

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

VLIV POSTURÁLNÍHO TRÉNINKU S VYUŽITÍM POMŮCKY GYM TOP USB  
PROFESSIONAL NA POSTURÁLNÍ STABILITU DĚTÍ PÁTÝCH TŘÍD ZÁKLADNÍ  
ŠKOLY (10-11 LET)

Diplomová práce

(Magisterská)

Autor: Bc. Jana Nenutilová, fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Dagmar Dupalová, Ph. D.

Olomouc 2014

**Jméno a příjmení:** Jana Nenutilová

**Název diplomové práce:** Vliv posturálního tréninku s využitím pomůcky Gym Top USB Professional na posturální stabilitu dětí pátých tříd základní školy (10-11 let)

**Pracoviště:** Katedra fyzioterapie

**Vedoucí diplomové práce:** Mgr. Dagmar Dupalová, Ph. D.

**Rok obhajoby diplomové práce:** 2014

**Abstrakt:** Hlavním cílem diplomové práce je zhodnotit vliv posturálního tréninku na balanční plošině Gym Top USB Professional na posturální stabilitu dětí pátých tříd základní školy pomocí tří vybraných klinických testů z Pediatric Balance Scale (stoj v tandemu, stoj na jedné dolní končetině, dosah vpřed nataženými horními končetinami ve stoji) a vyšetření stoje na balanční pomůcce Gym Top USB Professional. Vedlejším cílem bylo porovnání výsledků druhého vyšetření posturální stability mezi skupinou experimentální a skupinou kontrolní. Výzkumný soubor tvořilo 32 dětí ve věku 10–11 let (23 dívek, 9 chlapců, průměrný věk 10,625 let) náhodně rozdělených na skupinu experimentální (13 dívek a 3 chlapci, průměrný věk 10,5 let) a skupinu kontrolní (10 dívek a 6 chlapců, průměrný věk 10,75). Experimentální skupina absolvovala posturální trénink s využitím balanční pomůcky Gym Top USB Professional dvakrát týdně po dobu tří po sobě následujících týdnů. První dva tréninkové dny absolvovali probandi tři cvičení, každé po dobu 2 minut, třetí den tři cvičení po dobu 8 minut, čtvrtý a pátý den tři cvičení a jednu hru po dobu 8 minut a poslední tréninkový den tři cvičení a jednu hru po dobu 10 minut. Podle výsledků klinických testů a porovnání výsledků druhého měření klinických testů a vyšetření stoje na balanční pomůcce Gym Top USB Professional mezi skupinami má posturální trénink na této balanční plošině u dětí pátých tříd základní školy pozitivní vliv na rozvoj statické i dynamické rovnováhy.

**Klíčová slova:** posturální funkce, posturální trénink, Gym Top USB Professional, děti

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

**Author's name and surname:** Jana Nenutilová

**Title of the Diploma Project:** Impact of postural training with the use of the tool Gym Top USB Professional on postural stability of fifth graders (10-11 year)

**Department:** Department of Physiotherapy

**Diploma Project's supervisor:** Mgr. Dagmar Dupalová, Ph. D.

**Year of the Diploma Project's apology:** 2014

**Abstract:** The main goal of the diploma thesis is to evaluate the impact of postural training on the balance board Gym Top USB Professional on postural stability of fifth graders by means of three selected clinical tests from Pediatric Balance Scale (standing with one foot in front, standing on one foot, reaching forward with outstretched arm) and stance examination on the balance tool Gym Top USB Professional. The secondary objective was to compare the results of the second examination of postural stability between the experimental and control group. The research set consisted of 32 children of 10–11 years of age (23 girls, 9 boys, average age 10.625 years) randomly divided into the experimental group (13 girls and 3 boys, average age 10.5 years) and the control group (10 girls and 6 boys, average age 10.75). The experimental group underwent postural training with the use of the balance tool Gym Top USB Professional two times per week for the period of three consecutive weeks. The probands underwent three exercises on the first two training days, where each exercise lasted 2 minutes, then three exercises lasting 8 minutes each on the third day, three exercises and one game lasting 8 minutes on the fourth and fifth day, and three exercises and one game lasting 10 minutes on the last training day. According to the results of the clinical tests and comparison of the results of the second measurement of the clinical tests and stance examination on the balance tool Gym Top USB Professional between the mentioned groups, it can be concluded that postural training of fifth graders on this balance board has a positive impact on development of their static and dynamic balance.

**Key words:** postural functions, postural training, Gym Top USB Professional, children

I am giving my agreement with the Diploma Project's circulation in terms of library services.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Dagmar Dupalové, Ph. D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje.

V Olomouci dne 25. dubna 2014

.....

## Poděkování

Děkuji Mgr. Dagmar Dupalové, Ph. D. za odpovědné vedení, veškerou pomoc a cenné rady, které mi poskytla při zpracování této diplomové práce. Dále děkuji Mgr. Dagmar Sigmundové, Ph. D. za ochotu a pomoc při zpracování statistických dat.

## OBSAH

1	ÚVOD .....	9
2	PŘEHLED POZNATKŮ .....	10
2.1	Psychomotorický vývoj .....	10
2.1.1	Činitelé vývoje.....	10
2.1.2	Vývoj motoriky v dětství.....	11
2.1.2.1	Vývoj od narození do tří let .....	12
2.1.2.1.1	Hrubá a jemná motorika.....	12
2.1.2.1.2	Vývoj smyslů .....	14
2.1.2.2	Předškolní věk .....	15
2.1.2.2.1	Motorický vývoj v předškolním věku.....	15
2.1.2.3	Mladší školní věk.....	16
2.1.2.3.1	Somatický vývoj .....	16
2.1.2.3.2	Motorický vývoj v mladším školním věku .....	17
2.2	Posturální funkce .....	18
2.2.1	Složky posturálních funkcí .....	19
2.2.2	Stabilita.....	21
2.2.2.1	Faktory ovlivňující stabilitu.....	22
2.2.2.2	Pohybový program.....	23
2.2.3	Vzpřímený stoj .....	23
2.2.3.1	Držení těla.....	24
2.2.3.2	Posturální program.....	25
2.2.3.3	Ekonomika vzpřímeného držení těla .....	25
2.2.3.4	Optimální držení těla .....	26
2.2.4	Hodnocení posturálních funkcí u dětí.....	26
2.2.4.1	Pediatric Balance Scale.....	27
2.3	Posturální trénink s využitím senzomotorické stimulace .....	28
2.3.1	Indikace a kontraindikace .....	30
2.3.2	Výhody .....	31
2.3.3	Pomůcky .....	31
2.3.3.1	Gym Top USB Professional .....	32

2.4	Biofeedback.....	33
2.5	Virtuální realita ve fyzioterapii .....	33
2.5.1	Využití virtuální reality ve fyzioterapii .....	34
2.5.2	Rizika a výhody virtuální reality .....	34
3	CÍLE PRÁCE .....	36
4	VÝZKUMNÉ OTÁZKY.....	37
5	METODIKA.....	38
5.1	Charakteristika výzkumného souboru .....	38
5.2	Organizace měření.....	38
5.3	Výzkumná metoda.....	39
5.3.1	Souhlas etické komise .....	39
5.3.2	Informovaný souhlas rodičů .....	39
5.3.3	Anamnestický dotazník .....	40
5.3.4	Klinické testy.....	40
5.3.4.1	Všeobecné instrukce .....	40
5.3.4.2	Vybavení.....	41
5.3.4.3	Stoj v tandemu .....	41
5.3.4.4	Stoj na jedné dolní končetině.....	42
5.3.4.5	Dosah vpřed nataženými horními končetinami ve stoji .....	43
5.3.5	Měření na Gym Top USB Professional .....	44
5.3.5.1	Zásady.....	45
5.3.5.2	Nácvik.....	45
5.3.5.2.1	Korigovaný stoj.....	46
5.3.5.3	Diagnostika .....	46
5.3.6	Posturální trénink na balanční plošině Gym Top USB Professional.....	49
5.3.6.1	Charakteristika cvičení .....	49
5.3.6.2	Rozvrh cvičení .....	53
5.4	Statistické zpracování dat.....	54
6	VÝSLEDKY .....	55
6.1	Výzkumná otázka č. 1 .....	55
6.2	Výzkumná otázka č. 2 .....	57
6.3	Výzkumná otázka č. 3 .....	59
6.4	Výzkumná otázka č. 4 .....	62

6.5	Výzkumná otázka č. 5 .....	64
6.6	Výzkumná otázka č. 6 .....	67
7	DISKUSE.....	70
7.1	Diskuse k výzkumné otázce č. 1 .....	74
7.2	Diskuse k výzkumné otázce č. 2 .....	75
7.3	Diskuse k výzkumné otázce č. 3 .....	76
7.4	Diskuse k výzkumné otázce č. 4 .....	77
7.5	Diskuse k výzkumné otázce č. 5 .....	77
7.6	Diskuse k výzkumné otázce č. 6 .....	79
8	ZÁVĚR.....	80
9	SOUHRN .....	81
10	SUMMARY .....	82
11	REFERENČNÍ SEZNAM.....	84
12	PŘÍLOHY.....	89



## 1 ÚVOD

Zdravý životní styl a míru pohybových aktivit přebírají děti ze své rodiny. Ne v každé rodině je však motivace k pohybové aktivitě dostatečná. V předškolním věku přebírají úlohu rodičů v motivaci k pohybu mateřské školky a ve školním věku základní školy, které by děti měly vést ke zdravému životnímu stylu a dostatku pohybových aktivit.

Aktivity dětí prvního stupně základní školy jsou velmi různorodé. Pro děti byla v celé době lidské existence jedním ze zdrojů přirozeného pohybu hra. Dnes ji však nahradily počítačové hry a nabídka mnoha televizních programů. Děti tak většinu dne tráví v dlouhodobě neměnném sedu, který zaujmou ráno ve škole a ukončí večer u televize či počítače. Není divu, že se v dnešní době častěji objevují u dětí poruchy držení těla a poruchy balančních schopností.

Hlavním cílem diplomové práce je zhodnotit vliv posturálního tréninku na balanční pomůcke Gym Top USB Professional na posturální stabilitu u vybraného souboru dětí pátých tříd základní školy pomocí vybraných klinických testů z Pediatric Balance Scale a vyšetření stoje na této balanční pomůcce.

K posturálnímu tréninku je využita kulatá balanční pomůcka Gym Top USB Professional, která je pomocí USB konektoru připojena k počítači. Na monitoru lze sledovat pomocí nainstalovaného programu informace o náklonu balanční plošiny. Program obsahuje různá cvičení prováděná ve stoji. Pomůcku lze využít i k posturálnímu tréninku probíhajícímu vsedě, avšak pro tuto polohu není primárně určena. Během tréninku na plošině je možné měnit stupeň obtížnosti zvoleného cvičení a jeho časový interval. Průběh cvičení lze u probandů ukládat a následně je možné z uložených dat sestavit dlouhodobou statistiku.

Vedlejším cílem je porovnání výsledků vybraných klinických testů a vyšetření stoje na balanční plošině Gym Top USB Professional mezi skupinou experimentální absolvující posturální trénink a skupinou kontrolní, která trénink nepodstoupí.

## 2 PŘEHLED POZNATKŮ

### 2.1 Psychomotorický vývoj

Pohyblivost jedince a jeho psychika se od okamžiku narození neustále zdokonaluje. Některé reflexy a mechanismy chování jsou vrozené, jiné se vyvíjejí v průběhu života. Psychomotorický vývoj zahrnuje vývoj hrubé a jemné motoriky, vývoj řeči, vývoj smyslový, citový a sociální (Volf & Volfová, 1996).

Průběh kvantitativních změn je zobrazován růstovou křivkou, která vyjadřuje závislost mezi určitým stupněm ontogeneze, daným věkem a stupněm vývoje či hodnotou sledované pohybové schopnosti. Kalendářní věk je odvozován z data narození. Biologický věk odpovídá celkovému stavu růstu a vývoji jedince a v období progresivního vývoje nemusí být shodný s věkem kalendářním. Stanovení biologického věku slouží k posouzení, zda motorický vývoj daného jedince odpovídá jeho kalendářnímu věku (Kouba, 1995). Někdy bývá určován i věk sociální, který se týká sociálního chování jedince a jeho sociálních rolí, které jsou vyžadovány a očekávány v příslušné vývojové etapě okolím.

#### 2.2.1 Činitelé vývoje

Mezi dva základní faktory podmiňující vývoj, strukturu a chování lidského organismu patří faktor dědičnosti a faktor prostředí. Biogenetický základ je charakterizován vrozenými předpoklady. Jedná se o souhrn vnitřních předpokladů pro další vývoj jedince, který je dědičně determinovaný. Souhrn vnějších činitelů vývoje zahrnuje rozsáhlý a různorodý komplex vlivů a podnětů, které se týkají podmínek přírodních, biogeografických, nutritivních, společenskoekonomických, sociálních, výchovně-vzdělávací a dalších.

Zvláštní význam má pro motorický vývoj sociální prostředí a výchova. Důležitými jsou všechny podněty související s realizací a stimulací pohybových předpokladů jedince. Pomocí tělesných cvičení v procesu tělesné výchovy na školách a sportovního tréninku v klubech dochází k záměrnému harmonickému rozvoji jedince.

Samotným faktorem pro motorický vývoj jednice je jeho vlastní aktivita, která umožňuje působení vlivu prostředí a rozhoduje o tom, v jakém rozsahu se bude realizovat genetický faktor.

### 2.2.2 Vývoj motoriky v dětství

První velkou vývojovou periodou je dětství, které zahrnuje přibližně prvních jedenáct let života (Kouba, 1995). Rostoucí kvalita percepce je zajišťována zapojením smyslových orgánů a motorické činnosti.

Stav motoriky je hodnocen pro posouzení normality dětského vývoje. Nejprve se odbývá na úrovni reflexů, později na úrovni cílených volných pohybů. S dozríváním nervové soustavy přebírají řídicí úlohu korová centra s tlumícím účinkem na generalizované pohybové reakce. Díky rozvoji motoriky získává jedinec nové podněty a informace, na nichž zpětně závisí rozvoj poznávacích funkcí.

Dětský věk je rozdělován podle vývojových stádií na období novorozenecké (od narození do 28. dne života), kojenecké (od konce 28. dne do konce 1. roku života), batolecí (od konce 1. roku do konce 3. roku života), předškolní (od konce 3. roku do konce 5. roku života) a školní (od 6. roku do 15. roku života). Školní věk se dále dělí na tzv. mladší školní věk, který trvá od 6 let do 11 let, a od 12. roku se mluví o tzv. starším školním věku (Volf & Volfová, 1996). Papalia & Olds (1992) označují období od 6 let do 12 let jako střední dětský věk, po kterém následuje období dospívání trvajícím až do 20. roku života. Podle autorů Gallahue a Ozmun (1997) začíná období dospívání již v 10 letech a není ukončeno dříve jak ve 20 letech, ne-li později. V této diplomové práci se však rozdělení dětského věku řídí rozdělením podle Volfa a Volfové.

### 2.1.2.1 Vývoj od narození do tří let

#### 2.1.2.1.1 Hrubá a jemná motorika

Motorická ontogeneze začíná vývojem posturální motoriky. Je spojen s úchopovou funkcí nejprve difusně očima, pak ústy a všemi končetinami (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006). Tuto činnost iniciuje limbický systém. Aktivován je také autonomní nervový systém s projevem slinění (Riegerová et al.). Rozvoj posturálních funkcí postupuje přes opření se o končetinu, otáčení se, plazení, lezení, vertikalizaci, lokomoci ve vertikále s oporou k samostatné bipední lokomoci, která začíná zhruba na konci prvního roku života a je ukončena ve třetím roce života schopností udržet stabilní stoj na jedné dolní končetině.

V první fázi motorického vývoje se vyvíjí držení osového orgánu v zakřivení lordoticko-kyfotickém. Nastavuje se postavení pánve a hrudníku, který zároveň mění svůj tvar, což je umožněno rovnovážnou souhrou mezi extenzory páteře, flexory krku, břišním svalstvem a nitrobřišním tlakem. Dále navazuje vývoj cílené fázické pohyblivosti, tj. lokomoce, který se děje ve dvojím funkčním projevu (Kolář et al., 2009). Během ipsilaterálního vzoru (otáčení) probíhají nárok a odraz na stejnostranné horní a dolní končetině. Naopak při kontralaterálním vzoru (plazení a lezení) probíhají nárok a odraz na kontralaterální horní a dolní končetině (Kolář et al.).

Novorozenec je v prvním měsíci života charakteristický asymetrickou polohou na zádech, kdy je celá páteř v lateroflexi s hlavou v reklinaci, úklonu a rotaci ke konvexní straně páteře (Vojta & Peters, 2010). Poloha novorozence na břiše je taktéž asymetrická. Páteř má konvexní oblouk k čelistní straně (Vojta & Peters). Hlava je reklinována, ukloněna k jedné straně a otočená k protilehlé, přičemž toto predilekční držení hlavy přetrvává do šestého týdne života (Kolář et al., 2009).

Mezi čtvrtým a šestým týdnem života u dítěte vzniká optická fixace (Kolář et al., 2009). Hlavu udrží po krátkou dobu zvednutou ve druhém měsíci (Volf & Volfová, 1996). Držení těla kojence je v poloze na břiše charakterizováno snahou o symetrickou oporu o předloktí (Kolář et al.). Páteř se pomalu napřimuje a mizí její úklon. Na zádech se dítě objevuje v poloze „šermíře“. Vytvářejí se první diferenciací svalových funkcí (Volf & Volfová),

nastupují rovnovážné mechanismy a rozvíjí se posturální aktivita fázických svalů (Kolář et al.).

Ke konci třetího měsíce je dokončena první opora v poloze na břicho o loketní klouby a symfýzu, což je zajištěno rovnovážnou aktivací mezi autochtonní muskulaturou páteře a flexory osového orgánu, tj. flexory krku, hrudní páteře, břišními svaly, svaly pánevního dna a bránicí (Kolář et al., 2009). Na začátku druhého trimenonu se objevuje úchop z laterální strany. V poloze na zádech je páteř axiálně napřimena, hlava a oči jsou cíleně točeny ke straně (Vojta & Peters, 2010). Ve čtvrtém měsíci se rozvíjí dotek dolních končetin mezi sebou prsty (Kolář et al.) a objevuje se tak i úchopová funkce nohy (Vojta & Peters, 2010).

V polovině druhého trimenonu se v poloze na břicho vyvíjí dílčí vzor opory dolní končetiny a dítě uchopí hračku s radiálním uzavřením ruky (Kolář et al., 2009). Vzniká možnost úchopu ze střední roviny těla, přičemž druhá horní končetina zajišťuje opěrnou, respektive odrazovou funkci. Na břicho se opírá o kořen ruky.

V poloze na zádech se kojeneček dotkne navzájem celými chodidly díky zvětšené flexi dolních končetin. Pátý a šestý měsíc je charakterizován otáčením se ze zad na bok a na břicho (Vojta & Peters, 2010) díky zapojení šikmých břišních svalů. (Kolář et al., 2009). Otáčení je spojeno s úchopem přes střední rovinu a opěrné a nákročné končetiny jsou ipsilaterálně.

Převrácení se z břicha na záda si kojeneček osvojuje v šestém měsíci a začíná se také přitahovat do sedu (Volf & Volfová, 1996). Podle Koláře et al. (2009) schopnost přetočení z břicha na záda uzrává až v měsíci sedmém.

Sedmý měsíc je charakterizován první lokomocí z polohy na břicho, kdy se kojeneček dostává do polohy na čtyřech s kontralaterálním vzorem opory a nároku končetin (Kolář et al., 2009). V osmém měsíci pak uchopuje v poloze na čtyřech hračku, v devátém měsíci se objevuje lezení po čtyřech a začíná se rozvíjet pinzetový úchop (Kolář et al.). Z polohy na zádech se vyvíjí šikmý sed, ze kterého se dostává do polohy na čtyřech a vzpřímeného sedu (Vojta & Peters, 2010). Na konci osmého měsíce se objevuje vzpřímený klek (Kolář et al.).

Lezení po čtyřech se zdokonaluje a od devátého měsíce sledujeme zkřížený vzor, kdy jsou kontralaterální končetiny kladeny vpřed ve stejném čase a zatížené končetiny se pohybují ve směru extenze (Vojta & Peters, 2010). Ve čtvrtém trimenonu se objevuje

vertikalizace do stoje (Kolář et al., 2009). Uchopí i velmi drobné předměty (Volf & Volfová, 1996).

Pokusy o provedení kroku s pomocí či oporou se začínají objevovat zhruba v jedenáctém měsíci. Jedná se o vertikální chůzi po čtyřech či vertikální kvadrupedální chůzi, například okolo nábytku. V jedenácti měsících je dítě schopno udržet stabilitu ve stoji po delší dobu, je-li jeho pozornost zaměřena na hračku, kterou drží v ruce (Claxton, Haddad, Ponto, Ryu & Nexcomer, 2013). Zároveň jsou i titubace těla menší než ve stoji bez držení hračky či zajímavého předmětu, což je mimo jiné dáno začínající schopností využívat proprioceptivní zpětné vazby (Claxton et al.). Kojenec, jehož postura ve stoji je velmi nestabilní, se stane stabilnějším, když je mu dán úkol vyžadující právě udržení stability (Claxton et al.).

V období šestnáctého až osmnáctého měsíce života batole těžkopádně pobíhá a šplhá na židličky. Ve dvou letech začíná chodit po schodech. Vzpřímená chůze se však vyvíjí postupně a jako vyzrálá se popisuje až ve čtyřech letech života. Batole je do konce třetího roku života schopno stabilního běhu, chůze po špičkách, střídavé chůze do schodů, chůze po čáře, poskoků a kopání do míče (Kolář et al., 2009). Snaží se o udržení rovnováhy ve stoji na jedné dolní končetině. Podle Hadders-Algra a Carlberg (2008) probíhá osvojení dovednosti chůze po čáře až u dětí ve věku od čtyř a půl do šesti let.

Ve dvou letech uchopuje batole tužku do prstů. Nejprve vytváří na papíře body, později maluje čáry a ve třech letech se pokouší nakreslit kruh (Kolář et al., 2009). Následuje kreslení jednoduchých obrazů a postav, které se v předškolním věku zdokonalují (Volf & Volfová, 1996).

#### 2.1.2.1.2 Vývoj smyslů

Novorozenec (od narození do 28. dne života) je schopen rozeznat světlo a tmou. Ve druhém měsíci kojeneček (od konce 28. dne do konce 1. roku života) rozpoznává tvář matky a ve třetím fixuje zrak na všechny předměty v jeho zorném poli. Ve čtvrtém až šestém měsíci se vyvíjí schopnost rozeznávání barev, které je však batole (od konce 1. roku do konce 3. roku života) schopno pojmenovat až ve třetím roce života.

Reakce na silný zvukový podnět je po narození charakterizována pohybem celého těla nebo pláčem. Samotné otočení hlavy za zvukovým podnětem je vyvinuto až ve třetím měsíci života.

Hmat a chuť jsou vyvinuty již od narození (Volf & Volfová, 1996).

Ve třech měsících života začíná kojeneček broukat. V prvním roce života umí říct až pět dvouslabičných slov. V roce a půl zná až šedesát slov. Rozumový vývoj je urychlen v období, kdy se rozvíjí schopnost mluvení a samostatného pohybu (Volf & Volfová, 1996).

#### 2.1.2.2 Předškolní věk

V předškolním věku (od konce 3. roku do konce 5. roku života) dochází ke značným somatickým změnám, organismus roste poměrně rychle. Zvýšení podílu svalové hmoty na celkové tělesné hmotnosti jedince, snížení klidové tepové frekvence a klidové dechové frekvence má vliv na vzestup pohybové výkonnosti.

Díky pohybovému osamostatnění má jedinec častější kontakty s novým prostředím. Začíná si uvědomovat vlastní „já“. Zdokonaluje se myšlení a řeč. Utvářejí se diferencované emoční vztahy k lidem z blízkého, později i širšího okolí. Při hrách si jedinec začíná uvědomovat svou pozici mezi vrstevníky. V průběhu tohoto vývojového období se výrazně projevují vrozené a individuální rozdíly mezi vrstevníky.

##### 2.1.2.2.1 Motorický vývoj v předškolním věku

Významnou úlohu má v tomto období prostředí, ve kterém se jedinec vyskytuje. Pro rozvoj motoriky jsou důležité podněty pohybové, smyslové, intelektuální a citové.

Koncem období předškolního věku je provedení pohybu prostorově rozsáhlejší s větším vynaložením svalové síly a ve větší rychlosti. Zlepšuje se i pohybový rytmus. Na konci tohoto vývojového období dozrává mozeček, který je odpovědný za neuromuskulární koordinaci pohybu. Vysokého stupně rozvoje tedy dosahují koordinační schopnosti.

Silové schopnosti se vyvíjejí současně s růstem organismu a bytněním svalových vláken. Jedinec má v tomto období nízkou reakční rychlostní schopnost, tudíž jsou jeho rychlostní schopnosti na nízké úrovni (Kouba, 1995). Vytrvalost je naopak vysoká. Bohužel jedinci v tomto věku chybí dostatečná úroveň motivace pro pohybovou činnost vytrvalostního charakteru. Obratnostní schopnosti jsou závislé na rozvoji koordinace, tudíž v tomto vývojovém období dochází k jejich velkému rozvoji.

V období od čtyř do sedmi let vyžívá chůze (Gallahue a Ozmun, 1997). Podle Haywood a Getchell (2009) se rytmus a koordinace chůze zdokonaluje kolem 5. roku věku. Dítě ve čtyřech letech dovede udržet rovnováhu ve stoji náročném se zavřenými očima a ve stoji na jedné dolní končetině s otevřenými očima (Kolář et al.). Také zvládá střídavou chůzi ze schodů, seskakuje z nejnižšího schodu a přeskakuje nízké překážky. V pěti letech chodí po šikmé ploše, leze na žebřík a na jedné dolní končetině vydrží stát zhruba 15 sekund (Kolář et al.).

### 2.1.2.3 Mladší školní věk

Počátek tohoto období je vymezen zahájením povinné školní docházky a ukončen je začátkem pohlavního dospívání, který u dívek nastupuje dříve než u chlapců.

Mladší školní věk charakterizován mohutným vývojem kinesteticko-diferenciační schopnosti, rytmické schopnosti, rovnovážové schopnosti a schopnosti orientační. V tomto věku je také vysoká úroveň kloubní pohyblivosti. Dochází k ustálení zakřivení páteře a fixaci držení těla.

Intelektuální vývoj jedince je podmíněn diferenciací předmětů. Vývoj percepce je nerozlučně spojen s pohybovým rozvojem.

#### 2.1.2.3.1 Somatický vývoj

Somatický růst jakožto ukazatel zdravotního stavu jedince v tomto vývojovém období je primárně řízen genetickým kódem. Ovlivňován je působením hormonů a faktory zevního prostředí. Hlavním činitelem je výživa, která je důležitá pro zdravý vývoj jedince.



Rychlost vývoje tělesných soustav se liší. Vývoj tělesné výšky probíhá pozvolna, jiné tempo má vývoj kostry, jiné soustava neurální, mízní a pohlavní. Zároveň se kvalitativně mění i jejich chemické složení. Vnitřní orgány rostou rovnoměrně a efekt jejich činnosti se zlepšuje. Taktéž pokračuje snižování klidové tepové a dechové frekvence. Látková výměna je silnější. Pravidelná mozková funkce je doprovázena únavou kvůli vysoké potřebě látkové a energetické obnově.

V mladším školním věku dochází k ustálení zakřivení páteře, které je vyvinuto už v šesti letech. Nejprve probíhá fixování hrudní křivky, které je ukončeno zhruba v osmi letech. Později je zafixováno postavení krční a bederní páteře. S tímto procesem souvisí i normální vývoj hrudního koše a plic. Formování bederní lordózy je ukončeno s vývojem svalstva (Riegerová et al., 2006). Jedná se o dynamický jev, tudíž má prevence vadného držení těla v tomto vývojovém období zásadní význam.

#### 2.1.2.3.2 Motorický vývoj v mladším školním věku

Motorický vývoj je závislý na funkcích nervové soustavy, růstu i osifikaci kostí, podílu svalstva na tělesné hmotnosti. Období mladšího školního věku se vyznačuje zvyšující se motorickou učenlivostí, která se zlepšuje zejména na konci tohoto vývojového období před nástupem pubertálních vývojových změn. Zdokonalování percepce a motoriky je v tomto věku výsledkem především školního vyučování.

Rozvoj silových schopností probíhá plynule. Při záměrných posilovacích úkolech je kladen důraz na svalstvo důležité pro správné držení těla. Rychlostní schopnosti se vyvíjí jak v oblasti reakční rychlosti, tak akční rychlosti. Jedná se o rychlostní běh, běh se změnou směru či akcelerační rychlost. Během motorického vývoje dochází k harmonizaci celého pohybu díky plynulému navazování jeho jednotlivých fází (Cools, Martelaer, Samaey & Andries, 2008). V období mladšího školního věku se vyskytuje problém v oblasti rozvoje vytrvalostních schopností kvůli snížené motivaci.

Posturální funkce vykazují rozdílný vývoj v průběhu dospívání od pěti let do šestnácti let života, který je charakterizován snížením rozsahu a frekvence titubací (Rival, Ceyte & Olivier, 2005). Stoj na pevné podložce s otevřenýma očima je jedinec schopen provést velmi brzy, avšak jeho stabilita zaznamenává rychlý vývoj až v sedmi, respektive osmi letech,

stoj se zavřenýma očima vyžívá zejména v devíti, respektive deseti letech (Steindl, Kunz, Schrott-Fischer & Scholtz, 2006). Stabilita stoje na pevné podložce s otevřenýma očima, kdy je jedinec obklopen houpajícím se prostředím, vyžívá především v jedenácti, respektive dvanácti letech (Steindl et al.). S dalším dospíváním již tyto typy stoje neprochází téměř žádným vývojem.

Stoj na jedné dolní končetině udrží dítě v mladším školním věku přes 20 sekund. Hadders-Algra a Carlberg (2008) tvrdí, že jsou děti schopny udržet rovnováhu ve stoji na jedné dolní končetině již ve věku pěti až sedmi let. Kolář et al. (2009) udává, že je dítě v tomto věku schopno udržet stoj na jedné dolní končetině s elevovanou dolní končetinou s flexí v kolenním kloubu a se zavřenýma očima.

Stoj na balanční podložce se začíná vyvíjet okolo sedmého roku života a jeho stabilita dozrává v průběhu devátého až šestnáctého roku života (Steindl et al., 2006). Stabilita stoje na balanční podložce se zavřenýma očima se rozvíjí zejména v průběhu jedenáctého až šestnáctého roku života (Steindl et al.).

Dynamická rovnováha také prochází vývojem a dozrává až okolo dvacátého roku života. Dítě v sedmi letech života je již schopno vykonat určitý manuální úkol ve stoji, avšak jeho provedení vyžaduje větší posturální kontrolu než v deseti letech, respektive dvaceti letech života (Haddad, Claxton, Melzer, Hamill & van Emmerik, 2013). Dítě je během vykonávání úkolu méně stabilní a provedení úkolu není identické jako u dospělého jedince (Haddad et al.). S věkem se tedy zvyšuje nejen stabilita, ale i preciznost vykonávaného úkolu.

## 2.2 Posturální funkce

Posturální funkce zabezpečují orientaci organismu v prostoru jako celku, tj. polohu organismu a postavení segmentů vůči sobě. Zaujatá poloha těla a jeho částí v klidu před pohybem a po jeho ukončení je označována jako postura (Véle, 1995). Definována je také jako aktivní držení segmentů proti zevní síle (Vařeka & Dvořák, 2001). Jedná se o proces statický i dynamický, při kterém je poloha těla udržována vůči měnícím se podmínkám vnějším i vnitřním, přičemž se vyvíjí od narození po celou dobu života (Muchová & Tománková, 2009).

Kvazistatická činnost představuje reakci organismu na změnu vnitřních podmínek, při které není možné udržet kontrakční sílu svalů konstantní (Vařeka, 2002b). Jedná se například o rovnovážné reakce neboli balanční mechanismy, které řídicí systém využívá pro udržení posturální stability v rámci nezměněné plochy kontaktu dolních končetin s podložkou. Uplatňují se při stoji, v sedu, v poloze na čtyřech a v jiných statických polohách (Dvořák, 2007).

Statické strategie ve stoji využívají hlezenní a kyčelní mechanismus (Vařeka, 2002b). Udržování rovnováhy v předozadním směru se děje aktivací plantárních a částečně i dorzálních flexorů hlezenního kloubu. V mediolaterálním směru se aktivují zejména svaly kyčelního kloubu při přenášení hmotnosti z jedné dolní končetiny na druhou. Stranová stabilita stoje je výrazně lepší než stabilita předozadní díky anatomické volnosti pohybu dolních končetin a omezené ploše chodidel (Vařeka).

Dynamická stabilita je zajišťována takovými posturálními funkcemi, které se uplatňují při chůzi, běhu, jízdě na kole a jiných činnostech.

### 2.2.1 Složky posturálních funkcí

Hlavními zdroji informací o postuře jsou telereceptory, exteroceptory, proprioreceptory a vestibulární ústrojí. Mezi telereceptory se řadí orgány zraku a sluchu, které umožňují předvídání situace a tím nastavení vhodného posturálního programu. Informace z exteroceptorů v kůži a proprioreceptorů ve svalech, šlachách, vazech a kloubech slouží k průběžnému udržování a stabilizaci výchozí polohy. Mladší děti preferují vizuální kontrolu stability, kdežto u dospívajících převládá kontrola balančních schopností somatosenzorickým systémem (Ferber-Viart, Ionescu, Morlet Froehlich, & Dubreuil, 2007). Postura je ovlivněna i psychikou.

Důležitou roli mají interoceptivní informace z vnitřních orgánů. Nociceptivní aference signalizuje možnost poškození zatěžované tkáně nebo změny ve vnitřním prostředí, které zabraňují bezproblémové realizaci zamýšleného výkonu (Véle, 1995). Tyto informace vyvolávají vznik náhradního polohového a pohybového programu. Po odeznění nocicepce může náhradní program perzistovat a způsobit poruchu struktury (Véle).

Vysoká koncentrace receptorů je v oblasti horního úseku krční páteře a v subokcipitálních svalech, přičemž hluboké šíjové svaly obsahují čtyřikrát více receptorů než ostatní svaly těla (Abrahams 1977, in Janda & Vávrová, 1992). Dalšími rozhodujícími oblastmi s vysokým počtem receptorů jsou chodidla a musculus quadratus plantae.

Řídící funkci zastává centrální nervová soustava, tj. mozek a mícha. Reflexní okruh mezi periferními orgány a nervovými centry je základním prvkem nervové regulace posturálních funkcí.

Výkonným orgánem posturálního systému jsou příčně pruhované svaly trupu a končetin s převahou pomalých červených svalových vláken, které mají tendenci k hyperaktivitě, hypertonii a zkracování (Kabelíková & Vávrová, 1997). Při pohybu však dochází k jejich inhibici a aktivovány jsou svaly s převahou rychlých bílých vláken s fázickou funkcí, které mají tendenci k hypoaktivitě, hypotonii a oslabení (Kabelíková & Vávrová). Posturální systém se během pohybu podílí na řízení udržováním plynulosti pohybu, čímž brání velkým výchylkám a sakádám v jeho průběhu (Véle, 1995). Míra aktivity posturálního systému vzrůstá při tvorbě pohybového záměru a postura se stává postojem neboli atitudou (Dvořák, 2007).

Posturální aktivita se realizuje svalovým tonem, jehož základní klidový stav je ovlivněn rovnovážnými a vzpřimovacími reflexy a je zajištěn gama-systémem. Svalový tonus je tvořen součtem kontrakcí svalových vláken v daném okamžiku a v dané lokalitě a je aktivní komponentou svalové tuhosti (Dvořák, 2007). Pasivní komponentu svalové tuhosti tvoří viskoelastické vlastnosti vazivových složek.

Součástí postury je také opora, při níž tělo využívá aktivně sil, které vznikají na ploše kontaktu díky gravitaci a dalším silám (Dvořák, 2007). V průběhu ontogeneze se opěrná báze těla, tj. plocha vymezená nejperifernějšími body opěrné plochy zmenšuje a těžiště se posouvá vzhůru. Dojde-li k překročení okraje opěrné báze těžnicí těla, je nutné posunout a rozšířit bázi tak, aby se do ní opět těžnice promítala. V jiném případě hrozí pád a zaujetí stabilnější polohy v lehu, kdy systém přechází na program preventivního řízeného pádu.

### 2.2.2 Stabilita

Stabilita představuje míru úsilí, která je potřebná k dosažení změny polohy tělesa z jeho polohy klidové. Ze stability osového orgánu, tj. stability vnitřní, která je základem stability celkové, tj. stability vnější, vychází účelově řízený pohyb. Stabilita se dělí na pružnou a rigidní, která omezuje mobilitu pohybové soustavy (Véle, Čumpelík & Pavlů, 2001). Posturální stabilita zajišťuje vzpřímené držení těla a reakce na změny vnitřních a vnějších sil. Děje se tak díky statickým a dynamickým strategiím, tj. rovnováze a bilanci. Rovnováha je také označována jako reflexní stabilizace, která se děje nevědomě, prakticky každou vteřinu dne (Heffeman, 2011).

K aktivní opoře a kontrole posturální stability není využita celá plocha kontaktu (Area of Contact, AC) podložky s povrchem těla. Využitá část plochy kontaktu nazývána jako opěrná plocha (Area of Support, AS) vytváří opěrnou bázi (Base of Support, BS), která je ohraničena nejvzdálenějšími hranicemi opěrné plochy a leží v rovině kolmé na výslednici uvažovaných zevních sil (Vařeka, 2002a).

Těžiště těla (Centre of Mass, COM) představuje hypotetický hmotný bod, do kterého je soustředěna hmotnost celého těla. Bývá také označováno za balanční bod, bod rovnováhy, kolem kterého tělo balancuje bez tendence k rotaci (Luttgens & Hamilton, 1997). Jeho poloha závisí na konfiguraci těla, věku a pohlaví každého jedince.

Centre of Gravity (COG) představuje průmět těžiště těla do roviny opěrné báze. Jeho poloha rozhoduje o udržení statické polohy. Ideálně by se měl nacházet uvnitř opěrné báze, aby nedošlo ke ztrátě rovnováhy.

Centre of Pressure (COP) je definováno jako působiště vektoru reakční síly podložky (Vařeka, 2002a).

Těleso se nachází ve stabilním stavu, je-li nutné vynaložit značné úsilí k porušení jeho rovnováhy. Těžiště tohoto tělesa se nachází blízko opěrné báze o velké ploše, jeho hmotnost je značná. Těmto podmínkám odpovídá poloha v lehu.

Nestabilní stav je naopak charakterizován malým úsilím, které stačí k porušení rovnováhy tělesa. Typickou nestabilní polohou těla je stoj, kdy se jeho těžiště nachází vysoko nad opěrnou bází.

Ve stavu stabilně neutrálním se tělo nachází při tzv. válením sudů, kdy není zapotřebí těžiště zvednout.

Z výše uvedeného vyplývá, že je při hodnocení stoje a chůze nutné přihlédnout k hmotnosti a výšce těla, velikosti opěrné báze, průmětu těžiště do opěrné plochy dolních končetin, vlastnostem a sklonu styčné plochy mezi tělem a terénem. Bezpečné přilnutí nohy k terénu zaručuje skloubení nohy s bérce a nožní klenba. Je důležité pro stabilitu a jistotu stoje a chůze.

Schopnost udržování rovnováhy v podmínkách nestability je vytvořena většinou podvědomě. Patří k základním pohybovým dovednostem a učením ji lze zdokonalit.

#### 2.2.2.1 Faktory ovlivňující stabilitu

Stabilita je ovlivňována faktory fyzikálními a neurofyziologickými. Jedním z faktorů, podílejících se na míře stability, je velikost opěrné plochy a její vlastnosti jako je například adhezivita. Ve stoji jsou ideálně obě dolní končetiny rovnoměrně zatíženy v oblasti paty, metatarsu palce a menší zatížení připadá na metatarsy druhého až pátého prstce. Rozšířením opěrné báze ve směru působící zevní síly se stabilita zvyšuje. Při vážnějších posturálních či lokomočních poruchách se proto používají přídatné opory, například hole.

Dalším faktorem ovlivňujícím stabilitu je výše zmíněná hmotnost těla a poloha jeho těžiště. Podle zákona o setrvačnosti mají větší stabilitu jedinci s vyšší hmotností. Stabilita je nepřímo úměrná výšce těžiště, které se nachází přibližně ve výši promontoria u jedinců s normální konfigurací těla. Průmět těžiště by se měl pro dosažení maximální stability ve stoji ideálně nacházet ve středu opěrné báze.

Stabilita je ovlivňována postavením a vlastnostmi hybných segmentů, jejichž těžnice by měla optimálně procházet jejich středy (Luttgens & Hamilton, 1997). Kriteřiem posturálních funkcí je držení těla. Jeho segmenty optimálně tvořĩ harmonicky vyrovnanou linii, čímž je jejich zátěž rozložena a nedochází k mikrotraumatizaci způsobené lokálním přetížením. Postava jedince pak zároveň činĩ estetický dojem (Véle, 1995).

Dalším faktorem ovlivňujícím stabilitu je tuhost tkání hybných segmentů. Snížená tuhost tkání hybných segmentů stabilitu snižuje, naopak zvýšená tuhost stabilitu zvyšuje, avšak současně omezuje pohybový rozsah (Véle et al., 2011).

Psychické procesy a vlivy vnitřního prostředí patří mezi neurofyziologické faktory podílející se na udržování stability. Flekční držení těla se vyskytuje u jedinců s depresivním laděním psychiky. Kdežto při stavech veselosti je držení těla charakterizováno extenčním vzorem. Taktéž chorobné stavy vnitřního prostředí lze rozpoznat podle specifického držení těla.

#### 2.2.2.2 Pohybový program

K ovlivnění stability dochází procesy, které spouštějí pohybové programy. Pohybové programy jsou závislé na výchozí poloze, která je zaujata podle předpokládaného provedení pohybu. Jejich výběr a okamžik spuštění je dán současným děním ve vnějším prostředí.

Podstatným neurofyziologickým procesem je proces zpětné vazby, který je založen na propioceptivní a exteroceptivní signalizaci. Díky němu dochází k udržování nebo změně postury, která je ve shodě s celkovým motorickým programem daného člověka.

K řízení stability určité polohy je zapotřebí vytvoření dvou programů. Polohový program udržuje polohu, pohybový program polohu mění. Cílený pohybový program navazující na polohový program slouží k realizaci pohybového záměru. Oba se vytvářejí učením. K zafixování jednotlivých programů je nutné jejich opakování za aktivace limbického systému, tj. dostatečné motivace. Každý pohybový program je tvořen základními pohybovými vzory, které představují základní elementy pohybové funkce. Jsou obtížně měnitelné, proto je lze chápat jako určité mantinely pro pohyb (Véle, 1995).

#### 2.2.3 Vzpřímený stoj

Stabilita vzpřímeného stoje je udržována díky opěrné stabilizační funkci dolních končetin a stabilizační schopnosti páteře. Dynamická stabilizace z hlediska dolních končetin je snadnější mediolaterálním směrem oproti anteroposteriornímu směru. Uzamknutím

kolenního a kyčelního kloubu v určité poloze jsou oporné pilíře dolních končetin stabilizovány mechanicky.

Klouby páteře jsou stabilizovány pouze dynamicky svalovým aparátem, do určité míry i systémem ligamentózním. Interakce mezi pevnými segmenty a jejich pružným spojením umožňuje jak pevnou oporu páteře, tak současně určitou flexibilitu při pohybu. K převaze ligamentózního aparátu ve stabilizační funkci páteře dochází při oslabené muskulatuře páteře. Páteřní kurvatury jsou pak zvýrazněny a je zaujato chabé držení těla spojené s různými potížemi způsobenými chronickým přetěžováním ligamentózního aparátu.

Udržování rovnováhy se děje i díky aktivaci antagonistických svalů, které se aktivně protahují a pohyb brzdí, aby nedošlo ke ztrátě jeho kontroly. Poloha je velmi jemně regulována při současné stabilizaci systému. V jednom okamžiku působí silové dvojice agonistů a antagonistů. Aktivace svalů při stabilizačním procesu vzpřímeného stoje postupuje distoproximálním směrem podle okamžité potřeby. Trupová muskulatura se optimálně zapojuje od drobných hlubokých svalů ke svalům větším a silnějším uložených povrchněji, přičemž se v terapii posturálních poruch klade velký důraz na aktivaci hlubokých břišních svalů (Fredericson & Moore, 2005).

#### 2.2.3.1 Držení těla

Provedení optimálního pohybu vyžaduje zaujetí a udržení optimální postury. Vertikální poloha těla je z biomechanického hlediska nevýhodou, protože klade vysoké nároky na antigravitační síly podpůrného a pohybového ústrojí (Čermák & Strnad, 1976). Jde o aktivní držení řízené centrální nervovou soustavou podle určitého programu a realizovaného anatomicky definovaným pohybovým systémem při respektování biomechanických principů (Vařeka, 2002a).

Pro udržení a stabilizaci vertikální polohy labilní pohybové soustavy při vzpřímeném držení těla je charakteristické zatížení svalů extendujících páteř, kyčelní a kolenní kloub (Véle, 1995). Vysoké nároky jsou kladeny i na koordinační funkci řídicího nervového systému, který musí dokonale vyvažovat stálý vliv gravitace. K tomu je nutné odpovídající programové vybavení a průběžná korektura polohy těla. Vzpřímené držení těla je tedy



zajištěno posturálními funkcemi, které probíhají subkortikálně v podvědomí jedince a jsou vnímány jako pocit posturální jistoty.

Zatíženy jsou svaly dolních končetin zabezpečující dostatečný žilní návrat během vzpřímeného držení těla ve stoji či v sedu. Působí tak proti hydrostatickým mechanismům (Véle, 1995). Vyšší nároky jsou kladeny také na respirační svalstvo, které zabezpečuje pohyb hrudníku vertikálním směrem.

### 2.2.3.2 Posturální program

V závislosti na individuálních somatických a psychických zvláštnotech každého jedince se tvoří podmíněné reflexní vazby. Za účasti mozkové kůry pak vzniká program výkonu posturální funkce. Optimální držení těla je odrazem tělesného a duševního zdraví (Haladová & Nechvátalová, 1997). Správná funkce posturálního systému je charakteristická nízkými energetickými nároky a absencí lokálních přetížení organismu, tj. harmonií a vyvážeností postavení tělesných segmentů.

Do posturálního programu lze zasáhnout vytvářením přirozených posturálních reflexů či cíleným cvičením. Změn posturálního chování lze však dosáhnout pouze v určitých mezích, které jsou dány individuální pohybovou ontogenezí (Véle, 1995).

Ke vzniku vadného držení těla dochází u jedinců s absencí variability posturálních a pohybových obměn či u jedinců dlouhodobě setrvávajících v neměnné nebo opakující se poloze. Tyto negativní faktory jsou příčinou funkčních poruch, které mohou přecházet v poruchy strukturální.

### 2.2.3.3 Ekonomika vzpřímeného držení těla

Pohybový aparát se neustále snaží dosáhnout co největšího výkonu s co nejnižší spotřebou energie. Tento mechanismus se uplatňuje především při pasivním vzpřímeném stoji s hyperextendovanými kolenními klouby, anteverzí pánve, zvětšenou bederní lordózou a hrudní kyfózou, mírným předklonem hlavy. Toto chabé držení těla odlehčuje svalový systém a přetěžuje ligamentózní aparát.

Vysokou energetickou spotřebu má organismus při aktivním vzpřímeném držení těla. Zátěž je soustředěna na svalový aparát, a to zejména na svaly posturálního systému, které mohou být při delší aktivitě izometrického charakteru přetěžovány.

V ideálním případě organismus volí kompromis mezi přetížením jednoho a druhého systému. Přechází z jednoho postoje do druhého, přičemž je neustálé mírné kolísání postoje způsobeno střídající se svalovou a ligamentózní zátěží (Véle, 1995). Pokud jsou drobné změny polohy prováděny rytmicky, je zabráněno venóznímu městnání dostatečným žilním návratem z oblasti dolní části těla. Současně je dodržena ekonomická zásada, že nejmenší spotřeba energie je za předpokladu, že se těžiště těla promítá do středu opěrné báze.

#### 2.2.3.4 Optimální držení těla

Kritériem při hodnocení držení těla ve stoji jsou morfologické předpoklady, tělesné proporce jedince a funkční stav podpůrného a pohybového systému. Při optimálním držení těla vnitřní síly plně kompenzují účinek gravitace. Nelze zjistit žádné známky zřejmého oslabení či funkčního selhání podpůrně pohybového aparátu.

Optimální držení těla ve stoji je popisováno mnoha autory. Ve většině případů se shodují, že jsou chodidla na podložce umístěna na šíři kyčelních kloubů, kolenní klouby jsou mírně flektovány a lehce tlačeny zevně, pánev se nachází v neutrální poloze, páteř je plynule zakřivena a protažena v její podélné ose, ramena jsou volně spuštěna dozadu a dolů, lopatky přiléhají k žebrům a hlava je držena v neutrální pozici.

#### 2.2.4 Hodnocení posturálních funkcí u dětí

Posturální funkce lze hodnotit již u novorozenců, kojenců a batolat, kdy je stav motoriky hodnocen pro posouzení normality dětského vývoje. Optimální motorický vývoj je uveden v předchozím textu v kapitole Vývoj motoriky v dětství.

Držení těla lze hodnotit různými způsoby, přičemž nejvhodnější je pomocí videozáznamu, který zachycuje nejen statickou rovnováhu, ale i dynamiku stoje a pohybu. Pro testování předškolních dětí je přijatelný test držení těla podle Matthiase, při kterém dítě

drží horní končetiny předpaženy po dobu 30 sekund (Haladová & Nechvátalová, 1997). Při poruše posturálních funkcí dojde ke změně postavení dítěte: hlava a horní část hrudníku je v záklonu, ramena v protrakci a břicho vystrčené. Další hodnocení posturálních funkcí představují siluetografy podle Kleina, Thomase a Mayera sestavené pro chlapce a děvčata (Haladová & Nechvátalová). Jiné vyšetření se zaměřuje například na hodnocení polohy průmětu těžiště do roviny opěrné báze (COG) ve stoji a jiných posturálních pozicích. Příkladem dynamického vyšetření je například hodnocení chůze či provádění různých manuálních úkolů ve stoji a jiných polohách.

Držení těla se vyšetřuje aspekci, měřením a palpací ze tří stran, tj. zezadu, zepředu a z boku. Provádí se vyšetření statické a dynamické. Hodnocení vzpřímeného držení těla ve stoji se provádí od pánve směrem kaudálním a pak směrem kraniálním. Vyšetřuje se báze a trojka v nekorigovaném stoji, pak s patami u sebe a špičkami mírně od sebe, se špičkami u sebe a nakonec se zavřenými očima. Hodnocení posturálních funkcí samozřejmě zahrnuje i vyšetření svalového aparátu, které je zaměřeno na odhalení přítomnosti svalových dysbalancí.

#### 2.2.4.1 Pediatric Balance Scale

V této diplomové práci jsou pro hodnocení posturálních funkcí u dětí školního věku využity tři testy ze škály Pediatric Balance Scale. Jedná se o modifikovanou škálu Berg Balance Scale, která byla původně vytvořena pro hodnocení balančních schopností geriatrických pacientů (Franjoine, Gunther & Taylor, 2003). Pediatric Balance Scale je zaměřena na hodnocení běžných denních aktivit doma, ve škole či v mimoškolních kroužcích. Testování je jednoduché, nevyžaduje žádné speciální vybavení a trvá maximálně 20 minut.

Škála zahrnuje 14 testů, které jsou kvalitativně a kvantitativně ohodnoceny. Na konci se provádí součet bodů všech úkolů, podle kterého se stanoví tíže poruchy motorických funkcí. Oproti Berg Balance Scale má Pediatric Balance Scale některé úkoly v jiném pořadí (Tabulka 1). Vyšetřuje se vstávání, posazování, přesuny, stoj bez opory, sed bez opory, stoj se zavřenými očima, stoj s dolními končetinami u sebe, stoj v tandemu, stoj na jedné dolní končetině, otočení se o 360°, podívání se za sebe, zvednutí předmětu ze země, umístění jedné dolní končetiny na stoličku a dosah vpřed nataženými horními končetinami ve stoji.

**Tabulka 1. Berg Balance Scale a Pediatric Balance Scale (Franjoine, Gunther & Taylor, 2003)**

Berg's Balance Scale Items	Pediatric Balance Scale Items
1 Sitting to standing	1 Sitting to standing
2 Standing unsupported	2 Standing to sitting
3 Sitting unsupported	3 Transfers
4 Standing to sitting	4 Standing unsupported
5 Transfers	5 Sitting unsupported
6 Standing with eyes closed	6 Standing with eyes closed
7 Standing with feet together	7 Standing with feet together
8 Reaching forward with outstretched arm	8 Standing with one foot in front
9 Retrieving object from floor	9 Standing on one foot
10 Turning to look behind	10 Turning 360 degrees
11 Turning 360 degrees	11 Turning to look behind
12 Placing alternate foot on stool	12 Retrieving object from floor
13 Standing with one foot in front	13 Placing alternate foot on stool
14 Standing on one foot	14 Reaching forward with outstretched arm

### 2.3 Posturální trénink s využitím senzomotorické stimulace

Posturální trénink zahrnuje mnoho různých metod a konceptů od různých autorů z různých států. V rámci této práce byla pro posturální trénink zvolena metodika senzomotorické stimulace, která byla vypracována rehabilitačním lékařem a neurologem profesorem Vladimírem Jandou a rehabilitační pracovnící Marií Vávrovou kolem roku 1970 (Kolář, 2009). Vychází z Freemanova konceptu a jeho zdokonalené verze od autorů Herveou

a Messean. V metodice jsou uplatňovány nejnovější neurofyziologické poznatky o funkci exteroceptorů, proprioceptorů a poznatky z teorie motorického učení.

Jedná se o techniku komplexní, syntetickou, využívanou ke zlepšení nebo obnovení pohybové funkce. Zabývá se funkčními poruchami pohyblivosti, které vznikly na podkladě inhibice (Haladová, 1997). Je to technika facilitací využívající stimulace aferentních systémů k aktivaci motorických eferentních center a drah.

Senzomotorická stimulace se v reedukaci pohyblivosti zaměřuje na aktivaci exteroceptorů, proprioceptorů a spino-vestibulárních drah a center, která se podílejí na regulaci stoje a provedení přesně adjustovaného a koordinovaného pohybu.

Základem této techniky je koncept o dvou stupních motorického učení, který využívá plasticity nervového systému. Senzorická a motorická oblast parietálního laloku se podílí na vytvoření základního funkčního spojení při snaze zvládnout nový pohyb. Řízení je v tomto případě pomalé a únavné. Proto se centrální nervová soustava snaží po dosažení základního provedení pohybu přesunout řízení na nižší úroveň do podkorových center. Dojde ke zjednodušení regulačního okruhu a snížení kortikální excitability (Taube et al., 2007). Tento druhý stupeň je rychlejší a méně únavný.

Cílem techniky senzomotorické stimulace je dosažení rychlé reflexní automatické aktivace žádaných svalů, aby pracovní úkony nevyžadovaly výraznější kortikální kontrolu (Janda & Vávrová, 1992), aby byla pohybová činnost ekonomická a aby zatížení periferních struktur, zejména kloubů, bylo udrženo ve fyziologických mezích (Haladová, 1997). Využívá soustavu balančních cviků prováděných v různých polohách, přičemž cviky ve vertikále jsou z celé techniky nejdůležitější.

Pro vzpřímené držení těla ve stoji a udržování rovnováhy je důležitá aference z kožních receptorů v oblasti chodidla, pánve a šije. Ploska nohy je taktéž facilitována vytvořením tzv. malé nohy, kdy jsou aktivovány svaly, které se podílejí na udržování klenby nožní. Podle Jandy a Vávrové (1992) je kladen důraz zejména na aktivaci musculus quadratus plantae. Ke zlepšení stability ve stoji dochází díky dosažené změně postavení ve všech kloubech nohy, změně rozložení tlaků v kloubech a změně napětí ve vazech a svalech. Taktéž je ovlivněno postavení vyšších úseků těla a odpružování chodidla při chůzi, přičemž nedochází k pronaci v subtalárním skloubení (Liebenson, 2001).

Vliv na stabilitu těla má propriocepce z oblasti pánve, zejména sakra a sakroiliakálního skloubení. Nejvýznamnějšími šijovými svaly, které se podílejí na udržování rovnováhy, jsou krátké okcipitální svaly.

Na labilních plošinách jsou pro facilitaci využívány vzpřimovací a obranné reflexy (Haladová, 1997). Při této technice je důležitá vhodná volba cviků, jejich dostatečné opakování a obměňování, postupné zvyšování náročnosti a odpoutávání pozornosti pacienta od prováděného pohybu. Opakováním vzniká adaptace centrální nervové soustavy, a tím i pohybového systému na nové posturální a pohybové programy (Zech et al., 2010).

### 2.3.1 Indikace a kontraindikace

Senzomotorická stimulace se používá pro zlepšení koordinace, urychlení svalové kontrakce a zlepšení automatizace pohybových stereotypů (Janda & Vávrová, 1992). Indikací je nestabilní kotník, například při poruše mechanoreceptorů ligament po distorzi (Hupperets, Verhagen, & van Mechelen, 2009), koleno po úrazech a operacích, chronické vertebrogenní syndromy s nedostatečnou fixací svalstva pánevního pletence, posturální vady obecně, idiopatická skolióza, organické mozečkové a vestibulární poruchy a poruchy hlubokého cití. Tato metodika nachází využití u hypermobility a svalových dysbalancí pohybového aparátu. Použít ji lze také u degenerativních onemocnění, například osteoartrózy kolenního kloubu (Tsauo, & Cheng, 2008). Cvičení je vhodné u starých lidí pro výcvik stability a prevenci pádů, taktéž u diabetiků a pacientů s jinou diagnózou.

Technika senzomotorické stimulace je kontraindikována u akutních bolestivých poúrazových stavech, akutních bolestivých stavech vertebrogenních, u pacientů s úplnou ztrátou povrchového i hlubokého cití a u pacientů, kteří nespolupracují. Cvičení není vhodné při probíhajícím zánětlivém procesu (Jebavý & Zumr, 2009).

### 2.3.2 Výhody

Technika senzomotorické stimulace je zaměřena na cvičení především ve vertikále jakožto nejčastější posturální situaci člověka. Má velké facilitační možnosti díky tomu, že cvičení oslovuje exteroceptory, proprioreceptory, důležité nervové dráhy a centra. Aktivují se utlumené svaly, zlepšuje se koordinace pohybu a zvyšuje se rozsah kloubní pohyblivosti. Zrychluje se nástup svalové kontrakce a automatizace pohybových stereotypů. V neposlední řadě podporuje uvědomění si polohy těla (Jebavý & Zumr, 2009).

Senzomotorická stimulace nachází uplatnění při nácviku běžných denních aktivit (Liebenson, 2001). Trénink lze absolvovat i v malých skupinkách. Po instruktáži je možné techniku zařadit do domácího cvičení.

### 2.3.3 Pomůcky

Základními pomůckami jsou kulové a válcové úseče, balanční sandály, točna (rotana, twister), fitter (swinger), minitrampolína a balanční nafukovací míče, které byly zavedeny manželi Bobathovými (Janda & Vávrová, 1992).

Úseče by měly být vyrobeny ideálně ze dřeva se zdrsňným povrchem, aby byly kožní receptory co nejlépe drážděny. Při zahájení senzomotorického tréninku se nejprve používá úseč válcová (Page, Frank, & Lardner, 2010), později se zařazuje kulatá, která je labilnější.

Balanční sandály mají pevné, neohebné chodidlo se srdíčkem pro usnadnění formování malé nohy. Fixační řemínek se ideálně nachází v oblasti metatarsů a pata je volná a nefixovaná pro podporu aktivace krátkých svalů nohy. Plné gumové polokoule jsou ve středu předpokládaného průmětu těžiště nohy ve stoji.

Točna je výbornou pomůckou pro aktivaci hýžd'ového, zádového a břišního svalstva (Liebenson, 1996). Tato pomůcka slouží k výcviku nervosvalové koordinace a stranové symetrie.

Kanadský fitter je původně určený pro nácvik jízdy na lyžích (Liebenson, 1996). Díky posunu stojné podložky do stran a lability dochází ke zvýšení proudu proprioceptivních vzruchů a zároveň jsou účelně posilovány důležité svalové skupiny.

Při cvičení na minitrampolně jsou odstraněny nepříznivé nárazy na tvrdý povrch. Dochází ke čtyřikrát větší facilitaci proprioreceptorů než na tvrdé podložce (Liebensen, 1996).

Balanční míče se původně užívaly pro aktivaci vestibulárního systému u dětí s dětskou mozkovou obrnou. Pro aktivaci proprioreceptorů se dají využít i u jiných diagnóz než neurologických.

### 2.3.3.1 Gym Top USB Professional

Pro hodnocení posturálních funkcí je možné využít kulaté balanční plošiny Gym Top USB Professional, která bývá používána v rámci senzomotorického tréninku. Posturální trénink na této pomůcce je založen na principu zpětné vazby, který vede k rozvoji a zdokonalení mechanismů samoregulace fyziologických funkcí. Balanční plošina je pomocí USB konektoru připojena do počítače. Nainstalovaný program umožňuje cvičícímu korigovat polohu svého těžiště a náklon plošiny. Během posturálního tréninku na balanční plošině Gym Top USB Professional jsou osloveny nejen proprioreceptory, ale i dotykové, zrakové a sluchové receptory.

Nosnost Gym Top USB Professional je 120 kg. Balanční plošina by měla být umístěna na rovné ploše bez možnosti pohybu či klouzání po podložce. Z okolí by měly být odstraněny všechny ostré předměty, cvičící by měl mít však možnost přidržení se madel, žebřin a podobně. Monitor by se měl nacházet v úrovni očí cvičícího, aby byla zachována podmínka optimálního držení těla během cvičení. Vzdálenost monitoru si každý cvičící přizpůsobuje svým zrakovým schopnostem. Trénink probíhá ideálně naboso, případně v neklouzavé uzavřené obuvi. Užívá-li pomůcku více cvičících, je nutné dodržovat zásady hygieny.

Při vlastním cvičení na balanční plošině je nutné respektovat svalovou únavu, přizpůsobovat obtížnost jednotlivých cvičení schopnostem cvičícího a volit optimální délku tréninku.



## 2.4 Biofeedback

V současné době s rozvojem nových technologií se využití biofeedbacku hojně rozšířilo do zdravotnických oborů. Od 70. let 20. století se biofeedback začal využívat ke zlepšení posturální stability.

Zařízení s využitím biofeedbacku je složeno ze senzoru, procesoru a rozhraní (Dozza, Chiari, Peterka, Wall & Horak, 2011). Senzor získává biologické vstupy zpětné vazby, procesor je převádí do nové informace srozumitelné pro uživatele a rozhraní je zprostředkovává uživateli (Dozza et al.).

Důležité je v hodnocení posturální stability rozlišit, zda došlo ke zlepšení právě díky využití biofeedbacku v terapii nebo v důsledku jiných mechanismů, například díky mechanismům spontánního motorického učení nebo placebo efektu (Dozza et al., 2011).

Biofeedback je využíván při posturálním tréninku na balanční plošině Gym Top USB Professional, při kterém se podílí na snižování posturálních výkyvů. Během něj je biologická zpětná vazba získávána přes zrakový a sluchový aparát. Míra jejich efektu záleží na typu sensorického kódování, přičemž audio-biofeedback má větší vliv na snížení hodnot COP oproti vizuálnímu biofeedbacku, který více ovlivňuje snížení výkyvů trupu (Dozza, Chiari, Hlavacka, Cappello & Horak, 2006).

## 2.5 Virtuální realita ve fyzioterapii

Způsob zobrazení složitých informací, manipulace a interakce člověka s nimi prostřednictvím počítače je nazýván virtuální realitou (Aukstakalnis & Blatner, 1994). Jedná se o tvorbu uměle vytvořených stimulů, na které pacient reaguje podobným způsobem jako na stimuly skutečné (Mlíka, Janura & Mayer, 2005). Virtuální prostředí může být chápáno jako prostor uvnitř počítače, ve kterém jsou vytvářeny a animovány objekty, které pacient vidí a je s nimi v interaktivním vztahu.

Virtuální realita má tři základní prvky: sledovač pohybu, silovou zpětnou vazbu a stereografický displej (Mlíka et al., 2005).

### 2.5.1 Využití virtuální reality ve fyzioterapii

Využití virtuální reality lze v rehabilitaci rozdělit na tři skupiny: muskulo-skeletální virtuální rehabilitaci, virtuální rehabilitaci po cévní mozkové příhodě a kognitivní virtuální rehabilitaci (Mlíka et al., 2005).

Stimulace ve virtuální rehabilitaci se v závislosti na terapeutickém cíli liší na tzv. učení pomocí příkladů a na tzv. terapii videohrou. V prvním případě se pacient snaží kopírovat trajektorie pohybu provedené terapeutem. Ve druhém případě pacient trajektorii řídí svými částmi těla podle svého úsudku.

### 2.5.2 Rizika a výhody virtuální reality

Rizikem využití virtuální reality v rehabilitaci je vznik virtuální nevolnosti, tj. nemoci z pohybu. Jedná se o stav, kdy mozek dostává rozporuplné senzorycké signály, zejména zrakové a sluchové. Dochází také ke konfliktu současných a očekávaných vzorů percepční stimulace vzniklých na podkladě předchozích zkušeností (Chang, Pan, Tseng, & Stoffregen, 2012). Pacienti se mohou cítit dezorientovaně, protože například zrakové signály hlásí velké pohyby, ale ostatní orgány ne (Aukstakalnis & Blatner, 1994). Chang et al. ve své studii prokázal rozdíl v pohybu hlavy a trupu během hraní videoher mezi probandy, kteří trpěli kinetózou, a probandy, kteří byli během hraní her bez problémů. U probandů trpících kinetózou během hraní videoher byli pohyby hlavy a trupu větší než u probandů, kteří byli bez problémů (Chang et al.). Současně se tyto pohyby zvyšovaly v průběhu času hry (Chang et al.).

Na vzniku nevolnosti se podílí i nevhodně zvolená velikost zorného pole (Aukstakalnis & Blatner, 1994).

Při působení světla o velké intenzitě vycházejícího z displeje přístroje může dojít k nepříjemnému pocitu pálení v oblasti rohovky či sítnice. I při přesáhnutí toleranční hodnoty doby aplikace daného pacienta mohou být oční fotoreceptory nadměrně stimulovány.

Rozpory vjemů mohou být také způsobeny chybami a nedostatky v programech, chybami v nastavení technické části systému.

První výhodou využití virtuální reality v rehabilitaci je bezpečnost v porovnání s klasickou rehabilitací. Riziko poranění hrozí například při manipulaci s ostrými předměty, což v rámci virtuální reality není možné.

Výhodná je univerzálnost hardware z hlediska využití u pacientů s různými diagnózami. Nároky na prostor při cvičení jsou nízké, do terapie je možné zapojit hned několik subjektů, čímž se šetří čas.

Virtuální realita poskytuje možnost hodnocení všech možných parametrů pohybu a jejich dokumentace, následného statického zpracování, zálohování či informování jiných pracovišť (Mlíka et al., 2005).

### 3 CÍLE PRÁCE

Hlavní cíl:

Hlavním cílem diplomové práce je zhodnotit vliv posturálního tréninku na balanční pomůcce Gym Top USB Professional na posturální stabilitu u vybraného souboru dětí pátých tříd základní školy.

Dílčí cíle:

1. Shrnutí poznatků o vývoji posturální stability dětí mladšího školního věku z dostupné české i světové literatury.
2. Porovnání výsledků vybraných klinických testů před a po třítydenní terapii pomocí balanční plošiny Gym Top USB Professional u vybraného souboru dětí pátých tříd základní školy.
3. Porovnání výsledků vyšetření stoje na balanční plošině Gym Top USB Professional před a po třítydenní terapii pomocí balanční plošiny Gym Top USB Professional u vybraného souboru dětí pátých tříd základní školy.
4. Porovnání výsledků vyšetření (stoje na balanční plošině Gym Top USB Professional a vybraných klinických testů) mezi skupinou experimentální a skupinou kontrolní u vybraného souboru dětí pátých tříd základní školy.

#### 4 VÝZKUMNÉ OTÁZKY

1. Jaké jsou rozdíly ve výsledcích vybraných klinických testů před a po třítydenní terapii pomocí balanční pomůcky Gym Top USB Professional u experimentální skupiny vybraného souboru?
2. Jaké jsou rozdíly ve výsledcích vyšetření stoje na balanční pomůcce Gym Top USB Professional před a po třítydenní terapii pomocí balanční pomůcky Gym Top USB Professional u experimentální skupiny vybraného souboru?
3. Jaké jsou rozdíly ve výsledcích vybraných klinických testů mezi prvním a druhým vyšetřením u kontrolní skupiny vybraného souboru?
4. Jaké jsou rozdíly ve výsledcích vyšetření stoje na balanční pomůcce Gym Top USB Professional mezi prvním a druhým vyšetřením u kontrolní skupiny vybraného souboru?
5. Jaké jsou rozdíly ve výsledcích vybraných klinických testů druhého vyšetření mezi experimentální skupinou a kontrolní skupinou vybraného souboru?
6. Jaké jsou rozdíly ve výsledcích vyšetření stoje na balanční pomůcce Gym Top USB Professional druhého vyšetření mezi experimentální skupinou a kontrolní skupinou vybraného souboru?

## 5 METODIKA

### 5.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvořilo 32 dětí, z toho 9 chlapců a 23 dívek. Věkové rozmezí bylo 10 až 11 let, průměrný věk 10,625 let. Sledovaný soubor tvořily děti, jejichž rodiče souhlasili se zařazením do výzkumu. Před jeho zahájením byli rodiče seznámeni s jeho průběhem, podepsali informovaný souhlas a současně vyplnili anamnestický dotazník jejich dětí. U žádného dítěte nebyl předem znám žádný závažný motorický deficit. Všechny děti výzkumného souboru byly v době měření žáky pátých tříd Základní školy Npor. Loma Příbor Školní 1510 okres Nový Jičín, příspěvková organizace.

Výzkumný soubor byl náhodně rozdělen na skupinu experimentální a na skupinu kontrolní. Experimentální skupinu tvořilo 16 dětí, z toho 3 chlapci a 13 dívek, průměrný věk této skupiny byl 10,5 let. Tato skupina absolvovala po prvním vyšetření trénink na balanční plošině Gym Top USB Professional. Cvičení se konalo dvakrát týdně po dobu tří po sobě následujících týdnů. Posturální trénink na balanční plošině Gym Top USB Professional byl ukončen druhým vyšetřením.

Kontrolní skupinu tvořilo 16 dětí, z toho 6 chlapců a 10 dívek, průměrný věk této skupiny byl 10,75 let. Děti kontrolní skupiny neabsolvovaly třítýdenní trénink na balanční plošině Gym Top USB Professional, pouze se účastnily prvního a druhého vyšetření.

### 5.2 Organizace měření

Výzkum probíhal od konce ledna do konce února 2014 během hodin tělesné výchovy pátých tříd ZŠ v oddělené místnosti pro zajištění maximálně klidného prostředí. První měření se konalo na konci ledna 2014 a druhé na konci února 2014. Přítomen byl vždy pouze jeden proband a jeden terapeut. Terapeut byl zodpovědný za provedení instruktáže k jednotlivým prováděným úkolům, zajištění bezpečnosti probanda během vyšetření a posturálním tréninku na balanční plošině Gym Top USB Professional, za hodnocení a pořízení videozáznamu digitální kamerou.

Vlastní postup během vyšetření začal představením se a navázáním komunikace s probandem, který byl seznámen s důvodem setkání, obsahem vyšetření a jeho podmínkami a s průběhem posturálního tréninku. Poté bylo provedeno samotné vyšetření, které zahrnovalo tři testy ze standardizované škály Pediatric Balance Scale v přesně stanoveném pořadí: stoj v tandemu, stoj na jedné dolní končetině a dosah vpřed nataženými horními končetinami ve stoji. Následně proběhlo testování rovnováhy na balanční plošině Gym Top USB Professional v diagnostickém režimu. Během vyšetření byl pořizován také videozáznam pro kvalitativní hodnocení provedení úkolu.

### 5.3 Výzkumná metoda

#### 5.3.1 Informovaný souhlas rodičů

Pro uskutečnění výzkumu byl nejdůležitější souhlas rodičů se zařazením dítěte do této studie (Příloha 2). Rodiče byli informováni o podstatě a účelu výzkumu, o jeho průběhu, o postupu během vyšetření a posturálním tréninku, o zajištění bezpečnosti dítěte během výzkumu. Zároveň byli ubezpečeni o důvěrnosti získaných dat a dodržení zásad ochrany informací vyplývajících ze Základní listiny práv a svobod. Rodičům byla umožněna přítomnost během vyšetření i při posturálním tréninku na balanční plošině Gym Top USB Professional a kdykoli mohli účast jejich dítěte ve výzkumu ukončit.

#### 5.3.2 Souhlas etické komise

Souhlas etické komise představuje podpůrný dokument, v němž je jednoznačně vymezena problematika výzkumu, způsob získávání dat se zajištěním bezpečnosti účastníků a postup při nakládání s citlivými údaji v návaznosti na související legislativu (Příloha 1).

### 5.3.3 Anamnestický dotazník

Součástí informovaného souhlasu rodičů byl i krátký anamnestický dotazník v příložené dotazníkové formě. Pro úplnost vstupního vyšetření byly zohledněny i okolnosti porodu, časný psychomotorický vývoj dítěte a míra aktivit, které dítě vykonává (Příloha 3).

### 5.3.4 Klinické testy

Ve výzkumu byly využity tři testy ze škály Pediatric Balance Scale (příloha 4), která představuje modifikaci Berg Balance Scale. Tato škála slouží pro měření balančních schopností dětí školního věku s mírným až středně těžkým motorickým deficitem. Jedná se o funkční zkoušky odvozené z každodenních činností člověka. Do výzkumu byl zařazen stoj v tandemu, stoj na jedné dolní končetině a dosah vpřed nataženými horními končetinami ve stoji. Tyto tři testy slouží k hodnocení posturální stability, stoj na v tandemu a stoj na jedné dolní končetině hodnotí statickou stabilitu, test dosažení vpřed hodnotí stabilitu dynamickou.

#### 5.3.4.1 Všeobecné instrukce

Každému probandovi byly předány pokyny k provedení testů v písemné podobě. Každý test byl dále slovně popsán a předveden terapeutem. Proband si následně jednou test vyzkoušel nanečisto.

Každý test byl skórován body od 0 do 4. Ze tří pokusů byl vybrán právě nejlepší výsledek, který odpovídal nejvyššímu počtu bodů. Pokud proband dosáhl během prvního pokusu 4 bodů, další pokusy nemusel provádět. Skórování také záleželo na době trvání udržení dané pozice, na dosažení vzdálenosti, na umístění dolních končetin, na nutnosti vnější podpory či asistenci terapeuta při zaujetí pozice. Probandovi bylo dále umožněno vybrat si, kterou dolní končetinu umístí vpřed v tandemovém stoji či na kterou se postaví ve stoji na jedné dolní končetině.



#### 5.3.4.2 Vybavení

Výhodou Pediatric Balance Scale je minimální nutnost speciálního vybavení. Pro měření byly zapotřebí stopky a krejčovský metr, který byl připevněn na zeď. Místo pásky, která obvykle slouží pro znázornění umístění dolních končetin na podlaze, byly využity lajny běžecké dráhy, kde probíhalo testování. Pro videozáznam měření byla využita digitální kamera. Výsledky pak byly zapsány do záznamového archu každého probanda.

#### 5.3.4.3 Stoj v tandemu

Stoj v tandemu slouží pro hodnocení statické rovnováhy.

Proband ve stoji umístil dolní končetiny za sebou tak, že se přední noha dotýkala patou palce zadní nohy. Pro usnadnění udržení pozice nohou za sebou sloužily lajny běžecké dráhy. Pokud nebyl proband schopen zaujmout danou pozici dolních končetin, bylo mu dovoleno umístit patu přední dolní končetiny před prsty zadní dolní končetiny tak, že se nohy nedotýkaly. Velikost mezery byla určena schopností probanda udržet rovnováhu v této pozici. Taktéž byla dovolena pozice dolních končetin odpovídající šířce probandova kroku. Páteř byla v napřímění a pohled očí mířil vpřed.

Proband byl vyšetřován v nestresujícím prostředí, kde byl schopen udržet pozornost alespoň 30 sekund. Titubace těla a rovnovážné reakce nohy nebyly chybou. Naopak časové měření bylo zastaveno při odlepení dolní končetiny od podlahy či při nutnosti zapojení horních končetin k udržení rovnováhy.

Zapotřebí byly stopky a digitální videokamera.

U nejlepšího ze tří pokusů byl zaznamenán čas v sekundách a bodové hodnocení podle Franjoine et al. (2003) bylo následovné:

- 4 proband byl schopen samostatně udržet stoj v tandemu po dobu 30 s;
- 3 proband byl schopen samostatně umístit přední dolní končetinu před zadní bez dotyku paty prstů a udržet tuto pozici po dobu 30 s, přičemž délka kroku překročila délku nohy a šířka stoje mohla dosáhnout šířky probandova kroku;

- 2 proband byl schopen samostatně provést krok a udržet tuto pozici po dobu 30 s, nebo umístit jednu dolní končetinu před druhou za pomoci terapeuta a udržet tuto pozici po dobu 30 s;
- 1 proband byl schopen za pomoci terapeuta provést krok a udržet tuto pozici po dobu 15 s;
- 0 proband ztratil rovnováhu během kroku či stání.

#### 5.3.4.4 Stoj na jedné dolní končetině

Stoj na jedné dolní končetině je zaměřen na hodnocení statické rovnováhy a s určitými modifikacemi se vyskytuje téměř v každé testové baterii určené pro hodnocení motoriky, respektive balančních schopností jedince.

Ve stoji na jedné dolní končetině proband umístil stojnou dolní končetinu na lajnu a elevovaná dolní končetina se nacházela v pozici 90° flexe v kyčelním a kolenním kloubu. Horní končetiny visely volně podél těla, případně byly umístěny v bok. Páteř byla v napřímení a pohled očí mířil vpřed.

Proband byl vyšetřován v nestresujícím prostředí, kde byl schopen udržet pozornost alespoň 30 sekund. Titubace těla a rovnovážné reakce nohy nebyly chybou. Naopak časové měření bylo zastaveno při odlepení stojné dolní končetiny od podlahy, při doteku elevované dolní končetiny podlahy či stojné dolní končetiny nebo při nutnosti zapojení horních končetin k udržení rovnováhy.

Zapotřebí byly stopky a digitální videokamera.

U nejlepšího ze tří pokusů byl zaznamenán čas v sekundách a bodové hodnocení podle Franjoine et al. (2003) bylo následovné:

- 4 proband byl schopen samostatně elevovat jednu dolní končetinu a udržet tuto pozici po dobu 10 s;
- 3 proband byl schopen samostatně elevovat jednu dolní končetinu a udržet tuto pozici po dobu 5 až 9 s;

- 2 proband byl schopen samostatně elevovat jednu dolní končetinu a udržet tuto pozici po dobu 3 až 4 s;
- 1 proband se pokoušel zvednout jednu dolní končetinu, avšak neudržel tuto pozici po dobu 3 s, udržel rovnováhu ve stoji na obou dolních končetinách;
- 0 proband nebyl schopen se pokusit o elevaci jedné dolní končetiny nebo potřeboval terapeutovu pomoc při udržování rovnováhy ve stoji.

#### 5.3.4.5 Dosah vpřed nataženými horními končetinami ve stoji

Test dosahu vpřed nataženými horními končetinami ve stoji slouží pro hodnocení dynamické rovnováhy.

Během měření se proband postavil poblíž zdi na čáru běžecké dráhy s chodidly umístěnými na šíři kyčelních kloubů. Ramenní klouby byly v úrovni 0 cm na krejčovském metru umístěném na zdi. Z předpažení s ramenními klouby v 90° flexe, extendovanými loketními klouby a pěstmi provedl proband vytažení trupu za účelem dosažení pěstmi co nejvíce vpřed. Terapeut mohl pomoci s nastavením horních končetin do výchozí pozice.

Proband byl vyšetřován v nestresujícím prostředí, kde byl schopen udržet pozornost. Chybou byla ztráta rovnováhy, přešlápnutí čáry či elevace pat při provádění úkolu. Proband se taktéž nemohl opírat o terapeuta či zeď.

Zapotřebí byl krejčovský metr, který byl připevněn lepicími páskami na zeď. Jako anatomický referenční bod pro měření byl určen metakarpofalangeální kloub prostředního prstu ruky. Měřena byla vzdálenost jeho polohy ve výchozí pozici od jeho polohy v konečné pozici tohoto testu.

U nejlepšího ze tří pokusů byla zaznamenána vzdálenost v centimetrech a bodové hodnocení podle Franjoine et al. (2003) bylo následovné:

- 4 proband byl schopen s jistotou dosáhnout vzdálenosti více jak 25 cm;
- 3 proband byl schopen bezpečně dosáhnout vzdálenosti více jak 12 cm;
- 2 proband byl schopen bezpečně dosáhnout vzdálenosti více jak 5 cm;
- 1 proband se natáhnul vpřed, avšak s dohledem;

- 0 proband ztratil během pokusu rovnováhu, potřeboval terapeutovu pomoc či vnější podporu.

### 5.3.5 Gym Top USB Professional

K hodnocení posturální stability byla ve výzkumu využita i kulatá balanční plošina Gym Top USB Professional. Prostřednictvím USB konektoru byla připojena do počítače (Obrázek 1). Na monitoru se pak zobrazila pomocí nainstalovaného programu, který je součástí soupravy a díky němuž je proband schopen korigovat polohu svého těžiště a náklon plošiny. Tato balanční plošina Gym Top USB Professional se tedy využívá při senzomotorickém tréninku, který je založen na principu zpětné vazby. Oslovuje tak nejen proprioreceptory, ale také dotykové, zrakové a sluchové receptory.

**Obrázek 1. Ilustrativní fotografie připojení Gym Top USB Professional k počítači (autor Jana Nenutilová)**



#### 5.3.5.1 Zásady

Balanční plošina Gym Top USB Professional byla umístěna na rovné ploše protiskluzové podložky. Z okolí vyšetřovaného probanda byly odstraněny ostré předměty a předměty, o které by se mohl poranit. Naopak byla zajištěna bezpečnost probanda možností přidržení se v případě pádu okraje stolu, na kterém byl umístěn monitor. Zachycení při pádu také zajišťoval terapeut. Monitor byl umístěn do roviny očí probanda pro zachování optimálního držení těla. Vzdálenost monitoru byla přizpůsobena požadavkům probanda.

Měření probíhalo naboso. Pro dodržení zásad hygieny bylo nutné před každým použitím plošinu dezinfikovat.

Každý proband byl poučen o bezpečnosti při používání této pomůcky, o opatřeních při případném pádu z plošiny a nakonec byl s probandem proveden nácvik bezpečného nástupu na pomůcku a sestupu z ní.

#### 5.3.5.2 Nácvik

Po seznámení probanda s bezpečnostními opatřeními při používání balanční plošiny Gym Top USB Professional následoval nácvik nástupu na tuto pomůcku. Proband se nejprve chytil horními končetinami stolu, případně terapeuta. Jednou dolní končetinou nakročil na plošinu a přenesl na ni váhu, díky čemu se plošina naklonila a dotkla se země, čímž byla stabilní. Poté přidal druhou dolní končetinu na plošinu a přenesl na ni část své váhy. Po zajištění rovnováhy se proband pustil jednou horní končetinou a následně druhou. Důležité bylo dodržení doporučeného postavení chodidel, které je na balanční plošině znázorněno.

Bezpečný sestup z balanční plošiny byl proveden v opačném pořadí než při nástupu. Proband se přichytil horními končetinami stolu nebo terapeuta a přenesl váhu na jednu dolní končetinu. Druhou dolní končetinou sestoupil z pomůcky a přenesl na ni váhu. Pak následoval sestup druhé dolní končetiny a proband se mohl stolu, případně terapeuta, pustit.

Součástí nácviku byl i korigovaný stoj. Nejprve byl proband instruován do korigovaného stoje na pevné podložce a následně na balanční plošině Gym Top USB Professional.

Na samotné pomůcce bylo probandům umožněno si vyzkoušet přesunutí těžiště vpřed, vzad a do stran pro seznámení se s balanční plošinou.

#### 5.3.5.2.1 Korigovaný stoj

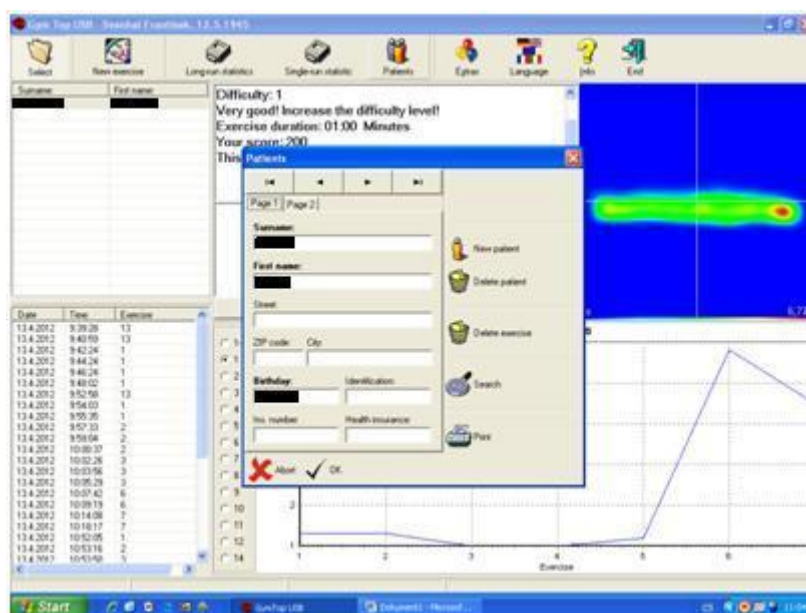
Měření na balanční plošině Gym Top USB Professional probíhalo v korigovaném postoji. Probandům byl nejprve korigovaný stoj předveden terapeutem a slovně popsán. Poté následoval jeho nácvik na pevné podložce. Po jeho osvojení nacvičovali probandi korigovaný stoj na balanční pomůcce.

Korigovaný stoj byl charakterizován takto: dolní končetiny rozkročené na úroveň kyčelních kloubů, kolenní klouby mírně flektovány a lehce vytočeny zevně, páteř protažena v její podélné ose, hlava srovnaná do optimální polohy, ramena uvolněná s lehkým tlakem lopatek dolů.

#### 5.3.5.3 Diagnostika

Nejprve byla v programu Gym Top USB Professional založena karta probanda s osobními údaji (Obrázek 2). Díky ní pak bylo možné porovnávat výsledky prvního a druhého měření.

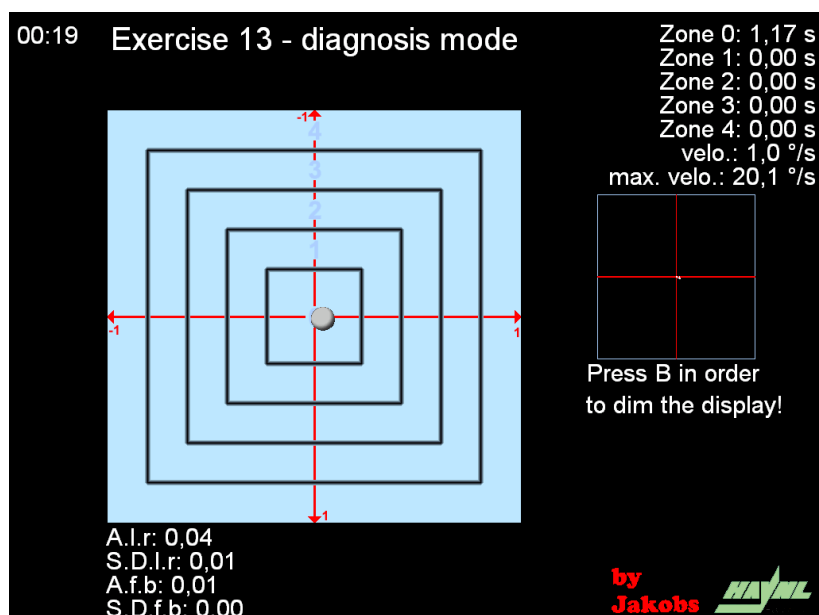
Obrázek 2. Karta pacienta (program Gym Top USB Professional)



Pro měření byl zvolen diagnostický režim, cvičení číslo 13 (Obrázek 3). Úkolem pacienta bylo udržet kuličku zobrazující se na monitoru ve středu vyobrazení složeného z pěti zón. Cvičení trvalo 30 sekund a stupeň obtížnosti byl zvolen 5. Vyšetření probíhalo v korigovaném postoji.

Při cvičení byla na monitoru zobrazená kulička, která je definována souřadnicemi  $\varphi_x$  a  $\varphi_y$ , kdy  $\varphi_x$  znamená úhel mediolaterální a  $\varphi_y$  úhel anteroposteriorní. Program snímal náklon balanční plošiny díky akcelerometru, který je v pomůcce uložen. Na základě náklonu balanční plošiny pak byly vypočítány parametry, které slouží k hodnocení stoje na této pomůcce. Mezi ně patří doba, po kterou proband setrval na určeném místě a na jiných místech vyobrazení, trajektorie opisovaná nakláněním balanční plošiny a také úhlová rychlost.

Obrázek 3. Cvičení číslo 13 (program Gym Top USB Professional)



Výsledky cvičení byly uloženy do karty probanda. Z krátkodobé statistiky pak byly pro statistické zpracování vybrány tyto parametry:

- Avg v      udávající průměrnou úhlovou rychlost náklonu balanční plošiny v jednotce stupeň za sekundu [ $^{\circ}/s$ ];
- Max v      udávající maximální úhlovou rychlost náklonu balanční plošiny v jednotce stupeň za sekundu [ $^{\circ}/s$ ];
- A.l.r.      udávající průměr náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru v jednotce stupeň [ $^{\circ}$ ];
- S.D.l.r.    udávající směrodatnou odchylku náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru v jednotce stupeň [ $^{\circ}$ ];
- A.f.b.      udávající průměr náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru v jednotce stupeň [ $^{\circ}$ ];
- S.D.f.b.    udávající směrodatnou odchylku náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru v jednotce stupeň [ $^{\circ}$ ].



### 5.3.6 Posturální trénink na balanční plošině Gym Top USB Professional

Posturální trénink na balanční plošině Gym Top USB Professional probíhal dvakrát týdně po dobu tří po sobě následující týdnů v únoru 2014. Každý proband experimentální skupiny absolvoval krátké cvičení na balanční plošině během hodin tělesné výchovy v oddělené místnosti za dodržení bezpečnostních podmínek. V průběhu tréninku byla umožněna přítomnost rodičů, avšak nikdo z rodičů tuto možnost nevyužil.

#### 5.3.6.1 Charakteristika vybraných cvičení

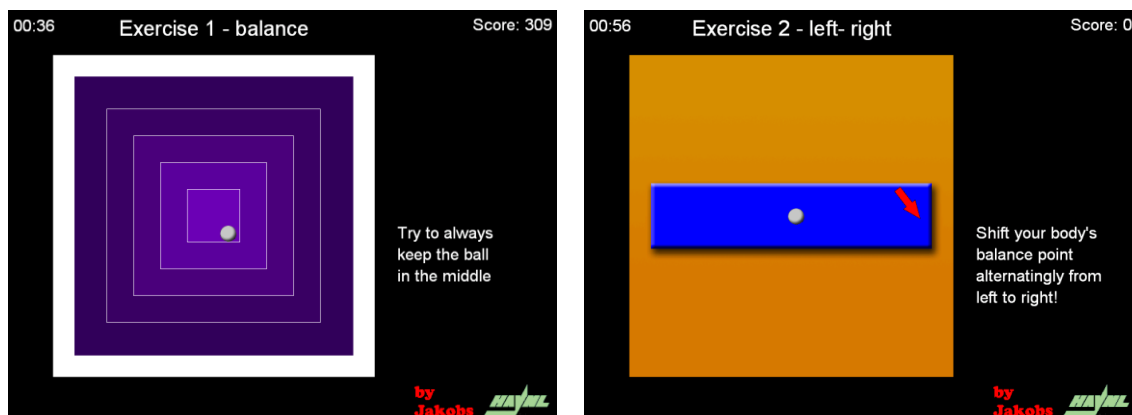
Úkolem každého cvičení je zdolání určitého cíle. Při cvičení se na monitoru zobrazuje kulička, která představuje probandovo COG (průmět těžiště těla do roviny opěrné báze). Proband pak posunem svého těžiště a náklonem balanční plošiny pohybuje zobrazující se kuličkou ve směru určeném červenou šipkou. Výjimku tvoří cvičení číslo 1 a diagnostický režim cvičení 13, kde se červená šipka neobjevuje. Zde musí proband udržet kuličku ve středu vyobrazení. Pohyb kuličky je brzděn při doteku okraje vyznačeného prostoru. Na monitoru se během cvičení zobrazuje zbývající čas do jeho ukončení, právě zvolené cvičení s jeho slovním popisem v anglickém jazyce a stav bodového ohodnocení.

Po ukončení cvičení se objeví jeho krátké vyhodnocení, které obsahuje dosažené skóre, známku, slovní ohodnocení a doporučení pro příští trénink. Součástí je také barevný graf, ve kterém jsou znázorněna místa, na kterých místech kulička setrvala déle (červeně) a na kterých krátce (modře). Toto vyhodnocení cvičení lze v programu zobrazit jako krátkodobou statistiku.

Cvičení číslo 1 (Obrázek 4) představuje trénink udržování stability na jednom místě. Úkolem probanda je naklonit balanční plošinu posteriorním směrem a mírně vpravo tak, aby dopravil kuličku do středu vyobrazení. Po zbytek času pak udržuje COG ve středu opěrné báze tak, aby kulička setrvala ve středu vyobrazení.

Cvičení číslo 2 (Obrázek 4) slouží pro trénink mediolaterální stability. Proband naklání během cvičení balanční plošinu zleva doprava a naopak, přičemž posunuje i své COG.

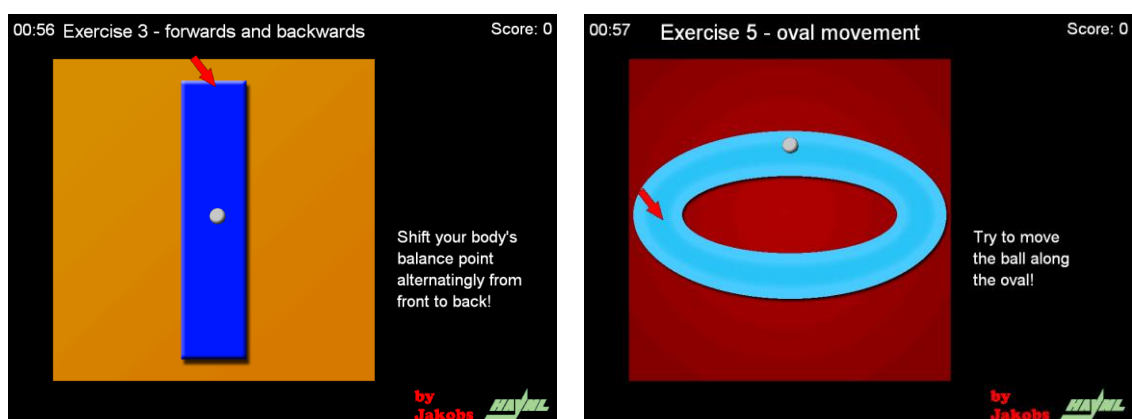
**Obrázek 4. Cvičení číslo 1 a 2 (program Gym Top USB Professional)**



Cvičení číslo 3 (Obrázek 5) slouží pro trénink anteroposteriorní stability. Průběh cvičení je podobný předchozímu cvičení číslo 2. Proband však naklání balanční plošinu vpřed a vzad. Taktéž se posunuje jeho COG dopředu a dozadu. Na monitoru se pak kulička pohybuje směrem nahoru a dolů.

Točivé pohyby jsou trénovány při cvičení číslo 5 (Obrázek 5). Během tohoto cvičení proband plynule naklání balanční plošinu do všech směrů, přičemž kulička opisuje na monitoru elipsu. Proband může v průběhu cvičení libovolně měnit směr.

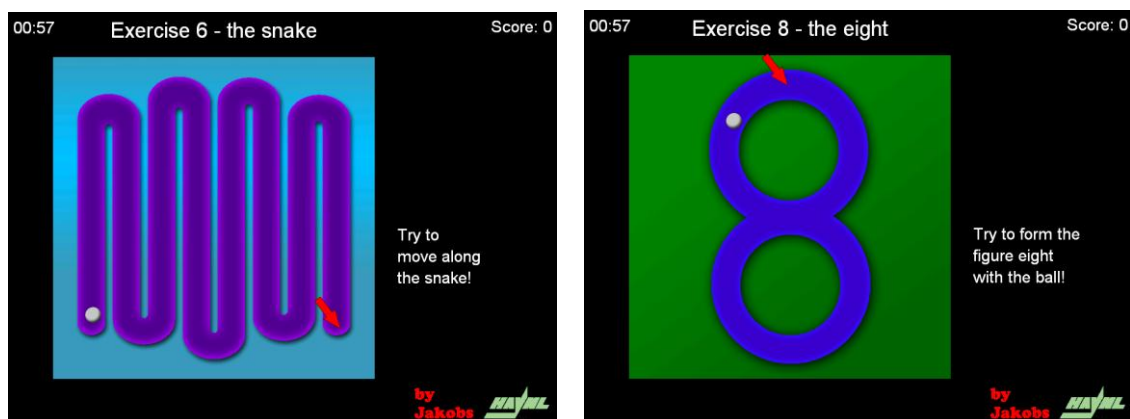
**Obrázek 5. Cvičení číslo 3 a 5 (program Gym Top USB Professional)**



Cvičení číslo 6 (Obrázek 6) představuje tzv. hada, který slouží pro trénink předozadní stability. Je zde kladen důraz na plynulý posun těžiště právě nad jednu dolní končetinu v krajní pozici, tj. v záhybu hada.

Cvičení číslo 8 (Obrázek 6) je vhodné pro trénink anteroposteriorní stability, kdy kulička na monitoru opisuje stojatou osmičku. Trénink slouží k nácvičku koordinace a plynulého pohybu při plynulém naklánění balanční plošiny. Probandovi je umožněna v průběhu cvičení změna směru naklánění balanční plošiny.

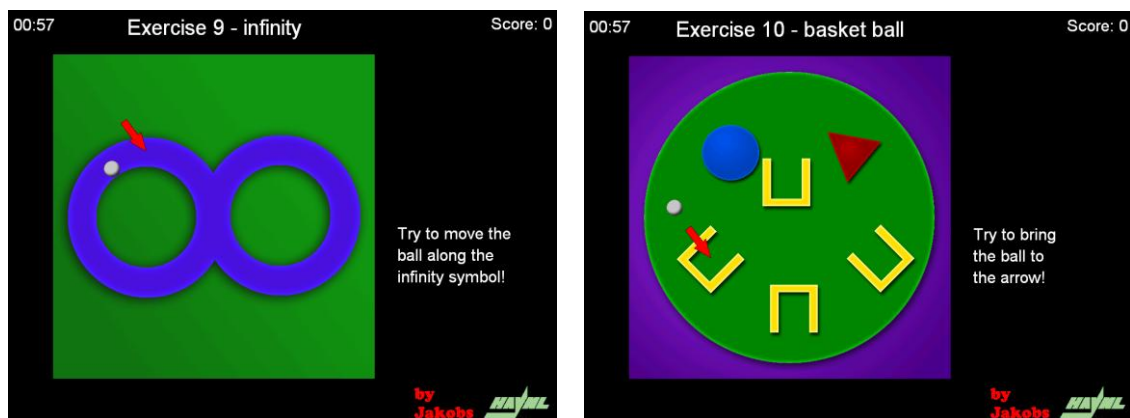
**Obrázek 6. Cvičení číslo 6 a 8 (program Gym Top USB Professional)**



Cvičení číslo 9 (Obrázek 7) je vhodný pro trénink mediolaterální stability, kdy kulička na monitoru opisuje ležatou osmičku. Průběh cvičení je podobný předchozímu cvičení číslo 8.

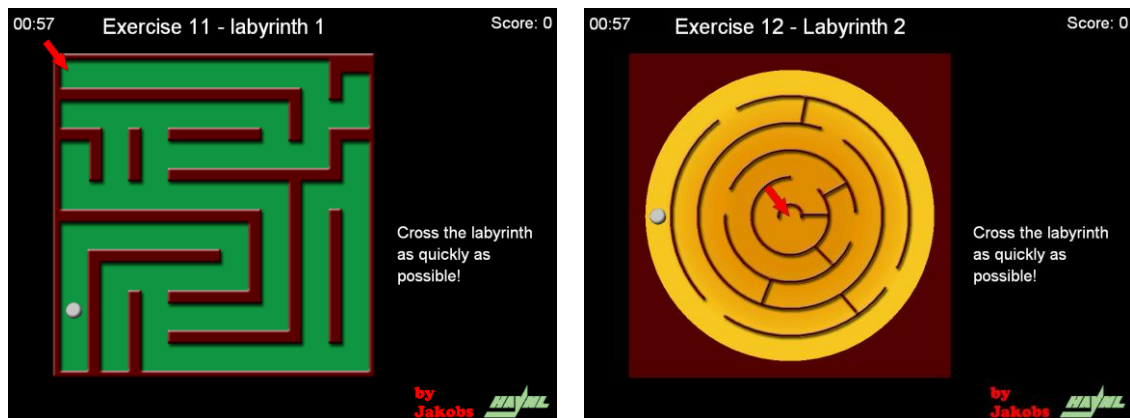
Cvičení číslo 10 (Obrázek 7) představuje hru basketbal, ve které je cílem umístit kuličku na monitoru do vyznačených košů. Jedná se o trénink pozornosti a pohybové reakce na zrakový podnět, jelikož si šipky volí koše náhodně. Toto cvičení vyžaduje vysokou úroveň koordinace dolních končetin a vysokou schopnost udržování stability na balanční plošině.

**Obrázek 7. Cvičení číslo 9 a 10 (program Gym Top USB Professional)**



Cvičení číslo 11 a 12 (Obrázek 8) vyobrazují labyrinty. Opět je zde kladen nárok na pozornost probanda, koordinaci pohybu a udržování stability na balanční plošině.

**Obrázek 8. Cvičení číslo 11 a 12 (program Gym Top USB Professional)**



Součástí programu jsou i dvě hry. Ve výzkumu byla využita hra, ve které se místo kuličky pohybuje na monitoru hmyzem (Obrázek 9). Úkolem je prasknutí co nejvyššího počtu balónek, které se na monitoru objevují z různých stran. Tato hra byla využita k motivaci probanda a udržení jeho pozornosti, což vedlo i k dobré spolupráci během terapie. Současně byla využita pro nácvik reakce na probíhající změny na monitoru.

**Obrázek 9. Hra s balóny (program Gym Top USB Professional)**



Na konci posturálního tréninku na balanční plošině Gym Top USB Professional bylo možné nahlédnout do dlouhodobé statistiky každého probanda, která shrnuje celkové vyhodnocení absolvovaných cvičení do jednoho diagramu.

#### 5.3.6.2 Rozvrh cvičení

První tréninkový den absolvoval každý proband experimentální skupiny tři cvičení, a to cvičení číslo 1, 2 a 3. Každé cvičení trvalo 2 minuty, obtížnost cvičení byla nastavena na stupeň 5, který je běžně doporučován pro zahájení tréninku na této plošině. Po každém ukončeném cvičení následoval krátký odpočinek po dobu 30 sekund.

Druhý tréninkový den absolvoval každý proband experimentální skupiny další tři cvičení, a to cvičení číslo 5, 6 a 11. Cvičení číslo 5 a 6 trvalo tři minuty, cvičení číslo 11 dvě minuty. Obtížnost všech cvičení byla nastavena na stupeň 5. Po každém ukončeném cvičení následoval krátký odpočinek po dobu 20 sekund.

Třetí tréninkový den absolvoval každý proband experimentální skupiny další tři cvičení, a to cvičení číslo 8, 9 a 10. Cvičení číslo 8 a 9 trvalo tři minuty, cvičení číslo 10 dvě minuty. Obtížnost všech cvičení byla nastavena na stupeň 5. Po každém ukončeném cvičení následoval krátký odpočinek po dobu 20 sekund.

Čtvrtý tréninkový den absolvoval každý proband experimentální skupiny tři cvičení, a to cvičení číslo 2, 3 a 12. Každé cvičení trvalo dvě minuty, obtížnost cvičení byla nastavena na stupeň 5. Po každém ukončeném cvičení následoval krátký odpočinek 15 sekund. Na závěr byla každému probandovi na dvě minuty spuštěna hra s obtížností na stupni 5.

Pátý tréninkový den absolvoval každý proband experimentální skupiny tři cvičení, a to cvičení číslo 1, 5 a 6. Každé cvičení trvalo dvě minuty, obtížnost cvičení byla nastavena na stupeň 5. Po každém ukončeném cvičení následoval krátký odpočinek po dobu 15 sekund. Na závěr byla každému probandovi na dvě minuty spuštěna hra s obtížností na stupni 5.

Poslední tréninkový den absolvoval každý proband experimentální skupiny tři cvičení, a to cvičení číslo 8, 9 a 10. Cvičení číslo 8 a 9 trvalo dvě minuty, cvičení číslo 10 tři minuty. Obtížnost všech cvičení byla nastavena na stupeň 5. Po každém cvičení následoval krátký

odpočinek po dobu 15 sekund. Na závěr byla každému probandovi na tři minuty spuštěna hra s obtížností na stupni 5.

Cvičení prvních tří tréninkových dnů byla vybrána na základě stupňující se náročnosti na udržování stability na balanční plošině. Zároveň jsou do každého tréninkového dne zařazeny cvičení na trénink jak mediolaterální stability, tak anteroposteriorní stability. Také jsou postupně přidávána cvičení náročná na koordinaci a pozornost probanda. Další tři dny absolvovali probandi některá cvičení podruhé, přičemž byla do posturálního tréninku zařazena i hra pro udržení motivace a spolupráce studentů.

#### 5.4 Statistické zpracování dat

Pro statistické zpracování dat byl výzkumný soubor rozdělen na skupinu experimentální a kontrolní. Získaná data byla nejprve zpracována v programu Microsoft Office Excel 2007. Statistické výpočty byly provedeny v softwaru STATISTICA 12.

Pro hodnocení dat z pomůcky Gym Top USB Professional byly vypočítány základní popisné charakteristiky (aritmetický průměr, směrodatná odchylka) pro každou proměnnou. Klinické testy byly hodnoceny kvalitativně bodovací škálou od 0 do 4 bodů (0 – nejhorší, 4 – nejlepší) a kvantitativně v sekundách a centimetrech.

Pro porovnání výsledků klinických testů a vyšetření stoje na balanční plošině Gym Top USB Professional byl použit neparametrický Wilcoxonův párový test. K porovnání hodnot mezi experimentální a kontrolní skupinou byl vybrán nepárový Mann-Whitneyův U test, přičemž byla hladina spolehlivosti  $\alpha$  stanovena na 0,05.

## 6 VÝSLEDKY

### 6.1 Výzkumná otázka č. 1

*Jaké jsou rozdíly ve výsledcích vybraných klinických testů před a po třítydenní terapii pomocí balanční pomůcky Gym Top USB Professional u experimentální skupiny vybraného souboru?*

V rámci této výzkumné otázky jsou sledovány rozdíly ve výsledcích tří vybraných klinických testů z Pediatric Balance Scale. Výsledky prvního vyšetření stoje v tandemu, stoje na jedné dolní končetině a dosažení vpřed nataženými horními končetinami ve stoji jsou porovnávány s výsledky těchto tří testů druhého vyšetření po ukončeném třítydenním tréninku na balanční plošině Gym Top USB Professional. K porovnání dat byl použit Wilcoxonův párový test.

- a) Porovnání výsledků kvantitativního hodnocení vybraných klinických testů před a po třítydenní terapii pomocí balanční pomůcky Gym Top USB Professional u experimentální skupiny vybraného souboru

Mezi výsledky kvantitativního hodnocení prvního a druhého měření stoje v tandemu je statisticky významný rozdíl ( $p \leq 0,05$ ). Taktéž jsou statisticky významné ( $p \leq 0,05$ ) rozdíly mezi výsledky kvantitativního hodnocení prvního a druhého vyšetření stoje na jedné dolní končetině a mezi výsledky kvantitativního hodnocení prvního a druhého vyšetření testu dosažení vpřed s nataženými horními končetinami ve stoji.

Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky (SD) kvantitativního hodnocení vybraných klinických testů z Pediatric Balance Scale jsou uvedeny v Tabulce 2.

**Tabulka 2. Porovnání kvantitativního hodnocení klinických testů před a po třítydenním posturálním tréninku na balanční pomůcce Gym Top USB Professional u experimentální skupiny (Wilcoxonův párový test)**

Parametr	Měření 1		Měření 2		p
	Průměr	SD	Průměr	SD	
Stoj v tandemu [s]	19,63	8,115	30	0	0,002*
Stoj na 1DK [s]	7,56	2,308	10	0	0,005*
Dosah vpřed [cm]	26,6	4,711	30,94	4,008	0,010*

*Vysvětlivky:* 1 DK – jedna dolní končetina; Měření 1 – měření před posturálním tréninkem; Měření 2 – měření po posturálním tréninku; Průměr – průměr výsledků všech probandů experimentální skupiny; SD – směrodatná odchylka; statisticky významné hodnoty\*  $p \leq 0,05$

b) Porovnání výsledků kvalitativního hodnocení vybraných klinických testů před a po třítydenní terapii pomocí balanční pomůcky Gym Top USB Professional u experimentální skupiny vybraného souboru

Mezi výsledky kvalitativního hodnocení prvního a druhého měření stoje v tandemu je statisticky významný rozdíl ( $p \leq 0,05$ ). Taktéž jsou statisticky významné ( $p \leq 0,05$ ) rozdíly mezi výsledky kvalitativního hodnocení prvního a druhého vyšetření stoje na jedné dolní končetině a mezi výsledky kvalitativního hodnocení prvního a druhého vyšetření testu dosažení vpřed s nataženými horními končetinami ve stoji.

Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky (SD) kvalitativního hodnocení vybraných klinických testů z Pediatric Balance Scale jsou uvedeny v Tabulce 3.



**Tabulka 3. Porovnání kvalitativního bodového hodnocení klinických testů před a po třítydenním posturálním tréninku na balanční pomůcce Gym Top USB Professional u experimentální skupiny (Wilcoxonův párový test)**

Parametr	Měření 1		Měření 2		p
	Průměr	SD	Průměr	SD	
Stoj v tandemu [b]	2,75	0,856	4	0	0,002*
Stoj na 1DK [b]	3,25	0,683	4	0	0,005*
Dosah vpřed [b]	3,5	0,516	4	0	0,011*

*Vysvětlivky:* 1 DK – jedna dolní končetina; Měření 1 – měření před posturálním tréninkem; Měření 2 – měření po posturálním tréninku; Průměr – průměr výsledků všech probandů experimentální skupiny; SD – směrodatná odchylka; statisticky významné hodnoty\*  $p \leq 0,05$

## 6.2 Výzkumná otázka č. 2

*Jaké jsou rozdíly ve výsledcích vyšetření stoje na balanční pomůcce Gym Top USB Professional před a po třítydenní terapii pomocí balanční pomůcky Gym Top USB Professional u experimentální skupiny vybraného souboru?*

Tato výzkumná otázka se zaměřuje na hodnocení korigovaného stoje probandů na balanční plošině Gym Top USB Professional. První měření bylo provedeno před zahájením posturálního tréninku na této pomůcce a druhé měření po ukončení posturálního tréninku experimentální skupiny, přičemž každé měření trvalo 30 sekund. K porovnání dat byl použit Wilcoxonův párový test.

Mezi korigovaným stojem na balanční plošině Gym Top USB Professional prvního měření a druhého měření po ukončeném posturálním tréninku experimentální skupiny neexistují žádné statisticky významné rozdíly (Tabulka 4).

**Tabulka 4. Porovnání výsledků vyšetření stoje na balanční pomůcce Gym Top USB Professional před a po třítydenním posturální tréninku na balanční pomůcce Gym Top USB Professional u experimentální skupiny (Wilcoxonův párový test)**

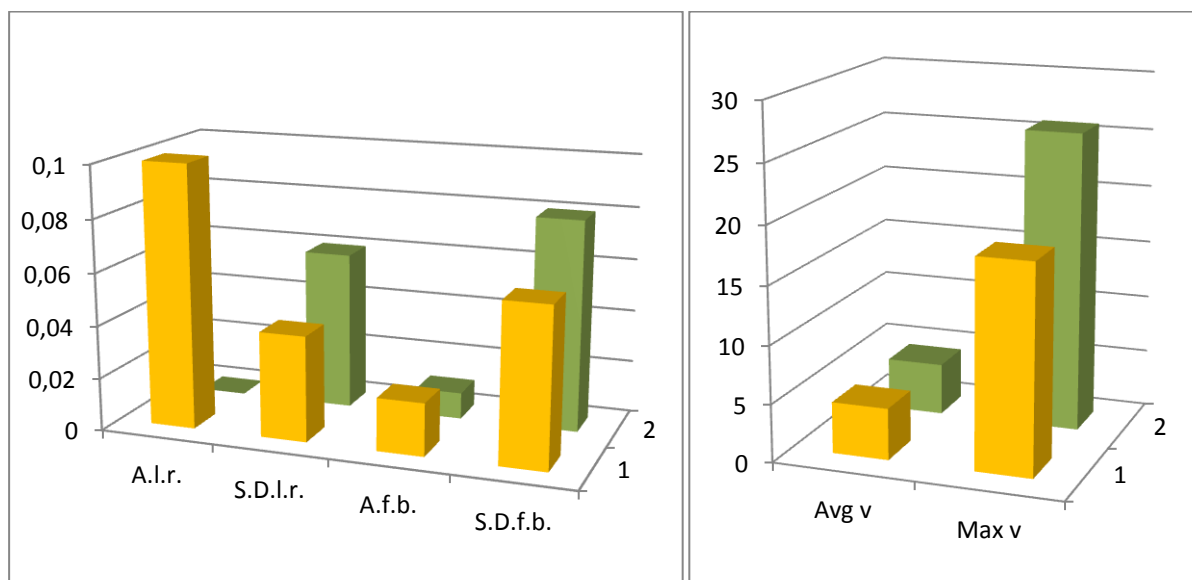
Parametr	Měření 1		Měření 2		p
	Průměr	SD	Průměr	SD	
Avg v [°/s]	4,45	1,458	4,47	2,317	1,000
Max v [°/s]	17,99	6,247	25,88	14,418	0,063
A.l.r. [°]	0,1	0,026	0	0,015	0,272
S.D.l.r. [°]	0,04	0,018	0,06	0,038	0,158
A.f.b. [°]	0,02	0,039	0,01	0,032	0,501
S.D.f.b. [°]	0,06	0,025	0,08	0,046	0,158

*Vysvětlivky:* Měření 1 – měření před posturálním tréninkem; Měření 2 – měření po posturálním tréninku; Průměr – průměr hodnot všech probandů experimentální skupiny; SD – směrodatná odchylka; Avg v [°/s] – průměrná úhlová rychlost balanční plošiny v jednotce stupeň za sekundu; Max v [°/s] – maximální úhlová rychlost náklonu balanční plošiny v jednotce stupeň za sekundu; A.l.r. [°]. – průměr náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru v jednotce stupeň; S.D.l.r. [°]. – směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru v jednotce stupeň; A.f.b. [°]. – průměr náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru v jednotce stupeň; S.D.f.b. [°] – směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru v jednotce stupeň; statisticky významné hodnoty\*  $p \leq 0,05$

Přestože neexistují statisticky významné rozdíly mezi výsledky prvního a druhého vyšetření na této pomůcce, došlo ve druhém měření k výraznému snížení hodnoty A.l.r., tj. průměru náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru. Méně výrazné snížení ve druhém měření zaznamenává hodnota A.f.b., tj. průměr náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru. Hodnoty směrodatných odchylek obou těchto parametrů (S.D.l.r., S.D.f.b.) se při druhém měření zvýšily. Výrazné zvýšení sledujeme také u hodnoty Max v, tj. maximální úhlové rychlosti balanční plošiny. Hodnota průměrné úhlové rychlosti balanční plošiny (Avg v) se téměř nezměnila.

Grafické znázornění měřených parametrů je uvedeno níže (Obrázek 10).

**Obrázek 10. Rozdíly ve výsledcích vyšetření stoje na balanční pomůcce Gym Top USB Professional před a po třítydenním posturální tréninku na balanční pomůcce Gym Top USB Professional u experimentální skupiny**



*Vysvětlivky:* 1 – měření před posturálním tréninkem (žlutě); 2 – měření po posturálním tréninku (zeleně); A.l.r. – průměr náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru v jednotce stupeň [°]; S.D.l.r – směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru v jednotce stupeň [°]; A.f.b. – průměr náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru v jednotce stupeň [°]; S.D.f.b. – směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru v jednotce stupeň [°]; Avg v – průměrná úhlová rychlost balanční plošiny v jednotce stupeň za sekundu [°/s]; Max v – maximální úhlová rychlost náklonu balanční plošiny v jednotce stupeň za sekundu [°/s]

### 6.3 Výzkumná otázka č. 3

*Jaké jsou rozdíly ve výsledcích vybraných klinických testů mezi prvním a druhým vyšetřením u kontrolní skupiny vybraného souboru?*

V rámci této výzkumné otázky byly sledovány rozdíly ve výsledcích tří vybraných klinických testů z Pediatric Balance Scale. Výsledky prvního vyšetření stoje v tandemu, stoje na jedné dolní končetině a dosažení vpřed nataženými horními končetinami ve stoji jsou porovnávány s výsledky těchto tří testů druhého vyšetření, které bylo provedeno zároveň

s experimentální skupinou po ukončeném třítydenním tréninku na balanční plošině Gym Top USB Professional. K porovnání dat byl použit Wilcoxonův párový test.

- a) Porovnání výsledků kvantitativního hodnocení vybraných klinických testů mezi prvním a druhým vyšetřením u kontrolní skupiny vybraného souboru

Mezi výsledky kvantitativního hodnocení prvního a druhého měření stoje v tandemu je statisticky významný rozdíl ( $p \leq 0,05$ ). Taktéž je statisticky významný rozdíl ( $p \leq 0,05$ ) mezi výsledky kvantitativního hodnocení prvního a druhého vyšetření stoje na jedné dolní končetině. Mezi výsledky kvantitativního hodnocení prvního a druhého měření testu dosažení vpřed nataženými horními končetinami ve stoji není statisticky významný rozdíl.

Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky (SD) kvantitativního hodnocení vybraných klinických testů z Pediatric Balance Scale jsou uvedeny v Tabulce 5.

**Tabulka 5. Porovnání kvantitativního hodnocení klinických testů mezi prvním a druhým vyšetřením u kontrolní skupiny (Wilcoxonův párový test)**

Parametr	Měření 1		Měření 2		p
	Průměr	SD	Průměr	SD	
Stoj v tandemu [s]	23,06	5,709	25,63	5,045	0,002*
Stoj na 1DK [s]	6,94	2,62	8	1,897	0,016*
Dosah vpřed [cm]	22,5	4,427	24,38	5,737	0,320

*Vysvětlivky:* 1 DK – jedna dolní končetina; Měření 1 – měření před posturálním tréninkem; Měření 2 – měření po posturálním tréninku; Průměr – průměr výsledků všech probandů kontrolní skupiny; SD – směrodatná odchylka; statisticky významné hodnoty\*  $p \leq 0,05$

- b) Porovnání výsledků kvalitativního hodnocení vybraných klinických testů mezi prvním a druhým vyšetřením u kontrolní skupiny vybraného souboru

Mezi výsledky kvalitativního hodnocení prvního a druhého měření stoje v tandemu není statisticky významný rozdíl. Statisticky významný rozdíl ( $p \leq 0,05$ ) mezi výsledky kvalitativního hodnocení prvního a druhého vyšetření je u stoje na jedné dolní končetině. Test dosažení vpřed s nataženými horními končetinami ve stoji nevykazuje statický rozdíl kvalitativního hodnocení mezi prvním a druhým vyšetřením.

Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky (SD) kvalitativního hodnocení vybraných klinických testů z Pediatric Balance Scale jsou uvedeny v Tabulce 6.

**Tabulka 6. Porovnání kvalitativního bodového hodnocení klinických testů mezi prvním a druhým vyšetřením u kontrolní skupiny (Wilcoxonův párový test)**

Parametr	Měření 1		Měření 2		p
	Průměr	SD	Průměr	SD	
Stoj v tandemu [b]	2,94	0,68	3,13	0,719	0,068
Stoj na 1DK [b]	3	0,816	3,38	0,5	0,028*
Dosah vpřed [b]	3,31	0,479	3,44	0,512	0,463

*Vysvětlivky:* 1 DK – jedna dolní končetina; Měření 1 – měření před posturálním tréninkem; Měření 2 – měření po posturálním tréninku; Průměr – průměr hodnot všech probandů kontrolní skupiny; SD – směrodatná odchylka; statisticky významné hodnoty\*  $p \leq 0,05$

#### 6.4 Výzkumná otázka č. 4

*Jaké jsou rozdíly ve výsledcích vyšetření stoje na balanční pomůcce Gym Top USB Professional mezi prvním a druhým vyšetřením u kontrolní skupiny vybraného souboru?*

Tato výzkumná otázka se zaměřuje na hodnocení korigovaného stoje probandů na balanční plošině Gym Top USB Professional. První měření bylo provedeno před zahájením posturálního tréninku experimentální skupiny na této pomůcce a druhé měření po ukončení posturálního tréninku experimentální skupiny, přičemž každé měření trvalo 30 sekund. K porovnání dat byl použit Wilcoxonův párový test.

Mezi korigovaným stojem na balanční plošině Gym Top USB Professional prvního měření a druhého měření u kontrolní skupiny je staticky významný rozdíl ( $p \leq 0,05$ ) pouze v parametru S.D.l.r., tj. směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru. U zbývajících parametrů neexistují žádné statisticky významné rozdíly mezi prvním a druhým měřením korigovaného stoje na balanční pomůcce Gym Top USB Professional.

Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky (SD) jednotlivých parametrů prvního a druhého měření jsou uvedeny v Tabulce 7.

**Tabulka 7. Porovnání výsledků vyšetření stoje na balanční pomůcce Gym Top USB Professional mezi prvním a druhým měřením u kontrolní skupiny (Wilcoxonův párový test)**

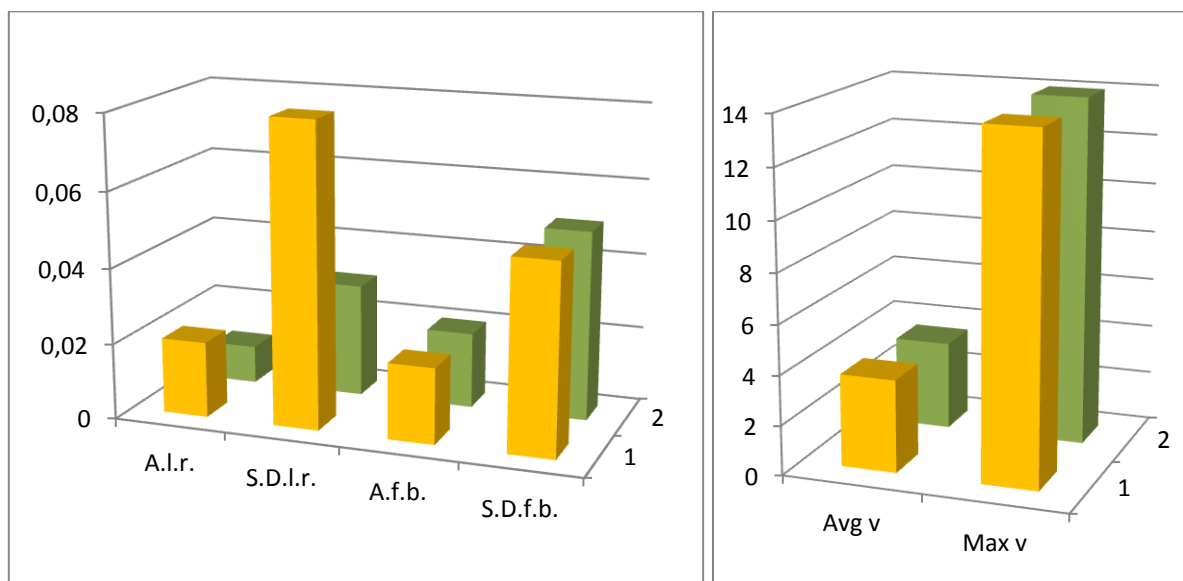
Parametr	Měření 1		Měření 2		p
	Průměr	SD	Průměr	SD	
Avg v [°/s]	3,73	1,094	3,57	0,847	0,569
Max v [°/s]	13,78	5,382	14	5,583	0,109
A.l.r. [°]	0,02	0,022	0,01	0,02	0,285
S.D.l.r. [°]	0,08	0,14	0,03	0,016	0,036*
A.f.b. [°]	0,02	0,026	0,02	0,02	0,972
S.D.f.b. [°]	0,05	0,018	0,05	0,018	0,191

*Vysvětlivky:* Měření 1 – měření před posturálním tréninkem; Měření 2 – měření po posturálním tréninku; Průměr – průměr hodnot všech probandů kontrolní skupiny; SD – směrodatná odchylka; Avg v [°/s] – průměrná úhlová rychlost balanční plošiny v jednotce stupeň za sekundu; Max v [°/s] – maximální úhlová rychlost náklonu balanční plošiny v jednotce stupeň za sekundu; A.l.r. [°]. – průměr náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru v jednotce stupeň; S.D.l.r. [°]. – směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru v jednotce stupeň; A.f.b. [°]. – průměr náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru v jednotce stupeň; S.D.f.b. [°] – směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru v jednotce stupeň; statisticky významné hodnoty\*  $p \leq 0,05$

Přestože neexistuje statisticky významný rozdíl mezi výsledky prvního a druhého vyšetření na této pomůcce v parametru A.l.r., tj. průměru náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru, došlo ve druhém měření ke snížení jeho hodnoty. Hodnota parametru náklon balanční plošiny v anteroposteriorním směru (A.f.b.) a hodnota jeho směrodatné odchylky (S.D.f.b.) se však při druhém měření nezměnila. Stejně tak není zaznamenána výrazná změna hodnot průměrné úhlové rychlosti balanční plošiny (Avg v) a maximální úhlové rychlosti balanční plošiny (Max v).

Grafické znázornění měřených parametrů je uvedeno níže (Obrázek 11).

**Obrázek 11. Rozdíly ve výsledcích vyšetření stoje na balanční pomůcce Gym Top USB Professional mezi prvním a druhým vyšetřením u kontrolní skupiny**



*Vysvětlivky:* 1 – měření před posturálním tréninkem (žlutě); 2 – měření po posturálním tréninku (zeleně); A.l.r. – průměr náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru v jednotce stupeň [°]; S.D.l.r. – směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru v jednotce stupeň [°]; A.f.b. – průměr náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru v jednotce stupeň [°]; S.D.f.b. – směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru v jednotce stupeň [°]; Avg v – průměrná úhlová rychlost náklonu balanční plošiny v jednotce stupeň za sekundu [°/s]; Max v – maximální úhlová rychlost náklonu balanční plošiny v jednotce stupeň za sekundu [°/s]

## 6.5 Výzkumná otázka č. 5

*Jaké jsou rozdíly ve výsledcích vybraných klinických testů druhého vyšetření mezi experimentální skupinou a kontrolní skupinou vybraného souboru?*

V rámci této výzkumné otázky byly sledovány rozdíly ve výsledcích tří vybraných testů z Pediatric Balance Scale. Výsledky druhého vyšetření stoje v tandemu, stoje na jedné dolní končetině a testu dosažení vpřed nataženými horními končetinami ve stoji jsou porovnávány mezi skupinou experimentální a skupinou kontrolní vybraného souboru,



příčemž ve výsledcích prvního měření nebyly mezi experimentální a kontrolní skupinou nalezeny statisticky významné rozdíly. K porovnání dat byl použit Mann-Whitneyův U test.

- a) Porovnání výsledků kvantitativního hodnocení vybraných klinických testů druhého měření mezi skupinou experimentální a skupinou kontrolní vybraného souboru

Mezi výsledky kvantitativního hodnocení druhého měření stojí v tandemu je mezi skupinou experimentální a skupinou kontrolní statisticky významný rozdíl ( $p \leq 0,05$ ). Taktéž jsou statisticky významné ( $p \leq 0,05$ ) rozdíly mezi skupinou experimentální a skupinou kontrolní ve výsledcích kvantitativního hodnocení druhého vyšetření stojí na jedné dolní končetině a testu dosažení vpřed s nataženými horními končetinami ve stoji.

Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky (SD) kvantitativního hodnocení vybraných klinických testů z Pediatric Balance Scale druhého měření obou skupin jsou uvedeny v Tabulce 8.

**Tabulka 8. Porovnání kvantitativního hodnocení klinických testů druhého vyšetření mezi experimentální skupinou a kontrolní skupinou (Mann-Whitneyův U test)**

Parametr	Experimentální skupina		Kontrolní skupina		p
	Průměr	SD	Průměr	SD	
Stoj v tandemu [s]	30	0	25,63	5,045	0,007*
Stoj na 1DK [s]	10	0	8	1,897	0,003*
Dosah vpřed [cm]	30,94	4,008	24,38	5,737	0,000*

*Vysvětlivky:* 1 DK – jedna dolní končetina; Průměr – průměr hodnot druhého měření všech probandů dané skupiny; SD – směrodatná odchylka; statisticky významné hodnoty\*  $p \leq 0,05$

- b) Porovnání výsledků kvalitativního hodnocení vybraných klinických testů druhého měření mezi skupinou experimentální a skupinou kontrolní vybraného souboru

Mezi výsledky kvalitativního hodnocení druhého měření stoje v tandemu je mezi skupinou experimentální a skupinou kontrolní statisticky významný rozdíl ( $p \leq 0,05$ ). Taktéž jsou statisticky významné ( $p \leq 0,05$ ) rozdíly výsledků kvalitativního hodnocení druhého vyšetření stoje na jedné dolní končetině a testu dosažení vpřed s nataženými horními končetinami ve stoji mezi skupinou experimentální a skupinou kontrolní.

Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky (SD) kvalitativního hodnocení vybraných klinických testů z Pediatric Balance Scale druhého měření obou skupin jsou uvedeny v Tabulce 9.

**Tabulka 9. Porovnání kvalitativního bodového hodnocení klinických testů druhého vyšetření mezi experimentální skupinou a kontrolní skupinou (Mann-Whitneyův U test)**

Parametr	Experimentální skupina		Kontrolní skupina		p
	Průměr	SD	Průměr	SD	
Stoj v tandemu [b]	4	0	3,13	0,719	0,007*
Stoj na 1DK [b]	4	0	3,38	0,5	0,003*
Dosah vpřed [b]	4	0	3,44	0,512	0,007*

*Vysvětlivky:* 1 DK – jedna dolní končetina; Průměr – průměr hodnot druhého měření všech probandů dané skupiny; SD – směrodatná odchylka; statisticky významné hodnoty\*  $p \leq 0,05$

## 6.6 Výzkumná otázka č. 6

*Jaké jsou rozdíly ve výsledcích vyšetření stoje na balanční pomůcce Gym Top USB Professional druhého vyšetření mezi experimentální skupinou a kontrolní skupinou vybraného souboru?*

Tato výzkumná otázka se zaměřuje na hodnocení korigovaného stoje probandů na balanční plošině Gym Top USB Professional. Druhé měření obou skupin proběhlo po ukončení posturálního tréninku experimentální skupiny. K porovnání dat obou skupin byl použit Mann-Whitneyův U test.

Mezi korigovaným stojem na balanční plošině Gym Top USB Professional druhého měření skupiny experimentální a skupiny kontrolní je staticky významný rozdíl ( $p \leq 0,05$ ) v parametru maximální úhlová rychlost balanční plošiny (Max v), náklon balanční plošiny v mediolaterálním směru (A.l.r.) a směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru (S.D.f.b.). U zbývajících parametrů neexistují žádné statisticky významné rozdíly druhého měření mezi skupinou experimentální a skupinou kontrolní.

Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky (SD) jednotlivých parametrů druhého měření obou skupin jsou uvedeny v Tabulce 10.

**Tabulka 10. Porovnání výsledků vyšetření stoje na balanční pomůcce Gym Top USB Professional druhého měření mezi experimentální skupinou a kontrolní skupinou vybraného souboru (Mann-Whitneyův U test)**

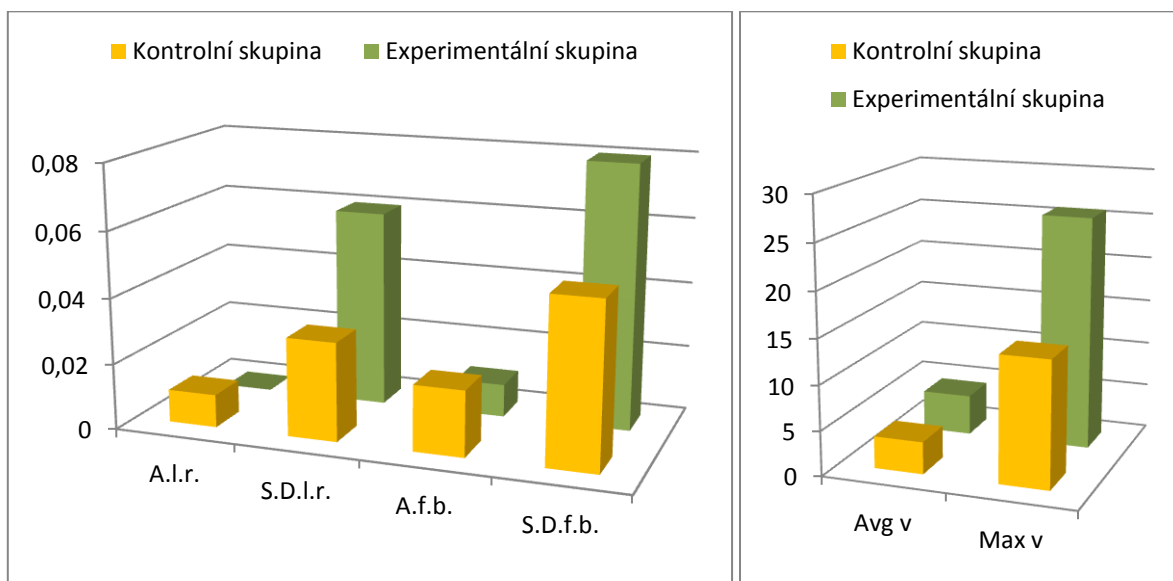
Parametr	Experimentální skupina		Kontrolní skupina		p
	Průměr	SD	Průměr	SD	
Avg v [°/s]	4,47	2,317	3,57	0,847	0,376
Max v [°/s]	25,88	14,418	14	5,583	0,025*
A.l.r. [°]	0	0,015	0,01	0,02	0,015*
S.D.l.r. [°]	0,06	0,038	0,03	0,016	0,094
A.f.b. [°]	0,01	0,032	0,02	0,02	0,309
S.D.f.b. [°]	0,08	0,046	0,05	0,018	0,030*

*Vysvětlivky:* Průměr – průměr hodnot všech probandů experimentální skupiny; SD – směrodatná odchylka; Avg v [°/s] – průměrná úhlová rychlost balanční plošiny v jednotce stupeň za sekundu; Max v [°/s] – maximální úhlová rychlost náklonu balanční plošiny v jednotce stupeň za sekundu; A.l.r. [°] – průměr náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru v jednotce stupeň; S.D.l.r. [°] – směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru v jednotce stupeň; A.f.b. [°] – průměr náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru v jednotce stupeň; S.D.f.b. [°] – směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru v jednotce stupeň; statisticky významné hodnoty\*  $p \leq 0,05$

Přestože neexistuje statisticky významný rozdíl mezi experimentální skupinou a kontrolní skupinou v parametru A.f.b., tj. průměru náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru, pozorujeme u experimentální skupiny výrazně nižší hodnotu tohoto parametru. Výrazně vyšší hodnotu nacházíme u experimentální skupiny v parametru S.D.l.r., tj. směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru. U experimentální skupiny je mírně vyšší hodnota parametru průměrná úhlová rychlost balanční plošiny (Avg v) než u skupiny kontrolní.

Grafické znázornění měřených parametrů je uvedeno níže (Obrázek 12).

**Obrázek 12. Rozdíly ve výsledcích druhého měření vyšetření stoje na balanční pomůcce Gym Top USB Professional mezi experimentální a kontrolní skupinou**



*Vysvětlivky:* A.l.r. – průměr náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru v jednotce stupeň [°]; S.D.l.r. – směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru v jednotce stupeň [°]; A.f.b. – průměr náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru v jednotce stupeň [°]; S.D.f.b. – směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru v jednotce stupeň [°]; Avg v – průměrná úhlová rychlost balanční plošiny v jednotce stupeň za sekundu [°/s]; Max v – maximální úhlová rychlost náklonu balanční plošiny v jednotce stupeň za sekundu [°/s]

Lidský posturální kontrolní systém je komplexní. Zahrnuje senzory integraci somatosenzorického, vizuálního, vestibulárního a nervového systému, stejně tak senzomotorické odpovědi koordinované a adekvátně naladěné na úkol, životní prostředí a biomechanické omezení (Stambolieva, Marinov, Kolev & Gatev, 2012). Posturální funkce zabezpečují kontrolu polohy těžiště těla nad opěrnou bází proti pádu jedince a umožňují mu dosáhnout specifických funkčních úkolů.

Senzorický systém se v průběhu života vyvíjí nerovnoměrně. Nejprve vyzářává proprioceptivní systém okolo tří, respektive čtyř let života (Steindl et al., 2006). Zrakový systém se u dívek vyvíjí dříve, okolo devíti či deseti let bývá rozdíl mezi pohlavím významný (Steindl et al.). U chlapců dozrává až okolo jedenáctého roku života. Vestibulární systém se vyvíjí u dívek také dříve, přičemž největší rozdíl mezi pohlavím je v devíti a třinácti letech (Steindl et al.). Mladší děti preferují vizuální kontrolu stability, kdežto u dospívajících převládá kontrola somatosenzorickým systémem (Ferber-Viart et al., 2007).

Bipední stoj se vyvíjí již od jedenáctého měsíce života, přičemž je jeho stabilita podněcována tzv. supra-posturálními úkoly, které vyžadují zaujetí kojence a současně právě udržení stability ve stoji (Claxton et al., 2013).

Blanchet, Marchand a Cadoret (2012) ve své studii dokazují, že u dětí ve věku od sedmi do deseti let nejsou neuromuskulární odpovědi dost vyzářené, aby působily proti velkým destabilizačním silám. Oproti dospělým jedincům děti tohoto věku více zatěžují zadní část dolních končetin a jejich váha těla je posunuta vzad. Pokud pak dojde k porušení jejich stability, nadměrně zapojují svaly lýtka a bérce oproti dospělým jedincům (Blanchet et al.).

Stoj s otevřenými či zavřenými očima je v deseti letech věku stabilnější u děvčat než u chlapců, přičemž rozdíl mezi těmito stoji je u obou pohlaví téměř nulový (Stambolieva et al., 2012). Taktéž stoj na nestabilní ploše je u děvčat ve věkovém rozmezí od osmi let do dvanácti let stabilnější než u chlapců stejného věku (Smith, Ulmer & Wong, 2012). Je tomu například proto, že chlapci bývají během vyšetření posturálních funkcí méně motivováni, méně pozorní a více rozrušení. Dívky ve věku zhruba jedenácti let mají senzory systém vyvinutý dříve než chlapci. V pozdějším věku však tyto rozdíly vymizí (Steindl et al., 2006).

Posturální funkce vykazují v průběhu dospívání od pěti let do šestnácti let života rozdílný vývoj. Největší rozvoj stoje na pevné podložce s otevřenýma očima probíhá v sedmi letech, největší rozvoj stoje na pevné podložce se zavřenýma očima v devíti letech (Steindl et al. 2006). Stoj na balanční podložce se také v průběhu dospívání vyvíjí a největšího rozvoje dosahuje v patnácti a šestnácti letech života (Steindl et al.).

Ze studie od autorů Hsu, Kuan a Zoung (2009) však vyplývá, že je statická rovnováha vyvinuta již ve věku dvanácti let. Jejich závěr potvrzuje vyšetření dětí ve věku od tří do dvanácti let na stabilometrické plošině, které absolvovaly nejen stoj na pevné podložce s otevřenýma a zavřenýma očima, ale také na pěnové podložce. Výsledky měření byly porovnávány se skupinou dospělých probandů, která také podstoupila posturografické vyšetření.

Taktéž ale probíhá odlišně i vývoj dynamické rovnováhy, která dozrává až okolo dvacátého roku života. Přestože dítě v deseti letech vykazuje vyšší posturální stabilitu při vykonávání určitého manuálního úkolu ve stoji než dítě v sedmi letech, není jeho provedení identické jako u dospělého jedince ve dvaceti letech (Haddad et al., 2013). Zároveň je ve všech věkových kategoriích dynamická rovnováha lepší při vykonávání jednoduchého úkolu než při vykonávání precizního manuálního úkolu (Haddad et al.).

Schärli, Langeberg, Murer a Müller (2012) provedli výzkum týkající se vlivu změny pohledu z jednoho bodu na druhý na posturální stabilitu ve stoji u dětí a dospívajících. Došli k závěru, že je nižší posturální stabilita u dětí ve věku pěti let způsobena nejen vysoko položeným těžištěm těla, nízkou kvalitou proprioceptivní a vestibulární zpětné vazby při pohybu hlavy, ale také vysokým rozsahem pohybu hlavy dětí v tomto věku oproti dětem v jedenácti letech a dospívajícími (Schärli et al.). Nevýhodou je tak i malá schopnost difference pohybu očí a pohybu hlavy u tak malých dětí.

Vyšetřením testu dosažení vpřed nataženými horními končetinami ve stoji se zabývali ve svém výzkumu Streepey a Angulo-Kinzler (2002). V této studii se testoval nejen dosah vpřed, ale i do strany, zároveň se testoval dosah bez a s flexí v kyčelních kloubech. Současně byl sledován rozdíl ve výsledcích dynamické rovnováhy mezi dětmi ve věku šesti let, dětmi ve věku deseti a jedenácti let a dospělými probandy. Dosah horními končetinami bez flexe v kyčelních kloubech byl do všech směrů téměř stejný, kdežto s flexí v kyčelních kloubech byl největší ve směru dosahu vpřed (Streepey & Angulo-Kinzler). U dospělých probandů byl dosah vpřed větší než u dětí obou věkových skupin (Streepey & Angulo-Kinzler).

Většina provedených výzkumů ohledně vlivu posturálního tréninku na balanční schopnosti dětí je zaměřena na děti s poruchou motorického vývoje, tj. na děti s centrální koordinační poruchou nebo dětskou mozkovou obrnou (DMO).

Posturálním tréninkem u dětí ve školním věku s DMO se zabývali Shymway-Cook, Hutchinson, Kartin, Price a Woollacott (2003). Trénink probíhal na silové plošině, která se pohybovala v anteroposteriorním směru, v průběhu po sobě následujících pěti dnů. Efekt intenzivního posturálního tréninku spočíval ve zlepšení posturálních reakcí probandů (Shumway-Cook et al.), přičemž u každého z nich měl jiný efekt na změny specifických nervových faktorů podílejících se na udržování rovnováhy (Woollacott et al., 2005).

Naopak Ramstrand a Lyngegård (2012) ve svém výzkumu nedošli k závěru, že by měl posturální trénink pomoci balanční plošiny Wii, která využívá vizuální zpětné vazby, jakýkoli efekt na děti a dospívající s DMO. Výsledky mohou být dány jinou délkou denního cvičení a celkového tréninku oproti předchozí studii autorů Shumway-Cook et al (2003). Za výsledky může být odpovědná i frekvence cvičení, nebo také fakt, že balanční plošina Wii je nepohyblivá. Rozdílnost těchto dvou studií spočívá také ve využití vizuální zpětné vazby, která je využita při cvičení na balanční plošině Wii, kdežto Shymway-Cook et al. zpětnou vazbu během tréninku vyloučil.

Andrysek et al. (2012) ve svém výzkumu použili pro čtyřtýdenní domácí posturální trénink u dětí a dospívajících ve věku od osmi do osmnácti let s transfemorální amputací jedné dolní končetiny balanční plošinu Wii. Před a po terapii proběhlo měření balančních schopností probandů, které autoři srovnávali s výsledky balančních testů zdravé populace. Po intervenci došlo k významnému zlepšení rovnováhy probandů oproti prvnímu měření, která byla hodnocena podle pohybu jejich COP ve stoji (Andrysek et al.). Zároveň se výsledky probandů druhého měření vyrovnaly výsledkům vyšetření zdravé populace (Andrysek et al.).

Balanční plošinu Wii do posturálního tréninku dětí prvního stupně základní školy zařadili také Mombarg, Jelsma a Hartman (2013). Do souboru byly zařazeny děti se špatným motorickým projevem. Po šestitýdenním balančním tréninku dosáhly děti zlepšení jak ve statické rovnováze, tak v dynamické. V porovnání s kontrolní skupinou dosáhly taktéž lepších výsledků druhého vyšetření. Jelsma, Geuze, Mombarg a Smits-Engelsman (2014) došli ke stejným závěrům ve výzkumu, kde byli děti od šesti do dvanácti let rozděleni na skupinu zahrnující děti s centrální koordinační poruchou, na skupinu s dětmi vyznačujícími



se poruchou balančních schopností a na skupinu zdravých dětí, přičemž posturální trénink intervenční skupiny na balanční plošině Wii trval šest týdnů.

Ke zlepšení balančních schopností a motorických dovedností může sloužit také trénink pomocí trampolíny, jak to dokázal ve svém výzkumu Giagazoglou et al. (2013). U dětí ve věkovém rozmezí od osmi do deseti let s poruchou inteligence došlo po dvanáctitýdenním tréninku na trampolíně ke zlepšení statické rovnováhy během stoje s otevřenýma i zavřenýma očima a během stoje na jedné dolní končetině (Giagazoglou et al.).

V dnešní době existuje málo studií zabývajících se efektem posturálního tréninku na balanční schopnosti zdravých dětí. Jednou z nich je studie autorů Granacher, Muehlbauer, Maestrini, Zahner a Gollhofer (2011), kteří ve svém výzkumu zaměřeném na ovlivnění rovnováhy a síly pomocí balančního tréninku došli k závěru, že samotný balanční trénink u dětí prvních tříd základních škol výrazně neovlivňuje jejich rovnováhu a silové schopnosti. Autoři doporučují kombinovat balanční trénink s jinými prvky tréninku v rámci tělesné výchovy.

Rozdíly ve výsledcích všech výzkumů týkajících se vlivu posturálního tréninku na balanční schopnosti dětí mohou být způsobené zvolenými vyšetřovacími metodami. Autoři volí různé měřicí přístupy: měření polohy COP, různé testovací baterie a dotazníky.

V této diplomové práci byla k posturálnímu tréninku využita kulatá balanční plošina Gym Top USB Professional. Její použití pro senzomotorický trénink má mnoho výhod, například využití audiovizuální zpětné vazby. U dětí je tato zpětná vazba významnou složkou posturálního tréninku (Ferber-Viart et al., 2007). Přestože již existují atraktivnější videohry využívající balanční plošiny a audiovizuální zpětnou vazbu, vidím výhodu Gym Top USB Professional i v možnosti využití během hodin tělesné výchovy pro nenáročnost na prostor během cvičení na této pomůcce. K tréninku je zapotřebí balanční plošina a notebook, cvičení jsou jednoduchá.

Na druhou stranu jsou s jejím využíváním spojené i nevýhody. Jednou z nich je nutnost umístění pomůcky na protiskluzovou podložku. Přestože tato podmínka byla během tréninku dodržena, docházelo při některých cvičeních k jejímu otáčení, což velmi znesnadňovalo plnění daného úkolu a narušovalo plynulost tréninku. Kvůli vysokému riziku pádu a poranění cvičícího bych však přece jen doporučila jiné videohry, například balanční plošinu Wii se systémem Wii Fit od výrobce Nintendo. Je na pováženou, zda je vhodné podporovat a prosazovat tuto formu posturálního tréninku před běžnými hodinami tělesné výchovy

z důvodu nutnosti použití monitoru, do kterého se děti dívají i v rámci jiných školních předmětů a mimoškolních aktivit a dochází tak k přílišnému namáhání očí.

Posturální trénink experimentální skupiny probíhal během hodin tělesné výchovy v oddělené místnosti pro udržení pozornosti během cvičení. Probandi tedy absolvovali nejen senzomotorický trénink, ale zároveň i jiné aktivity v rámci tělesné výchovy rozvíjející jejich další motorické schopnosti a dovednosti. Kontrolní skupina probandů také absolvovala hodiny tělesné výchovy, avšak bez posturálního tréninku.

## 7.1 Diskuse k výzkumné otázce č. 1

V rámci této výzkumné otázky byly porovnávány výsledky prvního a druhého měření tří vybraných klinických testů z Pediatric Balance Scale. První měření proběhlo na začátku intervence na konci ledna 2014 během tělesné výchovy. Druhé měření bylo provedeno po ukončení posturálního tréninku experimentální skupiny na konci února 2014 během tělesné výchovy. Probandi byli vyšetřeni ve cvičebním úboru naboso v oddělené místnosti za přítomnosti jednoho terapeuta. U dětí vybraného souboru nebyla známa žádná vážná motorická porucha.

Úroveň statické rovnováhy probandů byla testována pomocí stoje v tandemu a stoje na jedné dolní končetině. Oba testy byly hodnoceny kvantitativně v sekundách a kvalitativně v bodech (Franjoine et al., 2003). Úroveň dynamické rovnováhy byla testována pomocí testu dosah vpřed nataženými horními končetinami ve stoji a hodnocena byla kvantitativně v centimetrech a kvalitativně v bodech (Franjoine et al.).

Experimentální skupina po absolvovaném posturálním tréninku dosáhla během druhého měření balančních schopností lepších výsledků než během měření prvního. Největšího rozvoje dosáhli probandi ve stoji v tandemu. Dále se zlepšili ve stoji na jedné dolní končetině. Nejmenšího rozdílu ve výsledcích prvního a druhého měření dosáhli v testu dosah vpřed nataženými horními končetinami.

Toto pořadí může být dáno skladbou vybraných cvičení. Probandi během tréninku na balanční plošině ve stoji plynule přesouvali své COG vpřed, vzad a do stran bez flexe v kyčelních kloubech jako to vyžaduje právě test dosažení vpřed (Streepey & Angulo-Kinzler, 2002).

Ve druhém měření dosáhli probandi experimentální skupiny plného počtu bodů, což poukazuje na výborné zlepšení jejich balančních schopností. Nejen že se probandi zlepšili v kvantitativním hodnocení testů, ale také v kvalitě jejich provedení.

## 7.2 Diskuse k výzkumné otázce č. 2

Tato výzkumná otázka se zabývá rozdílem mezi výsledky prvního a druhého měření experimentální skupiny na balanční plošině Gym Top USB Professional. Pro měření byl zvolen diagnostický režim cvičení číslo 13, který hodnotí schopnost udržování rovnováhy ve stoji na kulaté balanční plošině.

Mezi výsledky prvního a druhého měření nebyl žádný statisticky významný rozdíl. Příčinou může být nízká frekvence posturálního tréninku, doba trvání jednotlivých cvičení a doba trvání posturálního tréninku, tzn. posturální trénink probíhající pouze dvakrát týdně po dobu tří týdnů. Ve studiích týkajících se efektu posturálního tréninku na balančních plošinách je volena delší doba trvání tréninku, tj. čtyři až šest týdnů, frekvence tréninku a délka trvání cvičení je taktéž vyšší, tj. alespoň třikrát týdně po dobu minimálně 20 minut (Jelsma et al., 2014; Mombarg et al., 2013; Andrysek et al., 2012). Každé cvičení bylo během posturálního tréninku opakováno pouze dvakrát, což může být další příčinou těchto výsledků. Důležitým faktorem také je, že se jednalo o probandy bez žádného vážného motorického postižení.

Přesto došlo ve druhém měření experimentální skupiny k významnému snížení hodnoty A.l.r., tj. průměru náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru. Ke snížení hodnoty ve druhém měření došlo i v parametru A.f.b., tj. průměru náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru. Toto zlepšení výsledků měření na balanční plošině může být dáno právě absolvovaným posturálním tréninkem na této pomůcce.

Podle výsledků klinických testů došlo k významnému zlepšení posturálních funkcí probandů experimentální skupiny. Výsledky testování na balanční plošině však takovéto významné rozdíly nepotvrzují. Příčinou může být fakt, že k dozrávání posturálních funkcí zajišťujících rovnováhu na balanční plošině dochází až v pozdějším věku okolo patnácti či šestnácti let (Steindl et al., 2006).

Děti preferují vizuální kontrolu posturálních funkcí nad kontrolou somatosenzorickým systémem (Ferber-Viart et al., 2007). Na základě tohoto tvrzení je možné dojít k závěru, že posturální trénink na balanční plošině Gym Top USB Professional s využitím audiovizuální zpětné vazby vede ke zlepšení udržování rovnováhy na této pomůcce.

### 7.3 Diskuse k výzkumné otázce č. 3

První a druhé měření posturálních funkcí kontrolní skupiny proběhlo současně s měřením skupiny experimentální. U probandů vybraného souboru nebyla předem známá žádná závažná motorická porucha. Kontrolní skupina absolvovala hodiny tělesné výchovy současně s probandy experimentální skupiny. Do posturálního tréninku však zařazena nebyla.

Statisticky významný rozdíl mezi výsledky kvantitativního hodnocení prvního a druhého měření byl u testu stoje v tandemu a testu stoje na jedné dolní končetině. Tento výsledek ukazuje, že děti školního věku nemusí nutně absolvovat posturální trénink, aby došlo ke zlepšení jejich statické rovnováhy. K rozvoji této schopnosti dochází v průběhu vývoje a podle Hsu et al. (2009) je plně vyvinuta až ve dvanácti letech života.

Mezi prvním a druhým měřením testu dosahu vpřed nataženými horními končetinami není statisticky významný rozdíl. Přesto došlo během druhého měření k mírnému zlepšení probandů jak v kvalitativním hodnocení, tak v kvantitativním hodnocení. Toto nepatrné zlepšení opět poukazuje na fakt, že se rovnováha v dětství neustále vyvíjí. Podle Haddaha et al. (2013) je dynamická rovnováha plně vyvinuta až ve dvaceti letech života.

Statisticky významný rozdíl kvalitativního hodnocení mezi prvním a druhým měření kontrolní skupiny je však pouze u testu stoje na jedné dolní končetině. Tento výsledek vyplývá ze stanoveného bodového hodnocení (Franjoine et al., 2003).

Mezi výsledky prvního, ani druhého měření se mezi dívkami a chlapci nenacházel statisticky významný rozdíl. Dívky a stejně tak i chlapci vykazují statisticky významný rozdíl ( $p \leq 0,05$ ) mezi výsledky prvního a druhého měření stoje v tandemu.

Ne všichni probandi dosáhli během druhého měření takového kvantitativního a kvalitativního zlepšení při provádění testů, aby dosáhli plného počtu bodů. Podle výše

uvedených autorů lze však u kontrolní skupiny očekávat postupné zlepšování statických i dynamických balančních schopností.

#### 7.4 Diskuse k výzkumné otázce č. 4

Tato výzkumná otázka se zabývá rozdílem mezi výsledky prvního a druhého měření kontrolní skupiny na balanční plošině Gym Top USB Professional. Pro měření byl zvolen diagnostický režim cvičení číslo 13, který hodnotí schopnost udržování rovnováhy ve stoji na kulaté balanční plošině.

Mezi výsledky prvního a druhého měření klinických testů se nenacházejí žádné statisticky významné rozdíly v parametrech průměru náklonu balanční plošiny v mediolaterálním či anteroposteriorním směru. Statisticky významný rozdíl vykazuje porovnání výsledků prvního a druhého měření parametr S.D.l.r., tj. směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru. Ve druhém měření došlo ke snížení hodnoty parametru A.l.r., tj. průměr náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru, avšak není statisticky významné.

Z těchto údajů vyplývá, že v době mezi prvním a druhým vyšetřením kontrolní skupiny nedošlo k významnému zlepšení posturálních funkcí zajišťujících udržování rovnováhy na balanční plošině Gym Top USB Professional. K rozvoji rovnovážných schopností na balanční plošině dochází zejména v období patnácti a šestnácti let života (Steindl et al., 2006), tudíž není chybou, že kontrolní skupina nevykazuje během druhého vyšetření na pomůcce statisticky významné zlepšení.

#### 7.5 Diskuse k výzkumné otázce č. 5

V rámci této výzkumné otázky byly porovnávány výsledky hodnocení klinických testů druhého měření mezi skupinou experimentální a skupinou kontrolní, přičemž ve výsledcích prvního měření se rozdíl nevyskytoval a probandi obou skupin se v balančních schopnostech nelišili. Také se mezi skupinami nevyskytoval žádný rozdíl v psychomotorickém vývoji a v míře mimoškolních pohybových aktivit. Všichni probandi absolvovali hodiny tělesné

výchovy, experimentální skupina absolvovala navíc posturální trénink na balanční plošině Gym Top USB Professional.

Ve všech klinických testech dosáhli probandi experimentální skupiny po ukončeném posturálním tréninku na balanční plošině Gym Top USB Professional lepších výsledků než probandi skupiny kontrolní. Všichni probandi experimentální skupiny dosáhli během druhého vyšetření u všech klinických testů plného počtu bodů, což znamená, že byli schopni splnit daný úkol po stanovenou dobu v požadované kvalitě provedení.

Největší rozdíl ve výsledcích mezi skupinami vykazuje test dosahu vpřed nataženými horními končetinami ve stoji. Příčinou je fakt, že u probandů kontrolní skupiny nedošlo k významnému zlepšení ve výsledcích tohoto testu na rozdíl od experimentální skupiny probandů, u které je rozdíl mezi výsledky prvního a druhého měření statisticky významný.

Druhý největší rozdíl je ve výsledcích kvantitativního hodnocení stoje na jedné dolní končetině. Příčinou může být fakt, že i ti probandi experimentální skupiny, kteří v prvním měření dosáhli velmi nízkého bodového hodnocení a neudrželi rovnováhu po dobu delší jak 5 sekund, byli schopni stoj na jedné dolní končetině udržet po dobu 10 sekund v požadované kvalitě bez zapojení horních končetin či opření elevované dolní končetiny o stojnou dolní končetinu. Přestože u probandů kontrolní skupiny došlo taktéž ke zlepšení stoje na jedné dolní končetině, nedosáhli tak významného pokroku jako probandi experimentální skupiny.

Taktéž je statisticky významný rozdíl mezi skupinami ve výsledcích druhého měření stoje v tandemu. Přestože se obě skupiny probandů v tomto testu zlepšily nejvíce, nedosáhli všichni probandi kontrolní skupiny ve druhém měření plného počtu bodů. Naopak všichni probandi experimentální skupiny byli schopni stoj v tandemu vykonat v požadované kvalitě po dobu 30 sekund.

V rámci kvalitativního hodnocení výsledků druhého měření klinických testů se skupina experimentální také významně zlepšila oproti skupině kontrolní. V tomto opět největšího rozdílu dosáhli probandi experimentální skupiny ve stoji na jedné dolní končetině. Většina probandů kontrolní skupiny nedosáhla bodového ve zlepšení v rámci druhého měření klinických testů, kdežto u experimentální skupiny všichni probandi dosáhli plného počtu bodů.

## 7. 6 Diskuse k výzkumné otázce č. 6

V rámci této výzkumné otázky jsou porovnávány výsledky druhého měření na balanční plošině Gym Top USB Professional mezi skupinou experimentální, která absolvovala třítydenní posturální trénink na této pomůcce, a skupinou kontrolní.

Výsledky vykazují statisticky významný rozdíl mezi skupinami v parametrech A.l.r. (průměr náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru), S.D.f.b. (směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru) a Max v (maximální úhlová rychlost náklonu balanční plošiny). Rozdíl sledujeme také v parametru A.f.b. (průměr náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru) a v parametru S.D.l.r. (směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru), avšak není statisticky významný.

Zlepšení experimentální skupiny sledujeme v parametrech A.l.r. (statisticky významný rozdíl) a A.f.b., kde vykazují nižší hodnoty v porovnání se skupinou kontrolní. V parametrech S.D.l.r., S.D.f.b. (statisticky významný rozdíl), Avg v a Max v (statisticky významný rozdíl) má experimentální skupina vyšší hodnoty oproti skupině kontrolní. Tudíž není zcela jednoznačné, zda má posturální trénink pozitivní vliv na zlepšení posturální kontroly na balanční plošině Gym Top USB Professional u dětí pátých tříd základní školy.

## 8 ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce bylo zhodnotit vliv posturálního tréninku na balanční pomůcce Gym Top USB Professional na posturální stabilitu u vybraného souboru dětí mladšího školního věku.

Vedlejším cílem bylo porovnání výsledků vybraných klinických testů a vyšetření stoje na balanční plošině Gym Top USB Professional mezi skupinou experimentální a skupinou kontrolní.

Kvantitativně a kvalitativně byly hodnoceny tři testy z Pediatric Balance Scale: stoj v tandemu, stoj na jedné dolní končetině a dosah vpřed nataženými horními končetinami ve stoji. Dále byl hodnocen korigovaný stoj na balanční plošině Gym Top USB Professional pomocí parametrů A.l.r. (průměr náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru), S.D.l.r. (směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v mediolaterálním směru), A.f.b. (průměr náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru), S.D.f.b. (směrodatná odchylka náklonu balanční plošiny v anteroposteriorním směru), Avg v (průměrná úhlová rychlost náklonu balanční plošiny) a Max v (maximální úhlová rychlost náklonu balanční plošiny). K měření byl vybrán diagnostický režim cvičení číslo 13. První hodnocení proběhlo před zahájením posturálního tréninku experimentální skupiny a druhé měření následovalo po jeho skončení.

Výzkumný soubor tvořilo 32 dětí pátých tříd základní školy, které byly náhodně rozděleny na skupinu experimentální a na skupinu kontrolní. Probandi experimentální skupiny absolvovali posturální trénink na balanční plošině Gym Top USB Professional dvakrát týdně po dobu tří po sobě následujících týdnů během hodin tělesné výchovy.

U experimentální došlo po posturálním tréninku na balanční plošině Gym Top USB Professional ke statisticky významnému zlepšení ve výsledcích druhého měření vybraných klinických testů z Pediatric Balance Scale. Částečně také došlo ke statisticky významnému zlepšení u kontrolní skupiny, a to ve stoji v tandemu a ve stoji na jedné dolní končetině. Většina parametrů z vyšetření na Gym Top USB Professional nevykazuje statisticky významné rozdíly mezi prvním a druhým měřením jak experimentální, tak kontrolní skupiny.

Limitem diplomové práce je nízký počet probandů výzkumného souboru, krátká doba trvání posturálního tréninku, nízká frekvence cvičení a taktéž krátká doba trvání cvičení.



## 9 SOUHRN

Diplomová práce hodnotí vliv posturálního tréninku na balanční plošinu Gym Top USB Professional na posturální stabilitu dětí pátých tříd základní školy pomocí tří vybraných klinických testů z Pediatric Balance Scale a vybraných parametrů z měření na této balanční pomůcce. Dále hodnotí rozdíl v posturálních schopnostech mezi dětmi absolvujícími posturální trénink a dětmi, které se tréninku neúčastnily.

Z klinických testů Pediatric Balance Scale byl vybrán stoj v tandemu, stoj na jedné dolní končetině a dosah vpřed nataženými horními končetinami ve stoji. Provedení těchto testů bylo hodnoceno jak kvantitativně, tak kvalitativně. Z vyšetření na balanční pomůcce v diagnostickém režimu cvičení číslo 13 byly vybrány parametry charakterizující náklon balanční plošiny.

Výzkumný soubor tvořilo 32 dětí ve věkovém rozmezí 10–11 let ze Základní školy Npor. Loma Příbor Školní 1510 okres Nový Jičín, příspěvková organizace, u kterých nebyl předem znám žádný vážný motorický deficit. Rozděleny byly náhodně na skupinu experimentální absolvující posturální trénink na balanční pomůcce Gym Top USB Professional dvakrát v týdnu po dobu tří po sobě následujících týdnů a na skupinu kontrolní.

Výsledky opakovaných měření byly porovnány pomocí neparametrického Wilcoxonova párového testu. Výsledky druhého měření mezi skupinami byly porovnávány pomocí nepárového Mann-Whitneyova U testu. Hladina spolehlivosti  $\alpha$  byla stanovena na 0,05.

Rozdíly ve výsledcích prvního a druhého měření vybraných klinických testů z Pediatric Balance Scale a vyšetření stoje na balanční pomůcce Gym Top USB Professional u experimentální skupiny jsou statisticky významné a prokazují pozitivní vliv na rozvoj balančních schopností u těchto dětí. Rozdíly ve výsledcích kvantitativního hodnocení prvního a druhého měření vybraných klinických testů z Pediatric Balance Scale u kontrolní skupiny jsou statisticky významné u stoje v tandemu a u stoje na jedné dolní končetině a potvrzují neustálý vývoj statických rovnovážných schopností. Rozdíly ve druhém měření mezi oběma skupinami jsou statisticky významné a prokazují pozitivní vliv posturálního tréninku na balanční pomůcce na rozvoj statické i dynamické rovnováhy dětí pátých tříd základní školy.

## 10 SUMMARY

The diploma thesis is focused on the issue of postural stability of fifth graders. The aim of the theoretical part was to summarise the findings dealing with psychomotor development of a child since birth to school age and with the issue of postural functions. The work includes a summary of information related to postural training with the use of sensomotor stimulation.

The diploma thesis evaluates the impact of postural training on the balance board Gym Top USB Professional on postural stability of fifth graders by means of three selected clinical tests from Pediatric Balance Scale and selected parameters from measurements on this balance tool. Furthermore, it evaluates the differences between postural skills of the children, who underwent the postural training, and the children, who did not participate in the training.

The clinical tests selected from Pediatric Balance Scale were standing with one foot in front, sanding on one foot and reaching forward with outstretched arm. Performance of these tests was evaluated both quantitatively and qualitatively. Parameters characterising the incline of the balance board were selected from the examination on the balance tool in the diagnostic mode exercise number 13.

The research set consisted of 32 children of 10–11 years of age from the Elementary School Npor. Loma Příbor Školní 1510, district Nový Jičín, public-benefit organisation, who had no previously known serious motoric deficit. The children were randomly divided into the experimental group (13 girls and 3 boys, average age 10.5 years), who underwent postural training on the balance board Gym Top USB Professional two times per week for the period of three consecutive weeks, and the control group (10 girls and 6 boys, average age 10.75 years).

The results of the repeated measurements were compared by means of the non-parametric Wilcoxon matched pairs test. The results of the second measurement between the groups were compared by means of the unpaired Mann-Whitney U test. The confidence level  $\alpha$  was set to 0.05.

The results of the observed clinical tests from Pediatric Balance Scale improved in both groups in the second measurement, however, the experimental group reached statistically significant higher differences in the selected tests from Pediatric Balance Scale as compared with the control group. The results show a positive impact of postural training with the use

of the balance board Gym Top USB Professional on development of balance skills in these children. The results of stance measurement on the tool Gym Top USB Professional in the experimental group did not confirm any statistically significant differences before and after postural training.

## 11 REFERENČNÍ SEZNAM

- Adamovich, S. V., Fluet, G. G., Tunik, E., & Merians, A. S. (2009). Sensorimotor Training in Virtual Reality: A Review. *NeuroRehabilitation*, 25(1), 29–44.
- Andrysek, J., Klejman, S., Steinnagel, B., Torres-Moreno, R., Zabjek, K. F., Salbach, N. M., & Moody, K. (2012). Preliminary Evaluation of a Commercially Available Videogame System as an Adjunct Therapeutic Intervention for Improving Balance Among Children and Adolescents With Lower Limb Amputations. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93, 358–366.
- Aukstakalnis, S., & Blatner, D. (1994). *Reálně o virtuální realitě*. Brno: JOTA.
- Blanchet, M., Marchand, D., & Cadoret, G. (2012). Postural control adjustments during progressive inclination of the support surface in children. *Medical Engineering & Physics*, 34, 1019–1023.
- Claxton, L. J., Haddad, J. M., Ponto, K., Ryu, J. H., & Nexcomer, S. C. (2013). Newly Standing Infants Increase Postural Stability When Performing a Supra-Postural Task. *PLoS ONE*, 8(8), 1–6.
- Cools, W., De Martelaer, K., Samaey, C., & Andries, C. (2008). Movement skill assessment of typically developing preschool children: A review of seven movement skill assessment tools. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8, 154-168.
- Čermák, J., & Strnad, P. (1976). *Tělesná výchova při vadném držení těla*. Praha: Avicenum.
- Dozza, M., Chiari, L., Hlavacka, F., Cappello, A., & Horak, F. B. (2006). Effects of linear versus sigmoid coding of visual or audio biofeedback for the control of upright stance. *Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 14, 505–512.
- Dozza, M., Chiari, L., Peterka, R. J., Wall, C., & Horak, F. B. (2011). What is the most effective type of audio-biofeedback for postural motor learning? *Gait & Posture*, 34(3), 313–319.
- Dvořák, R. (2007). *Základy kinezioterapie*. Olomouc: Univerzita Palackého.

- Ferber-Viart, C., Ionescu, E., Morlet, T., Froehlich, P., & Dubreuil, C. (2007). Balance in healthy individuals assessed with Equitest: Maturation and normative data for children and young adults. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *71*, 1041–1046.
- Franjoine, M. R., Gunther, J. S., & Taylor, M. J. (2003). Pediatric Balance Scale: A Modified Version of the Berg Balance Scale for the School-Age Child with Mild to Moderate Motor Impairment. *Pediatric Physical Therapy*, *15*(2), 114–128.
- Fredericson, M., & Moore, T. (2005). Muscular balance, core stability, and injury prevention for middle- and long-distance runners. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, *16* (3), 669–689.
- Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (1997). *Understanding motor development*. Boston: McGraw-Hill Companies.
- Giagazoglou, P., Kokaridas, D., Sidiropoulou, M., Patsiaouras, A., Karra, Ch., & Neofotistou, K. (2013). Effects of a trampoline exercise intervention on motor performance and balance ability of children with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, *34*, 2701–2707.
- Granacher, U., Muehlbauer, T., Maestrini L., Zahner, L., & Gollhofer, A. (2011). Can Balance Training Promote Balance and Strength in Prepubertal Children? *Journal of Strength and Conditioning Research*, *25*(6), 1759–1766.
- Haddad, J. M., Claxton, L. J., Melzer, D. K., Hamill, J., & van Emmerik, R. E. A. (2013). Developmental Changes in Postural Stability During the Performance of a Precision Manual Task. *Journal of Motor Learning and Development*, *1*, 12–19.
- Hadders-Algra, M., & Carlberg, E. B. (2008). *Postural control: A key issue in developmental disorders*. London: Mac Keith Press.
- Haladová, E. (1997). *Léčebná tělesná výchova*. Brno: IDVPZ.
- Haladová, E., & Nechvátalová, L. (1997). *Výšetřovací metody hybného systému*. Brno: IDVPZ.
- Haywood, K. M., & Getchell, N. (2009). *Life Span Motor Development* (5th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Heffernan, A. (2011). The perfectly balanced body. *Men's Health*, *26*, 142–149.

- Hsu, Y. -S., Kuan, Ch. -Ch., & Zoung, Yi-Ho (2009). Assessing the development of balance function in children using stabilometry. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 73, 737–740.
- Hupperets, M. D. W. Verhagen, E. A. L. M., & van Mechelen, W. (2009). Effect of Sensorimotor Training on Morphological, Neurophysiological and Functional Characteristics of the Ankle. *Sports Medicine*, 39, 591–605.
- Chang, Ch. -H., Pan, W. -W., Tseng, L. -Y., & Stoffregen, L. A. (2012). Postural activity and motion sickness during video game play in children and adults. *Experimental Brain Research*, 217(2), 299–302.
- Jacobs GmbH (2006). *Manual Gym Top USB Professional*. Německo: Haynl-Elektronik GmbH.
- Janda, V., & Vávrová, M. (1992). Senzomotorická stimulace. *Rehabilitácia*, 25, 14–34.
- Jebavý, R., & Zumr, T. (2009). *Posilování s balančními pomůckami*. Praha: Grada Publishing.
- Jelsma, D., Geuze, R. H., Mombarg, R., & Smits-Engelsman, B. C. M. (2014). The impact of Wii Fit intervention on dynamic balance control in children with probable Developmental Coordination Disorder and balance problems. *Human Movement Science*, 33, 404–418.
- Kabelíková, K., & Vávrová, M. (1997). *Cvičení k obnovení a udržování svalové rovnováhy*. Praha: Grada Publishing.
- Kolář, P. et al. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Gelén.
- Kouba, V. (1995). *Motorika dítěte*. České Budějovice: Pedagogická fakulta JU.
- Liebenson, C. (1996). *Rehabilitation of the spine*. Baltimore, MD: Williams & Wilkins.
- Liebenson, C. (2001a). Sensory-Motor Training. *Dynamic Chiropractic*, 19.
- Liebenson, C. (2001b). Sensory-Motor Training, Part II. *Dynamic Chiropractic*, 19.
- Luttgens, K., & Hamilton, N. (1997). *Kinesiology*. Dubuque, IA: McGraw-Hill.
- Mlíka, R., Janura, M., & Mayer, M. (2005). Virtuální realita a rehabilitace. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 3, 112–118.
- Mombarg, R., Jelsma, D., & Hartman, E. (2013). Effect of Wii-intervention on balance of children with poor motor performance. *Research in Developmental Disabilities*, 34, 2996–3003.

- Muchová, M., & Tománková, K. (2009). *Cvičení na balanční plošině*. Praha: Grada Publishing.
- Page, P., Frank, C. C., & Lardner, R. (2010). *Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda approach*. The United States of America: Human Kinetics.
- Papalia, D. E., Olds, A. W., & ferman, R. (2008). *Human Development* (11th ed.). Boston: McGraw-Hill Companies.
- Ramstrand, N., & Lyngnegård, F. (2012). Can balance in children with cerebral palsy improve through use of an activity promoting computer game? *Technology and Health Care*, 20, 501–510.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex.
- Rival, Ch., Ceyte, H., & Olivier, I. (2005). Developmental changes of static standing balance in children. *Neuroscience Letters*, 376, 133–136.
- Shymway-Cook, A., Hutchinson, S., Kartin, D., Price R., & Woollacott, M. (2003). Effect of balance training on recovery of stability in children with cerebral pulsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 45, 591–602.
- Schärli, A. M., van de Langenberg, R., Murer, K., & Müller, R. M. (2012). The influence of gaze behaviour on postural control from early childhood into adulthood. *Gait & Posture*, 36, 78–84.
- Smith, A. W., Ulmer, F. F., & Wong, D. P. (2012). Gender Differences in Posural Stability Among Children. *Journal of Human Kinetics*, 33, 25–32.
- Stambolieva, K., Marinov, E., Kolev, O., & Gatev, P. (2012). Age- and gander-releated changes in the postural stability of healthy children. *Comptes rendus de l'Académie bulgare des sciences*, 65(5), 623–630.
- Steindl, R., Kunz, K., Schrott-Fischer, A., & Scholtz, A. W. (2006). Effect of age and sex on maturation of sensory systems and balance control. *Developmental medicine and child neurology*, 48(6), 477–482.
- Streepey, J. W., & Angulo-Kinzler, R. M. (2002). The role of task difficulty in the control of dynamic balance in children and adults. *Human Movement Science*, 21, 423–438.

- Taube, W., Gruber, M., Beck, S., Faist, M., Gollhofer, A., & Schubert, M. (2007). Cortical and spinal adaptations induced by balance training: correlation between stance stability and corticospinal activation. *Acta Physiologica*, *189*, 347–358.
- Tsauo, J.-Y., & Cheng, P.-F. (2008). The effects of sensorimotor training on knee proprioception and function for patients with knee osteoarthritis: a preliminary report. *Clinical Rehabilitation*, *22*, 448–457.
- Véle, F., Čumpelík, J., & Pavlů, D. (2001). Úvaha nad problémem „stability“ ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, *3*, 103–105.
- Vařeka, I. (2002a). Posturální stabilita (I. Část) terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, *4*, 115–121.
- Vařeka, I. (2002b). Posturální stabilita (II. Část) řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, *4*, 122–129.
- Vařeka, I., & Dvořák, R. (2001). Posturální model řetězení poruch funkce pohybového systému. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, *1*, 33–37.
- Véle, F. (1995). *Kineziologie posturálního systému*. Praha: Karolinum.
- Vojta, V., & Peters, A. (2010). *Vojtův princip*. Praha: Grada publishing.
- Volf, V., & Volfová, H. (1996). *Pediatric pro střední zdravotnické školy*. Praha: Informatorium.
- Woollacott, M., Shumway-Cook, A., Hutchinson, S., Ciol, M., Price, R., & Kartin, D. (2005). Effect of balance training on muscle activity used in recovery of stability in children with cerebral palsy: a pilot study. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *47*, 455–461.
- Zech, A., Hübscher, M., Vogt, L., Banzer, W., Hänsel, F., & Pfeifer, K. (2010). Balance Training for Neuromuscular Control and Performance Enhancement: A Systematic Review. *Journal of Athletic Training*, *4* (4), 392–403.



## 12 PŘÍLOHY

Příloha 1 – Souhlas etické komise

Příloha 2 – Informovaný souhlas rodičů

Příloha 3 – Anamnestický dotazník

Příloha 4 – Tři testy z Pediatric Balance Scale



UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA TĚLESNÉ KULTURY

□ tř. Míru 115, 771 11 Olomouc

### **Žádost o vyjádření**

#### **Etické komise FTK UP**

k projektu diplomové (magisterské) práce, zahrnující lidské účastníky

**Název:** Vliv posturálního tréninku s využitím pomůcky Gym Top USB Professional na posturální stabilitu dětí školního věku

**Forma projektu:** diplomová práce

**Autor** /hlavní řešitel/: Bc. Jana Nenutilová

**Školitel** (v případě studentské práce): Mgr. Dagmar Dupalová, Ph. D.

#### **Vyjádření školitele, vedoucího práce**

Souhlasím s předloženým návrhem. Mgr. Dagmar Dupalová, Ph.D.

#### **Popis projektu** (max. 10 řádků)

Cílem práce je zhodnotit posturální stabilitu a vliv posturálního tréninku na ni u dětí školního věku (10-12 roků) Základní školy Npor. Loma Příbor Školní 1510 okres Nový Jičín, příspěvková organizace. Výzkumu se zúčastní zhruba 25 dětí na základě informovaného souhlasu jejich rodičů. Současně s podpisem souhlasu vyplní krátký anamnestický dotazník, který byl vytvořen autorkou diplomové práce pro účely předloženého projektu. Měření bude provedeno pomocí tří testů podle Pediatric Balance Scale – zkouška stoje na jedné dolní končetině, stoj v tandemu, dosah nataženými horními končetinami vpřed ve stoji. Následně bude provedeno testování stoje na balanční plošině Gym Top USB Professional v diagnostickém režimu. Posturální trénink bude probíhat s využitím balanční plošiny Gym Top USB Professional po dobu tří po sobě následujících týdnů. Nakonec bude opětovně provedeno vyšetření posturální stability.

**Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky:**

Realizace projektu bude probíhat za standardních podmínek v budově školy. Bude zajištěno diskrétní prostředí s přítomností jednoho terapeuta, vyučujícího, vyšetřovaného dítěte a případně jeho rodiče. Bezpečnost dítěte bude během výzkumu zajištěna terapeutem. Dítě bude provádět výzkum ve cvičebním úboru. Pro zhodnocení kvality provedení zkoušek bude pořízen videozáznam. Vyšetření i terapie jsou neinvazivní.

**Etické aspekty výzkumu**

Tento výzkum navazuje na výzkumy z předchozích let a rozšiřuje možnosti hodnocení a tréninku posturální stability u dětí školního věku. Rodiče dětí budou seznámeni s průběhem výzkumu, bude jim umožněna přítomnost během výzkumu a kdykoli budou moci účast dítěte ve výzkumu zrušit. Děti budou v rámci možností dostatečně informovány o výzkumu, jejich případný nesouhlas s účastí bude respektován. Osobní údaje budou zpracovány a následně prezentovány anonymně (bez identifikačních údajů) nebo s výslovným souhlasem účastníků a jejich rodičů.

**Informovaný souhlas pro rodiče a Anamnestický dotazník (příložen)**



Fakulta tělesné kultury  
Univerzity Palackého  
tř. Míru 115  
OLOMOUC

### Vyjádření Etické komise FTK UP

**Složení komise:** Doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph. D. – předsedkyně  
Doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.  
Doc. Mgr. Erik Sigmund, Ph. D.  
Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph. D.  
Mgr. Ondřej Ješina, Ph. D.

Na základě žádosti ze dne 14. 1. 2014 byl projekt diplomové práce autorky  
**Bc. Jany Nenutilové**

s názvem **Vliv posturálního tréninku s využitím pomůcky Gym Top USB Professional na posturální stabilitu dětí školního věku**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: 8 / 2014  
dne: 30. 1. 2014.

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

**Řešitelka projektu splnila podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.**

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

razítko fakulty

## INFORMOVANÝ SOUHLAS RODIČŮ

**Téma diplomové práce:** Vliv posturálního tréninku s využitím pomůcky Gym Top USB Professional na posturální stabilitu dětí školního věku

**Řešitel:** Bc. Jana Nenutilová, Katedra fyzioterapie Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci, V. ročník magisterského studia

Vážení rodiče,

dovolte, abych Vás požádala o souhlas s vyšetřením a cvičením Vašeho dítěte v rámci vypracování mé diplomové práce.

Zabývám se posturálním tréninkem (držení těla při chůzi, ve stoji a v sedu) s využitím balanční plošiny Gym Top USB Professional a jeho vlivem na posturální stabilitu dětí mladšího školního věku. Cílem vyšetření schopnosti udržet rovnováhu je zhodnocení stavu posturální kontroly (držení těla) dítěte. Pro úplnost zohledňuji i okolnosti porodu, časný psychomotorický vývoj a míru aktivit, které dítě vykonává (v přiložené dotazníkové formě). Cílem terapeutického cvičení využívajícího balanční plošinu je zlepšení úrovně posturální kontroly (držení těla) dítěte. Vyšetření i terapie jsou nebolestivé, bezpečné a splňují etické podmínky klinického výzkumu.

Vyšetření zahrnuje provedení tří pohybových úkolů a jedno vyšetření na balanční plošině. Dítě bude vyšetřováno ve cvičebním úboru. Pro zhodnocení kvality provedení bude pořízen videozáznam. Veškeré záznamy týkající se vyšetření jsou považovány za důvěrné a dodržují zásady ochrany informací vyplývající ze Základní listiny práv a svobod a platných zákonů ČR. Záznamy spolu s výsledky budou použity výhradně k vědeckým účelům. Při zpracování a prezentaci získaných dat bude zachována anonymita osobních údajů.

Terapie bude probíhat dvakrát týdně 5–9 minut v průběhu tří týdnů. Po jejím ukončení bude provedeno opět vyšetření rovnováhy. Při provádění výzkumu můžete být přítomni, bez udání důvodu můžete kdykoli ukončit účast Vašeho dítěte a v případě Vašeho zájmu budete seznámeni s výsledky výzkumu.

Jelikož Vaše dítě nemůže být bez Vašeho souhlasu vyšetřeno a zařazeno do výzkumu v rámci mé diplomové práce, prosím Vás tímto o souhlas s účastí Vašeho dítěte ve výzkumu. Předem děkuji za Vaši důvěru.

Zároveň Vás velice prosím o vyplnění dotazníku na druhé straně.

V Olomouci dne 10. 4. 2013

Bc. Jana Nenutilová

Souhlasím se zařazením mého dítěte do výzkumu .....

Podpis rodiče

Souhlasím s vyplněním přiloženého dotazníku .....

Podpis rodiče

## DOTAZNÍK PRO RODIČE

V případě možnosti výběru odpovědi prosím správnou možnost zakroužkujte a údaje vyplňujte hůlkovým písmem.

**Jméno a příjmení dítěte:** .....

**Datum narození:** .....

### Anamnéza:

Potíže v těhotenství:

NE

ANO – Kdy a jaké? .....

### Porod:

Ve kterém týdnu těhotenství? .....

1. a) v termínu                      b) předčasně                      c) po termínu

2. a) císařský řez    b) kleště                      c) vakuum extraktor

Bylo dítě v inkubátoru?

NE

ANO – Jak dlouho? .....

Byla lékařem diagnostikována vývojová porucha kyčelních kloubů?

NE

ANO – V jakém věku? .....

Jaká byla prováděna terapie? .....

**Psychomotorický vývoj:**

Lékařem byl vývoj Vašeho dítěte hodnocen jako:

a) v normě

b) nepamatuji si

c) opoždující se v: 1. řeči  
2. pohyblivosti  
3. v něčem jiném (*doplňte v čem*): .....

d) opoždění zjištěno ve věku .....

e) opoždění ve vývoji se postupně upravilo

zatím NE

ANO spontánně (bez rehabilitace)

ANO s rehabilitací

Co se s dítětem cvičí/cvičilo? .....

.....

.....

Kde? .....

Jak dlouho? .....

**Volnočasové aktivity dítěte:**

Věnuje se dítě nějakému sportu či pohybové aktivitě?

NE

ANO – Jaké? .....

Kolikrát v týdnu? .....

Jak již dlouho? .....



## **TŘI TESTY Z PEDIATRIC BALANCE SCALE**

(Franjoine et al., 2003)

Český překlad viz kapitola 5.3.4.3 Stoj v tandemu, 5.3.4.4 Stoj na jedné dolní končetině, 5.3.4.5. Dosah vpřed nataženými horními končetinami ve stoji.

### **1. Standing Unsupported One Foot In Front**

#### **Instructions**

The child is asked to stand with one foot in front of the other, heel to toe. If the child cannot place feet in a tandem position (directly in front), they should be asked to step forward far enough to allow the heel of one foot to be placed ahead of the toes of the stationary foot. A taped line and/or footprints may be placed on the floor to help the child maintain a stationary foot position. In addition to a visual demonstration, a single physical prompt (assistance with placement) may be given. The child may be engaged in non-stressful conversation to maintain his/her attention span for 30 seconds. Weight lifting and/or equilibrium reactions in the feet are acceptable. Timed trials should be stopped if either foot moves in space (leaves the support surface) and/or upper extremities support is utilized.

#### **Equipment**

A stop watch or watch with a second hand.

A thirty-five centimetres long masking tape line or two footprints placed heel to toe.

#### **Best Of Three Trials**

4 able to place feet tandem independently and hold 30 seconds;

- 3 able to place foot ahead of other independently and hold 30 seconds – the length of the step must exceed the length of the stationary foot and the width of the stance should approximate the subject's normal stride width;
- 2 able to take small step independently and hold 30 seconds or required assistance to place foot in front but can stand for 30 seconds;
- 1 needs help to step but can hold 15 seconds;
- 0 loses balance while stepping or standing.

**Time In Seconds**      \_\_\_\_\_

## **2. Standing On One Leg**

### **Instructions**

The child is asked to stand on one leg for as long as he/she is able to without holding on. If necessary the child can be instructed to maintain his/her arms (hands) on his/her hips (waist). A taped line or footprints may be placed on the floor to help the child maintain a stationary foot position. Weight lifting and/or equilibrium reactions in the feet are acceptable. Timed trials should be stopped if the weight-bearing foot moves in space (leaves the support surface), the up limb touches the opposite leg or the support surface and/or upper extremities are utilized for support.

### **Equipment**

A stop watch or watt with a second hand.

### **Best Of Three Trials**

- 4 able to lift leg independently and hold 10 seconds;
- 3 able to lift leg independently and hold 5 to 9 seconds;
- 2 able to lift leg independently and hold 3 to 4 seconds;
- 1 tries to lift leg; unable to hold 3 seconds but remains standing;

0 unable to try or needs assist to prevent fall.

**Time In Seconds** \_\_\_\_\_

### **3. Reaching Forward With Outstretched Arm While Standing**

#### **Instructions**

A yardstick affixed to a wall via Velcro strips will be used as the measuring tool. A taped line and/or footprints are used to maintain a stationary foot position. The child will be asked to reach as far forward without falling, and without stepping over the line. The MCP joint of the child's fisted hand will be used as the anatomical reference point for measurements. Assistance may be given to initially position the child's arm at 90 degrees. Support may not be provided during the reaching process. If 90 degrees of shoulder flexion cannot be obtained, then this item should be omitted.

The child is asked to lift his/her arm up like this. „Stretch out your fingers, make a fist and reach forward as far as you can without moving your feet.“

#### **Equipment**

A yardstick or ruler.

A level.

#### **Best Of Three Trials**

- 4 can reach forward confidently > 25 cm;
- 3 can reach forward safely > 12 cm;
- 2 can reach forward safely > 5 cm;
- 1 reaches forward but needs supervisit (spotting);
- 0 loses balance while trying, requires external support.

**Reach In Centimetres** \_\_\_\_\_