

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav fyzioterapie

Petra Fialová

Balanční cvičení: Historie a současnost v rámci EBM

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Luboš Spisar

Olomouc 2013

ANOTACE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Název práce v ČJ:

Balanční cvičení: Historie a současnost v rámci EBM

Název práce v AJ:

Balance Exercise: History and Presence in the Context of EBM

Datum zadání: 2011-10-27

Datum odevzdání: 2013-05-03

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta zdravotnických věd
Ústav fyzioterapie

Autor práce: Petra Fialová

Vedoucí práce: Mgr. Luboš Spisar

Oponent práce: Mgr. Martina Marková

Abstrakt v ČJ:

Cílem práce je podat stručný přehled o vývoji balančního cvičení a pomůcek od historie až po současnost. Práce obsahuje spektrum informací od neurofyziologie, přes významné historické mezníky v objevech a popsání funkcí nervového systému a jejich vlivu na pohyb až po jednotlivé koncepty, metody a pomůcky. Hlavní část práce argumentuje účinností a benefity balančního cvičení ve světle EBM.

Abstrakt v AJ:

The aim is to give a brief overview of the development of balance exercises and tools from the past to the present. The work contains a range of information from neurophysiology, through important historical milestones in the discovery and describes the functions of the nervous system and their impact on the movement to the concepts, methods and tools. The main part of the paper argues the effectiveness and benefits of balance exercise in light of EBM.

Klíčová slova v ČJ: kinestézie, propiocepce, balanční cvičení, virtuální rehabilitace, gymnastický míč

Klíčová slova v AJ: kinesthesia, proprioception, balance exercise, virtual rehabilitation, Swiss ball

Rozsah: 62 s.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením
Mgr. Luboše Spisara a použila jen uvedené informační zdroje.

Olomouc 12. 4. 2013

.....

podpis

Děkuji Mgr. Luboši Spisarovi za připomínky a cenné rady při odborném vedení práce, jimiž mi umožnil její realizaci.

OBSAH

ÚVOD.....	8
1 NEUROFYZIOLOGIE.....	10
1.1 Propriocepce.....	10
1.1.1 Svalové vřeténko.....	10
1.1.2 Golgiho šlachové tělísko.....	12
1.1.3 Kloubní receptory a „dynamická ligamenta“.....	12
1.2 Senzomotorika a stabilita.....	13
2 HISTORIE A VÝVOJ.....	15
2.1 Důležité mezníky v chápání řízení motoriky.....	15
2.2 Stručný přehled konceptů využívajících balančních prvků.....	18
2.2.1 Koncept M. Johnstone.....	18
2.2.2 Koncept C. Perfettiho.....	19
2.2.3 FBL (= Funktionelle Bewegungslehre).....	19
2.2.4 Spirální dynamika.....	21
2.2.5 Metoda Feldenkrais.....	21
2.2.6 Bobath koncept.....	22
2.2.7 Metoda Freeman.....	24
2.2.8 Senzomotorická stimulace.....	24
3 BALANČNÍ POMŮCKY.....	27
3.1 Tradiční pomůcky.....	27
3.1.1 Gymnastický míč.....	27
3.1.2 Balanční pomůcky dle SMS Jandy a Vávrové.....	28
3.1.2.1 Balanční desky.....	28
3.1.2.2 Balanční sandály.....	28
3.1.2.3 Twister a Fitter.....	28
3.1.2.4 Minitrampolína.....	29
3.1.3 Bosu.....	29
3.2 Virtuální technologie.....	29
3.2.1 Sony PlayStation EyeToy.....	31

3.2.2 WeHab.....	31
3.2.3 eBaViR.....	33
3.2.4 Microsoft Kinect	34
4 DISKUSE.....	35
4.1 Vhodnost a efektivnost balančního cvičení.....	35
4.2 Množství a intenzita.....	37
4.3 Prevence pádů	41
4.4 Virtuální realita versus tradiční balanční cvičení.....	43
ZÁVĚR	45
LITERATURA A PRAMENY	47
SEZNAM ZKRATEK	60

ÚVOD

V první části práce zmiňuji důležité mezníky ve vývoji názorů na pohyb a jeho řízení, které daly účinkům balančního cvičení neurofyziologický podklad. Dále se snažím stručně popsat a vysvětlit historický vývoj balančních cvičení a některých empiricky založených fyzioterapeutických konceptů a metod využívajících balančních cvičení. V neposlední řadě bych chtěla podat jednoduchý přehled o současných trendech v užívání pomůcek při balančním cvičení, např. počítačem řízené plošiny, apod.

Cílem druhé části práce bylo v rámci EBM objektivně zhodnotit následující body:

- vhodnost a efektivitu balančního cvičení,
- otázku množství a intenzity cviků,
- využití balančního cvičení pro prevenci pádů,
- porovnání tradičních balančních pomůcek s modernějšími pomůckami využívajícími virtuální realitu.

K vyhledávání odborných článků a studií jsem provedla rešerši v časovém úseku od prosince 2011 do prosince 2012 v odborných databázích PubMed (PM) a Google Scholar (GS). Zadaná klíčová slova v databázi Google Scholar pro tvorbu teoretické části byla: propiocepce/proprioception (46 300 odkazů, volně dostupných 6 480, použit 1), kinestézie/kinaesthesia (6 390 odkazů, volně dostupných 2 420, použit 1) a motorické řízení/motor control (2 870 000, volně dostupných 23 300, použity 3).

Zadaná klíčová slova (databáze Google Scholar i PubMed) pro tvorbu diskuze byla: balanční cvičení/balance exercise (PM: 8 288 odkazů, volně dostupných 1 689, použity 4; GS: 847 000 odkazů, volně dostupných 17 700, použity 3), propioceptivní trénink/proprioceptive training (PM: 2 411 odkazů, 349 dostupných, použity 3), virtuální rehabilitace/virtual rehabilitation (PM: 1 071 odkazů, volně dostupných 179, použity 4; GS: 2 210 000 odkazů, volně dostupných 719 000, použito 9), gymnastický míč/Swiss ball (PM: 67 odkazů, volně dostupných 12, použit 1; GS: 95 000, volně dostupných 15 100, použity 3) a prevence pádů/falls prevention (GS: 1 670 000, volně

dostupných 20 700, použito 5). Další odborné články jsem dohledávala v databázi Elsevier.

Pro zpracování zejména teoretické části jsem dále využila některé publikace typu kineziologie (Dylevský, Véle), neurofyzologie (Enoka, Králíček) a motorické řízení (Shumway Cook). Převaha použitých zdrojů byla v anglickém jazyce, česky psané zdroje jsem využila hlavně v teoretické části a při stručném popisu některých konceptů a pomůcek.

1 NEUROFYZIOLOGIE

1.1 Propriocepce

Propriocepce je důležitou složkou senzorické aference a významně ovlivňuje průběh a řízení motoriky. Napomáhá při udržování a stabilizaci výchozí polohy, podílí se na vzniku reflexní svalové činnosti a dohlíží na přesné, koordinované provedení pohybů pomocí motorického programování neuromuskulární kontroly (Pavlů, Novosadová, 2001, s. 179; Véle, 1995, s. 78).

V dnešní době se termín „propriocepce“ spojuje s vědomým vnímáním, přestože víme, že většina informací o poloze a pohybu jednotlivých částí těla, které jsou vyslány z proprioreceptorů svalů, šlach a kloubů do vyšších vrstev centrální nervové soustavy (CNS), k pocitu uvědomění nevede (Swinkels, Ward, Bagust In Pavlů, Novosadová, 2001, s. 179).

Pro správnou funkci cíleně řízených pohybů jsou nutné receptory podávající CNS informace o aktuálním stavu pohybové soustavy. Kromě receptorů nacházejících se přímo ve svalu, šlaše a kloubním pouzdru, k nim můžeme z funkčního hlediska přiřadit i baroreceptory a receptory informující o směru gravitace (Véle, 2006, s. 40).

Údaje z receptorů poskytují zpětnou vazbu (feed back) o průběžném stavu pohybového segmentu (nutná informace pro přesně řízené pohyby) a zároveň umožňují přednastavení dráždivosti (feed forward). Proprioceptivní míšní reflexy zajišťují a řídí svalový tonus, který je základním předpokladem pro provedení jakéhokoli pohybu, pro udržení postavení těla a pro fixaci částí těla (Enoka, 2002, pp. 346-345; Véle, 2006, s. 42).

1.1.1 Svalové vřeténko

Hlavní receptor proprioceptivních míšních reflexů a obecně hlavní proprioceptivní orgán svalu je svalové vřeténko. To znamená, že kromě účasti na reflexní činnosti také informuje o statických a dynamických parametrech funkce

svalu. Každé svalové vřetenko je tvořeno svazkem 5-10 upravených kontraktilních svalových vláken (intrafuzálních), uzavřených ve vazivovém pouzdře. Intrafuzální vlákna jsou 2-10 mm dlouhá a sestávají ze středové nekontraktilní receptorové oblasti (jaderný vak) a kuželovitě zúžených polárních části se zachovalým kontraktilním aparátem. Podle rychlosti kontrakce a tvaru vláken rozlišujeme dva druhy (Králíček, 2011, s. 131):

- nuclear bag fibres – buněčná jádra jsou hroznovitě seskupena v receptorové oblasti, vlákna jsou asi o polovinu delší a silnější než následující typ, kontrahují se pomalu,
- nuclear chain fibres – seskupení buněčných jader v receptorové oblasti se podobá axiálnímu řetězci, kontrahují se velmi rychle.

Vlákna vazivově souvisí s normálními (extrafuzálními) svalovými vlákny a oba typy svalových vláken jsou uspořádány paralelně. Extrafuzální vlákna jsou inervována systémem alfa, intrafuzální vlákna jsou inervována systémem gama a reagují na protažení dvou kontraktilních pólů vřetenka, které zaznamená středový orgán receptoru mezi oběma póly (Dylevský, 2009, ss. 41-42; Véle, 2006, ss. 40-43).

Díky tomu, že jsou vlákna uložena vůči sobě paralelně, jsou intrafuzální vlákna natahována současně s prodloužením svalu a dochází tak ke zpětnovazebnému dráždění alfa motoneuronů, které vyvolaly kontrakci (Dylevský, 2009, s. 42).

Receptorové oblasti obtáčí jako spirály aferentní, senzitivní vlákna neuronů (respektive terminály axonů). Zde rozlišujeme dva typy terminál (Králíček, 2011, s. 132; Trojan, 2004, s. 575):

- Primární zakončení (annulospiral ending) – terminála myelinizovaných, nejrychleji vedoucích vláken typu A α , inervuje oba typy intrafuzálních vláken.
- Sekundární zakončení (flower spray ending) – terminála pomaleji vedoucích vláken typu A β , inervuje vlákna typu nuclear chain, zakončení je umístěno po obou stranách (laterálně) od primárního zakončení.

Těla sensorických neuronů jsou uložena ve spinálních gangliích (pro svalovinu hlavy v ncl. tractus mesencephalici n. V). Od svalových vřetelek vedou cestou aferentních vláken míšního nervu do páteřního kanálu a zadními míšními kořeny do míchy. Část míšní neuronové sítě vede vzruchy přímo k alfa motoneuronům

agonisty, část přes vmezežené interneurony k alfa motoneuronům antagonisty daného svalu a inhibuje jeho funkci. Bez tohoto ztlumení antagonisty při kontrakci agonisty a synergisty by nebyl možný žádný koordinovaný pohyb. Mluvíme o tzv. reciproční inervaci. Komisurální dráhy naopak inhibují druhostranného agonistu a facilitují jeho antagonistu (Dylevský, 2009, ss. 41-42; Véle, 2006, ss. 40-42).

Informace z receptorů nekončí jen u motoneuronů, ale jsou předávány do vyšších etází CNS – do formatio reticularis a mozečku (odkud je řízena pohybová koordinace). Aktivita polárních oblastí vřeténka řízená z retikulární formace (RF) tak předchází vlastní pohybovou aktivaci motoneuronů a tvoří navigační a přípravnou část pohybu. Vzniká autoregulační systém, jehož gama oblouk nastavuje citlivost receptoru, tzv. gama smyčka (Dylevský, 2009, ss. 42-43).

1.1.2 Golgiho šlachové tělísko

Golgiho šlachová tělíška jsou šířením aktivity podobná svalovým vřeténkům, snímají tah na šlaše svalu a jejich funkce bývá přirovnávána k funkci dynamometru, působí však proti funkci vřeténka. Receptor reaguje jak na tah šlachy při protažení svalu, tak na svalovou kontrakci (opět tah za šlachu), kterou svalové vřeténko zaznamenat nedokáže. K jeho aktivaci je nutné vyšší napětí na šlaše, než je potřeba k podráždění vřeténka. Golgiho šlachová tělíška mají také vyšší práh dráždivosti, který nelze měnit jako u vřetének. Dalším rozdílem je, že šlachová tělíška vlastní sval inhibují a jeho antagonistu facilitují, na druhostranné polovině míchy je tomu přesně naopak. Golgiho šlachové tělísko funguje jako pojistka, nedovolí překročit mez aktivace, která by už mohla poškodit sval (Dylevský, 2009, s. 43; Véle, 2006, s. 42).

1.1.3 Kloubní receptory a „dynamická ligamenta“

Dalšími receptory, které ovlivňují funkci svalu, jsou kloubní receptory. Kloubní receptory reagují na změny napětí v kloubním pouzdru, přičemž na konvexní straně reagují na napínání pouzdra (iritace) a opačně na konkávní straně na řasení (uvolnění napětí). Kloubní receptory lze dále rozlišit na receptory s pomalou a rychlou adaptací.

Receptory s pomalou adaptací informují o poloze kloubních segmentů, fungují jako goniometr. Receptory s rychlou adaptací reagují na změnu rychlosti a jejich funkce bývá přirovnávána k funkci tachometru (Enoka, 2002, p. 238; Véle, 2006, ss. 40-43).

Samostatnou skupinu pak tvoří autochtonní muskulatura zad. Tyto krátké svaly v hlubokých vrstvách zádových svalů nemají výrazná svalová bříška jako například ploché svaly. Jejich svalové snopce souvisí těsně s ligamenty a dokonce jejich funkce se vlastnostmi blíží spíše funkci ligament než funkci typických svalů. Jsou bohatší na proprioreceptory, a to zejména v cervikální oblasti. Jejich charakteristiku asi nejlépe vystihl Basmajian (Basmajian In Véle, 2006, ss. 43-44), když je nazval „dynamickými ligamenty“. Význam krátkých hlubokých zádových svalů na výchozí držení osového aparátu potvrzují Jiroutovy rtg studie, které prokázaly, že se tyto svaly aktivují již při pouhé představě pohybu (Véle, 2006, ss. 43-44).

1.2 Senzomotorika a stabilita

Pod širokým pojmem stabilita si lze představit ledasco. V první řadě je nutné si uvědomit, že stabilita v medicíně není totéž, co stabilita fyzikální. V medicíně tímto pojmem myslíme míru úsilí potřebného k dosažení změny polohy tělesa z jeho klidové polohy. Pacienty je stabilita popisována jako pocit jistoty při udržování polohy těla, nebo jeho segmentů, a při pohybu (Véle, Čumpelík, Pavlů, 2001, ss. 103-105).

Celkovou stabilitu můžeme z funkčního hlediska rozdělit na stabilitu pasivní a aktivní. Za pasivní stabilizátory považujeme kostěný a vazivový aparát, mluvíme-li o aktivních stabilizátorech, máme na mysli svaly. Pool-Goudzwaard et al. popsali pro efektivní stabilizaci sakroiliakálního kloubu mechanismy „uzamčení silou“ a „uzamčení tvarem“, které by se daly pravděpodobně aplikovat i na ostatní pohybové segmenty (Pool-Goudzwaard et al., 1998, pp. 13-14). Uzamčení tvarem je zajištěno vzájemnou kongruencí a povrchem chrupavek a kostí tvořících kloub. Ligamenta sice přispívají ke stabilizaci „uzamčení silou“, ale stejně jako chrupavky a kosti je však přímo ovlivnit nedokážeme. Z terapeutického hlediska lze ovlivnit pouze mechanismus „uzamčení silou“, tzn. svalový systém. Pamatujme, že pro správné fungování

dynamických stabilizátorů je nutné kvalitní řízení, tzn. CNS (Suchomel, Lisický, 2004, s. 129). V této souvislosti Panjabi rozdělil stabilizační systém na tři subsystemy, kromě pasivního (obratle, obratlové disky, ligamenta) a aktivního (svaly s přímým vlivem na páteř), zmiňuje neurální subsystem, kam zařadil receptorovou aferenci (Panjabi, 1992, pp. 384-385).

Z jiného pohledu lze svalové stabilizátory osového aparátu rozdělit na stabilizátory globální a lokální (intersegmentální) (Stanford, Megan In Suchomel, Lisický, 2004, s. 129). Ke globálním svalovým stabilizátorům řadíme mimo jiné m. latissimus dorsi, m. gluteus maximus, m. biceps femoris a mm. abdominii (mimo m. transversus abdominis). Tyto svaly jsou funkčně součástí tzv. šikmých řetězců, jejichž vzájemná komunikace je zajišťována pomocí jednotlivých listů thorakolumbální fascie. Zodpovídají za tzv. „viditelnou“ stabilitu (Pool-Goudzwaard et al., 1998, pp. 15-17). Naopak za segmentální stabilitu zodpovídají stabilizátory intersegmentální. Lokální stabilizátory kontrolují neutrální (střední) zónu kolem vertikály, vyjadřují stabilitu osového orgánu, jak popsal rovněž Panjabi (1992, pp. 384-386). Lokálními stabilizátory osového aparátu jsou kromě mm. multifidi i svaly pánevního dna, bránice a m. transversus abdominis. M. transversus abdominis totiž podle EMG studií reaguje na počátku polohových změn páteře. Že bránice kromě funkce respirační má i funkci posturální, se podařilo prokázat panu Skládalovi (Skládal, 1976, s. 14). Proto je třeba uvědomit si existenci vzájemných vztahů posturální a respirační mechaniky (Véle, Čumpelík, Pavlů, 2001, s. 104).

2 HISTORIE A VÝVOJ

2.1 Důležité mezníky v chápání řízení motoriky

Zvládnutí každé aktivity, tzn. i balančního cvičení, si žádá dobrou pohyblivost a rovnováhu, které jsou závislé na kvalitních a vyvážených řídicích mechanismech. S historií balančního cvičení úzce souvisí pojem kinestézie, objev a popsání funkcí svalových vřetének a centrálního nervového systému, a jejich vliv na pohyb.

Zásadní osobností, jež významně přispěla k rozvoji poznatků v oblasti neurofyziologie, byl anglický fyziolog a neurolog Henry Charlton Bastian (1837–1915). Bastian zavedl a poprvé použil termín kinestézie (Proske, Gandevia, 2009, p. 4139).

Slovo kinestézie vzniklo složením dvou řeckých slov – „cineo“ = dát do pohybu a „aesthesia“ = cítění/dojem (Foster, 2010, p. 74; Noland, 2009, p. 9). Termín měl vyjádřit, že pocity o vnímání pohybu jsou do naší mysli přiváděny aferentními nervy z kloubů, šlach a svalů. Někteří autoři pak dokonce mluvili o kinestézii jako o šestém smyslu (po zraku, sluchu, hmatu, čichu a chuti). Vysvětlovali si tak skutečnost, že jsme i při vyloučení zraku schopni rozpoznat polohu nebo pohyb v kloubu (Noland, 2009, pp. 9-10; Proske, Gandevia, 2009, p. 4139).

Další zlom přinesli svým pozorováním Goodwin et al. (1972), kteří tvrdili, že ve schopnosti rozlišit polohu a pohyb končetiny či trupu hrají důležitou roli i receptory ve svalu - svalová vřeténka, a to jak jeho primární (Ia) zakončení reagující na změnu délky svalu a rychlosti, tak i sekundární (II) zakončení reagující pouze na změnu délky svalu (Goodwin In Proske, Gandevia, 2009, pp. 1-3). Později se začala přisuzovat určitá role i kožním receptorům (konkrétně Ruffiniho tělískům), našemu úsilí a vůli (Proske, Gandevia, 2009, pp. 4139-4141).

Význam svalových vřetének jako receptorů polohy a pohybu prokázali Goodwin et al. (1972) zajímavým pokusem – rozvibrováním svalů loketního kloubu navodili pocit pohybu předloktím, jakmile však přesunuli „ladičku“ ze svalového bříska přímo

na kloub, iluze pohybu se vytratila (Goodwin In Proske, Gandevia, 2009, pp. 4139-4141).

Na přelomu 19. a 20. století Sir Charles Scott Sherrington (1857–1952) spolu se svými spolupracovníky položili neurofyziologický základ pro reflexní řízení motoriky (Bennett, Hacker, 2003, pp. 41-42).

V návaznosti na objev umístění motorické kůry u primátů, Sherrington s Grünbaumem (1902) detailně popsali rozsah motorické oblasti v kůře a poprvé ji tak jasně oddělili od senzomotorické ležící za sulcus centralis. Sherrington jako první vysvětlil míšní původ eferentních nervů inervujících jednotlivé svaly a v roce 1905 experimentálně prokázal, že stimulací aferentních nervů určitého svalu lze vyvolat jeho kontrakci nezávisle na jeho antagonistovi (Bennett, Hacker, 2003, p. 41).

Dalším důležitým mezníkem bylo jeho dílo z roku 1910 „Flexion reflex of the limb, crossed extension-reflex, and reflex stepping and standing“, ve kterém poprvé popsal flekční reflex a vysvětlil reflex extenční a zkřížený a začal se zabývat rolí míchy při stoji a chůzi (Bennett, Hacker, 2003, p. 41).

Roku 1932 získal spolu s Edgarem D. Adrianem Nobelovu cenu za popsání funkce neuronu (Bennett, Hacker, 2003, pp. 42-43).

Výše zmíněné objevy a díla nejsou shrnutím Sherringtonovy celoživotní práce, ale pouze vybrané části vztahující se k tématu.

Další pokroky se týkají téměř úplného objasnění všech typů neuronů mozečku a jejich programování (košíčkové a hvězdicové buňky, Golgiho buňky, mechová a šplhavá vlákna). Mozeček přestává být chápán pouze jako jednoduchý stroj pro zpracování základních motorických informací. Tyto objevy byly shrnuty ve společném díle J. C. Ecclese, M. Ita a J. Szentaghotai (The Cerebellum as a Neuronal Machine, 1967). Mozeček postupně začíná být popisován jako propracovaný systém podílející se na motorickém učení, kontrole postury, komplexních motorických pohybech a kognitivních funkcích (Ito, 2011, p. 3)

Průběžná korekce a koordinace pohybu je zajištěna paralelním obousměrným spojením mozečku s mozkovou kůrou. Aferentní signalizace z proprioceptorů a exteroceptorů (tr. spinocereberalis) umožňuje časoprostorovou orientaci a timing jednotlivých svalů v průběhu pohybu. Inhibiční činnost tohoto složitějšího orgánu přirovnávali Eccles a Ito k práci sochaře. Jako sochař odstraňuje přebytečný

materiál kamenného bloku, tak mozeček inhibuje nadměrnou aktivaci svalů, aby bylo dosaženo přesného a koordinovaného pohybu (Véle, 2006, ss. 63, 88). Vztah mozečku k pohybovému aparátu pak jednoduše vystihl Králíček (2011, s. 145): „I když nemá mozeček přímou kontrolu nad kosterními svaly, je jeho účast na řízení hybnosti významná.“

O detailní popis uspořádání mozkové kůry z topografického i funkčního hlediska se zasloužili mimo jiné H. Asanuma a V. Mountcastle. Asanuma popsal uložení eferentních zón řídících jednotlivé pohyby v kloubu (Asanuma, Rosén, 1972, p. 255).

Mountcastle se naopak zasloužil např. o popis vertikální organizace neuronů v kůře. Neurony uspořádal do tzv. macrocolumns (Cruz et al., 2005, str. 321).

Vlastní funkci motorického systému, pohybových programů a vzájemné vztahy mezi jednotlivými strukturami nervového systému zkoumal S. Grillner et al (2000, pp. 226–233). Prokázal význam bazálních ganglií pro motorickou kontrolu (inhibiční vliv na motorická centra) a význam předního mozku a mozkového kmene pro zahájení volných pohybů. Popsal obvod vedoucí mezi mozkovým kmenem a míchou (Grillner et al., 2000, pp. 226–233).

Novější teorie řízení motoriky rozšířily chápání CNS, oproti těm vývojově starším (reflexní řízení motoriky) nepohlíží na CNS jako na nejreaktivnější část a na místo zkoumání fyziologie reakce se začaly zabývat fyziologií akce. Příkladem je teorie motorických programů, která je oproti reflexní teorii (vysvětluje konkrétní stereotypní vzorce pohybu) daleko flexibilnější. Motorické programy lze aktivovat jak senzoryckými stimuly, tak akcí CNS. Teorii motorických programů podpořilo již velké množství výzkumů (Grillner et al., 2000, pp. 226–233).

Vědci pokusy na zvířatech, např. Grillner (1981), prokázali, že pohyb je možný, i když chybí reflexní činnost. Z toho je patrné, že pohybovou činnost neřídí reflexy, ale míšní zprostředkované motorické programy, které jsou samy o sobě schopny vykonávat komplexní pohyby, jakými je právě chůze (Grillner et al., 2000, pp. 224–236).

Frossberg (1975) svými experimenty poukázal na význam modulačních účinků senzoryckých vstupů na tzv. CPG – central pattern generator. Právě tyto experimenty vedly k teorii motorického programu řízení (Shumway-Cook, Woollacott, 2012, pp. 11-12).

Nejen tyto velice důležité poznatky o řízení motoriky přispěly ke vzniku následujících (rehabilitačních) konceptů využívajících balančních prvků.

2.2 Stručný přehled konceptů využívajících balančních prvků

2.2.1 Koncept M. Johnstone

Nestabilních povrchů ve svém konceptu využívala fyzioterapeutka Margaret Johnstone (1919 – 2006). Johnstone se prakticky celý svůj život věnovala rehabilitaci pacientů po CMP a po čase vyvinula vlastní koncept - Johnstone Approach, 1978. (Oddy, 1996, p. 477).

Základním principem konceptu je zajistit opatření ke zvládnutí spasticity (normalizace svalového tonu), abnormálních synergií (u hemiparetiků) a podporu k obnově normálních posturálních a hybných mechanismů (Pavlů, 2003, ss. 104–105).

Kromě postupů a zásad známých i z jiných konceptů (polohování, manipulace, přenášení váhy na postiženou stranu, tlakové a sensorické stimule), využívala Johnstone při terapii nafukovací plastické dlahy (1967) a labilní sedací plochy (houpací křeslo, stůl na nestabilním podstavci) (Kerem, Livanelioglu, Topcu, 2001, pp. 307–308). Nafukovací dlahy (tzv. splinty) slouží k podpoře končetiny v reedukačně příznivých polohách, ve kterých má za úkol stimulovat proprioceptivní a kožní receptory. Dlahy se nasazují na dobu terapie/cvičení, kdy napomáhají řídit pohybové vzory a inhibovat patologické reflexy.

Houpací židle slouží obecně jako prostředek k celkové relaxaci, z terapeutického hlediska tak zmírňuje zvýšený svalový tonus, podporuje předozadní vestibulární stimulaci a uspořádání reflexní aktivity. Naopak přesouváním tělesné váhy na houpací lavici podpoříme laterální vestibulární stimulaci a ovládnutí rovnovážných posturálních mechanismů vzhledem k zemské gravitaci (Pavlů, 2003, ss. 103–105).

2.2.2 Koncept C. Perfettiho

Začátkem 70. let 20. století vyvinul vlastní koncept italský neurolog prof. Carlo Perfetti (nar. 1940). Zabýval se organizací pohybu, jeho závislostí na smyslové schopnosti a percepci a úlohou korových oblastí CNS při řízení pohybu a modalitách motorického učení.

Podnětem pro vytvoření nového konceptu (Cognitive therapeutic exercise) byla dle Perfettiho absence či zanedbávání aktivní pozornosti a vnímání pacienta během terapie. Ta klade velký důraz na zabránění nežádoucích asociovaných reakcí, a proto odmítá snahu uplatňovat ztracené pohybové vzorce (vypracované před postižením). Naopak vychází z moderních poznatků o plasticitě nervového systému, takže usiluje o cílené vytváření nových pohybových programů (Pavlů, 2003, ss. 117–121).

Člověk má vysoce vyvinuté senzoreceptory a schopnosti s nimi spojené, díky kterým je schopen přijímat informace ze zevního prostředí, zpracovat je a adekvátně na ně reagovat. Jakmile se ale jeho senzorické nebo percepční schopnosti poškodí, je pro něj zpočátku téměř nemožné informace ze zevního prostředí získat a orientovat se v něm (Tanaka et al., 2005, pp. 472–477). Proto by byl pouze motorický trénink nedostačující, rozhodující roli v konceptu hraje vnímání a zpracování senzorických vjemů (Pavlů, 2003, ss. 117–121).

Nemalý prostor v Perfettiho konceptu zabírají terapeutické pomůcky. Sám Perfetti jich mnoho navrhl. Jde především o vkládací tabule, písmena a obrazce, které se do tabulí vkládají, a v neposlední řadě jsou to pak nestabilní (sklopné, otočné, kolébavé) desky pro ruce a nohy a také nástroje pro senzomotorická cvičení. Všechny pomůcky jsou vyrobeny z hladkých materiálů, mezi kterými dominuje hlavně dřevo (Pavlů, 2002, ss. 97–99).

2.2.3 FBL (= Funktionelle Bewegungslehre)

Zásadní roli v historii vývoje balančních cvičení a balančních pomůcek do dnešní doby, sehrála bezpochyby švýcarská fyzioterapeutka Dr. med. h. c. Susanne Klein-Vogelbach (1909–1996). Klein–Vogelbach vyvinula vlastní diagnosticko-

terapeutický koncept, který nazvala FBL – funkční pohybové učení = Funktionelle Bewegungslehre. Jedním ze základních elementů konceptu je velký gymnastický míč, jehož využití jako terapeutického prostředku při cvičení rozpracovala jako první právě Klein-Vogelbach (1960). Mezi léty 1969 až 1979 prezentovala svůj koncept na evropských kongresech a v roce 1981 vydala první ucelenou publikaci tohoto konceptu (Carrière, 1998, p. 28). Další autoři a terapeuti, kteří se posléze zabývali v terapii stejnou problematikou, již vždy vycházeli ze základů Klein-Vogelbach, jen si cvičení případně upravili a individualizovali podle svých potřeb. Celý terapeutický postup se skládá ze čtyř bloků, přičemž jedním z nich je právě cvičení na nafukovacím míči – terapeutická cvičení, funkční terapie bolestivých obtíží (poruch) v oblasti páteře a končetinových kloubů pomocí manuální techniky, cvičení na nafukovacích míčích a školení chůze (Pavlů, 2003, ss. 172–175, ss. 227–230).

FBL využívá dvou základních vlastností míče, a to jeho elasticity a kulatého tvaru. To znamená, že základem cviků je rolování/pohyb míče po podložce, pohyb těla vzhledem k podložce a zároveň pohyb na míči. Všechny cviky jsou rozděleny do několika skupin podle účelu, kterému mají sloužit (např. stabilita, mobilita). Navíc jsou pojmenovány fantazijními názvy (např. nůžky, váha), aby napomáhaly vyvolat určitou představu o pohybu či poloze, a aby usnadňovaly komunikaci mezi terapeutem a pacientem (Pavlů, 2003, ss. 172–175, ss. 227–230).

Protože míč představuje nestabilní podložku, zásadní je jeho využití při nácvičku trvalých rovnovážných neboli balančních reakcí. Stačí jen drobná změna pozice těla na míči v horizontální rovině, která vyvolá snadno valivý pohyb. Výhodně ho lze využít i pro odlehčení těla, přenesením části tělesné hmotnosti na míč. Cvičení tak umožňuje provádět specificky řízené, diferencované a ohraničitelné rovnovážné reakce při redukovaném zatížení pacienta (Pavlů, 2000, ss. 118–122). FBL využívá komplexních pohybových vzorů ke stimulaci receptorů v kloubech, svalech a šlachách. Skákáním či pérováním na míči se dle Carrière (1998) stimulují i propioceptory – posuny tělesné váhy ve vertikále dochází ke střídavému stlačování a uvolňování zúčastněných struktur pohybového aparátu. Je nutné dodat, že koncept FBL je založen pouze na empirii, tzn. na základě autorčiných praktických zkušeností a pozorování (Pavlů, 2000, ss. 118–122).

2.2.4 Spirální dynamika

Koncept spirální dynamiky vznikl v 80. letech 20. století ve Švýcarsku. Zakladatelé konceptu, švýcarský lékař Dr. med. Christian Larsen (nar. 1956) a francouzská fyzioterapeutka Yolande Deswarte (nar. 1950), postavili koncept na principech pohybu ve 3D prostoru. Správné držení těla a koordinace předpokládá trojrozměrný, zřetelný a systematický pohyb, jejímž základem je tzv. 3D anatomie (Pavlů, 2003, ss. 181–182). Trojrozměrné dimenzi jsou pak nadřazeny přírodní principy – spirála a polarita, kterými se zakladatelé inspirovali. Spirála je univerzální stavební kámen přírody (struktura DNA, vodní vír, apod.) – nezabírá mnoho místa, je stabilní, zároveň však flexibilní (www.spiraldynamik.cz, 2003). Celou podstatu shrnuje Larsenova myšlenka, že šroubovitá spirála je organizačním principem lidského pohybového systému. Terapie si klade za cíl poznání prostorových a časových sledů optimální koordinace lidského pohybu a jejich integraci do každodenních i speciálních aktivit (Pavlů, 2003, ss. 181–182).

Dává jakýsi anatomický „návod k použití“ vlastního těla, vysvětluje anatomii a fyziologii nohy. Zdůrazňuje, že bota by neměla omezovat vlastní vnímání a aktivitu nohy, upřednostňuje aktivní gymnastiku před pasivní podporou. Cvičením vhodných alternativních možností je zlepšována proprioceptivní zkušenost. V rámci terapie doporučuje právě používání nestabilních ploch (balanční pomůcka Korondo) pro trénink reflexního vnímání na noze a facilitaci proprioceptorů (Larsen, Miescher, Wickihalter, 2009, pp. 12–34, 72–91).

2.2.5 Metoda Feldenkrais

Metodu vyvinul před několika desítkami let izraelský fyzik původem z Ruska Dr. Moshe Feldenkrais (1904 – 1984), průkopník zájmu o lidský pohyb z dynamického pohledu. Prvotním podnětem, který dal později vzniknout metodě, byly jeho vlastní potíže po zranění kolena. Při vytváření své metody zkombinoval své znalosti a chápání lidského pohybu z pohledu bojových umění, fyziky (aspekty gravitační a biomechanické) a studia Západní a Východní literatury. Ve svých hodinách pacienty slovně doprovázel během jednotlivých pohybových sekvencí s cílem zlepšit povědomí

o vlastním těle a organizaci pohybu. Feldenkrais sestavil stovky takových lekcí a tvrdil, že mnohé z nich jsou právě vhodné pro nácvik balančních reakcí (Feldenkrais, 1977, pp. 109, 130, 139).

Dnes jeho metodu používá více než tisíc proškolených odborníků ve 20 zemích světa. Mnohá měření již prokázala, že tato metoda skutečně zlepšuje rovnovážné reakce, a to jak u starších lidí, tak u pacientů trpících roztroušenou sklerózou nebo u pacientů po CMP s chronickým neurologickým deficitem (Batson, Deutsch, 2005, pp. 207-209; Stephens et al., 2001, p. 48). Podstatou mnoha cviků této metody (Awareness Through Movement lessons) je zaměření se na oblast trupu s cílem zlepšit rozsah pohybu a selektivní kontrolu svalů trupu. Feldenkrais přikládal trupu takovou důležitost, protože spojuje zdroj síly, tj. pánev, s naší hlavou, tj. se zdrojem orientace a úmyslných pohybů (Buchanan, Ulrich, 2001, pp. 315-323). Proto předpokládal souvislost s faktem, že právě u mnoha zejména starších lidí můžeme pozorovat omezenou pohyblivost trupu, která pak omezuje jeho schopnost správného nastavení, a tak má negativní vliv na rovnováhu (Gruneberg et al. In Connors, 2010, p. 333).

Přístup metody k nácviku balančních reakcí by měl být z jeho pohledu multidimenzionální, protože prakticky každého pohybu se účastní všechny části těla – oči, nohy, trup – a všechny určitou měrou přispívají k udržování rovnovážné polohy těla (Shummay-Cook, Woollacott, 1995, p. 19). Také všechny děje lidského organismu jako je myšlení, schopnost cítit a vnímat prostřednictvím smyslů a vykonávat nějakou činnost, jsou navzájem propojeny a ovlivňují jedna druhou. To znamená, že během terapie se nezapomíná ani na smysly, stimuluje se taktilní cití, propiocepce, vestibulární aparát i zrak. Feldenkraisova metoda sjednocuje mysl s tělem, čímž se odlišuje od hlavního proudu všech konceptů zaměřených na zlepšení pohybu (Connors, Galea, Said, 2011, pp. 1-2).

2.2.6 Bobath koncept

V 50. letech 20. století vytvořili manželé Bertha (1907 – 1991) a Karl (1906 – 1991) Bobathovi revoluční koncept založený na základě tehdejších neurofyziologických znalostí a svých praktických zkušeností. Odlišnost jejich konceptu od ostatních své doby spočívala v upuštění od učení pouze kompenzačních

mechanismů nepostižené strany a ve snaze facilitovat obnovení motorických funkcí na straně postižené. Bobath koncept je neukončený a stále se vyvíjí. Je to komplexní přístup, který funguje jako vyšetření i terapie pacientů s poruchami funkce, pohybu a posturální kontroly způsobené lézí CNS. Tento koncept je jedním z nejčastěji užívaných terapeutických přístupů v léčbě neurologických onemocnění vůbec (Graham et al, 2009, pp. 57–68).

Hlavní důraz klade na dvě navzájem na sobě závislé stránky – 1. zapojení posturální kontroly a zvládnutí úkolu (vytyčeného cíle); 2. řízení/zvládnutí selektivních pohybů pro vytvoření koordinovaného pohybu se správnou posloupností jeho selektivních částí. Obojí je rozhodující pro obnovu a optimalizaci motorických funkcí po CMP. Dalším klíčovým bodem konceptu je přínos sensorických vstupů pro řízení pohybu a učení (Graham et al, 2009, pp. 57–68).

Z neurofyziologického hlediska se teorie BC (balanční cvičení) opírá o systémový přístup v řízení pohybu, tak jak je vysvětloval Bernstein (1967). To znamená, že pro pochopení nervového řízení pohybu, je důležité nejprve porozumět vlastnostem pohybového systému a zevním i vnitřním silám působícím na lidské tělo. Z biomechanického hlediska různé klouby umožňují různé stupně volnosti, ale teprve správně řízení jim umožní pracovat společně jako funkční jednotka. Soustředí se na nervový systém – míchu, vyšší centra pro změnu řízení výkonu pohybu, předpokládá neuroplasticitu NS, jako potenciál pro rozvoj, učení a obnovu nervosvalového systému. Proto je nutná důrazná podpora integrace a zohlednění všech zúčastněných systémů (Shumway-Cook, Woollacott, 2012, pp. 11-13).

Při práci s pacienty viděla Bertha Bobath hlavní problém v poruše koordinace pohybových vzorů a v abnormálním svalovém tonu, silový deficit a nedostatečnou aktivitu jednotlivých svalů stavěla až na druhé místo. Během terapie se klade za cíl optimalizace svalového tonu (normotonus) a facilitace, v obou případech se často využívá „handling“. Metoda se neskládá ze strukturovaného setu předepsaných cviků a pravidel, ale z návodu a široké škály zadání, dle kterých lze každému pacientovi terapii tzv. ušít na míru. Terapie dle Bobath konceptu má být interakcí mezi terapeutem a pacientem, kde facilitace ze strany terapeuta má napomáhat ke zlepšení pacientových dovedností (www.ibita.org, 2008).

2.2.7 Metoda Freeman

Nové poznatky o etiologii a možnostech reedukace a prevence instability hlezenního kloubu přednesl v roce 1965 anglický ortoped M. A. R. Freeman. Ihned v 70. letech na Freemanovu práci navázali C. Hérveou, J. Messean, J. Castaing a metodu ještě zdokonalili.

Je-li porušena funkce hlezenního kloubu, znamená to zároveň funkční instabilitu svalů, šlach a kloubních vazů hlezna. To znamená, že receptory (proprioceptory), které jsou v těchto strukturách přítomny, reagují na napínání se zpožděním, a tak se i kompenzační záchranné svalové reakce nedostaví včas. Proto by terapie zaměřená na posilovací a uvolňovací cviky byla nedostatečná. Je nutné se zaměřit na zlepšení propriocepce, tím podpoříme svalovou koordinaci a odstraníme tak pocity nestability.

Freeman pro tento druh terapie navrhoval využití nestabilních ploch, konkrétně sektoru válce a sektoru koule. Freemanova metoda předpokládá intenzivní spolupráci pacienta a jeho silnou motivaci. Pro správný efekt se doporučuje 15-20 edukačních jednotek trvajících 30-60 min. Na počátku byl nutný nácvik tzv. korigovaného postavení = malá noha, tzn. „zkrácení“ nohy v podélné i příčné ose, přimknutí prstů k podlaze a vztyčení podélné i příčné klenby aktivací svalů nohy a m. peroneus longus. Malou nohu pacient nacvičuje nejprve nezatíženou, později se zatížením, ve stojí na nestabilní ploše atd. – terapie má progresivní charakter (nezatížená noha, bipedální stoj, monopedální stoj, chůze po instabilních deskách) (Pavlů, 2003, ss. 122–124).

2.2.8 Senzomotorická stimulace

Vztahem koordinace mezi pohybovými vzory, rovnovážnými reakcemi a subkortikálními centry se ve 2. polovině 20. století zabývali mimo jiné Fay (40. léta), Kabat (50. léta) a Freeman (60. léta). Na základě jejich prací se začaly postupně vyvíjet koncepty založené na progresivní stimulaci subkortikálních center. U nás z těchto konceptů vycházel neurolog a rehabilitační lékař prof. Vladimír Janda (nar. 1928) a rehabilitační pracovnice Marie Vávrová, kteří dali později vzniknout metodě Senzomotorické stimulace. Uplatnili nejnovější neurofyziologické poznatky o funkci exteroceptorů a teorii motorického učení, v konceptu však kladli důraz

na stimulaci celého senzomotorického systému, přičemž jako první má být zajištěna kvalitní informace z periferie (Pavlů, 2003, ss. 126–127).

Senzomotorickým tréninkem dle Jandy však lze působit i na vyšší struktury, tzn. mozeček a další subkortikální oblasti, korové parietální a frontální laloky, vytvářející motorické programy (Page, Frank, Lardner, 2010, pp. 163–170). Podle teorie motorického učení lze metodiku SMS rozdělit na dva stupně. První stupeň představuje zvládnutí pohybu a vytvoření základních funkčních spojení. Výrazně se zde uplatňuje kortikální aktivita. Protože je však řízení činnosti na této úrovni náročné a únavné, snažíme se jej přesunout na nižší úrovně. Činnost řízená na úrovni podkorových regulačních center je rychlejší a méně náročná (ekonomičtější) a je tak zástupcem druhého stupně motorického učení. Výsledkem úspěšné terapie by tedy mělo být dosažení reflexní, automatické aktivace žádaných svalů v takovém stupni a pořadí, aby vykonávaná činnost nevyžadovala výraznější kortikální kontrolu (Pavlů, 2003, ss. 126–128). Tyto struktury vytváří jakési šablony pohybu a hrají klíčovou roli jako regulační mechanismus pro udržení rovnovážné polohy.

Facilitaci senzomotorického systému aferentní cestou můžeme provádět jak pasivně, tak aktivně. Trénink SMS se skládá z více částí, které na sebe vzájemně navazují a jsou vymezeny několika parametry (kvalita postury, schopnost cítit a ovládat bázi opory). SM trénink vedený terapeutem respektuje pravidlo postupnosti, tzn. začátku od nejjednodušších úkolů k těm nejsložitějším. Podstatou cvičení je udržení rovnováhy a správné postury pomocí zraku, vestibulárního systému, exteroceptivního a propioceptivního cití (Page, Frank, Lardner, 2010, p. 163).

Intenzita, trvání, rychlost pokroku a stupeň obtížnosti závisí na úrovni pacientových rovnovážných reakcí a celkové zdatnosti. Od zdatnosti pacienta se také odvíjí poloha, ve které trénink začínáme – obvykle sed. S pokroky pacienta přecházíme do stoje na obou dolních končetinách i na jedné dolní končetině. Výhodné je začít nácvikem Freemanovy malé nohy. Již během nácviku malé nohy můžeme volit různé stupně obtížnosti – nácvik vsedě, ve stoji, na nestabilní plošině. Dalším stupněm obtížnosti je trénink s vyloučením kontroly zraku. Od jednoduššího statického tréninku a přecházíme v dynamický. V neposlední řadě můžeme využít mnoha balančních pomůcek – labilní dřevěná deska, gymnastický míč, malá trampolína, fitter, balanční sandály apod. Doba jednoho sezení by neměla přesáhnout 30 min, jeden cvik se

provádí v průměru 5-20 s (nikdy ne déle než 2 min). Počet opakování se odvíjí od stupně obtížnosti jednotlivých cviků, lehčí cviky můžeme provádět až 20x, těžší 5x (Page, Frank, Lardner, 2010, pp. 163–168).

Před samotným cvičením je vhodná krátká (cca 30 s) stimulace plosky nohy. Doporučuje se stimulace o střední intenzitě, a to např. hlazením, poklepem nebo chůzí po hrubším povrchu. Kromě plosky můžeme stimulovat i další oblasti s vysokou koncentrací mechanoreceptorů – oblast sakroiliakálního skloubení nebo extenzory v subokcipitální krajině (Page, Frank, Lardner, 2010, pp. 167–168).

3 BALANČNÍ POMŮCKY

3.1 Tradiční pomůcky

V současné době existuje na poli rehabilitace nepřehledné množství balančních pomůcek nejrůznějších tvarů a rozměrů, zhotovených nejčastěji ze dřeva, plastu a gumy. Většina z nich pouze navázala na několik základních balančních pomůcek, které známe již několik desítek let.

3.1.1 Gymnastický míč

Asi nejzákladnější a nejznámější pomůckou je gymnastický míč. V rehabilitaci se začal používat již před více jak 50 lety při terapii lézí CNS (např. hemiplegie a vývojové vady u dětí) a postupně se rozšířil do většiny odvětví rehabilitace (neurologie, ortopedie, traumatologie, aj.). Jeho propagátory byli mimo jiné manželé Bertha a Karel Bobathovi. Do svého konceptu FBL (koncept je založen na pozorování, analýze a učení lidského pohybu) zařadila gymnastický míč Dr. Susanne Klein-Vogelbach. V roce 1972 absolvovala kurz Funkční kinematiky i česká fyzioterapeutka Maria Kučera, začala tuto techniku využívat ve své praxi a napsala knihu (Gymnastik mit dem Hupfball), která je od roku 1973 zdrojem pro všechny terapeuty v Evropě (Carriere, 1998, pp. 1-3; Marshall, Desai, 2010, pp. 1537-1545).

V USA využití gymnastických míčů v terapii představily např. Joanne Posner-Mayer a Beate Carriere. Beate Carriere byla studentkou jak manželů Bobathových, tak Dr. Klein Vogelbach.

V USA byl gymnastický míč nazýván „Swiss ball“, podle místa, kde se s ním poprvé (jako s prostředkem terapie) seznámili. Ve skutečnosti však pro terapeuty a kliniky první vinylové míče vyrobil v roce 1963 italský výrobce hraček Aquilino Cosani. Míče se vyrábí v několika velikostech. Nejčastěji s průměrem 45-65 cm (dle výšky pacienta). Obecně platí, sedí-li pacient na míči, měl by svírat 90° flexi v kyčli i koleni (Craig, 2001, pp. 12–16).

3.1.2 Balanční pomůcky dle SMS Jandy a Vávrové

Janda a Vávrová zjistili, že balančních pomůcek se dá velmi dobře využít nejen při rehabilitaci pacientů s neurologickou lézí, ale např. i při léčbě chronické bolesti zad a zařadili je do svého konceptu SMS, který si klade za cíl zlepšení svalové koordinace, motorické programování a tím zrychlení reakce svalů na podnět. Nejvíce se využívají balanční desky, balanční sandály, Fitter či Twister a popřípadě i minitrampolína. SMS využívá dvou typů balančních desek „Rocker“ a „Wobble“ (Janda et al., 1996, pp. 320-328).

3.1.2.1 Balanční desky

První z desek má tvar obdélníku (35 x 25 cm) a je vysoká 15 cm. Deska je nestabilní pouze ve frontální rovině (ze spodu jsou umístěny po stranách dva půlkruhy) a připomíná tak trochu houpací křeslo. Druhá deska je stejně vysoká, má tvar kruhu o poloměru 35 cm, takže je mnohem méně stabilní. Proto se nedoporučuje s ní terapii začínat. Obě desky jsou vyrobeny ze dřeva, které mnohem lépe stimuluje receptory než umělohmotný materiál (Janda et al., 1996, pp. 323-328).

3.1.2.2 Balanční sandály

Balanční sandály mají poměrně tvrdou stélku, vymodelovanou pro metatarsy tak, aby podporovala „malou nohu“. Nárt má obepínat pouze jeden pásek a pata je volná, aby se mohly lépe aktivovat svaly nohy. Uprostřed podrážky je umístěna polokoule z tvrdé gumy o průměru 5-7 cm (Janda et al., 1996, p. 320).

3.1.2.3 Twister a Fitter

Twister pomáhá aktivovat trup a hýžděové svaly (průměr desky obvykle 40 cm). Podobnou pomůckou je Fitter zlepšující koordinaci těla (Janda et al., 1996, pp. 324).

3.1.2.4 Minitrampolína

Minitrampolína je velmi dobrá pro stimulaci proprioreceptorů celého těla. Bohužel většina trampolín není vyrobena z dostatečně elastického materiálu, což tento efekt velmi snižuje. Aby trampolína tvořila vhodnou nestabilní základnu, musí být pružiny dlouhé 15-18 cm (Janda et al., 1996, pp. 322-323).

3.1.3 Bosu

Dnes velmi populární balanční pomůckou hojně využívanou i na skupinových lekcích ve fitnesscentrech je BOSU. BOSU je zkratkou „Both sides utilized“ (= využívající obě strany). Pomůcku vyvinul David Weck v roce 1999. BOSU je široké 63,5 cm a vysoké 25,4 cm. Svým tvarem připomíná polovinu koule, či kruhové výseče. Tzn., že jedna strana je pevná a rovná, naopak druhá strana má tvar kopule a je vyplněna vzduchem jako gymnastický míč (Aronovitch, Taylor, Craig, 2008, pp. 10-11).

3.2 Virtuální technologie

Technologie virtuální reality se začala běžněji využívat od konce 80. let 20. století a další znovuzrození zaznamenala v souvislosti s dramatickým vývojem počítačových technologií na konci 90. let 20. století. V současnosti je hojně využívána (mimo jiné díky cenové výhodnosti) v rozmanitých sférách našeho života – v ropném průmyslu, výrobě aut i letadel, armádě a v neposlední řadě i v medicíně.

V medicíně je využívána např. při nácviu diagnostických procedur (virtuální kolonoskopie a bronchoskopie). Dnes na sebe však velmi upozorňuje i na poli rehabilitace. Existuje hned několik typů tzv. virtuální rehabilitace (VR) a lze ji jednoduše rozdělit podle různých kritérií (Burdea, 2003, pp. 519-523):

- dle populace pacientů – muskuloskeletální VR, VR pacientů po CMP, VR pacientů s kognitivními dysfunkcemi,

- dle rehabilitačního protokolu – VR jako rozšiřující prvek běžné terapie, virtuální rehabilitace jako základ RHB,
- dle terapeutického přístupu – učení pomocí příkladů, pomocí videoher, expoziční terapie,
- dle toho, do jaké míry je při terapii nutná přítomnost terapeuta.

Hlavním úkolem virtuální reality v rehabilitaci je zejména přesnější zachycení a kvantitativní zhodnocení pohybů a pokroků pacienta během léčby. Díky propojení této technologie s videohrami je pro pacienty rehabilitace atraktivnější a poskytuje jim větší motivaci (Burdea, 2003, p. 523; Brooks, Petersson, 2005, p. 303).

Během poslední dekády bylo vyvinuto mnoho zařízení zachycující lidský pohyb, s cílem využít je zejména pro výzkumné účely v RHB. Nejpřesnější technologie v tomto případě upevňovala přímo na tělo a končetiny pacienta reflexní značky (markery), ze kterých se pomocí optického kabelu vedly informace a zobrazovaly jejich 3D polohu na monitoru. Přes svou přesnost by však pro terapii nebyly šťastnou volbou. Připevnit značky na pacienta, který již má určité pohybové limity, by mu bylo nepohodlné a možná i kontraproduktivní. Jejich další nevýhodou je vysoká pořizovací cena a dostupnost pouze ve zdravotnických zařízeních (a s tím mimo jiné spojené další náklady) (Burdea, 2003, p. 523; Chang et al., 2012, p. 159).

Na druhé straně složitých a drahých pomůcek stojí relativně levné a dostupné hrací konzole užívané doposud běžnými spotřebiteli pouze pro zábavu. Příkladem za všechny je určitě Nintendo Wii Remote/Fit, dále pak Sony PlayStation EyeToy a nebo již upravené hrací konzole jako je eBaVir, Microsoft Kinect nebo WeHab (Chang et al., 2012, pp 159-162).

Pravděpodobně nejhojněji jsou zatím tyto pomůcky využívány při rehabilitaci starších osob s neurologickým postižením (např. CMP). Jedním ze základních kamenů rehabilitace pacientů po CMP či po různých neurotraumatech je jistě nácvik rovnovážných reakcí. Během jednotlivých sezení se zaměřujeme hlavně na přenos váhy těla na postiženou stranu, dosahové aktivity a polohové reakce (změna polohy ze sedu do stoje apod.) (Kennedy et al., 2011, pp. 162-164).

Podle Van Peppena et al. (2007, pp. 767-783) je výhodné při terapii využít vizuálního feedbacku jako zpětné vazby o poloze středu těla (COP = center

of pressure). Právě k tomuto účelu lze výborně využít hrací konzole nebo jejich upravené formy (viz. výše).

3.2.1 Sony PlayStation EyeToy

Sony PlayStation EyeToy je zástupcem komerčně dostupné hrací konzole, jejíž parametry či komponenty nebyly nijak dále přizpůsobovány či upravovány pro rehabilitační účely. Naopak přímo byly zahrnuty do klinických studií (Weiss et al., 2004, pp 1-12; Brooks, Petersson, 2005, pp. 303-314; Flynn, Palma, Bender, 2007, pp. 180-189), které zkoumaly jejich účelnost a výsledky při terapii. PlayStation EyeToy při hře snímá pohybující se osobu a přenáší video do televize. Základními komponenty jsou barevný digitální fotoaparát, Sony PlayStation 2 a deska se zabudovanými tlakovými sensory. S fotoaparátem je spárován PC citlivý na pohyb a barvy, který pořízené snímky zpracovává a v reálném čase je vše převáděno na obrazovku TV (s grafickým překrytím vizuálního okolí). Předměty ve hře se pohybují a reagují na pohyby pacienta (vše vyobrazeno na TV). Vzniká tak interakce mezi uživatelem a hrou. Reakce předmětů na obrazovce je vlastně vizuálním feedbackem pro pacienta a navíc o splnění/nesplnění úkolu informuje i zvukový fenomén (Flynn, Palma, Bender, 2007, p. 181).

Konzole obsahuje více jak 20 různých her s podobnými pohybovými úkoly, mezi které nejčastěji patří přesné a cílené pohyby horních končetin, pohybové plánování, dynamický sed, rovnovážný stoj, koordinace ruka-nos. Úkoly se plní ve více prostorových rovinách a směrech s rotačními a diagonálními komponenty. Napodobují základní prvky funkčních pohybů. Systém lze využívat ve stoji i sedu a některé hry lze hrát i ve větším počtu uživatelů najednou (až 4 hráči) (Flynn, Palma, Bender, 2007, pp. 180-189).

3.2.2 WeHab

Dobrým příkladem upravené hrací konzole je WeHab. WeHab má speciálně upravený software umožňující lepší interakci mezi pacientem a terapeutem – software

je oproti spotřebitelské verzi pružnější co se týče nastavování úrovně složitosti, zpracování dat a řízení programu.

Software vývojově navazuje na starší projekt – WiiLab s dále rozvinutým softwarem MatLab (matrix laboratory - software užívaný především pro vědecko-technické účely) spárovaným s běžnou balanční plochou konzole Nintendo Wii (Balance Board) a jeho dálkovým ovládním (Wii Remote) přes Bluetooth a komunikuje tak s běžným PC. Díky tomuto propojení lze získat, zobrazit, předat a vyhodnotit data z Balance Board a využít je při RHB (Kennedy et al., 2011, p. 162).

Program se spouští na běžném notebooku a zobrazuje se na zvláštním monitoru před pacientem. Terapeut řídí program pomocí dálkového ovládním, díky čemuž jej může ovládat a být pacientovi případně nápomocen. Dále je kromě softwaru, PC či notebooku, zvláštní LCD obrazovky, dálkového ovládním, balanční plošiny a Bluetooth nutná ještě webkamera pro nahrávání videa i audia (Kennedy et al., 2011, p. 163).

Funkce a využití WeHabu Kennedy et al., 2011, p. 163):

- Monitoruje rozložení váhy a COP osoby stojící na balanční plošině a okamžitě poskytuje na LCD obrazovce vizuální feedback.
- Oproti komerční verzi Nintendo Wii je obohacen o další aplikace a přesnější nastavení tak, aby program odpovídal limitům pacienta, jehož pohybové možnosti a rozsahy jsou zcela odlišné od možností zdravé populace.
- Aplikace umožňuje použít i více balančních plošin zároveň pro zvláštní vyhodnocení levé a pravé dolní končetiny či rozšíření stojné baze u méně stabilních pacientů.
- Na webovou kameru se nahrává celé sezení, jež lze synchronizovat se staršími daty. Díky tomu získáme více informací a lepší představu o pacientově kinematice během balančních aktivit.

Získaný feedback dobře slouží jak pacientovi, tak terapeutovi, a to již během sezení. Terapeutovi slouží i jako výsledek vyšetření, které je nejen velmi přesné a podrobné, ale šetří vzácný čas, protože je terapií i vyšetřením zároveň. To se bohužel nedá říci o tradičních vyšetřeních (např. Berg Balance Scale). V praxi to tedy doposud pro nedostatek času znamenalo „ošidit“ jedno na úkor druhého (vyšetření na úkor

terapie či naopak). Během rehabilitace s WeHab systémem se neustále nahrávají kvantitativní údaje o pacientově rovnováze a je sledována směrodatná odchylka od COP. Díky čemuž terapeut může pacienta lépe vést a plánovat cíle a aktivity do budoucna. Pacienti zase velmi pozitivně hodnotí získaná kvantitativní data jako motivační prvek, protože vidí pokroky sami přímo na obrazovce a ne pouze jako terapeutovo kvalitativní zhodnocení. Kromě motivace pacientů slouží vizuální podněty výborně i při vedení pacienta, obzvláště trpí-li kognitivní poruchou (Kennedy et al., 2011, pp. 163-166).

WeHab byl sestrojen během několika měsíců za aktivní spolupráce pacientů po CMP a fyzioterapeutů. Terapeuti testovali WeHab přímo při běžných sezeních s pacienty a následně sdělovali své názory, další požadavky na funkce přístroje atd. Znamená to, že přístroj nedisponuje některými zbytečnými funkcemi z komerční verze a naopak je obohacen o funkce, které lépe poslouží a přizpůsobí terapii každému pacientovi zvláště. Mezi tři nejčastěji prováděné aktivity patří přechod ze sedu do stoje, přenosy váhy a pochodování na místě (Kennedy et al., 2011, pp. 163-168).

3.2.3 eBaViR

Další upravená verze Nintendo Wii pro rehabilitační účely eBaViR (easy Balance Virtual Rehabilitation) vznikla ve španělské Valencii. Záměrem tamních neurologů a fyzioterapeutů bylo opět zvýšit zájem pacientů o terapii, zlepšit návaznost a kontinuitu terapie a podpořit tak zotavení pacienta. Systém jako v předchozím případě využívá nízkonákladové uživatelské zařízení Nintendo Wii Balance Board. Součástí hardwaru je kromě balanční plošiny znovu běžný PC a LCD obrazovka. Balanční plocha funguje na podobném principu jako v předchozím příkladu. Skládá se ze 4 tlakových sensorů uložených ve vrcholech desky, které detekují rozložení váhy na desce. Bezdrátovou komunikaci mezi jednotlivými komponenty zajišťuje i v tomto případě Bluetooth. Velkou výhodou balanční plošiny převzaté v obou příkladech z herní konzole je mimo jiné nízká váha a nevelké rozměry, takže ji lze bez větších problémů kamkoli přenášet (Gil-Gómez et al, 2011, pp. 1-2).

Herní programy eBaViRu vyvinuli experti na poli rehabilitace poruch rovnováhy tak, aby co nejlépe sloužily svému účelu. Jsou proto velmi jednoduché, srozumitelné a všechny po svých uživatelích vyžadují převážně přenos tělesné váhy při rovnovážném stoji. Pacienti jsou nuceni provádět pohyby jak v sagitální, tak ve frontální rovině a současně plnit herní úkoly zobrazené na LCD. Před začátkem hry/sezení se na LCD objeví úvodní obraz pro nastavení parametrů tak, aby se vyhovělo konkrétním nárokům uživatele. Celkem se nastavují dvě sady parametrů – 1. doba a počet přestávek jednoho sezení a 2. úroveň hry (velikost a rychlost herních prvků). Po konfiguraci se automaticky nastaví citlivost plošiny podle limitů pacienta. Systém reaguje i na zaujetí klidové polohy a zaznamenává rozsah pohybu ve dvou rovinách (sagitální a frontální). Poté může být zahájena samotná rehabilitace. Během hry systém reaguje na pacientovy pohyby a prostřednictvím dvou různých zvuků („pozitivní a negativní“ zvuk) mu dává zpětnou vazbu o správnosti či nesprávnosti provedení zadaného pohybu či úkolu (audio feedback). Pacientovo skóre je po celou dobu vidět na obrazovce a po skončení dostáváme procentuální hodnocení chyb a správně provedených úkonů. Všechna data lze samozřejmě ukládat pro pozdější porovnání pokroků v čase apod. (González-Fernández et al, 2010, pp. 61-66; Gil-Gómez et al, 2011, pp. 1-9).

3.2.4 Microsoft Kinect

Dalším zařízením, které vzniklo ve snaze zachytit 3D pohyb pacienta bez připevněných markerů na končetinách a trupu, je Microsoft Kinect. Oproti původním složitým zařízením sloužícím v nemocničních zařízeních spíše pro vědecké účely, vznikla levnější, lehce nastavitelná a přenositelná varianta, opět využívající hrací konzoli (Xbox 360), fotoaparát pro záznam pohybu a PC pro zpracování dat (Chang et al., 2012, pp. 159-162).

4 DISKUSE

4.1 Vhodnost a efektivnost balančního cvičení

I když se balanční cvičení a balanční pomůcky v terapii či sportovní přípravě těší velké oblibě, vyvstává otázka jejich vhodnosti a skutečné efektivity (Pavlů, 2000, s. 120). Do dnešní doby totiž stále neexistuje dostatek kvalitních studií, které by s určitostí objasnily míru efektivity balančního cvičení (Marshall, Murphy, 2005, p. 242). Názor Pavlů o paušalizaci a nadužívání balančních pomůcek (konkrétně míčů) ještě podpořili Lehman et al. (2005, pp. 6-13).

Podle Lehmana et al. (2005, pp. 6-7) je dnes velký gymnastický míč nedílnou součástí silového a kondičního tréninku. Sportovci jím začínají nahrazovat posilování na klasické lavici (tzv. bench) v domněnku, že silový trénink na labilní ploše je náročnější pro trupové svalstvo, zlepšuje dynamickou rovnováhu celého těla a pravděpodobně tak napomáhá stabilizovat páteř pro prevenci a léčbu úrazů. Nicméně ani Lehman et al., ani Marshall a Desai (2010, pp. 1543-1544) nepotvrdili, že by cvičení na míči bylo pro zvýšení aktivity a svalové síly trupových svalů efektivnější.

Jaké jsou možnosti zlepšit statickou i dynamickou rovnováhu prostřednictvím domácího propioceptivního tréninku zjišťovali Emery et al. Cílovou skupinou studie byli adolescenti (14-19 let), kteří měli za úkol cvičit doma každý den 20 minut po dobu 6 týdnů a potom jednou týdně do konce naplánovaného 6 měsíčního programu. Kromě účinnosti propioceptivního tréninku na balanci sledovali Emery et al. i účinek tréninku na snížení počtu sportovních úrazů adolescentů (Emery et al., 2005, pp. 749-751).

Balanční trénink byl efektivní. Experimentální skupina výrazněji zlepšila svou dynamickou i statickou rovnováhu. Během sledovaného období utrpěla výrazně méně sportovních úrazů než skupina kontrolní – 1x vymknutý kotník, 1x fractura metatarsu (kontrolní skupina celkem 10 z toho 7x vymknutí kotníku) (Emery et al., 2005, pp. 751-753).

Limitem této studie bylo stanovení stropové hodnoty času pro provedení testů během vstupního nebo kontrolních měření, protože někteří jedinci na začátku nebo během programu stropových hodnot dosáhli a nebylo možné výsledky dále měřit a porovnávat. Autoři také vyjádřili obavu o objektivitě měření dynamické balance, a také o nepřesnosti informací týkajících se zranění a dalších informací, které měli účastníci sami denně reportovat (Emery et al., 2005, pp. 753).

Domácí proprioceptivní trénink jako prevenci opakovaných sportovních úrazů podporují i Hupperets et al. (2008, pp. 71-77) nebo Wester et al. (1996, pp. 332–336).

Walden et al. si jako předmět své studie vybrali zdravou skupinu sportujících adolescentů. Cílem vědeckých pracovníků bylo zjistit účinnost neuromuskulárního tréninku na prevenci zranění kolenního kloubu (konkrétně ligamentum cruciatum anterior, LCA) u mladých hráčků fotbalu. Do rozsáhlé studie se zapojilo celkem 4 564 hráčků (intervennční skupina $n = 2\,479$, kontrolní sk. $n = 2\,085$) ve věku 12-17 let (Waldén et al., 2012, pp. 1-11)

Protože většina úrazů LCA vznikne bezkontaktním mechanismem, byl i trénink pro prevenci úrazů zaměřen na tento mechanismus zranění. Preventivním programem se na konci sezony podařilo snížit počet úrazů na méně než polovinu (Walden et al., 2011, p. 11).

S Waldenem et al. se shoduje jak klinicky tak statisticky Olsen et al., kteří porovnávali experimentální a kontrolní skupinu norských házenkářek (15-17 let). V experimentální skupině byl zařazen v rámci každého tréninku specifický „warm-up“ program pro zlepšení síly, rovnováhy, neuromuskulární kontroly apod. Házenkářky v rámci části zaměřené na rovnováhu a neuromuskulární kontrolu používaly gym ball, balanční desku a matraci. Olsen et al. se dokonce domnívají, že vhodně strukturovaným „warm-up“ programem by šlo snížit počet akutních zranění kolene a kotníku až o 50 %. Zároveň také navrhuje zařadit program již u mladších sportovců (10-12 let), u kterých lze snáze rozvinout správné pohybové vzory, protože správný pohybový vzor je základním předpokladem pro redukci zranění (Olsen et al., 2005, p. 1-7).

Statisticky významného zlepšení nedosáhla ani experimentální skupina, která podstupovala multisenzorický trénink, oproti kontrolní skupině podstupující trénink silový ve studii Alfieriho et al. Autoři však poukazují na fakt, že pouze skupina

podstupující multisenzorický trénink zlepšila práci plantárních a dorsálních flexorů (Alfieri et al., 2012, pp. 119-125) Tyto svaly jsou důležité pro kontrolu polohy hlezenního kloubu a statickou rovnováhu celého těla (Shumway-Cook, Woollacott, 1995, pp. 19-20). Autoři tak tomuto faktu přikládají důležitost (Alfieri et al., 2012, pp. 119-125).

Crosbie et al. se v systematickém přehledu studií pozitivně staví k virtuální rehabilitaci (všech 11 studií dosáhlo pozitivních výsledků a 3 z nich dosáhly dokonce statisticky významných hodnot), upozorňuje však na stále spíše slabou až střední kvalitu těchto studií a na možné nežádoucí účinky, např. kinetóza (nemoc z pohybu/„cybersickness“), namáhání očí, nauzea, pocení či desorientace (Crosbie et al., 2007, pp. 1143–1145).

Z uvedených studií vyplývá, že balanční cvičení je z klinického hlediska efektivní formou rehabilitace pro zlepšení hlavně postury a dynamické balance u aktivních sportovců i nesportující populace. Což však nelze brát jako obecně platné dogma.

4.2 Množství a intenzita

V otázkách intenzity, frekvence a délky programu jsou mezi jednotlivými studii velké rozdíly. Například studie týkající se pacientů po CMP zastávají spíše názor cvičení o větší intenzitě (van Peppen et al., 2007, pp. 776–775). Jako minimální vhodné dávkování byl doporučen program o délce alespoň 25 týdnů při frekvenci dvou tréninků za týden (Sherrington et al., 2008, p. 2241). Toto doporučení potvrdily i výsledky systematické recenze čítající 54 RCTs z roku 2011, která plynule navazovala na předchozí metanalýzu téhož autora. V novější práci (Sherrington et al., 2011, pp. 78, 80) je zdůrazněna efektivita balančního tréninku hlavně při střední a vysoké zátěži, celkově recenze podporuje spíše programy nezahrnující trénink chůze.

Naopak Allet et al. i Madureiri et al. trénink chůze a její modifikace ve svých studiích uplatňovali.

Allet et al. (2010, pp. 458-466) porovnávali zlepšení stereotypu chůze a rovnováhy pacientů s DM (diabetes mellitus) typu 2. Hlavní částí 12 týdenního

tréninku byl 40 min dlouhý kruhový trénink kombinovaný s balančními cviky (stoj na patách/špičkách, chůze v tandemu), každý cvik byl prováděn 2x po dobu 1 min. Po zvládnutí cviků na rovném povrchu prováděli pacienti cviky na balanční desce. Studie se zúčastnilo celkem 71 pacientů, z toho 35 pacientů bylo zařazeno do experimentální skupiny a 36 pacientů bylo zařazeno do kontrolní skupiny. Zatímco experimentální skupina absolvovala výše popsany trénink (2x/týden po 60 min), léčebný režim kontrolní skupiny nebyl nijak změněn (Allet et al., 2010, pp. 458-466).

Před začátkem studie, po jejím skončení a po dalších 6 měsících, po kterých byli pacienti vyzváni k pokračování v tréninku, byla provedena kontrolní měření (rychlost chůze, rovnováha, obava pacienta z pádu, svalová síla, mobilita kloubů) pro objektivizaci výsledků. Po programu se zlepšila pacientům průměrně rychlost chůze o 0,149 m/s ve srovnání s kontrolní skupinou. Kromě toho se experimentální skupina výrazně zlepšila v sekundárních měřeních (dynamic balance test, the POMA test, the Biodex sway index, FES-I skóre, svalová síla svalů kyčle, plantárních flexorů a rozsah flexe v kyčli). V kontrolním měření po 6 měsících zůstaly s výjimkou Biodex sway index a síly plantárních flexorů signifikantní rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou (Allet et al., 2010, pp. 458-466).

Program Madureiriho et al. určený starším ženám trval dokonce 12 měsíců a sestával se celkem ze 40 lekcí (1 hod./týden). Hlavním bodem každého tréninku byl nácvik dynamických a statických pozic (chůze v tandemu, chůze po špičkách/patách, chůze bokem, stoj na jedné DK, apod.) cca po 30 min. Neméně důležitou částí tréninku byla chůze (současně s prováděním různých cviků na HKK) po dobu asi 15 min. Konečná měření provedená po 12 měsících potvrdila efektivitu programu a tedy i balančních cvičení, což objektivně dokazují výsledky testů pro funkční a statickou rovnováhu a četnost pádů (Madureira et al., 2007, pp. 419-425).

Alfieri et al. zvolili 12 týdenní program s frekvencí dvou tréninků týdně po 60 min. Všech 46 osob účastnících se výzkumu bylo rozřazeno do dvou skupin. První skupina absolvovala multisenzorický trénink, druhá skupina po stejné časové období trénink silový. Během silového tréninku skupina používala 6 předem určených nástrojů s různým odporem pro posílení cílových svalových skupin (svalů kolem hlezenního kloubu). Pro porovnání výsledku před a po intervenci použil mimo jiné i stejné testy jako Madureira et al. - TUGT, BBS. Pro stanovení míry oscilace těla

při stoji na jedné dolní končetině použil speciální měření na silové plošině, vyšetření statické balance (stoj na dominantní DK s otevřenými očima po dobu 10 s) a izokinetické hodnocení hlezenního kloubu pomocí přístroje Cybex Humac Norm (úkolem bylo provést dorsální flexi, plantární flexi, inverzi a everzi při fixované DK v 90° flexi v kyčelním kloubu a 80° flexi v kloubu kolenním) (Alfieri et al., 2012, pp. 119-125).

Po vyhodnocení výsledků, kdy nedošlo ke statisticky významnému rozdílu, se autoři domnívají, že intenzita, délka a frekvence silového tréninku nebyla pro zlepšení svalů kotníku dostačující a naopak sensorická stimulace vizuálního, vestibulárního a sensorického systému během multisenzorického tréninku na různých typech povrchu napomohla zlepšení práce těchto svalů (Alfieri et al., 2012, pp. 119-125).

Walden et al. zařadili neuromuskulární program jako 15 min rozcvičku na začátek fotbalového tréninku hráčů (2x týdně po celou sezónu). Cvičení bylo zaměřeno hlavně na svalovou sílu DKK a trupu, rovnováhu, správné postavení kolenního kloubu (vyvarovat se nadměrnému valgóznímu postavení). Na konci sezóny se podařilo snížit počet úrazů o 64 % (podle Coxova regresního modelu), ovšem podle metody Mantel-Haenszela, kterou Walden et al. pro vyhodnocení zvolili, byly výsledky statisticky nevýznamné. I přes chybějící statistickou podporu autoři pokládají preventivní program za efektivní, což podporuje i jednoduchý fakt, že z celkových 14 zranění LCA v kontrolní skupině (v intervenční skupině pouze 7 zranění) se hned 5 z nich přihodilo bezkontaktním mechanismem během hry (Walden et al., 2011, p. 11).

Možnosti zlepšení statické i dynamické rovnováhy prostřednictvím domácího propioceptivního tréninku zjišťovali Emery et al. (2005, pp. 749-754). Skupinu vybranou pro propioceptivní trénink poučili fyzioterapeuti o typu, délce, frekvenci cvičení apod. Adolescenti měli za úkol cvičit doma každý den 20 min po dobu 6 týdnů a potom jednou týdně do konce naplánovaného 6 měsíčního programu. Každému byla pro tyto účely poskytnuta balanční plocha (wobble board). Protože šlo o progresivní trénink, ve druhém týdnu se cvičení ztížilo ve smyslu provádění cviků místo na obou DKK pouze na 1 DK a u cviků prováděných bez kontroly zraku se prodloužil čas. Ve čtvrtém týdnu byly upraveny balanční plošiny na další úroveň, tzn., aby byly ještě

méně stabilní. Mimo to bylo do každého tréninku zařazeno cvičení na stabilizaci trupu (isometrické kontrakce břišních a gluteálních svalů) (Emery et al., 2005, pp. 749-754).

Při vstupním testování byla cílová skupina vyzvána provést dva následující testy - stoj na jedné DK bez kontroly zraku na podlaze v tělocvičně a poté ten samý úkon na Fitteru. Během obou testů se jednotlivcům měřil čas. Za maximální délku testu bylo zvoleno 180 s. Dalším testem byl vertikální výskokový test (testování funkční síly) a kanadská verze 20-shuttle run testu (testování vytrvalosti) (Emery et al., 2005, pp. 749-754).

Primárně se sledovala sportovní zranění, vymknutí kotníku a změny časů dynamických a statických testů, před začátkem programu a po 6 týdnech (testování měli vždy 6 pokusů, tj. tři na každou DK, přičemž měření obou DKK se sloučila). Výsledky potvrzují, že domácí 6 týdenní propioceptivní balanční trénink byl efektivní (Emery et al., 2005, pp. 749-754).

Hemiparetičtí pacienti po CMP ve studii Gil-Gómeze et al. absolvovali celkem 20 hod. sezení na eBaViRu (vždy s frekvencí 3-5 hod./týden), přičemž na každém sezení hráli tři různé hry (Simon, Balloon Braker a Air Hockey). Hry byly navrženy s ohledem na pacienty s kognitivními poruchami tak, aby se díky optimálnímu feedbacku (vizuální a audio feedback) mohli zaměřit na provedení motorického úkolu. Simultánně s intervenční skupinou absolvovala kontrolní skupina tradiční rehabilitaci zaměřenou na rovnováhu (skupinová i individuální cvičení) (Gil-Gómez et al., 2011, pp. 3–5).

Tréninkový program ve studii Yena et al. trval 6 týdnů (2x/týden, vždy 30 min) a byli do něj zařazeni dvě skupiny pacientů s Parkinsonovou nemocí. V obou skupinách a pacienti zahajovali trénink vždy 2 hod. po podání medikace. Pacienti v rámci virtuální rehabilitace, po 10 minut dlouhém úvodním protažení, hráli vždy dvě různé hry (10 + 10 min) pokaždé s jiným cílem terapie (Bang Banh Ball – pro přenosy váhy v různých směrech za nějakým cílem, Simulated Board Driving – pro kontrolu přenosu váhy při běžných denních aktivitách). Tradiční balanční program druhé skupiny vypadal následovně – úvodní 10 minutové protažení a 20 minutový balanční trénink rozdělený na tři hlavní body – statickou strategii (stoj na cca 4 cm širokých pěnových kouscích s i bez kontroly zrakem), dynamické přenosy váhy (terapeuti házeli pacientům míči v různých směrech, úkolem bylo chytit míč s nárokem a podřepem

vpřed či v bok) a zevní destabilizační faktory (cvičení na šikmé plošině, pro facilitaci posturální reflexů) (Yen et al., 2011; pp. 862-874).

V otázce množství a intenzity jsou mezi jednotlivými studii velké rozdíly, vždy závisí na zvoleném typu balančního cvičení.

4.3 Prevence pádů

Velká část studií uvedených v mé práci se při zjišťování účinnosti BC zaměřila na starší věkové skupiny s cílem zlepšit jejich posturální schopnosti a omezit frekvenci pádů.

Např. Madureira et al. se zaměřili na ženy starší 65 let trpící osteoporózou. Před začátkem 12 měsíčního balančního programu zaměřeného na funkční a statickou rovnováhu, mobilitu a frekvenci pádu, byly změřeny v experimentální (36 žen) i kontrolní skupině (32 žen) hodnoty daných testů: The Berg Balance Scale (BBS) pro funkční rovnováhu, Clinical Test of Sensory Interaction for Balance (CTSIB) pro statickou rovnováhu, Timed „UP and Go“ Test (TUGT) pro funkční mobilitu. Výsledné hodnoty těchto testů po programu vyšly ve prospěch balančního cvičení (Madureira et al., 2007, pp. 419-425).

Alfieri et al. zjišťovali, zda multisenzorický trénink (chůze bokem, pozpátku, bez kontroly zrakem, chůze o různé rychlosti, chůze po měkkém povrchu apod., pro ztížení i s překážkami) bude mít větší efekt na posturální kontrolu u starších osob (mezi 60 a 75 lety) než trénink silový, viz výše (Alfieri et al., 2012, pp. 119-125).

Allet et al. se ve studii zaměřili na chůzi a obavu z pádu u pacientů s DM2. Primárními výsledky byly měření rychlosti chůze (gait speed) a variační koeficient času cyklu chůze (Coefficient of Variation of Gait Cycle Time, CVGCT), které mají přímou souvislost s rizikem pádu pacienta - pomalá chůze a vysoká hodnota CVGCT zvyšuje riziko pádu (Hausdorff, Rios, Edelberg, 2001, p. 1053).

Mezi další rizikové faktory vzniku pádu patří nedostatečná kontrola rovnováhy, malá svalová síla a omezená pohyblivost v kloubech DKK, jež je možno také ovlivnit cvičením (Barnett et al., 2003, pp. 408, 413) a z toho důvodu byly zvoleny jako sekundární výsledky této studie. Allet et al. předpokládali, že pacienti zařazení

do experimentální skupiny (kruhový trénink s prvky balančního cvičení) budou po programu vykazovat lepší výsledky v rychlosti chůze a CVGCT, a také lepší rovnováhu, svalovou sílu dolních končetin (extenzory kyčle a kolene a flexory kotníku), rozsah pohybu v hlezenním kloubu a sníží se u nich obava z pádu. Svalová síla (isometrická kontrakce) byla měřena dynamometrem (MicroFet), rozsah pohybu byl měřen goniometrem a obava z pádu během různých aktivit se hodnotila pomocí Falls Efficacy Scale International (FES-I). Pro objektivizaci rovnováhy autoři zvolili Performanced-oriented mobility assessment (POMA) a pro zhodnocení dynamické rovnováhy byli pacienti vyzváni k co nejrychlejší a nejpreciznější chůzi po 5 m dlouhém nosníku (15 cm vysoký, 15 cm široký). Při testování statické balance, pro zhodnocení posturální kontroly, měl pacient za úkol stát bosý na balanční desce a zvládnout 2 druhy testů různé obtížnosti (Allet et al., 2010, pp. 458-466).

Pacienti v experimentální skupině bezprostředně po programu dosáhli lepších výsledků v sekundárních měřeních a mírně zvýšili rychlost chůze (Allet et al., 2010, pp. 458-466).

Efektivitu balančního cvičení na posturální výkyv, funkční rovnováhu, neuromuskulární kontrolu, obratnost a svalovou sílu v systematickém přehledu 20 randomisovaných kontrolovaných studií (RCTs) zkoumali i Zech et al. (2010, pp. 392-403). Ve studiích participovali sportovci, rekreační sportovci i nesportující zdravé osoby. Všechny skupiny byly mezi sebou srovnány, skupina podrobená balančnímu tréninku s kontrolními skupinami, z nichž jedna byla podrobena silovému nebo plyometrickému tréninku a druhá neabsolvovala žádný trénink. Jako nejúčinnější se ukázalo využít balančního cvičení pro zlepšení posturálního výkyvu a neuromuskulární kontroly (srovnání s kontrolní skupinou bez pohybové intervence), naopak ke zlepšení silového výkonu, sprintu apod. je dle výsledků vhodnější silový či plyometrický trénink (Zech et al., 2010, p. 402).

K podobnému závěru došli i autoři meta-analýzy Effective Exercise for the Prevention of Falls: A Systematic Review and Meta-Analysis, kteří porovnávali studie zkoumající různé strategie v terapii prevence pádu (Sherrington et al., 2008, pp. 2234-2243).

S redukcí pádů jako výsledkem výzkumu se setkali např. Li et al., jejichž studie zabývající se efektivitou Tai Chi zahrnovala mj. balanční prvky. Proto by mělo být

zařazení rovnovážného tréninku do cvičebního programu pro prevenci pádů jedním z důležitých kritérií (Li et al. In Sherrington et al., 2008, p. 2241).

Z výsledků těchto studií vyplývá, že balanční cvičení jsou využitelná k prevenci pádů.

4.4 Virtuální realita versus tradiční balanční cvičení

Rozdíl mezi tradičním balančním tréninkem a virtuální realitou byl předmětem studie Yen et al. Konkrétněji testovali účinek rozšířeného virtuálního balančního tréninku u pacientů trpících Parkinsonovou chorobou na smyslové integrační schopnosti pro posturální kontrolu. Pacient měl za úkol provádět somatosenzorické úkoly VR a zároveň být schopen udržet rovnováhu na dynamické sklápěcí balanční desce řízené přenosem váhy pacienta. Pro objektivizaci výsledků zvolili autoři testy „smyslové organizace“ (the Sensory Organization Test, SOT 1-6), což je složka počítačové dynamické posturografie vyhodnocující smyslové integrační schopnosti vestibulárního, somatosenzorického a vizuálního systému (Yen et al., 2011, pp. 862-874).

Výsledky intervenční skupiny (VR) před a po tréninkovém programu byly porovnány se skupinou, jež podstoupila tradiční balanční trénink (CB) a s kontrolní skupinou bez jakékoli pohybové terapie. Obě skupiny po skončení programu prokázali výrazné zlepšení smyslových integračních schopností oproti 3. kontrolní skupině a obě varianty jsou tak autory považovány jako vhodné pro rehabilitaci posturální kontroly. Obě skupiny dosáhly podobných výsledků v testu SOT 1, avšak v dalších testech se poněkud lišily – skupina VR dosáhla lepších výsledků v testu SOT 6, zatímco skupina CB v testu SOT 5. Tyto výsledky pravděpodobně vyplývají z toho, že samotný test SOT 6 byl velmi podobný podmínkám VR (co se týká vizuálního feedbacku), naproti tomu při CB rehabilitaci získávali pacienti pouze (nedostatečný) verbální feedback od terapeuta. Proto lze virtuální rehabilitaci považovat za výhodnější, a to zvláště pro prevenci pádu u pacientů s vizuálním a somatosenzorickým deficitem (Yen et al., 2011, pp. 862-874).

Obdobně Gil-Gómez et al. (2011, pp. 1-9) porovnávali rozdíl mezi tradiční rehabilitací a rehabilitací využívající počítačem řízenou plošinu eBaViR. Tentokrát při terapii u hemiparetických pacientů po akutní mozkové příhodě (acute brain injury, ABI). Autoři předpokládali, že rehabilitace s eBaViRem je odpovídající, bezpečná a pravděpodobně dokáže zlepšit statickou bilanci pacientů. Obě skupiny byly tradičně testovány před i po skončení tréninkového programu. Pro měření statické balance autoři zvolili the BBS a the Anterior Reach Test (ART). Stav dynamické balance se ožejmila pomocí the Timed Stair Test (TST), the Stepping test (ST), the 1 minute Walking Test (1MWT), the 10-meter Walking Test (10MT), TUGT a the 30-second Sit-to Stand Test (30SST) (Gil-Gómez et al., 2011, pp. 3-5).

Podle konečných měření dosáhly obě skupiny lepších výsledků ve všech testech. Přičemž v rámci testů statické balance byla signifikantně lepší experimentální skupina, na druhou stranu zlepšení dynamické rovnováhy pokusné i kontrolní skupiny byly srovnatelné. Výsledky tedy potvrzují fakt, že systém eBaViR byl zkonstruován zejména pro podporu statické rovnováhy, na niž byly zaměřeny i cvičení/hry, proto nebylo možné očekávat významné zlepšení dynamické rovnováhy. Autoři doporučují posílit terapii o trénink dynamické balance v rámci komplexních funkčních pohybů, ať už prostřednictvím virtuální nebo tradiční terapie. Kromě pozitivních objektivních výsledků se virtuální rehabilitace setkala s kladným ohlasem i u terapeutů a pacientů. Zatímco terapeuti vyzdvihují rychlost a jednoduchost používání systému, pacienti ji považovali za zábavnou, což posílilo jejich motivaci a aktivní spolupráci (Gil-Gómez et al., 2011, pp. 7-8).

Stejná pozitiva při terapii pomocí VR vedle Gil-Gómeze vyzdvihují i Meldrum et al. (2012, p. 2), kteří v připravované studii (Effectiveness of conventional versus virtual reality based vestibular rehabilitation in the treatment of dizziness, gait and balance impairment in adults with unilateral peripheral vestibular loss: a randomised controlled trial) upozorňují na obtížnost získání kvalitního feedbacku při běžné terapii, která se opakuje stále dokola a je často velmi nudná.

Virtuální realita nemá oproti tradičnímu balančnímu cvičení signifikantně lepší výsledky, ale její pozitivum je v jednoduchosti použití pro terapeutu a zábavnosti pro pacienty.

ZÁVĚR

Žádný pohyb ani postura se neobejde bez multisenzorické činnosti smyslů (Véle, 1995, ss. 78-79). Ovšem s přibývajícím věkem pozorujeme mnoho fyziologických změn, které mají přímý vliv na posturu i pohyb těla – snížení či ztráta zrakové a sluchové funkce, redukce aktivní tělesné hmoty, prodloužení reakční doby na zevní či vnitřní podněty a snížená síla svalů a pevnost šlach i vazů (Rubenstein, 2006, pp. 38-39). Špatná rovnováha, která je známkou zvýšeného rizika úrazu DKK (Zech et al., 2010, p. 392), ale není výjimkou i u aktivních sportovců. Problémy s rovnováhou u nich nastávají po zranění, kdy bývá snížen propioceptivní input v důsledku dlouhodobé inaktivity (Norris, 1995, p. 145).

Prostudováním studií uvedených v mé práci zjišťuji, že balanční cvičení je z klinického hlediska efektivní formou rehabilitace pro zlepšení hlavně postury a dynamické balance u aktivních sportovců i nesportující populace. Což však nelze brát jako obecně platné dogma.

Pochybnosti Pavlů a Novosadové ohledně efektivity a paušalizace cvičení na velkých míčích podpořili i Marshall et al. (Marshall, Murphy, 2005, p. 248; Marshall, Desai, 2010, p. 1544). Jejich studie srovnávající efekt cvičení s míčem a bez míče na zlepšení stability středu těla prokázala, že při cvičení na míči se více aktivoval pouze m. rectus abdominis, a to až o 30 %. To však sami autoři nepovažovali za žádoucí, spíše naopak (Marshall, Murphy, 2005, p. 248). Nutno je také zvážit, jestli náročnost cvičení a rizika zranění v některých případech už nepřevažují benefity (Marshall, Desai, 2010, p. 1544).

Pouhé přidání labilní plochy tedy není dostačující podmínkou pro dosažení zvýšené svalové aktivity nebo nároků na neuromuskulární řízení svalů u všech jedinců. Každý člověk reaguje různým způsobem, který se může velmi odlišovat od předpokládané reakce. Sherrington et al. shrnuli na základě systematického přehledu studií o prevenci pádu u starších osob několik základních doporučení (podobně jako Jandova doporučení pro metodu SMS):

- Kladení mírných až středních nároků na pacientovu rovnováhu.

- Průběžnost, dostatečná délka sezení i celého programu – nejméně 2 hod./týden po dobu nejméně 6 měsíců.
- K balančnímu tréninku lze zařadit i trénink chůze, avšak podle přehledu Sherringtona et al., měly největší efekt programy zahrnující balanční cvičení o vyšších dávkách bez tréninku chůze.
- Vhodná jsou individuální i skupinová cvičení (např. pro motivaci).

Protože v přehledu uspěly nejlépe programy zahrnující balanční cvičení, lze tato pravidla do jisté míry vztáhnout i na ně nebo nově na rehabilitaci pomocí virtuální reality aplikovanou často při rehabilitaci starších pacientů.

VR jako nově se vyvíjející možnost terapie na poli rehabilitace, do budoucna slibuje zajímavé vyhlídky jak pro pacienty, tak terapeuty. Toto pole výzkumu se rychle vyvíjí v reakci na stále vznikající dokonalejší technologie a naše rostoucí technické schopnosti. Přes převládající pozitiva vycházející z použitých studií v mé práci, nelze zapomenout, že studií na dané téma je stále omezené množství a jsou převážně slabé až střední kvality.

LITERATURA A PRAMENY

ALFIERI, F. M., RIBERTO, M., GATZ, L. S., RIBEIRO, C. P. C., LOPES, J. A. F., BATTISTELLA, L. R. Comparison of multisensory and strength training for postural control in the elderly. *Clinical Interventions in Aging* [online]. Brasil: Dove Medical Press Ltd, 2012, vol. 2012, no. 7, pp. 119-125 [cit. 2012-09-26]. ISSN 1178-1998. DOI: 10.2147/CIA.S27747. Dostupné z: <http://www.dovepress.com/comparison-of-multisensory-and-strength-training-for-postural-control--peer-reviewed-article-CIA>.

ALLET, L., ARMAND, S., BIE, R. A., GOLAY, A., MONNIN, D., AMINIAN, K., STAAL, J. B., BRUIN, E. D. The gait and balance of patients with diabetes can be improved: a randomised controlled trial. *Diabetologia* [online]. Springer, 2010, vol. 53, no. 3, pp. 458-466 [cit. 2012-05-05]. ISSN 0012-186x. DOI: 10.1007/s00125-009-1592-4. Dostupné z: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s00125-009-1592-4>.

ARONOVITCH, J., TAYLOR, M., CRAIG, C. *Get on it!: BOSU balance trainer : workouts for core strength and a super-toned body* [online]. 3rd ed. Berkeley, CA: Ulysses Press, 2008, 144 p. [cit. 2012-04-26]. ISBN 15-697-5589-2. Dostupné z: http://books.google.cz/books?id=PUV_hgvfQcAC&printsec=frontcover&dq=Get+on+it!:+BOSU+balance+trainer+:+workouts+for+core+strength+amd+a+super-toned+body&hl=cs&sa=X&ei=Si4CUdnAF8Sn4gT3_IDwDw&ved=0CDIQ6AEwA.

ASANUMA, H., ROSÉN, I. Topographical Organization of Cortical Efferent Zones Projecting to Distal Forelimb Muscles in the Monkey. *Experimental Brain Research*. 1972, n. 14, pp. 243-256. DOI: 10.1007/BF00816161. Dostupné z: <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2FBF00816161>.

BARNETT, A., SMITH, B., LORD, S. R., WILLIAMS, M., BAUMAND, A. Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomised controlled trial. *Age and Ageing*[online]. British Geriatrics Society., 2003, no. 4, pp. 407-414 [cit. 2012-04-26]. ISSN 0002-0729. DOI:

10.1093/ageing/32.4.407. Dostupné z:
<http://ageing.oxfordjournals.org/content/32/4/407.full.pdf+html>.

BATSON, G., DEUTSCH, J. E. Effects of Feldenkrais Awareness Through Movement on Balance in Adults With Chronic Neurological Deficits Following Stroke: A Preliminary Study. *Complementary Health Practice Review* [online]. 2005, vol. 10, no. 3, pp. 203-210 [cit. 2012-03-22]. ISSN 1533-2101. DOI: 10.1177/1533210105285516. Dostupné z: <http://chp.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/1533210105285516>.

BENNETT, M. R., HACKER, P. M. S. *Philosophical Foundations of Neuroscience* [online]. 1st edi. Oxford: Wiley-Blackwell, 2003, 480 p. [cit. 2012-03-26]. ISBN 1405108386. Dostupné z:
<http://books.google.cz/books?id=CZat7M81QmwC&dq=Philosophical+Foundations+of+Neuroscience&hl=cs&sa=X&ei=JC8CUb6fFaOH4AT50IDwBA&ved=0CDAQ6AEwA>.

BROOKS, A. L., PETERSSON, E. Play Therapy Utilizing the Sony EyeToy®. Presence 2005: *The Eight International Workshop on Presence* [online]. London: Department of Computer Science, Aalborg University, 2005, no. 8, pp. 303-314 [cit. 2012-04-27]. 0-9551232-0-8. Dostupné z:
http://www.temple.edu/ispr/prev_conferences/proceedings/2005/Brooks%20and%20Petersson.pdf.

BUCHANAN, P. A., ULRICH, B. D. The Feldenkrais Method : A Dynamic Approach to Changing Motor Behavior. *Growth and Motor Development* [online]. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance, 2001, vol. 72, no. 4, pp. 315-323 [cit. 2012-04-22]. DOI neuvedeno. Dostupné z:
<http://www.learningfrommovement.com/files/pdf/Changing%20motor%20behavior.pdf>.

BURDEA, G. C. Virtual Rehabilitation Benefits and Challenges. Methods of information in medicine. *Methodik der Information in der Medizin*[online]. 2003, no.

5, pp. 519-523 [cit. 2012-05-03]. ISSN 0026-1270. DOI: 10.1267/METH03050519.
Dostupné z: http://www.ti.rutgers.edu/publications/papers/2002_vrmhr_burdea.pdf.

CARRIERE, B. *The Swiss Ball: Theory, Basic Exercises and Clinical Application*. 2nd ed. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1998, 385 p. ISBN 3540611444.

CONNORS, K. A., GALEA, M. P., SAID, C. M., REMEDIOS, L. J. Feldenkrais Method balance classes are based on principles of motor learning and postural control retraining: a qualitative research study. *Physiotherapy* [online]. 2010, vol. 96, no. 4, pp. 324-336 [cit. 2012-04-07]. ISSN 00319406. DOI: 10.1016/j.physio.2010.01.004.
Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0031940610000295>.

CONNORS, K. A., GALEA, M. P., SAID, C. M. Feldenkrais Method Balance Classes Improve Balance in Older Adults: A Controlled Trial. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* [online]. 2011, vol. 2011, pp. 1-9 [cit. 2012-04-07]. ISSN 1741-427x. DOI: 10.1093/ecam/nep055. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/ecam/2011/873672/>.

CRAIG, C. *Pilates on the ball: the world's most popular workout using the exercise ball* [online]. 1st ed. Rochester, VT: Healing Arts Press, 2001, 179 p. [cit. 2012-04-22]. ISBN 08-928-1981-2. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=koilNWPtj3wC&printsec=frontcover&dq=%C2%A0Pilates+on+the+ball:+the+world's+most+popular+workout+using+the+exercise+ball.&hl=cs&sa=X&ei=9zICUc3rC8el4ASHsYCoAw&ved=0CDAQ6AEwAA>.

CROSBIE, J. H., LENNON, S., BASFORD, J. R., MCDONOUGH, S. M. Virtual reality in stroke rehabilitation: Still more virtual than real. *Disability* [online]. 2007, vol. 29, no. 14, pp. 1139-1146 [cit. 2012-12-03]. ISSN 0963-8288. DOI: 10.1080/09638280600960909. Dostupné z: <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.1080/09638280600960909>.

CRUZ, L., BULDYREV, S. V., PENG, S., ROE, D. L., URBANC, B., STANLEY, H. E., ROSENE, D. L. A statistically based density map method for identification and

quantification of regional differences in microcolumnarity in the monkey brain. *Journal of Neuroscience Methods* [online]. 2005, vol. 141, no. 2, pp. 321-332 [cit. 2012-04-24]. ISSN 01650270. DOI: 10.1016/j.jneumeth.2004.09.005. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0165027004003309>.

DYLEVSKÝ, I. *Speciální kineziologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 184 s. ISBN 978-80-247-1648-0.

EMERY, C. A., CASSIDY, J. D., KLASSEN, T. P., ROSYCHUK, R. J., ROWE, B. H.. Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. *Canadian Medical Association Journal* [online]. 2005, vol. 172, no. 6, pp. 749-754 [cit. 2012-04-01]. ISSN 0820-3946. DOI: 10.1503/cmaj.1040805. Dostupné z: <http://www.cmaj.ca/cgi/doi/10.1503/cmaj.1040805>.

ENOKA, R. M. *Neuromechanics of human movement*. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2002, 556 p. ISBN 07-360-0251-0.

FELDENKRAIS, M. *Awareness through movement: health exercises for personal growth*. Illustrated ed. New York: Harper, 1977, 173 p. ISBN 00-606-2344-6.

FLYNN, S., PALMA, P., BENDER, A. Feasibility of Using the Sony PlayStation 2 Gaming Platform for an Individual Poststroke: A Case Report. *Journal of Neurologic Physical Therapy: JNPT* [online]. Atlanta, Georgia: Division of Physical Therapy, College of Health and Human Sciences, 2007, vol. 31, pp. 180-189 [cit. 2012-04-24]. ISSN 1557-0576/07/3104-0180. DOI: 10.1097/NPT.0b013e31815d00d5. Dostupné z: <http://chhs.gsu.edu/pt/docs/JNPT.pdf>.

FOSTER, S. L. *Choreographing Empathy: Kinesthesia in Performance* [online]. 1st ed. London: Routledge, 2010, 296 p. [cit. 2012-03-27]. ISBN 9780415596565. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=MDWuaqZiHZcC&printsec=frontcover&dq=Choreographing+Empathy:+Kinesthesia+in+Performance&hl=cs&sa=X&ei=eJgCUfnnO8vBt>

AaG74DIBw&ved=0CDAQ6AEwAA#v=onepage&q=Choreographing%20Empathy%3A%20Kinesthesia%20in%20Performance&f=false.

GIL-GÓMEZ, J. A., LLORÉNS, R., ALCANIZ, M., COLOMER, C.. Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. Valencia, Spain: Instituto Interuniversitario de Investigación en Bioingeniería y Tecnología Orientada al Ser Humano, Universitat Politècnica de València, 2011, vol. 8, no. 1, pp. 1-9 [cit. 2012-08-24]. ISSN 1743-0003. DOI: 10.1186/1743-0003-8-30. Dostupné z: <http://www.jneuroengrehab.com/content/8/1/30>.

GONZÁLEZ-FERNANDÉZ, M., GIL-GÓMEZ, J. A., M., ALCANIZ, E., NOÉ, COLOMER, C. EBaViR, Easy Balance Virtual Rehabilitation System: a Study with Patients. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine* [online], pp. 61-66. In WIEDERHOLD, B, Giuseppe RIVA and Sun-i KIM. *Annual review of cybertherapy and telemedicine 2010: advanced technologies in behavioral, social and neurosciences. Studies in health technology and informatics Washington, D.C.: IOS Press, 2010, vol 154. pp. 242* [cit. 2012-08-24]. ISBN 9781607505600. Dostupné z: http://www.google.cz/books?id=Ci0635FX3JEC&dq=Easy+Balance+Virtual+Rehabilitation+System:+a+Study+with+Patients&lr=&hl=cs&source=gbs_navlinks_s.

GRAHAM, J. V., EUSTACE, C., BROCK, K., SWAIN E., IRWIN-CARRUTHERS, S. The Bobath Concept in Contemporary Clinical Practice. *Top Stroke Rehabil* [online]. 2009, no. 1, pp. 57–68 [cit. 2012-04-20]. DOI: 10.1310/tsr1601-57. Dostupné z: <http://fysio.dk/Upload/KursUdd/Kursusmateriale/Apopleksi/The%20Bobath%20Concept%20in.pdf>.

GRILLNER, S., CANGIANO, L., HU, G. Y., THOMPSON, R., HILL, R., WALLÉN, P. The intrinsic function of a motor system — from ion channels to 1 networks and behavior. *Brain Research* [online]. 2000, no. 886, pp. 224–236 [cit. 2012-03-27]. DOI:

10.1016/S0006-8993(00)03088-2.

Dostupné

z:

<http://elmu.umm.ac.id/file.php/1/jurnal/B/Brain%20Research/Vol886.Issue1-2.Nov2000/19188.pdf>.

HAUSDORFF, J. M., RIOS, D. A., EDELBERG, H. K. Gait variability and fall risk in community-living older adults: A 1-year prospective study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. USA: Gerontology Division, Beth Israel Deaconess Medical Center and Division on Aging, Harvard Medical School, 2001, vol. 82, no. 8, pp. 1050-1056. ISSN 00039993. DOI: 10.1053/apmr.2001.24893. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999301632155>.

HUPPERETS, M. DW, VERHAGEN, E. A., MECHELEN, W. V. The 2BFit study: is an unsupervised proprioceptive balance board training programme, given in addition to usual care, effective in preventing ankle sprain recurrences? Design of a Randomized Controlled Trial. *BMC Musculoskeletal Disorders* [online]. 2008, vol. 9, no. 1, pp. 71-78 [cit. 2012-04-30]. ISSN 1471-2474. DOI: 10.1186/1471-2474-9-71. Dostupné z: <http://www.biomedcentral.com/1471-2474/9/71>.

CHANG, Ch. Y., LANGE, B., ZHANG, Mi., KOENIG, S., REQUEJO, P., SOMBOON, N., SAWCHUK, A. A., RIZZO, A. A. Towards pervasive physical rehabilitation using Microsoft Kinect. *Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth)* [online]. 2012 6th International Conference. San Diego, CA, 2012, pp. 159-162 [cit. 2012-04-30]. DOI: 978-1-936968-43-5. Dostupné z: http://www-scf.usc.edu/~mizhang/papers/mi_ph12.pdf.

ITŌ, M. *The cerebellum: brain for an implicit self* [online]. Upper Saddle River, N.J.: FT Press, 2012, 285 p. [cit. 2012-04-02]. ISBN 01-370-5068-2. Dostupné z: http://www.google.cz/books?id=RwR94p9wS-8C&dq=ito,+2011+cerebelum&lr=&hl=cs&source=gbs_navlinks_s.

JANDA, V, VÁVROVÁ, M., HERBENOVÁ, A., VEVERKOVÁ, M. Evaluation of muscle imbalance. In LIEBENSON, C. *Rehabilitation of the spine: a practitioner's*

manual. 1st ed. Los Angeles, California: Lippincott Williams, 1996, 432 p. ISBN 0-683-05032-X.

KENNEDY, M. W., SCHMIEDELER, J. P., CROWELL, C. R., VILLANO, M., STRIEGEL, A. D., KUITSE, J. Enhanced feedback in balance rehabilitation using the Nintendo Wii Balance Board. *E-Health Networking Applications and Services (Healthcom)*, 2011 13th IEEE International Conference [online]. Columbia, MO, 2011, Conference Publications, pp. 162-168 [cit. 2012-05-02]. 978-1-61284-696-5. DOI: 10.1109/HEALTH.2011.6026735. Dostupné z: <http://capp.nd.edu/assets/77846/ieeewehabfinal.pdf>.

KEREM, M., LIVANELIOGLU A., TOPCU, M.. Effects of Johnstone pressure splints combined with neurodevelopmental therapy on spasticity and cutaneous sensory inputs in spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2001, vol. 43, no. 5, pp. 307-313. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8749.2001.tb00210.x/pdf>.

KRÁLÍČEK, P. *Úvod do speciální neurofyzologie*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén, 2011, 235 s. ISBN 978-807-2626-182.

LARSEN, C., MIESCHER, B., WICKIHALTER, G. *Zdravé nohy pro vaše dítě*. Olomouc: Poznání, 2009, 94 s. ISBN 978-80-86606-82-8.

LEHMAN, G. J, GORDON, T., LANGLEY, J., PEMROSE, P., TREGASKIS, S. Replacing a Swiss ball for an exercise bench causes variable changes in trunk muscle activity during upper limb strenght exercises. *Dynamic Medicine* [online]. BioMed Central Ltd., 2005, vol. 4, no. 1, pp. 6-13 [cit. 2012-06-01]. ISSN 14765918. DOI: 10.1186/1476-5918-4-6. Dostupné z: <http://www.dynamic-med.com/content/4/1/6>.

MADUREIRA, M. M., TAKAYAMA, L., GALLINARO, A. L., CAPARBO, V. F., COSTA, R. A., PEREIRA, R. M. R. Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly women with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Osteoporos Int* [online]. Springer, 2007,

vol. 18, no. 4, pp. 419-425 [cit. 2012-06-02]. DOI: 10.1007/s00198-006-0252-5.
Dostupné z: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s00198-006-0252-5>.

MARSHALL, P. W., MURPHY, B. A.. Core stability exercises on and off a Swiss ball. *Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. Elsevier Inc., 2005, vol. 86, no. 2, pp. 242-249 [cit. 2012-11-30]. DOI: 10.1016/j.apmr.2004.05.004. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999304006641>.

MARSHALL, P. W., DESAI, I. Electromyographic Analysis of Upper Body, Lower Body, and Abdominal Muscles During Advanced Swiss Ball Exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. Lippincott Williams & Wilkins, 2010, vol. 24, no. 6, pp. 1537-1545 [cit. 2012-11-30]. ISSN 1064-8011. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181dc4440. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage>.

MELDRUM, D., HERDMAN, S., MOLONEY, R., MURRAY, D., DUFFY, D., MALONE, K., FRENCH, H., HONE, S., CONROY, R., MCCONN-WALSH, R. Effectiveness of conventional versus virtual reality based vestibular rehabilitation In the treatment of dizziness, gait and balance impairment in adults with unilateral peripheral vestibular loss: a randomised controlled trial. *BMC Ear, Nose and Throat Disorders* [online]. 2012, vol. 12, no. 3. pp. 1-8 [cit. 2012-11-30]. DOI: 10.1186/1472-6815-12-3. Dostupné z: <http://www.biomedcentral.com/1472-6815/12/3>.

NOLAND, C. *Agency and Embodiment: Performing Gestures/Producing Culture* [online]. 1st edi. Cambridge: Harvard University Press, 2009, 272 p., [cit. 2012-06-30]. ISBN 9780674034518. Dostupné z: http://books.google.cz/books?id=72pGJBzDiRMC&printsec=frontcover&dq=Agency+and+Embodiment:+Performing+Gestures/Producing+Culture&hl=cs&sa=X&ei=_0ACUZ3CL6jk4QS93ICwCg&ved=0CDYQ6AEwAA.

NORRIS, Ch. M. Spinal Stabilisation: 5. An Exercise Programme to Enhance Lumbar Stabilisation. *Physiotherapy*. 1995, no. 3, pp. 138-146. DOI: neuvedeno.

ODDY, R. *Taming the Gymnastic Ball. Physiotherapy* [online]. 1996, vol. 82, no. 8, pp. 477-479 [cit. 2012-09-12]. ISSN 00319406. DOI: 10.1016/S0031-9406(05)66413-9. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0031940605664139>.

OLSEN, O.-E., MYKLEBUST, G., ENGBRETSSEN, L., HOLME I., BAHR, R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. [online]. 2005, vol. no., pp. 1-7. [cit. 2012-04-26]. DOI: 10.1136/bmj.38330.632801.8F. Dostupné z: <http://www.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.38330.632801.8F>.

PAGE, P., FRANK, C. C, LARDNER, R.. *Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda approach*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2010, 297 p., ISBN 07-360-7400-7.

PANJABI, M. M. The Stabilizing System of the Spine. Part I. Function, Dysfunction, Adaption, and Enhancement. *Journal od Spinal Disorders* [online]. New York: Raven Pres, Ltd., 1992, vol. 5, no. 4, pp. 383-389 [cit. 2012-11-13]. ISSN neuvedeno. Dostupné z http://www.formthotics.com/images/stories/Research_Papers/panjabi1.pdf.

PAVLŮ, D. Terapeutická cvičení s využitím velkých míčů dle konceptu FBL Susanne Klein-Vogelbachové. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2000, č. 3, ss. 118-122. ISSN 1211-2658.

PAVLŮ, D., NOVOSADOVÁ K. Příspěvek k objektivizaci účinku "Metodiky senzomotorické stimulace dle Jandy a Vávrové" se zřetelem k tzv. evidence-based practice. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2001, č. 4, ss. 178-181. ISSN 1211-2658.

PAVLŮ, D. Kognitivní terapeutická cvičení - koncept dle C. Perfettiho. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2002, č. 3, ss. 97-99. ISSN 1211-2658.

PAVLŮ, D. *Speciální fyzioterapeutické koncepty a metody I.: Koncepty a metody spočívající převážně na neurofyziologické bázi*. 2. vyd. Brno: Akademické nakladatelství Cerm, s.r.o., 2003, 239 s. ISBN 8072043129.

POOL-GOUDZWAARD, A. L., VLEEMING, A., STOECKART, R., SNIJDERS, C. J., MENS, M. A. Insufficient lumbopelvic stability: a clinical, anatomical and biomechanical approach to "a-specific" low back pain. *Manual Therapy* [online]. Harcourt Brace a Co, Ltd., 1998, vol. 3, no. 1, pp. 12-20 [cit. 2012-11-13]. ISSN neuvedeno. Dostupné z: <https://portalsaudebrasil.com/artigospsb/reumato085.pdf>.

PROSKE, U., GANDEVIA, S. C. The kinaesthetic senses. *The Journal of Physiology* [online]. 2009, vol. 587, no. 17, pp. 4139-4146 [cit. 2012-04-18]. DOI: 10.1113/jphysiol.2009.175372. Dostupné z: <http://jp.physoc.org/content/587/17/4139.full.pdf+html>.

RUBENSTEIN, L. Z. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age and Ageing* [online]. 2006, no. 2, pp. 37-41 [cit. 2012-11-28]. ISSN 0002-0729. DOI: 10.1093/ageing/afl084. Dostupné z: <http://www.ageing.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/ageing/afl084>.

SHERRINGTON, C., WHITNEY, J. C., LORD, S. R., HERBERT, R. D., CUMMING, R. G., CLOSE, J. C. T. Effective Exercise for the Prevention of Falls: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Geriatrics Society* [online]. 2008, vol. 56, no. 12, pp. 2234-2243 [cit. 2012-12-03]. ISSN 00028614. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2008.02014.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1532-5415.2008.02014.x>.

SHERRINGTON, C., TIEDEMANN, A., FAIRHALL, N. J., CLOSE, C. T., LORD, S. R. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. *NSW Public Health Bulletin* [online]. 2011, vol. 22, no. 3-4, pp. 78-83 [cit. 2012-12-03]. DOI: 10.1071/NB10056. Dostupné z: <http://www.publish.csiro.au/?paper=NB10056>.

SHUMWAY-COOK, A. WOOLLACOTT, M. H. *Motor control: theory and practical applications*. Baltimore: Williams, 1995, 475 p. ISBN 06-830-7757-0.

SHUMWAY-COOK, A., WOOLLACOTT, M. H. *Motor control: translating research into clinical practice*. 4th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams, 2012, 641 p. ISBN 14-511-1710-8.

SKLÁDAL, J. *Bránice člověka ve světle normální a klinické fyziologie*. 1. vyd. Praha: Československá akademie věd, 1976, 104 s. ISBN 50921827.

Spiraldynamik: intelligent movement. *Spiraldynamik: intelligent movement* [online]. Praha, 2003-2010 [cit. 2012-11-01]. Dostupné z: <http://www.spiraldynamik.cz/>.

STEPHENS, J., DUSHUTTLE, D., HATCHER, C., SHMUNES, J., SLANINKA, C. Use of Awareness Through Movement Improves Balance and Balance Confidence in People with Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2001, vol. 25, no. 2, pp. 39-49. DOI: neuvedeno. Dostupné z: http://journals.lww.com/jnpt/Abstract/2001/25020/Use_of_Awareness_Through_Movement_Improves_Balance.2.aspx.

SUCHOMEL, T., LISICKÝ, D. Progresivní dynamická stabilizace bederní páteře. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2004, č. 3, ss. 128-136. ISSN 1211-2658.

TANAKA, Y., ABE, T., TSUJI, T., MIYAGUCHI, H.. Motion Dependence of Impedance Perception Ability in Human Movements. *Neuvedeno* [online]. Japan: Hiroshima University, 2005, neuvedeno, pp. 472-477 [cit. 2012-03-27]. Dostupné z: http://bsys.hiroshima-u.ac.jp/pub/pdf/C/C_130.pdf.

Theoretical Assumptions and Clinical Practice. AN INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR ADULT NEUROLOGICAL

REHABILITATION. www.ibita.org [online]. The Netherlands: IBITA, 2008 [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: <http://ibita.org/pdf/assumptions-EN.pdf>.

TROJAN, S. et al. *Lékařská fyziologie*. 4. vyd. přepr. a dopl. Praha: Grada Publishing, 2004, 771 s. ISBN 80-247-0512-5.

VAN PEPPEN, R. P. S., HENDRIKS, H. J. M., VAN MEETEREN, N. L. U., HELDERS, P. J. M., KWAKKEL, G. The development of a clinical practice stroke guideline for physiotherapists in The Netherlands: A systematic review of available evidence. *Disability and Rehabilitation* [online],. Informa UK Ltd, 2007, vol. 29, no. 10, pp. 767-783 [cit. 2012-04-20]. ISSN 0963-8288. DOI: 10.1080/09638280600919764. Dostupné z: <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.1080/09638280600919764>.

VÉLE, F. *Kineziologie posturálního systému*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1995, 85 s. ISBN 80-7184-100-5.

VÉLE, F., ČUMPELÍK J., PAVLŮ, D. Úvaha nad problémem "stability" ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2001, č. 3, ss. 103-105. ISSN 1211-2658.

VÉLE, F. *Kineziologie: Přehled kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. vyd. Praha: Triton, 2006, 375 s. ISBN 80-7254-837-9.

WALDÉN, M., HÄGGLUND, M., MAGNUSSON, H., EKSTRAND, J. Anterior cruciate ligament injury in elite football: a prospective three-cohort study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*[online]. 2011, vol. 19, no. 1, pp. 11-19 [cit. 2012-05-30]. ISSN 0942-2056. DOI: 10.1007/s00167-010-1170-9. Dostupné z: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s00167-010-1170-9>.

WALDÉN, M., ATROSHI, I., MAGNUSSON, H., WAGNER, P., HAGGLUND, M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster

randomised controlled trial. *BMJ* [online]. 2012, no. 3, pp. 1-11 [cit. 2012-04-22]. ISSN 1756-1833. DOI: 10.1136/bmj.e3042. Dostupné z: <http://www.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.e3042>.

WEISS, P. L., RAND, D., KATZ, N., KIZONY, R. Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. Israel: BioMed Central Ltd., 2004, vol. 1, no. 1, pp. 1-12 [cit. 2012-05-15]. ISSN 17430003. DOI: 10.1186/1743-0003-1-12. Dostupné z:

<http://www.jneuroengrehab.com/content/1/1/12>.

WESTER, J. U., JESPERSEN, K. D. NIELSEN, NEUMANN. Wobble Board Training After Partial Sprains of the Lateral Ligaments of the Ankle: A - Prospective Randomized Study. *Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy* [online]. USA: American Physical Therapy Association, 1996, vol. 23, no. 5, pp. 332-336 [cit. 2012-05-15]. ISSN: 0190-6011. DOI: neuvedeno. Dostupné z: http://www.therabandacademy.com/elements/clients/docs/wester1996__201009DD_015302.pdf.

YEN, C.-Y., LIN, K.-H., HU, M.-H., WU, R.-M., LU, T.-W., LIN, C.-H. Effects of Virtual Reality-Augmented Balance Training on Sensory Organization and Attentional Demand for Postural Control In People With Parkinson Disease: A Randomized Controlled Trial. *Physical Therapy* [online]. 2011, vol. 91, no. 6, pp. 862-874 [cit. 2012-11-30]. ISSN 0031-9023. DOI: 10.2522/ptj.20100050. Dostupné z: <http://ptjournal.apta.org/cgi/doi/10.2522/ptj.20100050>.

ZECH, A., HÜBSCHER, M., VOGT, L., BANZER, W., HÄNSEL, F., PFEIFER, K. Balance Training for Neuromuscular Control and Performance Enhancement: A Systematic Review. *Journal of Athletic Training* [online]. National Athletic Trainer's Association, Inc., 2010, vol. 45, no. 4, pp. 392-403 [cit. 2012-05-08]. DOI: 10.4085/1062-6050-45.4.392. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2902034/>.

SEZNAM ZKRATEK

ABI	acute brain injury
ART	the Anterior Reach Test
atd.	a tak dále
BBS	The Berg Balance Scale
BC	balanční cvičení
CB	conventional balance training
cca	cirka
cm	centimetr
CMP	centrální mozková příhoda
CNS	centrální nervová soustava
COP	center of pressure
CPG	central pattern generator
CTSIB	Clinical Test of Sensory Interaction for Balance
CVGCT	Coefficient of Variation of Gait Cycle Time
č.	číslo
DK	dolní končetina
DM	diabetes mellitus
DNA	deoxyribonukleová kyselina
eBaViR	easy Balance Virtual Rehabilitation
EMG	elektromyografie
FBL	Funktionelle Bewegungslehre

FES-I	Falls Efficacy Scale International
et al.	a jiní
GS	Google Scholar
HK	horní končetina
hod.	hodina
LCA	ligamentum cruciatum anterior
LCD	liquid crystal display
m	metr
m.	musculus
min	minuta
mm	milimetr
n.	nervus
nar.	narozen
např.	například
p.	page
PC	osobní počítač
PM	PubMed
POMA	Performanced-Oriented Mobility Assessment
prof.	profesor
RCT	randomized controlled study
RF	retikulární formace
RHB	rehabilitace
s	sekund
s.	strana

sk.	skupina
SM	senzomotorický
SMS	senzomotorická stimulace
SOT	the Sensory Organization Test
ST	the Stepping test
tj.	to je
tr.	tractus
TST	the Timed Stair Test
TUGT	Timed “UP and Go“ Test
TV	televize
tzn.	to znamená
tzv.	takzvaný
viz	vidět
VR	virtuální rehabilitace
3D	třídiemenzionální
1MWT	the 1-minute Walking Test
10MT	10-meter Walking Test
30 SST	the 30-second Sit-to Stand Test