

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav fyzioterapie

Eliška Cíhová

Motorické učení v terapii posturální stability

Bakalářská práce

Vedoucí práce: PhDr. Kolářová Barbora, Ph.D.

Olomouc 2019

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Bakalářská práce

Název práce: Motorické učení v terapii posturální stability

Název práce v AJ: Motor learning in postural stability therapy

Datum zadání: 2019-01-31

Datum odevzdání: 2019-05-06

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav fyzioterapie

Autor práce: Cíchová Eliška

Vedoucí práce: PhDr. Kolářová Barbora, Ph.D.

Oponent práce: Mgr. Martina Jiráčková

Abstrakt v ČJ:

Postura znamená aktivní držení pohybových částí těla proti působení vnějších sil. Motorické učení je využíváno při učení se nové dovednosti, kdy během procesu motorického učení dochází k osvojení a zautomatizování dané schopnosti. Cílem této bakalářské práce bylo zjistit, zda je při poškození posturální stability možné znovu obnovit automatickou úroveň řízení využitím motorického učení v její terapii. Pro tvorbu bakalářské práce bylo použito celkem 72 zdrojů, z toho bylo na základě klíčových slov: postura, posturální stabilita, posturální kontrola a motorické učení v databázi PubMed nalezeno 57 studií. Výsledky studií prokázaly, že zachování zásad motorického učení a vykonávání požadované aktivity s dostatečnou dobou trvání a intenzitou vyvolává plasticitu v centrálním nervovém systému a umožňuje obnovení automatického řízení posturální stability.

Abstrakt v AJ:

The posture means to actively hold the movement parts of the body in spite of the effects of external forces. Motor learning is used to acquire new skills and during the process of such learning, a particular skill is learned and made automatic. The aim of this bachelor thesis was to find out whether it is possible to restore the automatic level of control by using motor learning in its therapy in case of damage of postural stability. 72 sources were used in total in this bachelor thesis, out of which 57 studies were found based on the keywords: posture, postural stability, postural control and motor learning in the PubMed database. The results of the studies demonstrate that maintaining the principles of motor learning and performing the desired activity with sufficient duration and intensity induces plasticity in the central nervous system and restores the automatic control of postural stability.

Klíčová slova v ČJ: postura, posturální stabilita, posturální kontrola, motorické učení

Klíčová slova v AJ: posture, postural stability, postural control, motor learning

Rozsah: 48 stran

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jsem jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 6. května 2019

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucí mé práce PhDr. Barboře Kolářové, Ph.D. za trpělivost při vedení, za její odborné rady a veškerý čas, který mi věnovala. Také děkuji mým rodičům a přátelům za jejich trpělivost a podporu, obzvláště pak Mgr. Michaele Cíchové za korekturu této práce.

Obsah

ÚVOD.....	8
1 MOTORICKÉ UČENÍ.....	9
1.1 Definice motorického učení.....	9
1.2 Fáze motorického učení.....	10
1.2.1 Kognitivní fáze.....	10
1.2.2 Asociační fáze.....	11
1.2.3 Autonomní fáze.....	11
2 POSTURA.....	12
2.1 Posturální kontrola.....	12
2.1.1 Komponenty podílející se na posturální kontrole.....	13
2.2 Posturální stabilita.....	14
2.2.1 Senzorické strategie posturální stability.....	15
2.2.2 Pohybové strategie posturální stability.....	17
2.3 Poruchy posturální stability.....	18
2.3.1 Cévní mozková příhoda.....	19
2.3.2 Parkinsonova nemoc.....	20
2.3.3 Dětská mozková obrna.....	21
2.3.4 Kraniotraumata.....	21
3 MOTORICKÉ UČENÍ V TERAPII POSTURÁLNÍ STABILITY.....	22
3.1 Pohybový trénink.....	23
3.1.1 Dynamická neuromuskulární stabilizace.....	24
3.1.2 Bobath koncept.....	25
3.1.3 Proprioceptivní neuromuskulární facilitace.....	27
3.2 Kognitivní trénink.....	28
3.2.1 Kognitivní trénink virtuální realitou.....	28
3.3 Multisenzorická stimulace.....	29
3.3.1 Biofeedback a motorické učení.....	29
3.3.2 Terapie pomocí zrcadla.....	31
3.3.3 Senzomotorická stimulace.....	33
3.4 Motorické učení v terapii posturální stability u konkrétních onemocnění.....	34
3.4.1 Cévní mozková příhoda.....	34
3.4.2 Parkinsonova nemoc.....	35

ZÁVĚR.....	36
REFERENČNÍ SEZNAM.....	37
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	46
SEZNAM OBRÁZKŮ	47
SEZNAM TABULEK	48

ÚVOD

Posturální stabilita je jednou ze základních funkcí lidského organismu. Tato schopnost se vyvíjí od narození a postupně se stává automatickým dějem, který je základním podkladem pro vykonávání všech dalších pohybů. V klidném a ničím nerušeném prostředí je udržování posturální stability řízené centrálním nervovým systémem bez vědomé korekce člověka. Udržování posturální stability je výsledkem spolupráce muskuloskeletálního a nervového systému. Vlivem onemocnění či dalších poruch dochází k narušení této souhry, a tím k posturální instabilitě, vedoucí k pádům a mnoha omezením při vykonávání dalších činností, nezbytných pro plnohodnotný život. Při posturální instabilitě přestává být schopnost ovládnutí posturální stability automatická, proto je při jejím řízení vyžadována plná vědomá kontrola.

Cílem této bakalářské práce je zjistit, zda je při poškození posturální stability možné znovu obnovit automatickou úroveň řízení využitím motorického učení v její terapii. Motorické učení, které je představeno v první části práce, je využíváno při učení se nové dovednosti, kdy během procesu motorického učení dochází k osvojení a zautomatizování dané schopnosti.

Pro tvorbu této bakalářské práce bylo použito celkem 72 zdrojů, z toho 15 knih a 57 odborných článků. K vyhledávání zahraničních článků byly využity online databáze PubMed, Google Scholar a Research Gate. Vyhledávání probíhalo od května 2018 do května 2019 na základě anglických ekvivalentů klíčových slov. Použité články byly publikovány v rozmezí let 1982–2019.

1 MOTORICKÉ UČENÍ

Všechny živé organismy mají vedle vrozených způsobů chování také schopnost vytvářet nové vzory chování podle svého okolí a osobních zkušeností. Tyto nabyté formy chování vznikají následkem dvou procesů – učení a paměti. Králíček (2011, s. 217) učení definuje jako proces centrálního nervového systému (CNS), při kterém dochází ke změně chování jedince následkem působení okolního prostředí.

1.1 Definice motorického učení

Učení jako takové může být definováno mnoha způsoby. V následující definici dle Schmidt a Lee (2011, s. 327) jsou zahrnuty čtyři různé charakteristiky: (1) Učení je proces získávání schopnosti pro provádění různých dovedností. To znamená, že učení je soubor základních událostí, případů nebo změn, které se uskuteční, když cvičení umožní jedinci stát se více zručným v daném úkolu. (2) Učení se vyskytuje jako přímý výsledek praxe nebo zkušenosti. (3) Učení nemůže být pozorováno přímo, protože procesy vedoucí k modifikaci chování jsou interní a obvykle nejsou k dispozici pro přímou kontrolu; spíše je potřeba vyvodit, že proces učení se projeví na základě proměn v chování, které lze pozorovat. (4) U učení se předpokládá, že bude vytvářet relativně stálé změny ve schopnostech; kvůli tomu se modifikace v chování způsobené snadno reverzibilními změnami nálady, motivací nebo vnitřních stavů (např. únava) nepovažují za důsledek učení (Schmidt a Lee, 2011, s. 327).

Sjednocení těchto čtyř charakteristik vytváří následující definici motorického učení: Motorické učení je soubor procesů, spojených se cvičením nebo zkušeností vedoucích k relativním permanentním změnám v dané dovednosti (Schmidt a Lee, 2011, s. 327). Shumway-Cook a Woollacott (2012, s. 21) definují oblast motorického učení jako učení získání a/nebo změny pohybu. Motorické učení se podle nich zaměřuje na porozumění získání a/nebo modifikace pohybu.

Schopnosti motorického učení se mezi jednotlivci liší ve třech základních kategoriích: kognitivních schopnostech, schopnostech rychlého vnímání a psychomotorických dovednostech. Změny se objeví jako důsledek genetických předpokladů a prožitých zkušeností. Rychlost a kvalita motorického učení závisí na faktorech, jako jsou ostražitost, úzkost, paměť, rychlost zpracovávání informací, rychlost a přesnost pohybů, aj. Vedle toho se pacienti mohou lišit v jejich potenciálu k učení podle přítomnosti patologie, počtu a typu poškození, všeobecného zdraví nebo dalších onemocnění. Ačkoli většinu dovedností se lze naučit

cvičením, nebo zkušeností, při učení by mělo být přihlíženo k základním schopnostem pacienta, které podpoří jisté dovednosti (O'Sullivan a Schmitz, 2007, s. 259).

1.2 Fáze motorického učení

Během let se ustálil všeobecně přijímaný třífázový model motorického učení, složený z fáze kognitivní, asociační a fáze autonomní. Tyto tři fáze jsou vysvětleny v následujících podkapitolách a shrnuty v tabulce 1 (Schmidt a Lee, 2011, s. 430). Janda a Vávrová motorické učení dělí podle úrovně řízení pohybu na dva stupně. Během prvního stádia, které je charakterizováno úsilím zvládnout nový pohyb a vytvořit nová funkční spojení, se významně podílí motorické a senzorycké oblasti mozkové kůry. Jelikož je organizace pohybu na této úrovni únavná, centrální nervový systém (CNS) se snaží řízení pohybu přenést na podkorová řídicí centra. Toto řízení je již záležitostí druhého stádia motorického učení. Pohyb na této úrovni nepotřebuje výraznější volní kontrolu, a tudíž není tak energeticky náročný (Janda a Vávrová, 1992, s. 16).

Tabulka 1 Shrnutí tří fází motorického učení (Fitts a Postner, 1967 in Huber, 2012)

Fáze	Proces	Charakteristika	Další název
Kognitivní	Sbírání informací	Velké zisky, nekonzistentní provedení	Verbální motorická fáze
Asociační	Dávání kroků dohromady	Malé zisky, nesouvislá výkonnost, vědomá snaha	Motorická fáze
Autonomní	Hodně času a trénování	Provedení je bez vědomé snahy, automatické, plynulé	Automatická fáze

1.2.1 Kognitivní fáze

Pro nového žáka je záležitost, která má být vyřešena v této fázi, pochopení, co dělat (Schmidt a Lee, 2011, s. 430). Bylo by extrémně obtížné, kdyby se někdo učil dovednosti, aniž by obdržel nějaké předchozí vědomosti a dovednosti, ať už by byly tyto pokyny vizuální nebo slovní. Během této etapy jsou vysoce efektivní instrukce, vedení, pomalé cvičení, video analýza nebo zvýšená zpětná vazba. V průběhu kognitivní fáze je důležité, aby žákům byly poskytnuty

potřebné informace, pokyny a dostatek času, aby byly vytvořeny zdravé základy pohybu (Huber, 2012). O'Sullivan a Schmitz (2007, s. 475) akt celkového porozumění požadované schopnosti nazývá kognitivním plánem nebo kognitivní mapou. Zvládnutí této fáze vyžaduje vysokou úroveň kognitivního zpracování, protože když se žák postupně dostává k přibližné podobě úkolu, vyřazuje strategie učení, které nejsou úspěšné a ponechává jen ty postupy, které jsou úspěšné. Výsledek strategie pokus-omyl zpočátku přináší nerovnoměrný výkon s mnoha chybami. Zpracovávání sensorických podnětů a organizace motorického vnímání vede nakonec k výběru motorické strategie, která se prokáže jako uvážlivě úspěšná. Protože se žák postupně z počátečního disorganizovaného nemotorného vzorce vyvíjí do více organizovaného pohybu, pokroky ve výkonu během této počáteční, získávací fáze, mohou být lehce pozorovány (O'Sullivan a Schmitz, 2007, s. 475).

1.2.2 Asociační fáze

Fáze asociační se vyznačuje mnohem menším počtem verbálních informací, menším ziskem z výkonu, vědomou realizací, úpravou provedení, neohrabaným a nesouvislým pohybem a dlouhou dobou dokončení. Během této fáze žák pracuje na úpravách pohybu a spojování malých pohybových dovedností. Záležitost, která je řešena v této fázi, je učení, jak danou dovednost provést. Z kognitivního pohledu se žák snaží překládat deklarativní znalosti do znalostí procesních. Jinými slovy, žák přeměňuje to, co má dělat na to, jak to dělat (Huber, 2012). Prostorové a časové aspekty se stávají více organizované, když se pohyby vyvíjí v koordinované vzorce. Proprioceptivní podněty jsou stále důležitější, zatímco závislost na vizuálních podnětech klesá. Délka trvání učebního procesu záleží na více faktorech; může trvat různou dobu. Podstata úkolu, dřívější zkušenosti, motivace žáka nebo dostupná zpětná vazba – to vše může ovlivnit osvojení si určité dovednosti (O'Sullivan a Schmitz, 2007, s. 475).

1.2.3 Autonomní fáze

Tato fáze je konečnou fází motorického učení. Dospět do této fáze často vyžaduje až roky tréninku. V tomto stadiu se motorický výkon stává automatickým, kdy jsou požadavky na kognitivní zpracování minimální a pohybový program je schopen „běžet sám o sobě“. Žák je schopen zpracovávat další informace nebo přidávat sekundární pohyby (Huber, 2012). Pohyby jsou do značné míry bezchybné i při rušivém zasahování okolního prostředí. Mohou být vykonávány stejně dobře jak v předvídatelném stabilním prostředí, tak i v nepředvídatelném, které se neustále mění (O'Sullivan a Schmitz, 2007, s. 475).

2 POSTURA

Postura znamená aktivní držení pohybových částí těla proti působení vnějších sil, nejčastěji proti síle gravitační (Kolář et al., 2009, s. 38). Postura není pouze označením napřimého bipedálního stoje nebo sedu, ale je součástí libovolné polohy a pohybu těla. Winter (1995, s. 194) posturu chápe jako orientaci jakéhokoli segmentu lidského těla vzhledem k vektoru gravitace; je to úhlová míra od vertikály. Latash (2008, s. 210) dokonce označuje udržování postury za zázrak sám o sobě. Je těžké představit si mechanický systém, který by byl v gravitačním poli méně stabilní než lidské tělo. To připodobňuje k převrácenému kyvadlu, které není lehké vyvážit, zejména když čelí vnějším perturbacím a změnám orientace vzhledem ke směru gravitace. Nicméně tento problém je komplikovanější v důsledku množství kloubů nacházejících se podél osy kyvadla. Ve fyzice, aby byl mechanický systém stabilní, se musí jeho těžiště promítat do opěrné plochy. Tato plocha je u člověka relativně malá (asi 0,1 m²), proto musí CNS jemně doladovat interakce pohybu v každém kloubu (Latash, 2008, s. 210).

2.1 Posturální kontrola

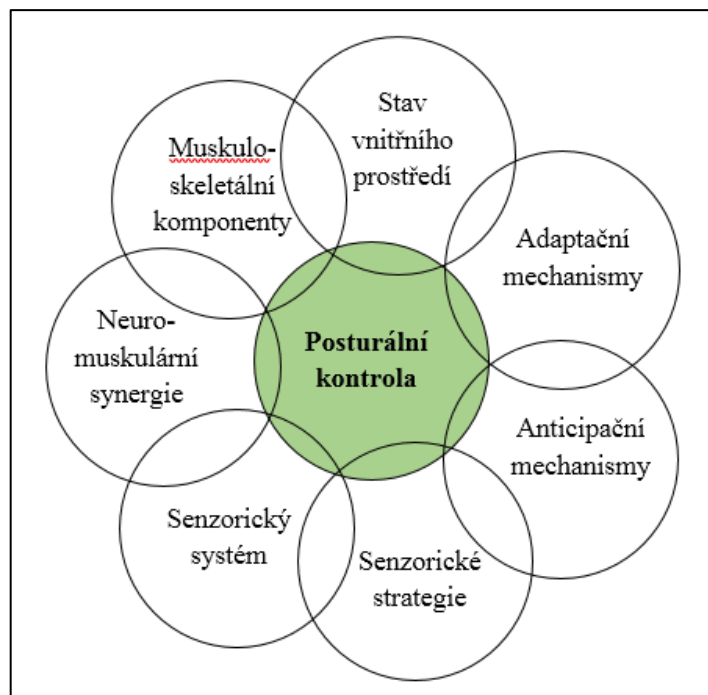
Ačkoli jsou strategie posturální kontroly tradičně považovány za reflexní reakce vyvolané automaticky smyslovým podnětem, nyní se má za to, že posturální reakce k udržení rovnováhy jsou odkázány na posouzení a kontrole mnoha proměnných CNS. Strategie posturální kontroly se proto liší v závislosti na cílech jedince a kontextu okolí. Z tohoto pohledu posturální kontroly vyplývá, že kontrolu rovnováhy lze považovat za základní motorickou dovednost, kterou se naučil CNS. Tak, jako každá jiná motorická dovednost, i strategie posturální kontroly se může stát účinnější s výcvikem a praxí. Posturální kontrolu lze tedy považovat za komplexní motorickou dovednost nedílnou pro lidské držení těla a pohyb (Pollock et al., 2000, s. 404). Horak, Henry a Shumway-Cook (1997, s. 518) ve své práci pohlížejí na rovnováhu jako na dovednost, kterou se nervový systém učí plnit pomocí mnoha systémů, včetně pasivních biomechanických prvků, všech dostupných smyslových systémů, svalů a mnoha různých částí mozku. Domnívají se, že rovnováhu již nelze považovat za naprosto reaktivní reakci na smyslové podněty, jelikož výsledky plošných studií ukázaly, že kontrola rovnováhy je poměrně proaktivní, adaptivní a centrálně řízená na základě předchozích zkušeností a záměru.

Bohužel neexistuje obecně uznávaná definice pojmu „posturální kontrola“; často se však používá definice dle Pollock et al. (2000, s. 403), kteří popsali posturální kontrolu jako akt udržování, dosažení nebo obnovení stavu rovnováhy během jakéhokoli držení těla nebo

aktivity. Posturální kontrola zahrnuje kontrolování polohy těla v prostoru pro účely stability a orientace. Posturální orientace je definována jako schopnost udržovat vhodný vztah mezi jednotlivými segmenty těla a mezi tělem a vnějším prostředím pro úkoly (Shumway-Cook a Woollacott, 2012, s. 162). Za statických podmínek se posturální kontrola obvykle nazývá posturální stálost, zatímco za dynamických podmínek, kdy musí tělo reagovat na odchylky prostředí, je nazývána posturální stabilitou (Chaudhry et al, 2004, s. 713). Také další autoři popisují posturální stálost jako dynamiku posturálního řídicího systému spojenou s udržováním rovnováhy v klidném stoji. Ovládání držení těla je udržováno komplexním senzomotorickým systémem, který integruje informace z vizuálního, vestibulárního a somatosenzorického systému (Prieto et al, 1996, s. 956).

2.1.1 Komponenty podílející se na posturální kontrole

Posturální kontrola pro stabilitu a orientaci vyžaduje komplex interakcí muskuloskeletálního a nervového systému (viz obrázek 1).



Obrázek 1 Konceptní model představující složky posturální kontroly (upraveno dle Shumway-Cook, Woollacott, 2012, s. 165)

Muskuloskeletální komponenty zahrnují rozsah pohybu v kloubu, flexibilitu páteře, svalové schopnosti a biomechanické vztahy mezi propojenými segmenty těla. Mezi nervové složky, které jsou k posturální kontrole nezbytné, patří: (a) motorické procesy, které zahrnují

organizování svalů v celém těle v neuromuskulární synergii; (b) senzorické/percepční procesy, obsahující organizaci a integraci informací z optických, vestibulárních a somatosenzorických systémů a (c) procesy vyšší úrovně, které jsou nezbytné pro mapování podnětů k pohybu a k zajištění anticipačních a adaptivních aspektů posturální kontroly (Shumway-Cook a Woollacott, 2012, s. 165; Prieto et al, 1996, s. 957).

2.2 Posturální stabilita

Kolář et al. (2009, s. 39) označuje posturální stabilitu za vlastnost organismu, která člověku umožňuje zachovat takovou polohu těla, aby nedošlo k mimovolnému a neočekávanému pádu. Zaujetí stále polohy nepovažujeme za jednorázový stav, ale za kontinuální zaujímání konstantní polohy. Hlavní podmínkou posturální stability v klidné poloze je projekce těžiště těla (Centre of Mass, COM) do opěrné báze (Base of Support, BS). Těžiště je bod v těle nebo blízko těla, kde je soustředěna celková tělesná hmotnost a kolem kterého jsou všechny části těla rovnoměrně rozloženy (Enoka, 2002, s. 66). U průměrného jedince stojícího vzpřímeně s horními končetinami na straně je těžiště lokalizováno před spodním bederním/horním sakrálním obratlem. Z důvodu větší hmotnosti dolní části těla se u žen těžiště těla nachází níže než u mužů. COG (Centre of Gravity) je místo, kde se společně těžiště těla promítá. Nemusí se ovšem promítat do opěrné plochy (Base of Area, AS), jenž je v bezprostředním kontaktu s tělem. BS je pole, které je ohraničeno nejvzdálenějšími okraji opěrné plochy. Centrum tlaku (Centre of Pressure, COP) je působiště bodu vektoru vertikální pozemní reakční síly. Je váženým průměrem všech tlaků na povrchu plochy v kontaktu se zemí (Kolář et al., 2009, s. 39; Winter, 1995, s. 194; Vařeka, 2009, s. 120; Dylevský, Kubálková a Navrátil, 2001, s. 6). Pokud se člověk snaží stát bez hnutí, nikdy to není opravdu bez pohnutí. Nevyhnutelné změny, k nimž dochází v různých mechanických vlastnostech vertikální postury, se nazývají tzv. posturální titubace (Latash, 2008, s. 211).

Při posturálních titubacích (angl. postural sway) ve stoji probíhá proces nepřetržitých, malých korekcí polohy vzpřímeného těla, aby se tělo postavilo proti destabilizujícímu účinku gravitace (Horak, 2009, s. 3212). Byly studovány různé charakteristiky výkyvu; patří mezi ně průměrná rychlost a plocha pokrytá dráhou vychýlení v průběhu fixního časového intervalu, a také propracovanější opatření, která určují časovou strukturu výkyvu. Posun COP mění pohyb výsledné síly působící na tělo s ohledem na klouby kotníku. V důsledku toho mají tendenci vytvářet rotační akci na proximálních částech těla, proto si posuny COP můžeme prohlédnout jako prostředek k přesunutí COM. Během klidného stoje COP obvykle vykazuje kvůli velké

setrvačnosti těla podstatně větší posuny než COM. Většina studií použila charakteristiky trajektorie COP k popisu a kvantifikaci posturální titubace (Latash, 2008, s. 209).

Během lokomoce přispívají k posturální stabilitě jak předběžné posturální úpravy přes dopřednou kontrolu (feedforward), tak i automatické posturální odpovědi prostřednictvím zpětnovazebné kontroly (feedback). Například již před provedením kroku předběžné posturální úpravy posunují tělo dopředu a na stojnou nohu před zvednutím švihové dolní končetiny (Horak, 2009, s. 3215).

2.2.1 Senzorické strategie posturální stability

Posturální kontrola vyžaduje více než jen schopnost vytvářet a aplikovat síly ke kontrole postavení těla v prostoru. Aby byla posturální kontrola efektivní, musí CNS vytvořit přesný obraz o tom, kde se tělo nachází, jaká je vzájemná poloha jednotlivých segmentů vůči sobě i to, zda je tělo v klidu nebo v pohybu. Správná rovnováha vyžaduje integraci informací z různých zdrojů, včetně vestibulárních, vizuálních a somatosenzorických informací (z propioceptivních, kožních a kloubních receptorů). Každý smysl poskytuje CNS specifické údaje o pozici a pohybu těla, tím pádem každý smysl dodává odlišný referenční rámec pro posturální kontrolu (Latash, 2008, s. 212; Shumway-Cook a Woollacott, 2012, s. 180). Senzorické informace ze somatosenzorického, zrakového a vestibulárního systému musí být sjednoceny pro interpretaci komplexních smyslových prostředí. Při změně okolního prostředí a podmínek musí být znovu zvážena závislost na každém ze smyslů (Horak, 2006, s. ii9). Peterka ve své studii uvádí, že v dobře osvětleném prostředí s pevnou opornou bází se zdravé osoby z velké části spoléhají na somatosenzorické informace (70 %), informace z ostatních smyslů jsou využívány méně – zrakové (10 %) a vestibulární (20 %) informace (Peterka, 2002, s. 1115). Při stožení na nestabilní ploše se zvyšují nároky na senzorické informace zejména z vestibulárního systému a zraku, zatímco závislost organismu na somatosenzorických vjemych klesá. Schopnost znovu zvážit senzorické údaje v závislosti na smyslovém kontextu je důležité pro udržování stability, když se jedinec pohybuje z jednoho smyslového prostředí do druhého, např. z dobře osvětleného chodníku ke špatně osvětlené zahradě (Horak, 2006, s. ii9). Prokázalo se, že při snížení množství nebo kvality informací ze senzorických systémů se posturální titubace zvyšují (Shumway-cook a Woollacott, 2000, s. M10).

Vestibulární systém

Smysl pro rovnováhu je jedním z nejméně prominentních smyslů v našem vědomí. Člověk si je vědom rovnováhy pouze v případech vážného ohrožení. Vestibulární systém mozku a vnitřního ucha poskytuje signály související s orientací hlavy a trupu vzhledem ke gravitaci

(Latash, 2008, s. 212; Horak, 2009, s. 3216). Vestibulární systém se skládá ze dvou typů struktur, uložených ve vnitřním uchu, a to z labyrintů, které mají na starosti vnímání rotační zrychlení hlavy, a sakula a utricula, které vnímají lineární akceleraci hlavy, včetně gravitace. Labyrinty jsou tvořeny ze třech polokruhovitých kanálků plněných tekutinou. Každý z nich vnímá odlišný směr rotace hlavy díky vláskovým buňkám vložených v senzoričké tkáni cristae ampulares. Utrikulus vnímá horizontální lineární akceleraci, jako je akcelerace při chůzi, zatímco sakulus vnímá zrychlení vertikální (např. při pádu) (Horak, 2009, s. 3216).

Vestibulospinální vstupy jsou důležité především pro kontrolu orientace hlavy a trupu v prostoru, ale nejsou nezbytné ke spouštění automatických posturálních odpovědí na vnější perturbace. Mohou poskytovat nejasné, rozporuplné informace o těžišti těla, protože samy nemohou rozlišit mezi pohybem hlavy nad stabilním tělem a pohybem hlavy doprovázejícím změnu těžiště. Vestibulární informace napomáhají somatosenzoričkému systému rozlišit stabilní povrch od nestabilního. Čím více je povrch nestabilní, tím více se vestibulární informace stávají důležitější pro kontrolu posturální orientace (Horak, 2009, s. 3216).

Zrak a posturální kontrola

Latash (2008, s. 214) uvádí, že zrak představuje jeden z nejspolehlivějších zdrojů informací pro lidský mozek. Pokud jsou zrakové informace v rozporu s jinou modalitou, člověk má sklony věřit očím. Také posturální kontrolní systém silně závisí na vizuálních podnětech. Všechny indexy posturální stability se zhorší, pokud člověk stojí se zavřenýma očima – vzrostou posturální titubace těla během klidného stoje, budou zde přítomny větší odchylky těžiště v reakci na posturální vyrušení a větší posturální deviace vyvolané vibracemi posturálních svalů.

Informace ze zrakového ústrojí poskytují znalosti o směru a rychlosti vychýlení těla, orientaci v prostředí a zajišťují rozvinuté údaje o potenciálních destabilizačních situacích. Mimo jiné také umožňují vnímání a orientaci těla ve vztahu k vertikálnímu a horizontálnímu prostředí (Horak, 2009, s. 3216). Zrakové vstupy jsou důležitým zdrojem informací pro posturální kontrolu, ale nejsou absolutně nezbytné. Většina lidí umí udržet rovnováhu, když má zavřené oči, nebo jsou v tmavé místnosti. Vizuální systém má potíže s rozlišením mezi pohybem objektu, označovaným jako exocentrický pohyb, a vlastním pohybem, označovaným jako egocentrický pohyb (Shumway-Cook a Woollacott, 2012, s. 180).

Propriocepce

Somatosenzoričké systém poskytuje CNS informace o pozici a pohybu těla s odkazem na opěrné plochy. Navíc somatosenzoričké vstupy v celém těle vykazují informace o vztahu

tělních segmentů k sobě navzájem. Za normálních okolností poskytují somatosenzorické receptory, když stojí na pevném, plochém povrchu, informace o poloze a pohybu lidského těla vzhledem k vodorovnému povrchu. Pokud však jedinec stojí na povrchu, který se pohybuje vzhledem k vám (např. na lodi), není vhodné stanovit vertikální orientaci vzhledem k povrchu, protože za těchto podmínek to není stabilní odkaz. V těchto situacích nejsou somatosenzorické vstupy, které hlásí polohu těla vzhledem k nosné ploše, relevantní (Shumway-Cook a Woollacott, 2012, s. 181).

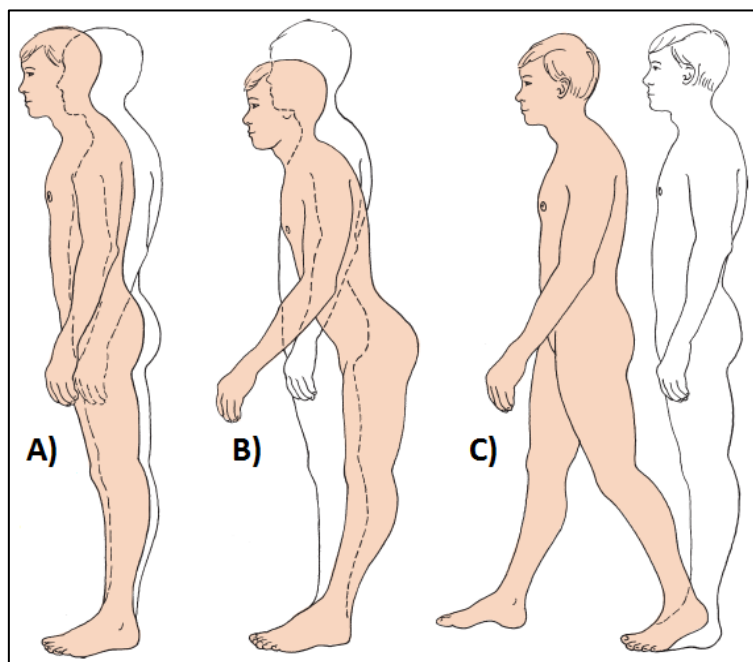
2.2.2 Pohybové strategie posturální stability

Aktivní držení částí těla proti působení vnějších sil řízené centrálním nervovým systémem se nazývá posturální stabilizací. Jde o aktivitu svalů, které zpevňují všechny segmenty těla, jejichž stabilita je narušena zevně působícími silami (obzvláště pak síly gravitační). Ve stoji, sedu nebo jiné statické poloze je svalovou činností zajištěna relativní pevnost kloubů, řízená koaktivační aktivitou – synchronní rovnováhou agonistů a antagonistů. Koaktivace umožňuje čelit síle gravitace a udržet tělo v stávající poloze – mluvíme o posturální stabilizaci (Kolář et al., 2009, s. 39).

Posturální stabilizace ve stoji je zajišťována třemi hlavními typy pohybových strategií: dvě strategie udržují chodidla na místě, ta třetí mění opěrnou bázi individuálním krokem (viz obrázek 2, s. 18). **Kotníková strategie**, při níž se tělo pohybuje v kotníku jako pružné obrácené kyvadlo, je vhodné při udržování rovnováhy během malého množství vychýlení v průběhu stoje na pevném povrchu (Horak, 2006, s. ii9). Tento vzorec obnovuje těžiště těla do stabilní polohy prostřednictvím pohybů těla, které se soustřeďují především na klouby kotníku (Shumway-Cook a Woollacott, 2012, s. 172). Nábor svalů je při této strategii prováděn v distoproximálním směru (Latash, 2008, s. 218).

Druhou pohybovou strategií je tzv. **kyčelní strategie**. Tento vzorec, při němž tělo vyvíjí točivý moment v bocích k rychlému přesunutí těžiště těla, je využíván u mladého a zdravého subjektu v případě, že stojí na povrchu, který je úzký v anerioposteriorním směru, nebo pokud se plocha pod subjektem pohybuje velmi rychle. U starších osob a osob s náchylností k pádu je používán i za podmínek, které u mladého organismu vyvolají strategii kotníku. Při této strategii je pořadí náboru svalů obrácené, tudíž od proximálních k distálním (Horak, 2006, s. ii9; Latash, 2008, s. 218). Když jsou strategie, při kterých se zůstává na místě (strategie kotníku a kyčle), nedostatečné pro obnovu rovnováhy, je k vyrovnání BS pod COM použit krok (**kroková strategie**) nebo dosah. Zpočátku vědci věřili, že tyto změny v podpůrných strategiích byly využity v reakci na perturbace, které přesunuly COM mimo BS. Novější výzkum zjistil, že

v mnoha podmínkách dochází ke kroku nebo dosahu, i když je COM umístěno v rámci BS (Shumway-Cook a Woollacott, 2012, s. 174).

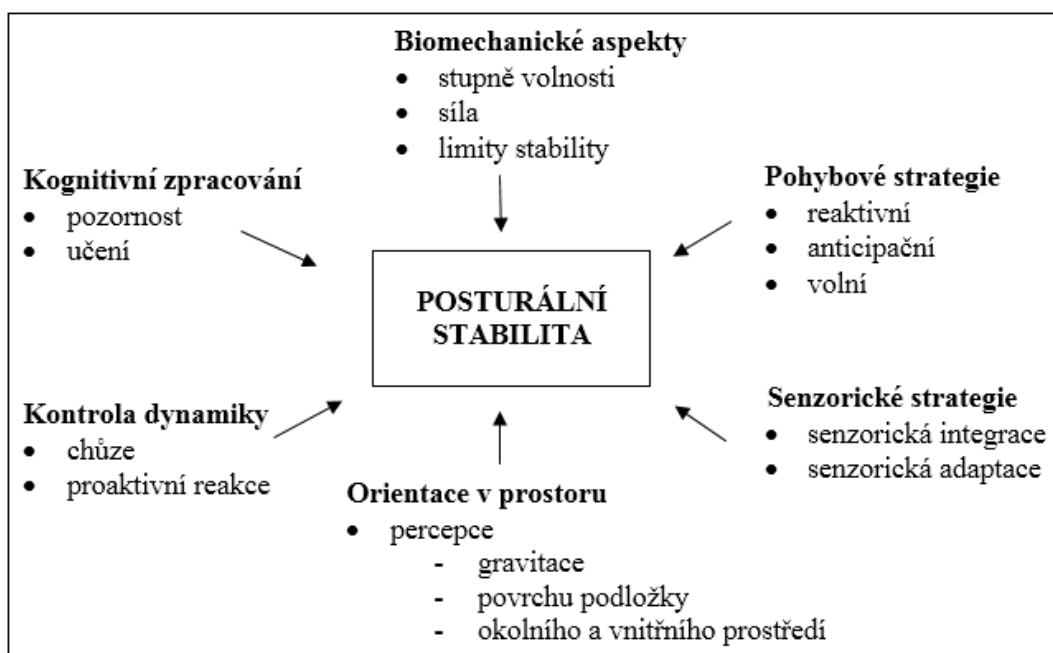


Obrázek 4 Typy posturálních pohybových strategií – strategie kotníková (A), kyčelní (B) a kroková (C) (Shumway-Cook a Woollacott, 2012, s. 172)

2.3 Poruchy posturální stability

Kontrola postury je distribuována v nervovém a pohybovém systému tak, že patologie téměř kdekoli v nich může narušit posturální rovnováhu a/nebo posturální orientaci (Horak, 2009, s. 3218). Shrnutí šesti důležitých aspektů důležitých pro posturální kontrolu je znázorněno na obrázku 3, s. 19. Porucha jakéhokoli z těchto aspektů nebo kombinace jejich poruch vede k posturální nestabilitě (Horak, 2006, s. ii8).

V klinické rehabilitaci se nejčastěji zabýváme vážnějšími poruchami stability. Nejčastěji se tyto poruchy objevují u neurologických onemocnění, zejména u pacientů po CMP, u pacientů s parkinsonismem, DMO nebo po kraniotraumatech. Nicméně s poruchami stability se nesetkáváme jen u neurologických pacientů, ale také u pacientů s degenerativně nebo traumaticky podmíněnou poruchou hybnosti kloubů, u pacientů s funkční poruchou pohybu, u seniorů a dalších. Některé z těchto poruch budou blíže představeny v následujících podkapitolách.



Obrázek 7 Jednotlivé aspekty potřebné pro posturální stabilitu a orientaci (upraveno dle Horak, 2006, s. ii8)

2.3.1 Cévní mozková příhoda

Cévní mozková příhoda (CMP) je jednou z předních příčin postižení a handicapu v západním světě. Mnoho pacientů s CMP trpí výraznými poruchami motoriky a kognitivních funkcí, které vedou k posturální nestabilitě, která může narušit rovnováhu ve stoji a zvýšit riziko pádu. Bylo zjištěno, že obnovení posturální kontroly je jedním z hlavních předpokladů pro znovuoobnovení nezávislosti v činnostech každodenního života (ADL) (Van Peppen et al., 2006, s. 3; Schröder et al, 2018, s. 1). Posturální instabilita po CMP se projevuje větší asymetrií při zatěžování končetin v klidném stoji směrem na stranu nepostižené končetiny, zvýšenými posturálními titubacemi, snížením limitů stability, nadměrným spoléháním se na zrakové informace a zhoršením předběžných posturálních úprav a posturálních reakcí po vnějších perturbacích (Hugues et al., 2017, s. 2). Obnova motorických funkcí u hemiplegického pacienta, včetně pohybových aktivit a ADL, je založena na stabilním stoji (Wang et al., 2017, s. 2522). CMP obvykle vede ke svalové slabosti více vyjádřené na postižené (hemiparetické straně) k poškození trupu, což je spojeno se sníženou koordinací a omezenou aktivitou trupového svalstva. Tyto poruchy často vedou k biomechanickým změnám během chůze. Na rozdíl od končetin je trup poškozen bilaterálně. Proto se obě strany trupu, paretická i neparetická, vyznačují sníženou hladinou aktivity, zpožděnými časy nástupu a sníženou synchronizací trupové muskulatury (Van Criekinge et al, 2017, s. 4).

Při CMP vzniká poranění CNS, které může narušit nervová centra odpovědná za zpracování a integraci vnějších vstupů z těchto systémů a může přispět k velkému počtu pádů těchto jedinců (Marigold et al., 2016, s. 223). Důležitou roli mozečku v držení těla lze vidět na závažných problémech s posturální stabilitou a posturální orientací u pacientů s jeho poškozením, které často vzniká na základě CMP. Konkrétně poškození spinocerebella narušuje posturální stabilitu tím, že způsobuje větší automatické a předběžné posturální úpravy, než je běžné a zhoršuje schopnost optimalizovat posturální strategie na základě předchozích zkušeností. Naopak poškození vestibulocerebella má za následek potíže s využitím vestibulárních nebo vizuálních informací k orientaci těla (Horak, 2009, s. 3218).

2.3.2 Parkinsonova nemoc

Parkinsonova nemoc (PN) je chronicky progresivní, neurodegenerativní pohybová porucha charakterizovaná klinicky čtyřmi hlavními znaky: bradykinezií, strnulostí, třesem a posturální instabilitou (Olanow a McNaught, 2008, s. 3; Samii, 2008, s. 45, Rektor a Rektorová, 2003, s. 23; Klamroth et al., 2016, s. 3). Posturální instabilita se projevuje ztrátou kontroly rovnováhy, proto se často označuje jako dysfunkce rovnováhy, která vede ke ztrátě pohyblivosti, postižení a snížení kvality života. Nedávné studie ukázaly, že posturální instabilita začíná brzy po nástupu nemoci, přičemž přibližně u jedné třetiny jedinců vznikne během prvních 2 let po diagnóze. U jedinců s PN tato dysfunkce ovlivňuje kontrolu rovnováhy především v těchto čtyřech oblastech: rovnováhu při klidném postoji, reaktivní posturální úpravy vnějších perturbací, předběžné posturální úpravy a dynamickou rovnováhu (Klamroth et al., 2016, s. 3; Schoneburg et al., 2013, s. 2).

Jak PN postupuje, pacienti mají stále užší postoj, shrbené držení těla se zaoblením ramen a flexí kyčlí a kolen, což odráží zvýšený tonus flexorů. Rychlost chůze je snížena, délka kroku zkrácena a doba s oběma chodidly na zemi se zvyšuje, zatímco kadence (kroky za minutu) zůstává nezměněna nebo se občas zvýší. Tyto změny v chůzi mohou odrážet bradykinezi, špatnou rovnováhu nebo strach z pádu (Schoneburg et al., 2013, s. 2–6). V pozdních stádiích nemoci se objevuje až u 75 % pacientů výrazná posturální instabilita vedoucí k pádu, porucha iniciace chůze, nebo tzv. freezing (nenadálé zamrznutí na místě), které nereagují na léčbu (Rektor a Rektorová, 2003, s. 39). Tyto nálezy poskytují naléhavou potřebu jiných typů léčby, například cvičení (Klamroth et al., 2016, s. 3).

Výsledky studie provedené Klamroth at al. (2016, s. 12) naznačují, že cvičení obsahující balanční složku byla nejpřínosnější pro zlepšení posturální stability u jedinců s PN.

2.3.3 Dětská mozková obrna

Dětská mozková obrna (DMO) je neuromuskulární porucha, která se vyvíjí v důsledku léze v mozku v prenatálním, perinatálním a postnatálním období (Elbasan et al., 2018, s. 1). Stěžejní pro definici a diagnostiku DMO je zhoršený vývoj pohybu a postury. Porucha posturální kontroly je dána primárním poraněním mozku, které způsobuje deficity v posturálním systému. Pohybová složka posturálního systému je ovlivněna svalovou spasticitou, kontrakturami, sníženou produkcí izometrické síly, abnormálním načasováním nebo sníženou amplitudou svalového náboru. V sensorické složce se objevují další deficity, včetně špatné registrace a/nebo vnímání ve zrakových, hmatových, propioceptivních a vestibulárních systémech. Individuálně i kolektivně mohou tyto faktory vést k problémům s rovnováhou a posturální orientací u dětí s DMO. Je známo, že všechny tyto dysfunkce přispívají k omezení hrubých motorických dovedností, které vyžadují rovnováhu, zejména potom při chůzi nebo také během činností horních končetin (jako je dosahování) a během orálních motorických činností, jako je jezení, polykání a mluvení (Dewar, Love a Johnston, 2014, s. 504).

2.3.4 Kraniotraumata

Traumatické poranění mozku (TBI) je způsobeno přímým nebo nepřímým úderem do hlavy, což vede k neuropatologickým změnám. Klinické pozorování jedinců, u nichž došlo k poranění, odhalilo zhoršenou posturální kontrolu ve dnech bezprostředně následujících po poranění. Ukázalo se, že účinky zhoršené posturální kontroly jsou velké a objevují se spolu s poruchou sensorické integrace, jež se ukázala jako jeden z hlavních příčin nerovnováhy (Sossnof et al., 2011, s. 85). Poruchy posturální kontroly a motorické koordinace jsou časté a devastující následky TBI, které mohou mít za následek nestabilitu při stoje a chůzi. Objevit se může také abnormální stereotyp chůze, narušená interakce paže s držením těla při dosahování a uchopování, špatná manuální přesnost nebo obratnost, snížená pohyblivost, potíže s koordinací pohybu očí a hlavy a problémy s vizuálním sledováním nebo zaměřením na cíl. Všechny tyto problémy ovlivňují kvalitu života u jedinců s TBI omezením jejich schopnosti pracovat a podílet se na společenských a rodinných aktivitách. Léčba posttraumatických posturálních a koordinačních deficitů tak vyžaduje zvláštní pozornost (Ustinova et al., 2014, s. 1).

3 MOTORICKÉ UČENÍ V TERAPII POSTURÁLNÍ STABILITY

Schopnost účinně léčit pacienty s poruchami rovnováhy je možné posílit jasnějším pochopením problémů, které jsou základem nerovnováhy. Identifikace omezení funkčního výkonu, jako je neschopnost stát nebo samostatně chodit, neposkytuje informace o základních poruchách, jako jsou prodloužené latence, špatná koordinace, nedostatečná síla nebo neschopnost přizpůsobit posturální reakce, což může omezovat funkční výkon. Je zapotřebí dalšího výzkumu, aby se vyvinuly nástroje klinického hodnocení, jež jsou účinné při identifikaci specifických problémů v systémech, které jsou pro posturální kontrolu nezbytné (Horak, Henry a Shumway-Cook, 1997, s. 530).

Posturální stabilita je motorická dovednost, která vychází z interakce více systémů, jež jsou organizovány tak, aby splňovaly funkční úkoly. Koncepce schopnosti rovnováhy jako motorické dovednosti naznačuje, že stejně jako každá dovednost se může zlepšit tréninkem. Z toho vyplývá, že se lze naučit koordinaci posturální motoriky. Jelikož zásady motorického učení se týkají všech motorických dovedností, i zlepšení posturální stability těmto procesům podléhá (Horak, Henry a Shumway-Cook, 1997, s. 526).

Mezi hlavní zásady motorického učení v posturální terapii patří:

- **Pravidelné a intenzivní opakování** – časté a pravidelné opakování určitého motorického úkolu napomáhá vzniku nových pohybových programů, či adaptivní reorganizaci stávajících, aby se výsledné provedení motorického úkolu lépe přizpůsobilo funkční ztrátě. Při dílčích opakování je potřebné vkládat drobné obměny provedení pohybu. Zvládnutá variabilita pohybových nároků vede k lepšímu efektu neurorehabilitace než pouze strojový dril bez variací.
- **Intenzivní a dlouhotrvající trénink** – mnoho studií potvrdilo kladný vliv intenzity vykonávané aktivity na kvalitu vykonaného pohybu. Jako účinný se prokázal trénink trvající min. 30–60 min každý den. Pro obnovu co nejlepší možné posturální stability se také považuje za důležitý včasný začátek terapie, nejlépe již v subakutním stádiu, které je pro neuroplasticitu nejdůležitější.
- **Kognitivní trénink** – pro co nejoptimálnější funkční úpravu se ukázalo efektivní spojení pohybového tréninku s kognitivním, v tzv. kognitivně-motorickou interferenci. Pacient v rámci pohybového cvičení řeší i další kognitivní zadání, např. počítání.
- **Multisenzorická stimulace** – mezi základy efektivního motorického učení můžeme rovněž zařadit facilitaci pohybu skrze současné využití více senzorických systémů.

V nynější rehabilitaci se klade důraz na současné a záměrné působení senzitivních, sensorických, motorických a kognitivních procesů (Krobot et al., 2017, s. 523).

Shumway-Cook a Woollacott (2012, s. 308) ve své knize shrnuli terapii nácvikem funkční aktivity zaměřené na konkrétní úkol (task-oriented-training). V tomto přístupu jsou k obnově porušené posturální kontroly používány terapeutické strategie k následujícím třem záměrům:

- zlepšení poruch v základních systémech kritických pro posturální kontrolu (např. cvičení ke zlepšení síly a rozsahu pohybu);
- rozvíjení a zdokonalování smyslové, motorické a kognitivní strategie specifické pro úkoly používané pro posturální kontrolu;
- osvojení udržení posturální stability během měnících se úkolů a podmínek prostředí, čímž se maximalizuje schopnost osoby účastnit se sociálních rolí, úkolů a činností, které jsou nezbytné pro kvalitu jejich života.

Je důležité si uvědomit, že na těchto cílech se nepracuje postupně, ale spíše paralelně. Terapeutické strategie pro dosažení těchto cílů jsou tedy propleteny; toto vzájemné provázání cvičení, úkolů a činností podporuje cíl obnovy posturální kontroly, umožňující obnovení funkční nezávislosti a participace. Rehabilitace pacienta s poruchou posturální kontroly musí být kromě toho realizována v rámci teorie motorického učení. To pomůže zajistit, aby se zlepšení výkonu získaného terapií, přeměnilo na trvalé změny v chování a uchovalo v rozmanitých a nových prostředích. Pacienti musí vykonávat požadovanou aktivitu s dostatečnou dobou trvání a intenzitou, aby vyvolali plasticitu v CNS (Shumway-Cook a Woollacott, 2012, s. 308).

V následujících podkapitolách se zaměříme na tři hlavní složky terapie posturální stability, kterými jsou pohybový trénink, kognitivní trénink a oslovení sensorických systémů a jejich využití v rámci motorického učení. Poslední podkapitola se zabývá využitím motorického učení v terapii posturální stability u konkrétních neurologických onemocnění, jejichž následkem posturální nestabilita vzniká, a které byly představeny v předchozí kapitole.

3.1 Pohybový trénink

V rámci pohybového tréninku dochází ke korekci biomechanických poruch, např. svalových oslabení, které vznikly následkem postižení. Například porucha pohybového aparátu, jako je omezený rozsah pohybu v kotníku způsobený zkrácením m. gastrocnemius a m. soleus, může omezit schopnost pacienta kontrolovat pohyb COM kotníkovou strategií.

Terapie zaměřená na prodloužení těchto svalů může osobě umožnit, aby znovu použila posturální pohyby, které tuto strategii využívají. V případech, kdy jsou poruchy trvalé, jako například u artritického kotníku, musí být vyvinuty alternativní posturální strategie, které jsou účinné při kontrole COM (Horak, Henry a Shumway-Cook, 1997, s. 527).

Řada studií zjistila, že deficity svalové síly jsou přinejmenším částečně reverzibilní u dětských, geriatrických a neurologických pacientů. Jejich výsledky prokázaly, že silový trénink je účinný jak ve zvyšování síly, tak i ve zlepšování rovnováhy (Shumway-Cook a Woollacott, 2012, s. 295).

Ačkoli posilování svalů má potenciál zlepšit obnovu rovnováhy, přímé přenesení zlepšení v síle motorické kontroly odpovědí na náhlé neočekávané poruchy chůze a/nebo řešení kontrolních chyb vyvolaných nedostatkem ve vnímání a zpracování smyslových informací uvnitř motorického systému je omezeno (Hamed et al, 2018, s. 961).

3.1.1 Dynamická neuromuskulární stabilizace

Využitím techniky dynamické neuromuskulární stabilizace (DNS) podle profesora Pavla Koláře můžeme ovlivnit sval v jeho posturálně lokomoční funkci. Ten ve své metodě vychází z principu, že při rozvoji svalové síly nestačí jen vycházet z jeho začátku a úponu svalu (tento způsob podle něj bývá využíván při většině posilovacích cvičení), ale i ze začlenění svalu do biomechanických řetězců. Toto začlenění vysvětluje na mm. pectorales, při jejichž cvičení dochází nejen k jejich aktivaci, ale i k aktivaci svalů, které mají na starost stabilizaci jejich úponů, tj. svalů zádoových, břišních, bránice atd. Tato funkce je automatická a je důležitá u hlubokých svalů, které mají posturální, stabilizační funkci. (Kolář et al., 2009, s. 233).

Hlavním cílem cvičení je cílevědomá kontrola automatických posturálních svalů. Reedukovanou souhrnu posturálních svalů postupně zařazujeme do běžných denních činností (Kolář et al., 2009, s. 235).

Při DNS porovnáváme vzorce dýchání, držení těla a pohybu pacienta se zdravými 5měsíčními nebo staršími dětmi. Posturálně respirační funkce je neoddělitelná v tom, že svaly trupu hrají současně roli ve stabilizaci a dýchání. Porucha dýchacích cest jde ruku v ruce se zhoršenou posturální stabilizací, a proto se při ošetření řeší obě funkce současně. Bez normálního vzoru dýchání nemůže být normální žádný jiný vzor pohybu. Změněný respiračně posturální model je záležitostí intra- a inter-muskulární koordinace řízené CNS, která je obtížně měřitelná (Kolář et al., 2014, s. 93).

DNS poskytuje subkortikální nebo reflexní stabilizaci jádra prostřednictvím vyvážené ko-aktivace bránice, m. transversus abdominis/m. obliquus internus abdominis, m. multifidus

a pánevního dna v koordinaci s intraabdominálním tlakem a povrchovými břišními svaly (Son et al., 2017, s. 740).

Mezi základní principy této metody patří záměrné ovlivňování stabilizační funkce založené na programech posturální ontogeneze, jako je homolaterální a kontralaterální vzor lokomoce, reflexní vliv centrace kloubu na stabilizační funkci, facilitace reflexními spoušťovými zónami, opěrné funkce, odporované cvičení apod. Cvičení se začíná ovlivněním hlubokého stabilizačního systému páteře (HSSP), který je výchozí podmínkou pro následné cílené pohyby končetin. Začleněním svalů do vývojových posturálně lokomočních řetězců je umožněna změna automatického zapojení svalu v jeho posturální funkci. Při výběru cvičebního postupu pro zlepšení stabilizace je třeba myslet na to, že zpevnění segmentu se netýká pouze svalů příslušného segmentu, ale vždy je začleněno do celkové svalové koordinace, která vychází z opory. Při cvičení je důležité mít na vědomí, že posturální síla musí vždy odpovídat síle svalů, které daný pohyb provádějí což znamená, že síla, jež pohyb provádí, nesmí být větší, než je síla stabilizujících svalů. Pokud je tato síla větší, je pohyb realizován náhradním řešením, při němž je prováděn záložními silnějšími svaly (Kolář et al., 2009, s. 235).

Výsledky provedených studií, zaměřených na využití DNS v terapii posturální stability, ukázaly, že při terapii, zahrnující DNS, došlo k výraznému zlepšení rovnováhy a schopnosti chůze (Son et al., 2017, s. 745; Kim, An a Yoo, 2017, s. 1882).

3.1.2 Bobath koncept

Bobath koncept, také známý jako neuro-vývojová terapie (Neurodevelopmental Treatment, NDT), byl vyvinut fyzioterapeutkou Bertou Bobathovou a jejím manželem Karlem, který působil jako lékař – neuropsychiatr, k léčbě pohybových poruch u mladých a dospělých lidí (Tekin et al., 2018, s. 398; Kolář et al., 2009, s. 310). Na základě reflexně-hierarchického modelu NDT inhibuje abnormální pohyby a podporuje normální pohyby tím, že stimuluje klíčové body pohybu, a také klade důraz na rozvíjení nápravných automatických reakcí (Lee et al., 2017, s. 91). NDT se používá se při vedení a léčbě dětí s poruchami funkcí, pohybu nebo posturální kontroly z důvodu poškození CNS. Přístup NDT nezahrnuje výhradně senzomotorické problémy pacienta, ale celou osobu, včetně emocionálních, sociálních a funkčních problémů, kterým musí jedinec čelit v každodenním životě. Přístup NDT také zahrnuje zvládání problémů spojených s vývojem dítěte, včetně kognitivních poruch a poruch ve vnímání (Zanon et al., 2015, s. 3).

Přístup NDT uvádí, že typický vývoj motorických dovedností vychází ze smyslového základu a že posturální kontrola se vyvíjí dříve a poskytuje základ pro propracovanější funkční

dovedností. Senzoricko-motoricko-senzoricko zpětnovazební smyčka poskytuje základ pro učení motorických dovedností. V kontextu této smyčky dochází k rozvoji motorických dovedností ve čtyřech oblastech: (a) stabilita a mobilita, (b) mechanismus posturálního reflexu, (c) disociace pohybu a (d) posturální kontrola v prostoru. Efektivní pohyb vyžaduje dynamickou rovnováhu mezi stabilitou a mobilitou, což je první oblastí rozvoje motorických dovedností uvažovanou v přístupu NDT. Druhá oblast rozvoje motorických dovedností, posturální reflexní mechanismus, se skládá z posturálního svalového tonu, reciproční inervace a balančních reakcí. V typickém motorickém vývoji poskytují tyto složky základ pro rozvoj dynamického vztahu mezi stabilitou a mobilitou. Diferenciace pohybu mezi všemi částmi těla je třetí oblastí, která je nezbytná pro podporu rozvoje účinné posturální kontroly a funkčních dovedností. Poslední oblastí rozvoje motorických dovedností, uvažovanou v NDT, je posturální kontrola, která je založena na vývoji stability a mobility, posturálním reflexním mechanismu a diferenciací pohybu. Chabá posturální kontrola vede k dysfunkčnímu motorickému výkonu a projevuje se abnormálním svalovým tonem a neefektivními funkčními dovednostmi. Lidé s abnormálním svalovým tonem a špatnou posturální kontrolou vyvíjejí kompenzační vzorce, které omezují funkci při obvyklém používání. V konečném důsledku člověk s nedostatkem disociace představuje neefektivní posturální reflexní mechanismus a špatnou posturální kontrolu (Breslin, 2009, s. 32).

Třemi základními principy NDT je facilitace, stimulace a komunikace (Tekin et al., 2018, s. 398). Manželé Bobathovi při terapii neodmyslitelně spojovali facilitaci správných pohybových vzorů s inhibicí spasticity. Terapii prováděli pomocí tzv. handlingu, při kterém terapeut manuálními doteky navozuje, sleduje a koriguje automatickou a volní hybnost pacienta. Handling je podle nich potřeba aplikovat 24 hodin denně při všech prováděných ADL. Cílem stimulace je zvýšení svalového tonu a regulace souhry svalů. Mezi její techniky patří nesení váhy (weightbearing), placing, holding, tlak a odpor a tapping (Kolář et al., 2009, s. 311).

Mezi obecné cíle NDT patří inhibice spasticity, abnormálních posturálních a pohybových vzorců, facilitace fyziologického držení těla a pohybu mířící k funkčním aktivitám, podpora správného motorického vývoje, modulace sensorických vjemů ke zlepšení propriocepce a prevence deformit a kontraktur (Kolář et al., 2009, s. 310).

Výsledky mnoha studií dokazují, že při balančním tréninku založeném na NDT došlo k výraznému zlepšení jejich funkční motorické úrovně spolu s posturální kontrolou, a tím i úrovní nezávislosti v každodenním životě (Tekin et al., 2018, s. 403; Lee et al., 2017, s. 95).

I když jsou základní intervenční principy motorického učení a NDT odlišné, jejich integrace je možná s modifikací tradičního NDT přístupu. Terapeutická intervence s využitím

přístupu motorického učení se zaměřuje na kognitivní a environmentální faktory, které usnadňují nebo inhibují získávání motorických dovedností nebo opětovné učení. S těmito faktory mohou může terapeut manipulovat prostřednictvím cvičebního schématu a schémat zpětné vazby, k podpoře maximální rychlosti a generalizaci učení. Zato NDT je primárně zaměřeno na základní neuromuskulární složky potřebné k dokončení funkční pohybové sekvence. Zdůrazňují se zde motorické a senzorycké faktory. Při spojení NDT a teorie motorického učení dochází k efektivnější léčbě pacientů s poruchami motorické kontroly využitím mechanismů mnohočetné zpětné vazby k maximalizaci rychlosti a generalizaci učení (Breslin, 2009, s. 36–38).

3.1.3 Proprioceptivní neuromuskulární facilitace

Proprioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF) existuje od konce třicátých a čtyřicátých let 20. století, kdy lékař a neurolog Herman Kabat a fyzioterapeutka Margaret Knottová začali používat proprioceptivní techniky u mladších jedinců s dětskou mozkovou obrnou a dalšími neurologickými poruchami. Hlavním cílem této intervenční metody je pomoci pacientům dosáhnout co nejvyšší funkční úrovně. PNF používá proprioceptivní systém těla k facilitaci nebo inhibici svalové kontrakce. Definice PNF zahrnuje pojmy proprioceptivní (které souvisí s jakýmkoliv smyslovými receptory, které poskytují informace o pohybu a poloze těla), neuromuskulární (zahrnující nervy a svaly) a facilitace (usnadnění) (Guiu-Tula et al., 2017, s. 2.).

Mezi hlavní zásady filosofie PNF patří pozitivní a funkční přístup, mobilizace rezerv, léčení celé osoby a použití motorického učení a principů motorické kontroly. Léčba pozitivním přístupem zahrnuje výběr takových léčebných aktivit, ve kterých má pacient potenciál úspěšně je dokončit. Díky tomu může pacient zaznamenat úspěch alespoň v některé části terapie. Tímto způsobem se zvyšuje mentální angažovanost v terapii a motivace pacienta. Intervence jsou často prováděny nejprve nepřímo na silnějších (zdravějších) částech těla, a tím dochází k facilitaci poškozených oblastí díky iradiaci svalové aktivity do těchto slabších částí. Tímto způsobem je pacient léčen jako celek, a to jak fyzicky, tak duševně. Rezervní potenciál pacienta je spouštěn iradiací a nároky vybrané činnosti. Terapie ve funkčním kontextu je dosaženo integrací skutečných úkolů z každodenního života. Funkční aktivita zaměřená na konkrétní úkol zlepšuje výsledky motorického učení (Smedes et al., 2016. s.1–2).

Metoda PNF se využívá ke zlepšení vědomého ovládní pohybu, svalové síly, vytrvalosti a koordinace, zvýšení pohybového rozsahu a stability kloubů (Kolář et al., 2009, s. 277).

3.2 Kognitivní trénink

V literatuře bylo pro kognitivní intervence použito více termínů, včetně kognitivní rehabilitace, kognitivní stimulace a kognitivního tréninku. Obecně se kognitivní rehabilitace a kognitivní stimulace týkaly zapojení do skupiny činností, jejichž cílem je zvýšit kognitivní a sociální funkce nespécifickým způsobem. Kognitivní trénink (KT) zahrnuje standardizované systematické trénování mentálních úkolů, určených k optimalizaci kognitivních funkcí. Intervence KT byly formovány výzkumem plasticity, který zahrnuje skrytý kognitivní potenciál řízení jedinců a schopnost mozku reaktivních změn v kognitivní flexibilitě. Existence plasticity byla prokázána u zdravé starší populace a jedinců s diagnózou mírné kognitivní poruchy. Výzkum plasticity u starších lidí zpochybnil předpoklad, že míra kognice zůstává fixní nebo klesá, a prokázal potenciál intervencí stimulujících kognitivní schopnosti (Coyle, Traynor a Solowij, 2015, s. 5).

KT tradičně probíhal ve skupinách a byl prováděn terapeutem nebo kognitivními instruktory. Technologické inovace vedly k počítačovému kognitivnímu tréninku (CCT) a kognitivnímu tréninku virtuální realitou (VRCT), které poskytují nákladově efektivnější, přístupnější, pružnější a komplexnější intervence. Počítačové algoritmy umožňují individualizaci intervencí KT, například postupně rozvíjí obtížnost úkolů, aby byl zásah dostatečně náročný a přizpůsobený potřebám jedince. Tato flexibilita podporuje potenciál pro dosažení změn vyvolaných plasticitou (Coyle, Traynor a Solowij, 2015, s. 5).

Výzkumy prokázaly, že provádění kognitivních úkolů zvýšilo posturální stabilitu mladých dospělých. Toto zlepšení může být způsobeno kontinuální kognitivní zátěží, která zaměřila pozornost spíše na kognitivní úlohu než na držení těla, což umožňuje chod automatických procesů (Potvin-Desrochers, Richer a Lajoie, 2017).

3.2.1 Kognitivní trénink virtuální realitou

Virtuální realita (VR) byla definována jako využití interaktivních simulací vytvořených počítačovým hardwarem a softwarem k poskytnutí uživatelům možnost zapojit se do uměle vytvořeného prostředí a cítit se podobně jako objekty prožívající události z reálného světa (Laver et al., 2017, s. 6). Použití systémů VR nabízí možnost simulace pohlcujících a interaktivních scénářů reálného života, aby se vytvořil pocit „bytí tam“ (García-Betances et al., 2015, s. 51).

Ve virtuální rehabilitaci se pomocí virtuálního prostředí a objektů poskytuje uživateli vizuální zpětná vazba, která může být prezentována prostřednictvím zařízení namontovaného na hlavě, projekčního systému nebo ploché obrazovky. Zpětná vazba může být také poskytnuta

prostřednictvím smyslů, například sluchu, dotyku, pohybu nebo rovnováhy. Uživatel spolupracuje s prostředím různými mechanismy. Mohou to být jednoduchá zařízení, například myš nebo joystick, nebo složitější systémy používající kamery, senzory nebo hmatové (dotykové) zpětnovazební zařízení. V závislosti na intervenci se tedy úroveň fyzické aktivity uživatele může pohybovat od relativně neaktivních (například sedět u počítače pomocí joysticku) až po vysoce aktivní (například náročné pohyby celého těla) (Laver et al., 2017, s. 6).

VR má významnou roli v podpoře funkčního zotavení, např. po CMP. VR poskytuje obohacený motivační trénink a cíleně zaměřené úkoly, které zlepšují přístup pacientů k programu. Předchozí studie ukázaly, že by VR mohla být účinnější při zlepšování kontroly dynamické rovnováhy a prevenci pádů u pacientů v subakutní a chronické fázi CMP ve srovnání s konvenční terapií (Chen et al., 2016, s. 2). Také další autoři ve svých studiích došli k podobným výsledkům. Na větší rychlosti chůze, zlepšení rovnováhy a mobility u pacientů po CMP při terapii pomocí VR poukázali ve své práci Corbetta, Imeri a Gatti (2015, s.1). Cho et al. (2016, s. 251) ve své studii, zaměřené na použití VR při terapii na chodícím pásu u dětí s DMO, došli k výsledku, který prokázal zvýšený účinek ve zlepšení rovnovážných schopností u dětí se spastickou mozkovou obrnou. Taktéž zjistili, že u těchto dětí je tento druh terapie velmi účinný pro zlepšení svalové síly dolních končetin a hrubé motoriky.

3.3 Multisenzorická stimulace

Somatosenzorická integrace je zásadní pro posturální stabilitu a motorické učení, což naznačuje, že posílení somatosenzorického vstupu během rehabilitace může podpořit obnovu posturální funkce (Schröder et al., 2018, s. 7).

3.3.1 Biofeedback a motorické učení

Biofeedback lze definovat jako použití přístrojů pro větší přesnost skrytých fyziologických procesů; zahrnuje také možnosti elektronického tvarování vhodných odpovědí. Použití biofeedbacku poskytuje pacientům se senzomotorickou poruchou lépe posoudit rozdílné fyziologické odpovědi, případně se naučit sebekontrolu těchto odpovědí (Huang, Wolf a He, 2006, s.1). Biofeedback je při rehabilitaci využíván k facilitaci normálních pohybových vzorců po zranění více než padesát let. Jedná se o metodu poskytování biologických informací pacientům v reálném čase, které by jinak nebyly známé. Tyto informace lze někdy označit za rozšířenou nebo vnější zpětnou vazbu. To je zpětná vazba, která uživateli poskytuje doplňující informace nad rámec informací, které jsou mu přirozeně dostupné, na rozdíl od smyslové (nebo

vnitřní) zpětné vazby, která uživateli poskytuje samostatně generované informace z různých vnitřních smyslových receptorů (Giggins, Persson a Caulfield, 2013, s. 1).

Poskytování dalších smyslových informací o vlastním pohybu během tréninku může zvýšit pohybovou výkonnost. V závislosti na fungování smyslů, které přispívají k regulaci rovnováhy, tj. vestibulárního, somatosenzorického a vizuálního systému, lze biofeedback použít k nahrazení nebo rozšíření senzomotorické integrace v centrálním nervovém systému (Zijlstra et al, 2010, s. 2).

Podle Macintosh, Vignais a Biddiss (2017, s. 3) biofeedback hraje důležitou roli v rozvoji motorického výkonu a motorického učení a může být začleněn do mnoha rehabilitačních strategií.

Mechanismus biofeedbacku

Neurologické mechanismy, které jsou základem účinnosti biofeedbacku, prozatím nejsou známy. Basmajian ve své studii (1982, s. 68) nabídl dvě možnosti, které jako vysvětlení těchto mechanismů nabízejí. Buď dochází k vytvoření nových nervových drah (tato možnost je podle něj vysoce nepravděpodobná) anebo lze pomocí zavedení podpůrné zpětné smyčky mobilizovat staré přetrvávající mozkové a míšní dráhy. Wolf (1983, s. 1453) upřednostňoval druhé vysvětlení. Předpokládal, že vizuální a sluchová zpětná vazba aktivuje nepoužité nebo málo používané synapse při vykonávání motorických příkazů. Pokračování tréninku s pomocí biofeedbacku by mohlo jako takové stanovit nové smyslové engramy a pomoci pacientům plnit další úkoly bez zpětné vazby.

Celkově může biofeedback zvýšit neuroplasticitu zapojením pomocných smyslových vstupů, čímž se stane věrohodným nástrojem neurorehabilitace (Huang, Wolf a He, 2006, s. 2).

Silové plošiny

Použití zpětné vazby pomocí silových plošin při rehabilitaci pacientů po CMP bylo zkoumáno v řadě studií. Tento typ terapie poskytuje vizuální či sluchovou zpětnou vazbu posturálních titubací pacienta nebo rozložení hmotnosti mezi paretickou a neparetickou dolní končetinou. Zájem o zpětnou vazbu silové plošiny jako rehabilitačního nástroje byl pozitivně ovlivněn vývojem Balance Master™ (NeuroCom International). Tato plošina zprostředkovává nepřetržitou vizuální zpětnou vazbu o poloze těžiště, což poskytuje nový prostředek pro terapii (Van Peppen et al., 2006, s. 3). Navzdory množství publikací, věnovaných terapii zpětnou vazbou, pouze jeden systematický přezkum hodnotil účinnost této terapie na podporu obnovy posturální kontroly po cévní mozkové příhodě. V ní Barclay-Goddard et al. (2005, s. 413) dospěli po systematickém přezkoumání sedmi randomizovaných kontrolovaných studií

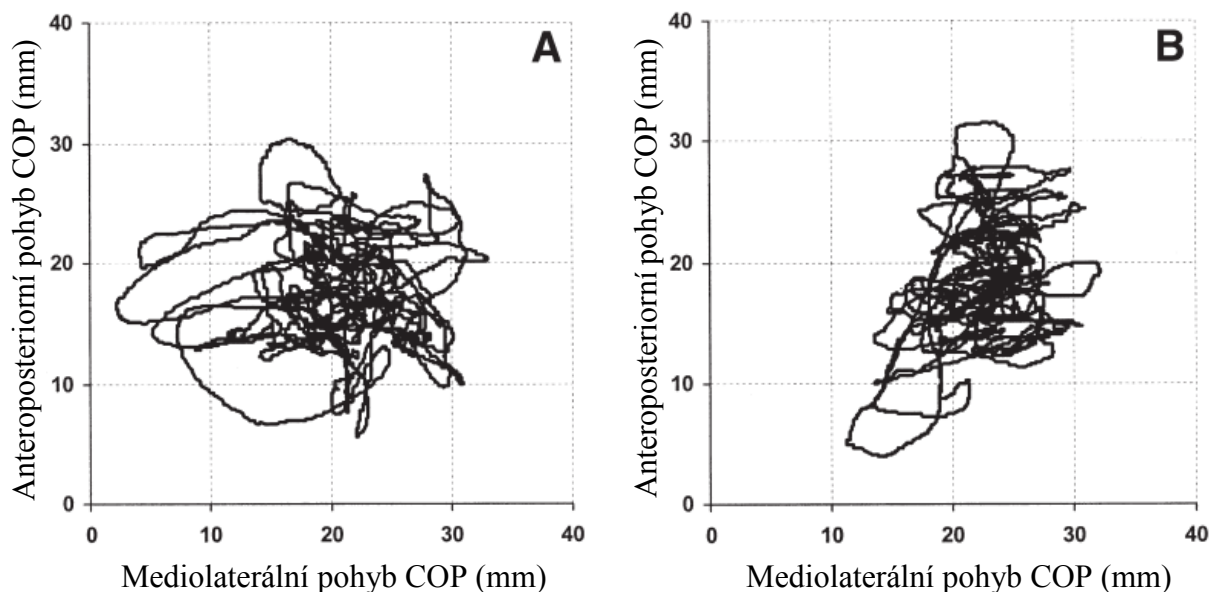
k závěru, že zpětná vazba silových plošin (zraková nebo sluchová) zlepšila po mozkové příhodě souměrnost stoje. Ve své práci však nedokázali stanovit účinky na posturální titubace nebo opatření související s chůzí a nezávislostí v ADL.

Nintendo ® Wii Fit

Herní konzole, například Nintendo ® Wii Fit, se pro svůj snadný přístup a efektivitu nákladů staly oblíbeným tréninkovým nástrojem. Nintendo Wii je jedním z nejoblíbenějších zařízení, které se používá pro rehabilitaci se staršími lidmi. Skládá se z vyrovnávací desky Wii s plošinou pro sledování jakékoli změny COP jednotlivce a inovovaného dálkového ovladače s trojrozměrnou technologií akcelerometru pro sledování pohybu těla. Deska a dálkový ovladač jsou propojeny se softwarem Wii Fit, který poskytuje zpětnou vazbu o jakékoli změně COP prostřednictvím sluchové a vizuální zpětné vazby (Alhasan, Hood a Mainwaring, 2017, s. 488). Sedm randomizovaných kontrolních studií bylo zahrnuto do systematické revize prováděné Laufer, Dar a Kodesh (2014, s. 1803). Výsledek naznačuje, že zapojení seniorů do cvičebného programu založeného na platformě Wii je uskutečnitelné, dokonce může zlepšit jejich rovnováhu. Tyto programy tak mohou sloužit jako alternativa k tradičním formám cvičení zaměřeným na zlepšení kontroly rovnováhy.

3.3.2 Terapie pomocí zrcadla

Zrcadlo je osvědčeným nástrojem v léčebné terapii, ve které je využíváno k pochopení správného držení těla, ke kontrole chůze a k poskytnutí vizuální zpětné vazby v reálném čase, která pomáhá při rehabilitaci (McCabe, 2011, s. 170). Ve své studii Vaillant et al. (2004, s. 1962) zkoumali efekt zpětné vazby pomocí zrcadel na posturální kontrolu během klidného stoje. Jejich studie byla zaměřena na seniory, u nichž se s přibývajícím věkem zvyšuje riziko pádu, které je následně omezuje v aktivitách ADL a snižuje kvalitu jejich života. Ačkoli jsou pády multifaktoriálním komplexem problémů, snížená posturální kontrola se považuje za jeden z hlavních faktorů. Přesněji řečeno, posturografické parametry mediolaterálních (ML) posturálních titubací, měřené v neporušeném postoji, se ukázaly být nejsilněji spojeny s historií pádů a byly nejlepšími prediktory rizika pádu ve starší populaci. Proto se Vaillant et al. (2004, s. 1962) zabývali zesílením ML posturální kontroly, které by mohlo být u seniorů užitečné pro prevenci pádů. Výsledky jejich studie dokázaly, že v průběhu terapie s využitím zrcadlové zpětné vazby byly ML posturální titubace menší než při terapii se stacionární křížovou zpětnou vazbou, během které stál subjekt s upřeným zrakem na černý kříž na bílém pozadí (viz obrázek 4, s. 32).



Obrázek 10 Pohyb COP při stacionární křížové zpětné vazbě (A) a při zrcadlové zpětné vazbě (B) (upraveno dle Vaillant et al., 2004, s. 1963)

Hlavackova et al. (2009, s. 1960) pokládají poskytování vizuálního biofeedbacku pacientovi pomocí zrcadlového odrazu obrazu těla za praktický a nízkonákladový nástroj, který mohou terapeuti využít ke zlepšení posturální instability. Ve své studii, která byla zaměřena na účinky používání zrcadlové terapie u pacientů se staršími transfemorálními amputacemi, došli k následujícímu výsledku. Ačkoli tato terapie nemá vliv na modifikaci asymetrie zatěžování nepostižené a protetické dolní končetiny, pacienti byli schopni integrovat rozšířený vizuální biofeedback pomocí odrazu tělesného obrazu, a tím zlepšovat svou kontrolu vzpřímeného postoje při klidném stoji.

Další využití zrcadel se objevilo v devadesátých letech 20. století v tzv. zrcadlové terapii (McCabe, 2011, s. 170). Zrcadlová terapie se provádí umístěním zrcadla do střední roviny tak, aby se nahradil obraz postižené končetiny odrazem nedotčené strany při motorické stimulaci nebo provádění pohybových úkolů. To dává iluzi postižené končetiny normální funkci. Zrcadlová terapie byla do značné míry použita pro léčení fantomové bolesti končetin po amputaci nebo obnovení motoriky horní končetin u pacientů po CMP (Louie, Lim a Eng, 2019, s. 108; Kim, Ji a Cha, 2016, s. 28). Přestože je použití zrcadlové terapie po CMP převážně soustředěno kolem hemiparetické horní končetiny, mnozí pacienti po CMP jsou stále omezeni ve své rovnováze a schopnosti chůze v chronické fázi onemocnění. Proto se Kim, Ji a Cha (2016, s. 31) ve své práci zaměřili na zkoumání vlivu zrcadlové terapie na schopnost rovnováhy u pacientů v subakutním stádiu CMP. Na základě výsledků jejich studie došli k závěru, že tato

intervence může být při terapii balančních schopností prospěšná. Jako metoda kognitivní intervence zrcadlová terapie způsobuje aktivaci v odpovídající motorické oblasti frontálního nebo parietálního laloku. Tato oblast je známá jako zrcadlové neurony, k jejichž aktivaci dochází pouhým pozorováním chování ostatních.

K odlišným výsledkům došli Louie, Lim a Eng (2019, s. 108), kteří taktéž zkoumali vliv zrcadlové terapie na chůzi a balanční schopnosti. Jejich studie prokázala podstatné zlepšení rychlosti chůze, pohyblivosti a obnovy motoriky, zatímco vliv na rovnováhu se ukázal jako nevýznamný.

3.3.3 Senzomotorická stimulace

Již od roku 1970 se rehabilitační lékař a profesor Vladimír Janda a rehabilitační pracovnice Marie Vávrová zabývali oblastí uplatnění facilitace proprioceptorů a aktivace spino-vestibulo-cerebelárních drah a center při terapii poruch pohybového ústrojí. Při založení nového konceptu fyzioterapie vycházeli ze studií Freemana, Hervéoua a Mésseana, ze současných informací o motorickém učení, programování pohybu, a také z nových neurofyziologických poznatků o zapojení periferních exteroceptorů a proprioceptorů. Protože v této metodice nejde jen o aktivaci těchto periferních receptorů, ale také o spuštění podkorových mechanismů, které mají účast na řízení motoriky, pojmenovali tuto metodiku Senzomotorická stimulace (SMS) (Janda a Vávrová, 1992, s. 16).

Janda věřil, že svalové nerovnováhy vedou k poruchám pohybu, a nakonec i ke změně motorické kontroly v CNS. Poznamenal, že chronická muskuloskeletální bolest je centrálně zprostředkována v rámci CNS. Jediný způsob, jak tyto poruchy odstranit, je nejprve normalizovat periferní proprioceptivní struktury (mobilizací kloubů nebo mobilizací měkkých tkání), pak opravit svalovou rovnováhu, a nakonec facilitovat správný motorický program. Důraz kladl na obnovu funkce CNS prostřednictvím motorického učení, spíše než na zdůrazňování léčby izolovaných konstrukčních prvků (Page, 2006, s. 78).

Mezi základní zásady, podle kterých se SMS řídí, patří postupování směrem disto-proximálním, od chodidla přes koleno a pánev k hlavě. Cvičí se na boso, protože z bosé nohy je lepší aferentace, bez bolesti a jen do prvních známek únavy. Zprvu se cvičí pasivně, poté aktivně na stabilních podložkách, a teprve potom se přechází na nestabilní povrchy (Janda a Vávrová, 1992, s. 19; Kolář et al., 2009, s. 275).

Z důvodu velkého množství proprioceptorů kladl Janda největší důraz na tři základní oblasti v těle, a to na nohu, sakroiliakální kloub a na krční páteř. Považoval za důležité, aby smyslové informace přicházející do CNS z těchto oblastí, byly optimální. Hlavním záměrem

senzomotorické stimulace je zvýšit propioceptivní vstup těchto tří oblastí s cílem stimulovat subkortiální cesty a facilitovat automatické koordinované vzorce pohybu. Proto je nezbytné zajistit správné umístění kloubů v těchto třech klíčových bodech během jakéhokoli pohybového cvičení (Page, 2006, s. 79).

Prvním posturálním klíčovým bodem je noha. Proprioceptivní cvičení se nejlépe provádějí bez bot (nejlepší je naboso), aby se zajistilo maximální množství vhodných aferentních informací vstupujících do senzomotorického systému (Page, 2006, s. 79). K facilitaci kožních receptorů nohy Janda používal aktivaci m. quadratus plantae vytvořením zvýrazněné klenby nohy, kterou nazval tzv. malá noha. Touto změnou konfigurace dochází ke změně rozložení tlaku v kloubech, a tím také k ovlivnění propioceptivní signalizace (Janda a Vávrová, 1992, s. 17).

Zbývajících aferentními klouby v posturální stabilitě jsou sakroiliakální kloub a krční páteř, a to vzhledem k jejich vysoké hustotě mechanoreceptorů. Tyto regiony by měly být nejprve aktivně stabilizovány v neutrální pozici během cvičení. Umístění krční páteře v neutrální poloze s bradou mírně zastrčenou pomáhá aktivovat flexory hlubokého krku. Je důležité, aby jakákoliv dysfunkce SI kloubu nebo krční páteře byla řešena před zahájením terapie z důvodu jejich role v propiocepci. (Page, 2006, s. 79–80; Roggers, Page a Takeshima, 2013, s. 524).

3.4 Motorické učení v terapii posturální stability u konkrétních onemocnění

Bohužel jen několik vědeckých studií je přímo zaměřeno na zkoumání zapojení motorického učení do terapie u jednotlivých onemocnění. V následujících podkapitolách jsou shrnuty jejich výsledky, které poukazují na efektivitu motorického učení v terapii posturální stability.

3.4.1 Cévní mozková příhoda

V publikované práci Hardwick et al. (2016, s. 11) bylo zkoumáno zapojení motorického učení v terapii u pacientů po CMP. Tato studie se nezabývala obnovení posturální kontroly, ale byla zaměřena na zlepšení kontroly nad paretickou horní končetinou díky využití motorického učení. Výsledky prokázaly, že pacienti s chronickou CMP mohou prostřednictvím motorického učení zlepšit kontrolu nad svou paretickou paží. Ty mohou být implikovány i na ostatní poruchy způsobené CMP, například posturální nestabilitu.

3.4.2 Parkinsonova nemoc

Motorické učení se silně opírá o subkortikální struktury, včetně bazálních ganglií, které patří mezi oblasti mozku postižené PN (Paul, Dibble a Peterson, 2018, s. 3). Ve studiích, zaměřených na poruchy stability získané vlivem PN, bylo zjištěno, že motorické učení umožňuje pacientům s PN využívat cvičení, jež má za následek snížení náročnosti chůze a schopnosti rovnováhy, zejména během mírných stádií onemocnění. U pacientů je třeba v klinické rehabilitaci kromě četnosti, intenzity a typu cvičení zvážit i schopnosti každého jednotlivce při učení, aby bylo zajištěno, že provedený zásah dosáhne kritické hranice pro vyvolání blahodárného efektu a prevence pádu v celém spektru onemocnění (Paul, Dibble a Peterson, 2018, s. 12). Marinelli et al (2017, s. 1) považovali za nejdůležitější fakt, že pacienti s PN často vykazují pokles retence nově nabytých dovedností, což je problém, který se vyskytuje i v raných stádiích onemocnění. Z výsledků jejich výzkumu vyplynulo, že důkladným pochopením procesů motorického učení je zajištěno poskytnutí pevných základů nejen pro účinné rehabilitační, ale také lékařské, chirurgické přístupy u pacientů s PN.

ZÁVĚR

Ze získaných poznatků vyplývá, že posturální stabilita je motorická dovednost, jež vychází ze spolupráce více systémů, které jsou organizovány tak, aby splňovaly funkční úkoly. Tím, že je rovnováha považována za motorickou dovednost, je poukázáno na fakt, že jako každá dovednost se může zlepšit tréninkem a že se lze naučit koordinaci posturální motoriky. Jelikož zásady motorického učení se týkají všech motorických dovedností, podléhá těmto procesům i zlepšení posturální stability. Ukázalo se, že zachování zásad motorického učení, kterými je pravidelné a intenzivní opakování, intenzivní a dlouhotrvající trénink, kognitivní trénink a multisenzorická stimulace, pomůže zajistit, aby se zlepšení výkonu, získaného terapií, přeměnilo na trvalé změny v chování a uchovalo v rozmanitých a nových prostředích. Pokud pacienti vykonávají požadovanou aktivitu s dostatečně dlouhou dobou trvání a intenzitou, dochází k vyvolání neuroplasticity a tím dochází k obnovení automatické úrovně řízení posturální stability.

Cílem metodik DNS, NDT a PNF je cílevědomá kontrola pohybu a svalů s automatickou funkcí, a tím i zlepšení koordinace poškozených segmentů. Ze studií vyplynulo, že spojení konceptu NDT s teorií motorického učení je uskutečnitelné modifikací tradičního terapeutického přístupu, při kterém je potřeba začlenit do konvenčních postupů, zaměřených na zaměření na základní neuromuskulární složky, i kognitivní a environmentální faktory, které usnadňují získávání motorických dovedností. Technika Senzomotorické stimulace klade důraz na obnovu funkce CNS prostřednictvím motorického učení, terapie začíná pasivním nastavováním segmentů, vysvětlováním žádaných aktivit a korekcí špatných pohybů. Cílem SMS je dosažení automatické aktivace daných svalů pomocí motorického učení tak, aby pohyby nevyžadovaly volní kontrolu.

Vliv motorického učení na posturální stabilitu byl hodnocen u pacientů po CMP a DMO, kde se zapojení motorické učení ukázalo být efektivním způsobem, jak dosáhnout zlepšení posturální kontroly. U pacientů s Parkinsonovou nemocí bylo zjištěno, že motorické učení napomáhá retenci nově nabytých dovedností, a tím zajišťuje základ pro další rehabilitaci.

Při integraci teorie motorického učení do tradičních postupů dochází k efektivnější léčbě pacientů s poruchami motorické kontroly, a to využitím mechanismů mnohočetné zpětné vazby, které slouží k maximalizaci rychlosti a generalizaci učení. Z toho vyplývá, že je žádané, aby byly principy motorického učení zahrnuty do terapie posturální stability a tím bylo dosaženo lepších a rychlejších výsledků terapie.

REFERENČNÍ SEZNAM

ALHASAN, H., HOOD, V., MAINWARING, F. 2017. The effect of visual biofeedback on balance in elderly population: a systematic review. *Clinical Interventions in Aging* [online]. 12, 487-497 [cit. 2019-03-06]. ISSN 1178-1998. Dostupné z: doi 10.2147/CIA.S127023.

BARCLAY-GODDARD, R., STEVENSON, T., POLUHA, W., MOFFATT, M. E. K., TABACK, S. P. 2005. Force Platform Feedback for Standing Balance Training After Stroke. *Stroke* [online]. 36(2), 412-413 [cit. 2019-03-05]. ISSN 1524-4628. Dostupné z: doi 10.1161/01.STR.0000152342.01701.96.

BASMAJIAN, J. V. 1982. Clinical use of biofeedback in rehabilitation. *Psychosomatics* [online]. 23(1), 67-73 [cit. 2019-03-05]. ISSN 00333182. Dostupné z: doi 10.1016/S0033-3182(82)70815-1.

BRESLIN, D. M. M. 2009. Motor-Learning Theory and the Neurodevelopmental Treatment Approach. *Occupational Therapy In Health Care* [online]. 10(1), 25-40 [cit. 2019-04-08]. ISSN 0738-0577. Dostupné z: doi 10.1080/J003v10n01_03.

CHAUDHRY, H., FINDLEY, T., QUIGLEY, K. S., BUKIET, B., JI, Z., SIMS, T., MANEY, M. 2004. Measures of postural stability. *Journal of Rehabilitation Research & Development* [on-line]. 41(5), 8. [cit. 2018-05-11]. ISSN 0748-7711. Dostupné z: doi 10.1682/JRRD.2003.09.0140.

CHEN, L., LO, W. L. A., MAO, Y. R., et al. 2016. Effect of Virtual Reality on Postural and Balance Control in Patients with Stroke: A Systematic Literature Review. *BioMed Research International* [online]. Vol. 2016, 1-8 [cit. 2019-04-06]. DOI: 10.1155/2016/7309272. ISSN 2314-6133. Dostupné z: doi 10.1155/2016/7309272.

CHO, C., HWANG, W., HWANG, S., CHUNG, Y. 2016. Treadmill Training with Virtual Reality Improves Gait, Balance, and Muscle Strength in Children with Cerebral Palsy. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine* [online]. 238(3), 213-218 [cit. 2019-04-06]. DOI: 10.1620/tjem.238.213. ISSN 0040-8727. Dostupné z: doi 10.1620/tjem.238.213.

CORBETTA, D., IMERI, F., GATTI, R. 2015. Rehabilitation that incorporates virtual reality is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: a systematic review. *Journal of Physiotherapy* [online]. 61(3), 117-124 [cit. 2019-04-06]. ISSN 18369553. Dostupné z: doi 10.1016/j.jphys.2015.05.017.

- COYLE, H., TRAYNOR, V., SOLOWIJ, N. 2015. Computerized and Virtual Reality Cognitive Training for Individuals at High Risk of Cognitive Decline: Systematic Review of the Literature. *The American Journal of Geriatric Psychiatry* [online]. 23(4), 335-359 [cit. 2019-04-06]. ISSN 10647481. Dostupné z: doi 10.1016/j.jagp.2014.04.009.
- DEWAR, R., LOVE, S., JOHNSTON, L. M. 2014. Exercise interventions improve postural control in children with cerebral palsy: a systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*. [online]. 57(6), 504-520 [cit. 2019-04-03]. ISSN 00121622. Dostupné z: 10.1111/dmcn.12660.
- DYLEVSKÝ, I., KUBÁLKOVÁ, L., NAVRÁTIL, L. 2001. *Kineziologie, kinezioterapie a fyzioterapie*. Praha: Manus. ISBN 80-902-3188-8.
- ELBASAN, B., AKAYA, K. U., AKYUZ, M., OSKAY, D. 2018. Effects of neuromuscular electrical stimulation and Kinesio Taping applications in children with cerebral palsy on postural control and sitting balance. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* [online]. 31(1), 49-55 [cit. 2019-04-03]. ISSN 18786324. Dostupné z: doi 10.3233/BMR-169656.
- ENOKA, R. M. 2002. *Neuromechanics of human movement*. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 07-360-0251-0.
- GARCÍA-BETANCES, R. I., JIMÉNEZ-MIXCO, V., ARREDONDO, M. T., CABRERA-UMPIÉRREZ, M. F. 2015. Using Virtual Reality for Cognitive Training of the Elderly. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementiasr* [online]. 30(1), 49-54 [cit. 2019-04-06]. ISSN 1533-3175. Dostupné z: doi 10.1177/1533317514545866.
- GIGGINS, O. M., PERSSON, U., CAULFIELD, B. 2013. Biofeedback in rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 10(1) [cit. 2019-03-05]. ISSN 1743-0003. Dostupné z: doi 10.1186/1743-0003-10-60.
- GUIU-TULA, F. X., CABANAS, R., SITJÀ-RABERT, M., URRÚTIA, G. a GÓMARA-TOLDRÀ, N. 2017. The Efficacy of the proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) approach in stroke rehabilitation to improve basic activities of daily living and quality of life: a systematic review and meta-analysis protocol. *BMJ Open* [online]. 7(12): e016739. [cit. 2019-04-09]. Dostupné z: <https://bmjopen.bmj.com/content/7/12/e016739>.

- HAMED, A., BOHM, S., MERSMANN, F., ARAMPATZIS, A. 2018. Exercises of dynamic stability under unstable conditions increase muscle strength and balance ability in the elderly. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [online]. 28(3), 961-971 [cit. 2019-04-05]. ISSN 09057188. Dostupné z: doi 10.1111/sms.13019.
- HARDWICK, R. M., RAJAN, V. A., BASTIAN, A. J., KRAKAUER, J. W., CELNIK, P. A. 2016. Motor Learning in Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [online]. 31(2), 178-189 [cit. 2019-04-27]. ISSN 1545-9683. Dostupné z: doi 10.1177/1545968316675432.
- HLAVACKOVA, P., FRISTIOS, J., CUISINIER, R., PINSULT, N., JANURA, M., VUILLERME, N. 2009. Effects of Mirror Feedback on Upright Stance Control in Elderly Transfemoral Amputees. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 90(11), 1960-1963 [cit. 2019-03-19]. ISSN 00039993. Dostupné z: doi 10.1016/j.apmr.2009.05.016.
- HORAK, F. B., HENRY, S. M., SHUMWAY-COOK, A. 1997. Postural Perturbations: New Insights for Treatment of Balance Disorders. *Physical Therapy* [online]. 77(5), 517-533 [cit. 2019-02-17]. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi 10.1093/ptj/77.5.517.
- HORAK, F. B. 2006. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Age and Ageing* [online]. 35(suppl_2), ii7-ii11. [cit. 2018-10-17]. ISSN 1468-2834. Dostupné z: doi 10.1093/ageing/afl077.
- HORAK, F. B. 2009. *Postural Control* in BINDER, M. D., HIROKAWA, N., WINDHORST, U. ed. *Encyclopedia of neuroscience*. New York: Springer. ISBN 978-3-540-29678-2.
- HUANG, H., WOLF, S. L., HE, J. 2006. Recent developments in biofeedback for neuromotor rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 3(1) [cit. 2019-03-05]. ISSN 17430003. Dostupné z: doi 10.1186/1743-0003-3-11.
- HUBER, J. 2012. *Applying Educational Psychology in Coaching Athletes*. 1. Champaign, United States: Human Kinetics. ISBN 0736079815.
- HUGUES, A., DI MARCO, J., JANIAUD, P., XUE, Y., PIRES, J., KHADEMI, H., CUCHERAT, M., GONAN, I., GUEYFFIER, F., RODE, G. 2017. Efficiency of physical therapy on postural imbalance after stroke: study protocol for a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* [online]. 2017, 7(1) [cit. 2019-04-01]. ISSN 2044-6055. Dostupné z: doi 10.1136/bmjopen-2016-013348.

JANDA, V., VÁVROVÁ, M. 1992. Senzomotorická stimulace. *Rehabilitácia* [online]. 25(3), 14-34 [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: <https://www.rehabilitacia.sk/archiv/cisla/3REH1992-m.pdf>.

KIM, D., AN, D., YOO, W. 2017. Effects of 4 weeks of dynamic neuromuscular stabilization training on balance and gait performance in an adolescent with spastic hemiparetic cerebral palsy. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 29(10), 1881-1882 [cit. 2019-04-26]. ISSN 0915-5287. Dostupné z: doi 10.1589/jpts.29.1881.

KIM, M., JI, S., CHA, H. 2016. The effect of mirror therapy on balance ability of subacute stroke patients. *Hong Kong Physiotherapy Journal* [online]. 34, 27-32 [cit. 2019-03-19]. ISSN 10137025. Dostupné z: doi 10.1016/j.hkpj.2015.12.001.

KLAMROTH, S., STEIB, S., DEVAN, S., PFEIFER, K. 2016. Effects of Exercise Therapy on Postural Instability in Parkinson Disease. *Journal of Neurologic Physical Therapy* [online]. 40(1), 3-14 [cit. 2019-03-18]. ISSN 1557-0576. Dostupné z: doi 10.1097/NPT.0000000000000117.

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

KOLÁŘ, P., KOBEŠOVÁ, A., VALOUCHOVÁ, P., BITNAR, P. 2014. Dynamic Neuromuscular Stabilization: treatment methods. IN: CHAITOW, L., BRADLEY, D., GILBERT, CH. (eds). *Recognizing and Treating Breathing Disorders*. 2nd ed. Elsevier, ISBN 9780702049804.

KRÁLÍČEK, P. 2011. *Úvod do speciální neurofyzologie*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-618-2.

KROBOT, A., KOLÁŘOVÁ, B., KOLÁŘ, P., SCHUSTEROVÁ, B., TOMSOVÁ, J. 2017. Gait Neurorehabilitation in Stroke Patients. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. 80/113(5), 521-526 [cit. 2019-04-03]. ISSN 12107859. Dostupné z: doi 10.14735/amcsnn2017521.

LATASH, M. L. 2008. *Neurophysiological basis of movement*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 07-360-6367-6.

LAUFER, Y., DAR, G., KODESH, E. 2014. Does a Wii-based exercise program enhance balance control of independently functioning older adults? A systematic review. *Clinical Interventions in Aging* [online]. (9) [cit. 2019-03-06]. ISSN 1178-1998. Dostupné z: doi 10.2147/CIA.S69673.

LAVER, K. E., LANGE, B., GEORGE, S., DEUTSCH, J. E., SAPOSNIK, G., CROTTY, M. 2017. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. 20(11) [cit. 2019-04-06]. ISSN 14651858. Dostupné z: doi 10.1002/14651858.CD008349.pub4.

LEE, K. H., PARK, J. W., LEE, H. J., NAM, K. Y., PARK, T. J., KIM, H. J., KWON, B. S. 2017. Efficacy of Intensive Neurodevelopmental Treatment for Children With Developmental Delay, With or Without Cerebral Palsy. *Annals of Rehabilitation Medicine* [online]. 41(1), 90-96 [cit. 2019-04-08]. ISSN 2234-0645. Dostupné z: doi 10.5535/arm.2017.41.1.90.

LOUIE, D. R., LIM, S. B., ENG, J. J., 2019. The Efficacy of Lower Extremity Mirror Therapy for Improving Balance, Gait, and Motor Function Poststroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* [online]. 28(1), 107-120 [cit. 2019-03-19]. ISSN 10523057. Dostupné z: doi 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.09.017.

MACINTOSH, A., VIGNAIS, N., BIDDISS, E. 2017. Biofeedback interventions for people with cerebral palsy: a systematic review protocol. *Systematic Reviews* [online]. 6(1) [cit. 2019-03-17]. ISSN 2046-4053. Dostupné z: doi 10.1186/s13643-017-0405-y.

MARIGOLD, D. S., ENG, J. J., TOKUNO, C. D., DONNELLY, C. A. 2016. Contribution of Muscle Strength and Integration of Afferent Input to Postural Instability in Persons with Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [online]. 18(4), 222-229 [cit. 2019-03-13]. ISSN 1545-9683. Dostupné z: doi 10.1177/1545968304271171.

MARINELLI, L., QUARTARONE, A., HALLETT, M., FRAZZITTA, G., GHILARDI, M. F. 2017. The many facets of motor learning and their relevance for Parkinson's disease. *Clinical Neurophysiology* [online]. 128(7), 1127-1141 [cit. 2019-04-27]. ISSN 13882457. Dostupné z: doi 10.1016/j.clinph.2017.03.042.

MCCABE, C. 2011. Mirror Visual Feedback Therapy. A Practical Approach. *Journal of Hand Therapy* [online]. 24(2), 170-179 [cit. 2019-03-19]. ISSN 08941130. Dostupné z: doi 10.1016/j.jht.2010.08.003.

OLANOW, C. W., MCNAUGHT, K. 2008. The Etiopathogenesis of Parkinson's Disease: Basic Mechanisms of Neurodegeneration. In: HALLETT, Mark a W. POEWE. *Therapeutics of Parkinson's disease and other movement disorders*. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell. ISBN 978-047-0066-485.

- O'SULLIVAN, S. B., SCHMITZ, T. J. 2007. *Physical rehabilitation*. 5th ed. F.A. Davis. ISBN 978-080-3612-471.
- PAGE, P. 2006. Sensorimotor training: A “global” approach for balance training. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* [online]. 10(1), 77-84 [cit. 2019-04-07]. ISSN 13608592. Dostupné z: doi 10.1016/j.jbmt.2005.04.006.
- PAUL, S., DIBBLE, L. E., PETERSON, D. S. 2018. Motor learning in people with Parkinson’s disease: Implications for fall prevention across the disease spectrum. *Gait & Posture* [online]. 61, 311-319 [cit. 2019-04-27]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi 10.1016/j.gaitpost.2018.01.026.
- PETERKA, R. J. 2002. Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *Journal of Neurophysiology* [online]. 88(3), 1097-1118 [cit. 2019-03-18]. ISSN 0022-3077. Dostupné z: doi 10.1152/jn.2002.88.3.1097.
- POLLOCK, A. S., DURWARD, B. R., ROWE, P. J., PAUL, J. P. 2000. What is balance?. *Clinical Rehabilitation* [online]. 14(4), 402-406 [cit. 2019-03-05]. ISSN 0269-2155. Dostupné z: doi 10.1191/0269215500cr342oa.
- POTVIN-DESROCHERS, A., RICHER, N., LAJOIE, Y. 2017. Cognitive tasks promote automatization of postural control in young and older adults. *Gait & Posture* [online]. 57(9), 40-45 [cit. 2019-04-17]. ISSN 09666362. Dostupné z: 10.1016/j.gaitpost.2017.05.019.
- PRIETO, T. E., MYKLEBUST, J. B., HOFFMANN, R. G., LOVETT, E. G., MYKLEBUST, B. M. 1996. Measures of Postural Steadiness: Differences Between Healthy Young and Elderly Adults. *IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING* [on-line]. 43(9), 11. [cit. 2018-05-11]. ISSN 00189294. Dostupné z: doi 10.1109/10.532130.
- REKTOR, I., REKTOROVÁ I. 2003. *Centrální poruchy hybnosti v praxi: movement disorders*. Praha: Triton. ISBN 80-725-4418-7.
- ROGGERS, M. E., PAGE, P., TAKESHIMA, N. 2013. Balance training for the older athlete. *The International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 8(4), 517–530. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3812830/pdf/ijsp-08-517.pdf>.
- SAMII, A. 2008. Cardinal Features of Early Parkinson’s Disease In: FACTOR, S. A., WEINER, W. J. *Parkinson's disease: diagnosis and clinical management*. 2nd ed., rev. and updated. New York: Demos. ISBN 978-1-933864-00-6.

- SCHMIDT, R. A., LEE, T. D. 2011. *Motor control and learning: a behavioral emphasis*. 5th ed. Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 978-0-7360-7961-7.
- SCHONEBURG, B., MANCINI, M., HORAK F. B., NUTT, J. G. 2013. Framework for understanding balance dysfunction in Parkinson's disease. *Movement Disorders* [online]. 28(11), 1474-1482 [cit. 2019-03-18]. ISSN 08853185. Dostupné z: doi 10.1002/mds.25613.
- SCHRÖDER, J., TRUIJEN, S., VAN CRIEKINGE, T., SAEYS, W. 2018. Peripheral somatosensory stimulation and postural recovery after stroke – a systematic review. *Topics in Stroke Rehabilitation* [online]. 25(4), 312-320 [cit. 2019-03-13]. ISSN 1074-9357. Dostupné z: doi 10.1080/10749357.2018.1440694.
- SHUMWAY-COOK, A., WOOLLACOTT, M. 2000. Attentional demands and postural control: the effect of sensory context. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. [online]. 55(1), M10-M16. [cit. 2019-02-13]. ISSN 1079-5006. Dostupné z: doi 10.1093/gerona/55.1.M10.
- SHUMWAY-COOK, A., WOOLLACOTT, M. H. 2012. *Motor control: translating research into clinical practice*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. ISBN 978-1-60831-018-0.
- SMEDES, F., HEIDMANN, M., SCHÄFER, C., FISCHER, N., STEPIEŃ, A. 2016. The proprioceptive neuromuscular facilitation-concept; the state of the evidence, a narrative review. *Physical Therapy Reviews* [online]. 21(1), 17-31 [cit. 2019-05-02]. ISSN 1083-3196. Dostupné z: doi 10.1080/10833196.2016.1216764.
- SON, M. S., JUNG, D. H., YOU, J. S. H., YI, C. H., JEON, H. S., CHA, Y. J. 2017. Effects of dynamic neuromuscular stabilization on diaphragm movement, postural control, balance and gait performance in cerebral palsy. *NeuroRehabilitation* [online]. 41(4), 739-746 [cit. 2019-04-05]. ISSN 10538135. Dostupné z: doi 10.3233/NRE-172155.
- SOSNOFF, J. J., BROGLIO, S. P., SHIN, S., FERRARA, M. S. 2011. Previous Mild Traumatic Brain Injury and Postural-Control Dynamics. *Journal of Athletic Training* [online]. 46(1), 85-91 [cit. 2019-04-02]. ISSN 1062-6050. Dostupné z: doi 10.4085/1062-6050-46.1.85.
- TEKIN, F., KAVLAK, E., CAVLAK, U., ALTUG, F. 2018. Effectiveness of Neuro-Developmental Treatment (Bobath Concept) on postural control and balance in Cerebral Palsied children. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* [online]. 31(2), 397-403 [cit. 2019-04-08]. ISSN 18786324. Dostupné z: doi 10.3233/BMR-170813.

- USTINOVA, K. I., CHERNIKOVA, L. A., DULL, A., PERKINS, J. 2014. Physical therapy for correcting postural and coordination deficits in patients with mild-to-moderate traumatic brain injury. *Physiotherapy Theory and Practice* [online]. 31(1), 1-7 [cit. 2019-04-03]. ISSN 0959-3985. Dostupné z: doi 10.3109/09593985.2014.945674.
- VAILLANT, J., VUILLERME, N., JANVY, A., LOUIS, F., JUVIN, R., NOUGIER, V. 2004. Mirror versus stationary cross feedback in controlling the center of foot pressure displacement in quiet standing in elderly subjects. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 85(12), 1962-1965 [cit. 2019-03-19]. ISSN 00039993. Dostupné z: doi 10.1016/j.apmr.2004.02.019.
- VAN CRIEKINGE, T., SAEYS, W., HALLEMANS, A., VELGHE, S., VISKENS, P., VEREECK, L., DE HERTOOGH, W., TRUIJEN, S. 2017. Trunk biomechanics during hemiplegic gait after stroke: A systematic review. *Gait & Posture*. [online]. 54, 133-143 [cit. 2019-03-13]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi 10.1016/j.gaitpost.2017.03.004.
- VAN PEPPEN, R., KORTSMIT, M., LINDEMAN, E., KWAKKEL, G. 2006. Effects of visual feedback therapy on postural control in bilateral standing after stroke: a systematic review. *Journal of Rehabilitation Medicine*. [online]. 38(1), 3-9. [cit. 2019-02-13]. ISSN 1650-1977. Dostupné z: doi 10.1080/16501970500344902.
- VAŘEKA, I., VAŘEKOVÁ, R. 2009. *Kineziologie nohy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2432-3.
- WANG, W., LI, K., WEI, N., YIN, C., YUE, S. 2017. Evaluation of postural instability in stroke patient during quiet standing. *2017 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)* [online]. IEEE, 2522-2525 [cit. 2019-03-13]. ISBN 978-1-5090-2809-2. Dostupné z: doi 10.1109/EMBC.2017.8037370.
- WINTER, D. A. 1995. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait&Posture* [on-line]. 3(4), 22. [cit. 2018-05-11]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi 10.1016/0966-6362(96)82849-9.
- WOLF, S. L. 1983. Electromyographic Biofeedback Applications to Stroke Patients. *Physical Therapy* [online]. 63(9), 1448-1459 [cit. 2019-03-06]. Dostupné z: 10.1093/ptj/63.9.1448. ISSN 0031-9023.

ZANON, M. A., PORFÍRIO, G. J. M., RIERA, R., MARTIMBIANCO, A. L. C. 2015. Neurodevelopmental treatment approaches for children with cerebral palsy. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. (11) [cit. 2019-04-08]. ISSN 14651858. Dostupné z: doi 10.1002/14651858.CD011937.

ZIJLSTRA, A., MANCINI, M., CHIARI, L., ZIJLSTRA, W. 1010. Biofeedback for training balance and mobility tasks in older populations: a systematic review. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 7(1). [cit. 2018-10-06]. ISSN 1743-0003. Dostupné z: doi 10.1186/1743-0003-7-58.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

CNS	centrální nervová soustava
COM	těžiště těla
BS	opěrná báze
COG	plocha, do které se promítá těžiště
AS	opěrná plocha
COP	centrum tlaku
CMP	cévní mozková příhoda
ADL	aktivity každodenního života
PN	Parkinsonova nemoc
DMO	dětská mozková obrna
TBI	traumatické poranění mozku
DNS	dynamická neuromuskulární stabilizace
HSSP	hluboký stabilizační systém páteře
NDT	neuro-vývojová terapie
PNF	proprioceptivní neuromuskulární facilitace
KT	kognitivní trénink
CCT	počítačový kognitivní trénink
VRCT	kognitivní trénink pomocí virtuální reality
VR	virtuální realita
ML	mediolaterální
SMS	senzomotorická stimulace

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Koncepční model představující složky posturální kontroly (upraveno dle Shumway-Cook, Woollacott, 2012, s. 165).....	13
Obrázek 2 Typy posturálních pohybových strategií – strategie kotníková (A), kyčelní (B) a kroková (C) (Shumway-Cook a Woollacott, 2012, s. 172)	18
Obrázek 3 Jednotlivé aspekty potřebné pro posturální stabilitu a orientaci (upraveno dle Horak, 2006, s. ii8)	19
Obrázek 4 Pohyb COP při stacionární křížové zpětné vazbě (A) a při zrcadlové zpětné vazbě (B) (upraveno dle Vaillant et al., 2004, s. 1963)	32

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Shrnutí tří fází motorického učení (Fitts, Postner, 1967 in Huber, 2012).....	10
--	----