Jeong RYU. Effects of gait training with rhythmic auditory stimulation on gait ability in stroke patients. *The Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2016, **28**(5), 1403-1406 [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1589/jpts.28.1403>



SOUTHARD, Veronica, Manisha DAVE, Melanie GEIGER DAVIS, Janine BLANCO a Alison HOFFERBER. The Multiple Tasks Test as a predictor of falls in older adults. *Gait and Posture* [online]. 2005, **22**(4), 351-355 [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2004.11.013>

STURNIEKS, D.L., R. GEORGE a S.R. LORD. Balance disorders in the elderly. *Clinical Neurophysiology* [online]. 2008, **38**(6), 467-478 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2008.09.001>

TARI, Asmita Damodar a Sanjiv KUMAR. The effect of postural stability exercises in benign paroxysmal positional vertigo: Pre–post experimental study. *Physiotherapy - The Journal of Indian Association of Physiotherapists* [online]. 2017, **11**(2), 66-70 [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <http://www.pjiap.org/text.asp?2017/11/2/66/223696>

TSANG, Charlotte S. L., Lin-Rong LIAO, Raymond C. K. CHUNG a Marco Y. C. PANG. Psychometric Properties of the Mini- Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) in Community- Dwelling Individuals With Chronic Stroke. *Physical Therapy* [online]. 2013, **93**(8), 1102-1115 [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article-abstract/93/8/1102/2735542>

VALKOVIČ, Peter. *Diagnostická síla klinických testov a statickej posturografie v predikcii pádov u pacientov s Parkinsonovou chorobou*. Neurologie pro praxi [online]. 2007, **8**(6), 367-370 [cit. 2020-02-09]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/neu/2007/06/11.pdf>

VALKOVIČ, Peter. *Posturálna instabilita u pacientov s Parkinsonovou chorobou a jej liečba*. Neurologia pre prax [online]. 2009, **10**(6), 348-353 [cit. 2020-02-09]. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2009/06/09.pdf>

VALIŠ, Martin, PAVELEK, Zbyšek a kol. *Roztroušená skleróza pro praxi*. Praha: Maxdorf, 2018. ISBN 978-80-7345-573-6.

VAŘEKA, Ivan. Posturální stabilita (I. část) - Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2002, **9**(4), 115-121 [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/280087667\\_Posturalni\\_stabilita\\_Cast\\_1](https://www.researchgate.net/publication/280087667_Posturalni_stabilita_Cast_1)

VAŘEKA, Ivan. Posturální stabilita (II. část) - Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2002, **9**(4), 122-129 [cit. 2020-02-20]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/280087508\\_Posturalni\\_stabilita\\_Cast\\_2](https://www.researchgate.net/publication/280087508_Posturalni_stabilita_Cast_2)

VÉLE, František. *Kineziologie: Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. vyd. Praha: TRITON, 2006. ISBN 80-7254-837-9.

VÉLE, František, Jiří ČUMPELÍK, a Dagmar PAVLŮ, D. Úvaha nad problémem "stability" ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. Praha: Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně, 2001, **8**(3), 103-105.

VIVAS, Jamile, Pablo ARIAS a Javier CUDEIRO. Aquatic Therapy Versus Conventional Land-Based Therapy for Parkinson's Disease: An Open-Label Pilot Study. *Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2011, **92**(8), 1202-1210 [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.03.017>

VRABEC, Pavel, Barbora LISCHKEOVÁ, Martin SVĚTLÍK a Jiří SKŘIVAN. *Rovnovážný systém 1 - obecná část*. Praha: Triton, 2002. ISBN 80-7254-307-5.

YELNIK, A. a I. BONAN. Clinical tools for assessing balance disorders. *Clinical Neurophysiology* [online]. 2008, **38**(6), 439-445 [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2008.09.008>

## **SEZNAM PŘÍLOH**

|   |    |
|---|----|
| Příloha 1 Protokol testu Berg Balance Scale .....             | 68 |
| Příloha 2 Protokol testu Dynamic Gait Index.....              | 72 |
| Příloha 3 Protokol testu Balance Evaluation System Test ..... | 75 |

# PŘÍLOHY

## Příloha 1 Protokol testu Berg Balance Scale

### BERG BALANCE TESTS AND RATING SCALE

Patient Name \_\_\_\_\_  
Date \_\_\_\_\_  
Location \_\_\_\_\_  
Rater \_\_\_\_\_

**ITEM DESCRIPTION SCORE (0-4)** Sitting to standing \_\_\_\_\_ Standing unsupported \_\_\_\_\_ Sitting unsupported \_\_\_\_\_ Standing to sitting \_\_\_\_\_ Transfers \_\_\_\_\_ Standing with eyes closed \_\_\_\_\_ Standing with feet together \_\_\_\_\_ Reaching forward with outstretched arm \_\_\_\_\_ Retrieving object from floor \_\_\_\_\_ Turning to look behind \_\_\_\_\_ Turning 360 degrees \_\_\_\_\_ Placing alternate foot on stool \_\_\_\_\_ Standing with one foot in front \_\_\_\_\_ Standing on one foot \_\_\_\_\_ TOTAL \_\_\_\_\_

#### GENERAL INSTRUCTIONS

Please demonstrate each task and/or give instructions as written. When scoring, please record the lowest response category that applies for each item.

In most items, the subject is asked to maintain a given position for a specific time. Progressively more points are deducted if the time or distance requirements are not met, if the subject's performance warrants supervision, or if the subject touches an external support or receives assistance from the examiner. Subjects should understand that they must maintain their balance while attempting the tasks. The choices of which leg to stand on or how far to reach are left to the subject. Poor judgment will adversely influence the performance and the scoring.

Equipment required for testing are a stopwatch or watch with a second hand, and a ruler or other indicator of 2, 5 and 10 inches (5, 12 and 25 cm). Chairs used during testing should be of reasonable height. Either a step or a stool (of average step height) may be used for item #12.

#### 1. SITTING TO STANDING

INSTRUCTIONS: Please stand up. Try not to use your hands for support.

- ( ) 4 able to stand without using hands and stabilize independently
- ( ) 3 able to stand independently using hands
- ( ) 2 able to stand using hands after several tries
- ( ) 1 needs minimal aid to stand or to stabilize
- ( ) 0 needs moderate or maximal assist to stand

#### 2. STANDING UNSUPPORTED

INSTRUCTIONS: Please stand for two minutes without holding.

- ( ) 4 able to stand safely 2 minutes
- ( ) 3 able to stand 2 minutes with supervision
- ( ) 2 able to stand 30 seconds unsupported
- ( ) 1 needs several tries to stand 30 seconds unsupported
- ( ) 0 unable to stand 30 seconds unassisted

If a subject is able to stand 2 minutes unsupported, score full points for sitting unsupported.  
Proceed to item #4.

### **3. SITTING WITH BACK UNSUPPORTED BUT FEET SUPPORTED ON FLOOR OR ON A STOOL**

INSTRUCTIONS: Please sit with arms folded for 2 minutes.

- ( ) 4 able to sit safely and securely 2 minutes
- ( ) 3 able to sit 2 minutes under supervision
- ( ) 2 able to sit 30 seconds
- ( ) 1 able to sit 10 seconds
- ( ) 0 unable to sit without support 10 seconds

### **4. STANDING TO SITTING**

INSTRUCTIONS: Please sit down.

- ( ) 4 sits safely with minimal use of hands
- ( ) 3 controls descent by using hands
- ( ) 2 uses back of legs against chair to control descent
- ( ) 1 sits independently but has uncontrolled descent
- ( ) 0 needs assistance to sit

### **5. TRANSFERS**

INSTRUCTIONS: Arrange chairs(s) for a pivot transfer. Ask subject to transfer one way toward a seat with armrests and one way toward a seat without armrests. You may use two chairs (one with and one without armrests) or a bed and a chair.

- ( ) 4 able to transfer safely with minor use of hands
- ( ) 3 able to transfer safely definite need of hands
- ( ) 2 able to transfer with verbal cueing and/or supervision
- ( ) 1 needs one person to assist
- ( ) 0 needs two people to assist or supervise to be safe

### **6. STANDING UNSUPPORTED WITH EYES CLOSED**

INSTRUCTIONS: Please close your eyes and stand still for 10 seconds.

- ( ) 4 able to stand 10 seconds safely
- ( ) 3 able to stand 10 seconds with supervision
- ( ) 2 able to stand 3 seconds
- ( ) 1 unable to keep eyes closed 3 seconds but stays steady
- ( ) 0 needs help to keep from falling

### **7. STANDING UNSUPPORTED WITH FEET TOGETHER**

INSTRUCTIONS: Place your feet together and stand without holding.

- ( ) 4 able to place feet together independently and stand 1 minute safely
- ( ) 3 able to place feet together independently and stand for 1 minute with supervision
- ( ) 2 able to place feet together independently but unable to hold for 30 seconds
- ( ) 1 needs help to attain position but able to stand 15 seconds with feet together
- ( ) 0 needs help to attain position and unable to hold for 15 seconds

### **8. REACHING FORWARD WITH OUTSTRETCHED ARM WHILE STANDING**

INSTRUCTIONS: Lift arm to 90 degrees. Stretch out your fingers and reach forward as far as you can. (Examiner places a ruler at end of fingertips when arm is at 90 degrees. Fingers should not touch the ruler while reaching forward. The recorded measure is the distance forward that the finger reaches while the subject is in the most forward lean position. When possible, ask subject to use both arms when reaching to avoid rotation of the trunk.)

- ( ) 4 can reach forward confidently >25 cm (10 inches)
- ( ) 3 can reach forward >12 cm safely (5 inches)
- ( ) 2 can reach forward >5 cm safely (2 inches)
- ( ) 1 reaches forward but needs supervision
- ( ) 0 loses balance while trying/requires external support

### **9. PICK UP OBJECT FROM THE FLOOR FROM A STANDING POSITION**

INSTRUCTIONS: Pick up the shoe/slipper which is placed in front of your feet.

- ( ) 4 able to pick up slipper safely and easily
- ( ) 3 able to pick up slipper but needs supervision
- ( ) 2 unable to pick up but reaches 2-5cm (1-2 inches) from slipper and keeps balance independently
- ( ) 1 unable to pick up and needs supervision while trying
- ( ) 0 unable to try/needs assist to keep from losing balance or falling

### **10. TURNING TO LOOK BEHIND OVER LEFT AND RIGHT SHOULDERS WHILE STANDING**

INSTRUCTIONS: Turn to look directly behind you over toward left shoulder. Repeat to the right. Examiner may pick an object to look at directly behind the subject to encourage a better twist turn.

- ( ) 4 looks behind from both sides and weight shifts well
- ( ) 3 looks behind one side only other side shows less weight shift
- ( ) 2 turns sideways only but maintains balance
- ( ) 1 needs supervision when turning
- ( ) 0 needs assist to keep from losing balance or falling

### **11. TURN 360 DEGREES**

INSTRUCTIONS: Turn completely around in a full circle. Pause. Then turn a full circle in the other direction.

- ( ) 4 able to turn 360 degrees safely in 4 seconds or less
- ( ) 3 able to turn 360 degrees safely one side only in 4 seconds or less
- ( ) 2 able to turn 360 degrees safely but slowly
- ( ) 1 needs close supervision or verbal cueing
- ( ) 0 needs assistance while turning

### **12. PLACING ALTERNATE FOOT ON STEP OR STOOL WHILE STANDING UNSUPPORTED**

INSTRUCTIONS: Place each foot alternately on the step/stool. Continue until each foot has touched the step/stool four times.

- ( ) 4 able to stand independently and safely and complete 8 steps in 20 seconds
- ( ) 3 able to stand independently and complete 8 steps in >20 seconds
- ( ) 2 able to complete 4 steps without aid with supervision
- ( ) 1 able to complete >2 steps needs minimal assist
- ( ) 0 needs assistance to keep from falling/unable to try

### 13. STANDING UNSUPPORTED ONE FOOT IN FRONT

INSTRUCTIONS: (DEMONSTRATE TO SUBJECT) Place one foot directly in front of the other. If you feel that you cannot place your foot directly in front, try to step far enough ahead that the heel of your forward foot is ahead of the toes of the other foot. (To score 3 points, the length of the step should exceed the length of the other foot and the width of the stance should approximate the subject's normal stride width)

- ( ) 4 able to place foot tandem independently and hold 30 seconds
- ( ) 3 able to place foot ahead of other independently and hold 30 seconds
- ( ) 2 able to take small step independently and hold 30 seconds
- ( ) 1 needs help to step but can hold 15 seconds
- ( ) 0 loses balance while stepping or standing

### 14. STANDING ON ONE LEG

INSTRUCTIONS: Stand on one leg as long as you can without holding.

- ( ) 4 able to lift leg independently and hold >10 seconds
- ( ) 3 able to lift leg independently and hold 5-10 seconds
- ( ) 2 able to lift leg independently and hold = or >3 seconds
- ( ) 1 tries to lift leg unable to hold 3 seconds but remains standing independently
- ( ) 0 unable to try or needs assist to prevent fall

TOTAL SCORE (Maximum = 56): \_\_\_\_\_

#### \*References

Wood-Dauphinee S, Berg K, Bravo G, Williams JI: The Balance Scale: Responding to clinically meaningful changes. *Canadian Journal of Rehabilitation*, 10: 35-50, 1997.

Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI: The Balance Scale: Reliability assessment for elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehab Med*, 27:27-36, 1995.

Berg K, Maki B, Williams JI, Holliday P, Wood-Dauphinee S: A comparison of clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil*, 73: 1073-1083, 1992.

Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI, Maki, B: Measuring balance in the elderly: Validation of an instrument. *Can. J. Pub. Health*, July/August supplement 2:S7-11, 1992.

Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI, Gayton D: Measuring balance in the elderly: Preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*, 41:304-311, 1989.

## Příloha 2 Protokol testu Dynamic Gait Index

# Dynamic Gait Index

**Description:**

Developed to assess the likelihood of falling in older adults. Designed to test eight facets of gait.

**Equipment needed:** Box (Shoebox), Cones (2), Stairs, 20' walkway, 15" wide

**Completion:**

**Time:** 15 minutes

**Scoring:** A four-point ordinal scale, ranging from 0-3. "0" indicates the lowest level of function and "3" the highest level of function.

Total Score = 24

**Interpretation:**  $\leq 19/24$  = predictive of falls in the elderly  
 $> 22/24$  = safe ambulators

### 1. Gait level surface \_\_\_\_\_

*Instructions:* Walk at your normal speed from here to the next mark (20')

*Grading:* Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Walks 20', no assistive devices, good speed, no evidence for imbalance, normal gait pattern
- (2) Mild Impairment: Walks 20', uses assistive devices, slower speed, mild gait deviations.
- (1) Moderate Impairment: Walks 20', slow speed, abnormal gait pattern, evidence for imbalance.
- (0) Severe Impairment: Cannot walk 20' without assistance, severe gait deviations or imbalance.

### 2. Change in gait speed \_\_\_\_\_

*Instructions:* Begin walking at your normal pace (for 5'), when I tell you "go," walk as fast as you can (for 5'). When I tell you "slow," walk as slowly as you can (for 5').

*Grading:* Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Able to smoothly change walking speed without loss of balance or gait deviation. Shows a significant difference in walking speeds between normal, fast and slow speeds.
- (2) Mild Impairment: Is able to change speed but demonstrates mild gait deviations, or not gait deviations but unable to achieve a significant change in velocity, or uses an assistive device.
- (1) Moderate Impairment: Makes only minor adjustments to walking speed, or accomplishes a change in speed with significant gait deviations, or changes speed but has significant gait deviations, or changes speed but loses balance but is able to recover and continue walking.
- (0) Severe Impairment: Cannot change speeds, or loses balance and has to reach for wall or be caught.

### 3. Gait with horizontal head turns \_\_\_\_\_

*Instructions:* Begin walking at your normal pace. When I tell you to "look right," keep walking straight, but turn your head to the right. Keep looking to the right until I tell you, "look left," then keep walking straight and turn your head to the left. Keep your head to the left until I tell you "look straight," then keep walking straight, but return your head to the center.

*Grading:* Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Performs head turns smoothly with no change in gait.
- (2) Mild Impairment: Performs head turns smoothly with slight change in gait velocity, i.e., minor disruption to smooth gait path or uses walking aid.
- (1) Moderate Impairment: Performs head turns with moderate change in gait velocity, slows down, staggers but recovers, can continue to walk.
- (0) Severe Impairment: Performs task with severe disruption of gait, i.e., staggers outside 15" path, loses balance, stops, reaches for wall.



#### 4. Gait with vertical head turns \_\_\_\_\_

tip your head up. Keep looking up until I tell you, "look down," then keep walking straight and tip your head down. Keep your head down until I tell you "look straight," then keep walking straight, but return your head to the center.

*Grading:* Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Performs head turns smoothly with no change in gait.
- (2) Mild Impairment: Performs head turns smoothly with slight change in gait velocity, i.e., minor disruption to smooth gait path or uses walking aid.
- (1) Moderate Impairment: Performs head turns with moderate change in gait velocity, slows down, staggers but recovers, can continue to walk.
- (0) Severe Impairment: Performs task with severe disruption of gait, i.e., staggers outside 15" path, loses balance, stops, reaches for wall.

#### 5. Gait and pivot turn \_\_\_\_\_

*Instructions:* Begin walking at your normal pace. When I tell you, "turn and stop," turn as quickly as you can to face the opposite direction and stop.

*Grading:* Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Pivot turns safely within 3 seconds and stops quickly with no loss of balance.
- (2) Mild Impairment: Pivot turns safely in > 3 seconds and stops with no loss of balance.
- (1) Moderate Impairment: Turns slowly, requires verbal cueing, requires several small steps to catch balance following turn and stop.
- (0) Severe Impairment: Cannot turn safely, requires assistance to turn and stop.

#### 6. Step over obstacle \_\_\_\_\_

*Instructions:* Begin walking at your normal speed. When you come to the shoebox, step over it, not around it, and keep walking.

*Grading:* Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Is able to step over the box without changing gait speed, no evidence of imbalance.
- (2) Mild Impairment: Is able to step over box, but must slow down and adjust steps to clear box safely.
- (1) Moderate Impairment: Is able to step over box but must stop, then step over. May require verbal cueing.
- (0) Severe Impairment: Cannot perform without assistance.

#### 7. Step around obstacles \_\_\_\_\_

*Instructions:* Begin walking at normal speed. When you come to the first cone (about 6' away), walk around the right side of it. When you come to the second cone (6' past first cone), walk around it to the left.

*Grading:* Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Is able to walk around cones safely without changing gait speed; no evidence of imbalance.
- (2) Mild Impairment: Is able to step around both cones, but must slow down and adjust steps to clear cones.
- (1) Moderate Impairment: Is able to clear cones but must significantly slow, speed to accomplish task, or requires verbal cueing.
- (0) Severe Impairment: Unable to clear cones, walks into one or both cones, or requires physical assistance.

#### 8. Steps \_\_\_\_\_

*Instructions:* Walk up these stairs as you would at home, i.e., using the railing if necessary. At the top, turn around and walk down.

*Grading:* Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Alternating feet, no rail.
- (2) Mild Impairment: Alternating feet, must use rail.
- (1) Moderate Impairment: Two feet to a stair, must use rail.

(0) Severe Impairment: Cannot do safely.

**TOTAL SCORE: \_\_\_ / 24**

References:

1. 1. Herdman SJ. *Vestibular Rehabilitation*. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia, PA: F.A.Davis Co; 2000.
2. 2. Shumway-Cook A, Woollacott M. *Motor Control Theory and Applications*, Williams and Wilkins Baltimore, 1995: 323-324

*Instructions:* Begin walking at your normal pace. When I tell you to “look up,” keep walking straight, but

## Příloha 3 Protokol testu Balance Evaluation System Test

### BESTest Balance Evaluation – Systems Test Fay Horak PhD Copyright 2008

TEST NUMBER/SUBJECT CODE \_\_\_\_\_ DATE \_\_\_\_\_

EXAMINER NAME \_\_\_\_\_

#### *EXAMINER Instructions for BESTest*

1. Subjects should be tested with flat heeled shoes or with shoes and socks off.
2. If subject must use an assistive device for an item, score that item one category lower

#### *Tools Required*

- Stop watch
- Measuring tape mounted on wall for Functional Reach test
- Approximately 60 cm x 60 cm (2 X 2 ft) block of 4-inch, medium-density, Tempur® foam
- 10 degree incline ramp (at least 2 x 2 ft) to stand on
- Stair step, 15 cm (6 inches) in height for alternate stair tap
- 2 stacked shoe boxes for obstacle during gait
- 2.5 Kg (5-lb) free weight for rapid arm raise
- Firm chair with arms with 3 meters in front marked with tape for Get Up and Go test
- Masking tape to mark 3 m and 6 m lengths on the floor for Get Up and Go

#### SUMMARY OF PERFORMANCE: CALCULATE PERCENT SCORE

|              |                           |                              |
|--------------|---------------------------|------------------------------|
| Section I:   | _____ /15 x 100 = _____   | Biomechanical Constraints    |
| Section II:  | _____ /21 x 100 = _____   | Stability Limits/Verticality |
| Section III: | _____ /18 x 100 = _____   | Transitions/Anticipatory     |
| Section IV   | _____ /18 x 100 = _____   | Reactive                     |
| Section V:   | _____ /15 x 100 = _____   | Sensory Orientation          |
| Section VI:  | _____ /21 x 100 = _____   | Stability in Gait            |
| <br>         |                           |                              |
| TOTAL:       | _____ /108 points = _____ | Percent Total Score          |

**BESTest- Inter-rater Reliability**  
**Balance Evaluation – Systems Test**

Subjects should be tested with flat heeled shoes or shoes and socks off. If subject must use an assistive device for an item, score that item one category lower. If subject requires physical assistance to perform an item score the lowest category (0) for that item.

**I. BIOMECHANICAL CONSTRAINTS**

**SECTION I: \_\_\_\_\_/15 POINTS**

**1. BASE OF SUPPORT**

- (3) Normal: Both feet have normal base of support with no deformities or pain
- (2) One foot has deformities and/or pain
- (1) Both feet has deformities OR pain
- (0) Both feet have deformities AND pain

**2. COM ALIGNMENT**

- (3) Normal AP and ML CoM alignment and normal segmental postural alignment
- (2) Abnormal AP OR ML CoM alignment OR abnormal segmental postural alignment
- (1) Abnormal AP OR ML CoM alignment AND abnormal segmental postural alignment
- (0) Abnormal AP AND ML CoM alignment

**3. ANKLE STRENGTH & RANGE**

- (3) Normal: Able to stand on toes with maximal height and to stand on heels with front of feet up
- (2) Impairment in either foot of either ankle flexors or extensors (i.e. less than maximum height)
- (1) Impairment in two ankle groups (eg; bilateral flexors or both ankle flexors and extensors in 1 foot)
- (0) Both flexors and extensors in both left and right ankles impaired (i.e. less than maximum height)

**4. HIP/TRUNK LATERAL STRENGTH**

- (3) Normal: Abducts both hips to lift the foot off the floor for 10 s while keeping trunk vertical
- (2) Mild: Abducts both hips to lift the foot off the floor for 10 s but without keeping trunk vertical
- (1) Moderate: Abducts only one hip off the floor for 10 s with vertical trunk
- (0) Severe: Cannot abduct either hip to lift a foot off the floor for 10 s with trunk vertical or without vertical

**5. SIT ON FLOOR AND STANDUP**

*Time* \_\_\_\_\_ *secs*

- (3) Normal: Independently sits on the floor and stands up
- (2) Mild: Uses a chair to sit on floor OR to stand up
- (1) Moderate: Uses a chair to sit on floor AND to stand up
- (0) Severe: Cannot sit on floor or stand up, even with a chair, or refuses

**II. STABILITY LIMITS**

**SECTION II: \_\_\_\_\_/21 POINTS**

**6. SITTING VERTICALITY AND LATERAL LEAN**

|             |              | <u>Lean</u>   |             |              | <u>Verticality</u>  |
|-------------|--------------|---|-------------|--------------|---|
| <u>Left</u> | <u>Right</u> |   | <u>Left</u> | <u>Right</u> |   |
| (3)         | (3)          | Maximum lean, subject moves upper shoulders beyond body midline, very stable        | (3)         | (3)          | Realigns to vertical with very SMALL or no OVERSHOOT                    |
| (2)         | (2)          | Moderate lean, subject's upper shoulder approaches body midline or some instability | (2)         | (2)          | Significantly Over- or under-shoots but eventually realigns to vertical |
| (1)         | (1)          | Very little lean, or significant instability  | (1)         | (1)          | Failure to realign to vertical  |
| (0)         | (0)          | No lean or falls (exceeds limits)   | (0)         | (0)          | Falls with the eyes closed  |

7. FUNCTIONAL REACH FORWARD Distance reached: \_\_\_\_\_ cm OR \_\_\_\_\_ inches

- (3) Maximum to limits: >32 cm (12.5 in)
- (2) Moderate: 16.5 cm - 32 cm (6.5 – 12.5 in)
- (1) Poor: < 16.5 cm (6.5 in)
- (0) No measurable lean – or must be caught

8. FUNCTIONAL REACH LATERAL Distance reached: Left \_\_\_\_\_ cm ( \_\_\_\_\_ in) Right \_\_\_\_\_ cm ( \_\_\_\_\_ in)

Left      Right

- (3)      (3) Maximum to limit: > 25.5 cm (10 in)
- (2)      (2) Moderate: 10-25.5 cm (4-10 in)
- (1)      (1) Poor: < 10 cm (4 in)
- (0)      (0) No measurable lean, or must be caught

**III. TRANSITIONS- ANTICIPATORY POSTURAL ADJUSTMENT      SECTION III. \_\_\_\_\_ /18 POINTS**

9. SIT TO STAND

- (3) Normal: Comes to stand without the use of hands and stabilizes independently
- (2) Comes to stand on the first attempt with the use of hands
- (1) Comes to stand after several attempts or requires minimal assist to stand or stabilize or requires touch of back of leg or chair
- (0) Requires moderate or maximal assist to stand

10. RISE TO TOES

- (3) Normal: Stable for 3 sec with good height
- (2) Heels up, but not full range (smaller than when holding hands so no balance requirement)  
-OR- slight instability & holds for 3 sec
- (1) Holds for less than 3 sec
- (0) Unable

11. STAND ON ONE LEG

Left      Time in Sec: \_\_\_\_\_      Right      Time in Sec: \_\_\_\_\_

- (3) Normal: Stable for > 20 s
- (2) Trunk motion, OR 10-20 s
- (1) Stands 2-10 s
- (0) Unable

12. ALTERNATE STAIR TOUCHING      # of successful steps: \_\_\_\_\_      Time in seconds: \_\_\_\_\_

- (3) Normal: Stands independently and safely and completes 8 steps in < 10 seconds
- (2) Completes 8 steps (10-20 seconds) AND/OR show instability such as inconsistent foot placement, excessive trunk motion, hesitation or arrhythmical
- (1) Completes < 8 steps – without minimal assistance (i.e. assistive device) OR > 20 sec for 8 steps
- (0) Completes < 8 steps, even with assistive device

13. STANDING ARM RAISE

- (3) Normal: Remains stable
- (2) Visible sway
- (1) Steps to regain equilibrium/unable to move quickly w/o losing balance
- (0) Unable, or needs assistance for stability

**IV. REACTIVE POSTURAL RESPONSE**

**SECTION IV: \_\_\_\_\_/18 POINTS**

**14. IN PLACE RESPONSE- FORWARD**

- (3) Recovers stability with ankles, no added arms or hips motion
- (2) Recovers stability with arm or hip motion
- (1) Takes a step to recover stability
- (0) Would fall if not caught OR requires assist OR will not attempt

**15. IN PLACE RESPONSE- BACKWARD**

- (3) Recovers stability at ankles, no added arm / hip motion
- (2) Recovers stability with some arm or hip motion
- (1) Takes a step to recover stability
- (0) Would fall if not caught -OR- requires assistance -OR- will not attempt

**16. COMPENSATORY STEPPING CORRECTION- FORWARD**

- (3) Recovers independently a single, large step (second realignment step is allowed)
- (2) More than one step used to recover equilibrium, but recovers stability independently OR 1 step with imbalance
- (1) Takes multiple steps to recover equilibrium, or needs minimum assistance to prevent a fall
- (0) No step, OR would fall if not caught, OR falls spontaneously

**17. COMPENSATORY STEPPING CORRECTION- BACKWARD**

- (3) Recovers independently a single, large step
- (2) More than one step used, but stable and recovers independently OR 1 step with imbalance
- (1) Takes several steps to recover equilibrium, or needs minimum assistance
- (0) No step, OR would fall if not caught, OR falls spontaneously

**18. COMPENSATORY STEPPING CORRECTION- LATERAL**

Left

- (3) Recovers independently with 1 step of normal length/width (crossover or lateral OK)
- (2) Several steps used, but recovers independently
- (1) Steps, but needs to be assisted to prevent a fall
- (0) Falls, or cannot step

Right

- (3) Recovers independently with 1 step of normal length/width (crossover or lateral OK)
- (2) Several steps used, but recovers independently
- (1) Steps, but needs to be assisted to prevent a fall
- (0) Falls, or cannot step

**V. SENSORY ORIENTATION**

**SECTION V: \_\_\_\_\_/15 POINTS**

**19. SENSORY INTEGRATION FOR BALANCE (MODIFIED CTSIB)**

**A -EYES OPEN, FIRM**

**SURFACE**

Trial 1 \_\_\_\_\_sec

Trial 2 \_\_\_\_\_sec

- (3) 30s stable
- (2) 30s unstable
- (1) < 30s
- (0) Unable

**B -EYES CLOSED, FIRM**

**SURFACE**

Trial 1 \_\_\_\_\_sec

Trial 2 \_\_\_\_\_sec

- (3) 30s stable
- (2) 30s unstable
- (1) < 30s
- (0) Unable

**C -EYES OPEN, FOAM**

**SURFACE**

Trial 1 \_\_\_\_\_sec

Trial 2 \_\_\_\_\_sec

- (3) 30s stable
- (2) 30s unstable
- (1) < 30s
- (0) Unable

**D -EYES CLOSED, FOAM**

**SURFACE**

Trial 1 \_\_\_\_\_sec

Trial 2 \_\_\_\_\_sec

- (3) 30s stable
- (2) 30s unstable
- (1) < 30s
- (0) Unable

**20. INCLINE- EYES CLOSED**

Toes Up

- (3) Stands independently, steady without excessive sway, holds 30 sec, and aligns with gravity
- (2) Stands independently 30 SEC with greater sway than in item 19B -OR- aligns with surface
- (1) Requires touch assist -OR- stands without assist for 10-20 sec
- (0) Unable to stand >10 sec -OR- will not attempt independent stance

**VI. STABILITY IN GAIT**

**SECTION V: \_\_\_\_\_/21 POINTS**

**21. GAIT – LEVEL SURFACE**

*Time \_\_\_\_\_secs.*

- (3) Normal: walks 20 ft., good speed ( $\leq 5.5$  sec), no evidence of imbalance.
- (2) Mild: 20 ft., slower speed ( $>5.5$  sec), no evidence of imbalance.
- (1) Moderate: walks 20 ft., evidence of imbalance (wide-base, lateral trunk motion, inconsistent step path) – at any preferred speed.
- (0) Severe: cannot walk 20 ft. without assistance, or severe gait deviations OR severe imbalance

**22. CHANGE IN GAIT SPEED**

- (3) Normal: Significantly changes walking speed without imbalance
- (2) Mild: Unable to change walking speed without imbalance
- (1) Moderate: Changes walking speed but with signs of imbalance,
- (0) Severe: Unable to achieve significant change in speed AND signs of imbalance

**23. WALK WITH HEAD TURNS – HORIZONTAL**

- (3) Normal: performs head turns with no change in gait speed and good balance
- (2) Mild: performs head turns smoothly with reduction in gait speed,
- (1) Moderate: performs head turns with imbalance
- (0) Severe: performs head turns with reduced speed AND imbalance AND/OR will not move head within available range while walking.

**24. WALK WITH PIVOT TURNS**

- (3) Normal: Turns with feet close, FAST ( $\leq 3$  steps) with good balance.
- (2) Mild: Turns with feet close SLOW ( $\geq 4$  steps) with good balance
- (1) Moderate: Turns with feet close at any speed with mild signs of imbalance
- (0) Severe: Cannot turn with feet close at any speed and significant imbalance.

**25. STEP OVER OBSTACLES**

*Time \_\_\_\_\_sec*

- (3) Normal: able to step over 2 stacked shoe boxes without changing speed and with good balance
- (2) Mild: steps over 2 stacked shoe boxes but slows down, with good balance
- (1) Moderate: steps over shoe boxes with imbalance or touches box.
- (0) Severe: cannot step over shoe boxes AND slows down with imbalance or cannot perform with assistance.

**26. TIMED “GET UP & GO”**

*Get Up & Go: Time \_\_\_\_\_sec*

- (3) Normal: Fast ( $<11$  sec) with good balance
- (2) Mild: Slow ( $>11$  sec with good balance)
- (1) Moderate: Fast ( $<11$  sec) with imbalance.
- (0) Severe: Slow ( $>11$  sec) AND imbalance.

**27. Timed “Get Up & Go” With Dual Task**

*Dual Task: Time \_\_\_\_\_sec*

- (3) Normal: No noticeable change between sitting and standing in the rate or accuracy of backwards counting and no change in gait speed.
- (2) Mild: Noticeable slowing, hesitation or errors in counting backwards OR slow walking (10%) in dual task
- (1) Moderate: Affects on BOTH the cognitive task AND slow walking ( $>10\%$ ) in dual task.
- (0) Severe: Can't count backward while walking or stops walking while talking