

**Univerzita Karlova**

**1. lékařská fakulta**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Fyzioterapie



**Veronika Macelová**

**Parametry motorického učení u zdravých mladých žen ve věku 18-35 let**

Parameters of motor learning in group of healthy young women aged 18-35  
years

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: MUDr. Karla Kotková

Praha, rok 2020

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěla bych poděkovat především vedoucí bakalářské práce, paní MUDr, Karle Kotkové za vedení, cenné poznámky, věnovaný čas a trpělivost.

Dále bych ráda poděkovala doc. Vladimíru Rogalewiczovi, CSc. za odborné konzultace a cenné rady. Současně musím poděkovat všem dobrovolnicím za jejich ochotu a trpělivost během naší společné spolupráce.

## **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem řádně uvedla a citovala všechny použité literární zdroje. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 30. 04. 2020

Veronika Macelová

## **IDENTIFIKAČNÍ ZÁZNAM**

MACELOVÁ, Veronika. *Parametry motorického učení u zdravých mladých žen ve věku 18- 35 let. [Parametres of motor learning in group of healthy young women aged 18-35 years]*. Praha, 2020. 56 s., 2 přílohy. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, Klinika rehabilitačního lékařství. Vedoucí bakalářské práce Karla Kotková.

# **ABSTRAKT BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

**Jméno, příjmení:** Veronika Macelová

**Vedoucí práce:** MUDr. Karla Kotková

**Název bakalářské práce:** Parametry motorického učení u zdravých mladých žen ve věku 18- 35 let

## **Abstrakt bakalářské práce:**

Tato bakalářská práce pojednává o problematice motorického učení. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část popisuje základní informace o motorickém učení. Zabývá se jeho fázemi, druhy, činiteli, kteří ho ovlivňují a kognitivními funkcemi. Dále jsou zde zmíněny fyzioterapeutické metody, které na principu motorického učení fungují. Nechybí zde kapitola o pohybových dovednostech, virtuální realitě a systému Homebalance. Praktická část je výzkumného typu, zaměřená na sběr dat a jejich analýzu. Zúčastnilo se jí 15 zdravých mladých žen. Cílem práce je popsat průběh motorického učení, které probíhalo 10 týdnů s frekvencí jedné cvičební jednotky týdně na stabilometrické plošině Nintendo Wii s využitím interaktivního rehabilitačního systému Homebalance. V praktické části jsou vyhodnoceny a následně porovnány výsledky jednotlivých úloh. Celkový čas všech úloh je statisticky zhodnocen pomocí Studentova t-testu. Stanovená hypotéza, že se celkový čas všech probandek jako jednoho celku významně sníží, byla potvrzena.

**Klíčová slova:** motorické učení, pohybová dovednost, fyzioterapie, kognitivní funkce

## **BACHELOR THESIS ABSTRACT**

**Author:** Veronika Macelová

**Supervisor:** MUDr. Karla Kotková

**Title of bachelor thesis:** Parameters of motor learning in group of healthy young women aged 18-35 years

### **Abstract:**

This bachelor thesis deals with the issue of motor learning. The thesis is divided into theoretical and practical part. The theoretical part describes basic informations about motor learning. It deals with its phases, types, factors that affect it and cognitive functions. Furthermore, there are mentioned physiotherapeutic methods that work on the principle of motor learning. There are also chapters about movement skills, virtual reality and the Homebalance system. The practical part is of a research type and focuses on data collection and their analysis. The study was performed on 15 respondents – healthy young women. The aim of the bachelor thesis is to describe the course of motor learning, which took on stabilometric platform Nintendo Wii Balance Board with the use of interactive Homebalance system. All respondents underwent the program of motor learning once a week for the duration of 10 weeks. Proband. In the practical part, the results of individual tasks are evaluated and compared. The total time of all tasks is statistically evaluated by Student's t-test. The established hypothesis that the total time of all tasks will be significantly reduced was confirmed.

**Key words:** motor learning, movements skill, physiotherapy, cognitive function



# OBSAH

1	ÚVOD .....	1
2	TEORETICKÁ ČÁST.....	2
2.1	Učení.....	2
2.1.1	Neasociativní učení .....	2
2.1.2	Asociativní učení.....	2
2.1.3	Komplexní učení .....	3
2.2	Paměť.....	3
2.2.1	Dělení paměti .....	4
2.2.2	Paměťový proces.....	6
2.3	Pozornost .....	7
2.4	Motorika .....	8
2.4.1	Hrubá a jemná motorika .....	8
2.4.2	Řízení motoriky.....	9
2.5	Motorické učení.....	10
2.6	Fáze motorického učení.....	11
2.7	Druhy motorického učení .....	12
2.7.1	Imitační učení .....	12
2.7.2	Instrukční cvičení .....	12
2.7.3	Zpětnovazebné učení.....	13
2.7.4	Problémové učení.....	13
2.7.5	Ideomotorické učení.....	13
2.8	Měření motorického učení.....	13
2.9	Činitelé v motorickém učení.....	14
2.9.1	Motivace.....	15
2.9.2	Schopnosti .....	15
2.9.3	Cíl učení .....	16
2.9.4	Stimulace .....	16
2.9.5	Percepce .....	16
2.9.6	Zpevnování.....	17
2.9.7	Retence .....	17
2.9.8	Integrace a transfer .....	17
2.10	Fyzioterapeutické metody využívající motorické učení .....	18
2.10.1	Senzomotorická stimulace.....	18
2.10.2	Metoda podle R. Brunkowové .....	19



2.10.3	Brüggerův koncept .....	19
2.11	Pohybová dovednost .....	19
2.11.1	Charakteristické rysy pohybové dovednosti .....	20
2.11.2	Dělení pohybových dovedností .....	21
2.12	Zpětná vazba .....	23
2.13	Virtuální realita a její využití v rehabilitaci .....	24
2.14	System Homebalance .....	25
3	PRAKTICKÁ ČÁST .....	27
3.1	Cíl práce.....	27
3.2	Metodologie bakalářské práce .....	27
3.3	Praktický průběh realizace.....	28
3.3.1	Vstupní a výstupní posturografické vyšetření .....	28
3.3.2	Program motorického učení .....	29
3.4	Analýza a zpracování dat.....	31
3.5	Výsledky.....	32
3.5.1	Výsledky “diagnostiky“ .....	32
3.5.2	Výsledky “stranové výchylky“ .....	32
3.5.3	Výsledky “malé výchylky“ .....	33
3.5.4	Výsledky “velké výchylky“ .....	34
3.5.5	Výsledky “pravé spirály“ .....	35
3.5.6	Výsledky “levé spirály“ .....	36
3.5.7	Výsledky “náhodné cesty“ .....	37
3.5.8	Výsledky celkový čas.....	37
4	DISKUZE .....	38
5	ZÁVĚR.....	44
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	45
7	ZDROJE .....	46
8	Seznam grafů, tabulek a obrázků .....	53
9	Přílohy .....	54

# 1 ÚVOD

Motorické učení zahrnuje velmi širokou oblast lidské činnosti a sehrává důležitou roli v ontogenezi člověka. Učením získává člověk všechny své vědomosti, zdokonaluje své schopnosti a rozvíjí svou osobnost. Motorické učení je pak specifická forma učení, charakterizovaná zejména osvojováním pohybových dovedností. Během procesu osvojování zároveň dochází k rozvíjení pohybových schopností (Schmidt a Lee, 2014).

Téma této bakalářské práce je pro fyzioterapii velice přínosné a důležité. Veškeré pohybové techniky, které terapeuti využívají při své práci, jsou totiž založeny na principu motorického učení. Znalost druhů, fází a průběhu motorického učení je stěžejní pro správné a efektivní sestavení terapie pro konkrétního pacienta.

Bakalářská práce je rozdělena na dvě základní části – teoretickou a praktickou. V teoretické části jsou zmíněny základní informace o motorickém učení, se zaměřením na jeho druhy, fáze a činitele, kteří jeho průběh významně ovlivňují. Dále jsou zde popsány kognitivní funkce (paměť, pozornost), které jsou nedílnou součástí procesu motorického učení, a které jeho průběh, jak negativně, tak pozitivně ovlivňují. Nachází se zde vybrané fyzioterapeutické metody, které jsou na principu motorického učení založeny. Detailně je zde popsána problematika pohybových dovedností, které si lidé během procesu motorického učení osvojují a zdokonalují. Nechybí zde kapitola o využití virtuální reality a zpětné vazby ve fyzioterapii. V poslední kapitole teoretické části je detailně představen interaktivní rehabilitační systém Homebalance, který byl využit pro výzkum této bakalářské práce. Informace pro sepsání teoretické části jsem čerpala z českých i zahraničních zdrojů, které jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Praktická část se zabývá průběhem motorického učení. Motorické učení probíhalo po dobu 10 týdnů s frekvencí jedné cvičební jednotky týdně na Klinice rehabilitačního lékařství v suterénu III. interní kliniky VFN v Praze. Dobrovolně se ho zúčastnilo 15 zdravých mladých žen ve věku 18-35 let. Probandky každou cvičební jednotku plnily dynamické úlohy, které byly pro tento výzkum zvoleny. Získaná data z absolvovaných terapií byla poté vyhodnocena a graficky zpracována v programu MS Excel. Nebyly porovnávány výsledky každé probandky zvlášť, nýbrž výsledky skupiny jako jednoho celku.

## **2 TEORETICKÁ ČÁST**

### **2.1 Učení**

Učení lze definovat jako centrální nervový proces, jehož výsledkem je změna chování jedince ovlivněná zevním prostředím. Celý tento proces vede k vytvoření určitého vzorce chování na základě individuální zkušenosti každého jedince. Je však důležité si uvědomit, že existují i změny v chování organismu, které nejsou vyvolané učením. Ty mohou být způsobeny například duševní chorobou, zánětem či traumatem mozku, únavou nebo zráním organismu. Učení se obecně dělí na dva základní typy: neasociativní a asociativní (Ganong, 2005, Králíček, 2011). Atkinsonová (2003) rozlišuje typy tři. Kromě zmíněných dvou věnuje pozornost komplexnímu učení.

#### **2.1.1 Neasociativní učení**

Neasociativní učení se týká pouze jednoho podnětu. Patří mezi jednodušší formy učení, avšak velice důležité při určování jakým podnětům bude organismus věnovat pozornost. Dělí se na habituaci a senzibilizaci (Králíček, 2011).

Habituační je nejjednodušší formou učení. Vyznačuje se snížením behaviorální odezvy na nepodstatný podnět. Příkladem může být zvuk sirény. Pokud člověk uslyší tento zvuk poprvé, dochází k tzv. orientační reakci (Atkinson, 2003). Může se uleknout až vyděsit. Při opakovaném působení podnětu reakce slábne, až nakonec úplně vymizí. To je pro člověka velice důležité, jelikož je schopen ignorovat nevýznamné podněty a soustředit svou pozornost podnětům významnějším (Králíček, 2011).

Naopak senzibilizace je charakterizována zvýšením behaviorální reakce na silný podnět. Při opakovaném vystavení organismu tomuto podnětu se jeho reakce neustále zvyšuje (Ganong, 2005).

#### **2.1.2 Asociativní učení**

Tento typ je složitější formou učení, při které dochází k vytváření asociací. Základem je pochopení vztahu mezi událostmi. Rozlišuje se na klasické a instrumentální podmiňování (Atkinson, 2003).

Klasické podmiňování lze charakterizovat jako asociaci původně neutrálního podnětu s jiným podnětem na základě jejich opakovaného spojování. Organismus se během toho učí, jaký je mezi oběma podněty vztah. Jedná se tedy o spojení indiferentního podnětu s podnětem nepodmíněným, který vyvolává nepodmíněnou reflexní reakci. Popsal ho ruský fyziolog

Ivan Petrovič Pavlov během pokusů se psy. Opakovaně spojoval krmení, které u psa vyvolává nepodmíněný slinný sekreční reflex, se zvukovým signálem. Po určitém počtu opakování objevil, že pro vyvolání slinné sekrece, stačí pouze zvukový signál. Tím pádem vznikl, z nepodmíněného reflexu, reflex podmíněný. Tento reflex se však musí neustále posilovat, aby nedošlo k jeho vyhasínání (Atkinson, 2003).

Instrumentální neboli operantní podmiňování se od klasického liší tím, že nepodmíněný podnět je spojován s vzorcem určitého chování. Organismus tak svým chováním způsobuje změny ve vnějším prostředí. Popsal ho Edward Thorndik. Při pokusu s hladovou krysou umístěnou ve speciální kleci s páčkou zkoumal, zda krysa zjistí, že zmáčknutím páčky dostane misku s potravou. Poté co na to krysa přišla, pokaždé když měla hlad, páčku zmáčkla. Podstatou tedy je naučení organismu, že konkrétní chování vede k dosažení určitého cíle. Tento druh podmiňování může být apetitivní nebo averzivní. Apetitivní znamená, že vytvoření určitého vzorce chování je odměněno a frekvence jeho výskytu bude zvýšena. Naopak averzivní podmiňování je spojeno s potrestáním jedince a jeho frekvence výskytu se bude postupně snižovat (Atkinson, 2003, Králíček 2011, Sillamy 2001).

### **2.1.3 Komplexní učení**

Atkinsonová (2003) ve své publikaci zdůrazňuje, že učení neprobíhá pouze pomocí asociací. Specifické lidské učení ovlivňují totiž i kognitivní faktory. Je vědecky dokázáno, že vnitřně motivovaní jedinci jsou při plnění úkolů vytrvalejší než jedinci motivovaní pouze vnějšími faktory. Motivem se rozumí jakýkoliv vnitřní činitel, který vede člověka k větší aktivitě. Složitě úkoly proto provádí lépe ti, kteří mají pocit, že mohou řídit své vlastní jednání pomocí emocí a kognitivních funkcí (Atkinson, 2003).

## **2.2 Paměť**

Paměť je schopnost CNS ukládat, uchovávat a vybavovat informace o předchozích zkušenostech. Všeobecně se jedná o jeden ze základních projevů plasticity nervového systému a nezbytnou podmínku adaptace organismu (Marková, 2014).

Pro pochopení motorického učení je nutné a velmi přínosné mít znalosti o paměťovém procesu a typech paměti, neboť hraje podstatnou roli při osvojování pohybových dovedností (Hort a Rusina, 2007).

### 2.2.1 Dělení paměti

Paměť se dá klasifikovat z různých hledisek. Sillamy (2001) tvrdí, že člověk má tolik druhů paměti, kolik je smyslových orgánů. Mnoha autorů ji však nejčastěji dělí podle doby trvání na senzorickou, krátkodobou a dlouhodobou a podle jejího vztahu k funkci hipokampu a vědomí na deklarativní a nedeklarativní.

#### *Senzorická paměť*

Tento systém umožňuje mozku podržet si informaci přicházející ze zrakových a sluchových orgánů v příslušné senzorické oblasti po dobu několika stovek milisekund. Nakrátko tedy uloží velké množství informací, které jsou mozkovými okruhy probrány. Vybrané informace jsou poté předány a zpracovány systémem běžné krátkodobé paměti. Jedná se tedy o pouhé překladiště smyslových informací, které není příliš ovlivněno zaměřením pozornosti (Schmidt a Wrisberg, 2008).

#### *Krátkodobá paměť*

Lze ji charakterizovat jako schopnost dočasně uchovávat určité množství informací po dobu několika minut, maximálně hodin, dokud nejsou zapomenuty nebo uloženy do dlouhodobé paměti. Přesná časová hranice mezi krátkodobou a dlouhodobou pamětí však není známa. Slovo dočasně neboli přechodně vyjadřuje, že pro toto uchování není vyžadována strukturální změna nervové tkáně ani tvorba nových bílkovin. Kapacita tohoto druhu paměti je značně omezená, takže při procesu uchovávání velice záleží na druhu informace. Většina kognitivních psychologů dále rozděluje krátkodobou paměť na okamžitou a pracovní (Hort a Rusina, 2007, Schmidt a Wrisberg, 2008).

Okamžitá paměť jedinci poskytuje množství informací, které je schopen udržet ve vědomí bez aktivního učení. Tyto informace ovlivňují jeho aktuální pozornost a tok myšlenek. Jakmile však jedinec zaměří svou pozornost na jiné téma nebo objekt, položky v okamžité paměti zanikají. Její kapacita je značně omezená a schopná obsáhnout pouze sedm odlišných položek, které bez aktivního opakování vydrží pouze po dobu maximálně 30 sekund. Pokud má však informace pro jedince hlubší význam a on si ji aktivně opakuje po dobu několika minut, dojde k jejímu přetrvávání ve formě pracovní paměti. Termín pracovní paměť do praxe zavedl britský psycholog Alan Baddeley jako vyšší stupeň paměti okamžité. Jedná se o druh krátkodobé paměti, kdy uložená informace je pro jedince významná pouze po určitou dobu. Tato informace zaniká, v momentě kdy ztratí význam. Příkladem může být zapamatování nákupního seznamu. Když jde člověk do obchodu, naučí se doma nazpaměť věci, které potřebuje koupit. Jakmile tyto věci pořídí, uložený nákupní seznam pro něho ztratí

význam a on ho natrvalo vymaže ze své paměti. Některé informace, které přetrvávají v paměti pracovní, mohou být postupem času trvale uloženy v paměti dlouhodobé (Hort a Rusina, 2007, Marková, 2014).

### ***Dlouhodobá paměť***

Hlavní charakteristikou této paměti je dlouhodobé až trvalé uchování informace, při kterém dochází ke změnám v synaptických spojeních. Tyto informace neboli paměťové stopy jsou pravděpodobně uloženy v různých neokortikálních oblastech. Při jejich vybavování jsou rekonstruovány z neúplných stop ze všech částí neokortexu, spojeny dohromady a společně přivedeny do vědomí. Pokud jsou dobře uloženy, mohou být vybaveny bez účasti hipokampu. Při ukládání nových informací se zároveň proměňují i stávající znalosti. Proces dlouhodobé paměti je ovlivněn motivací a aktivitou jedince. Pasivita a únava mohou tento proces zčásti narušit nebo úplně zastavit. Jedinec si tedy všeobecně lépe uchová a vybaví paměťové stopy obsahující citový nádech (Hort a Rusina, 2007, Králíček, 2011).

### ***Deklarativní paměť***

Paměť deklarativní, zvaná též explicitní, nám umožňuje vědomě si vzpomenout, vybavit a popsat údaje z minulosti. Je fylogeneticky mladá a má dvě složky: sémantickou a epizodickou. Složka sémantická uchovává znalosti a obecná fakta. Složka epizodická naopak slouží k zapamatování událostí a příběhů. Řadí se mezi ní i paměť autobiografická, která je specifická tím, že obsahuje vzpomínky na vlastní život.

Deklarativní paměť závisí na funkci hipokampu. Z tohoto důvodu mají pacienti s poškozením hipokampu nebo jeho spojů poruchu tvorby deklarativní paměťové stopy. Nevybaví si například, co dělali předešlý den, co měli dneska k obědu, ani v jaký den mají narozeniny. Tito jedinci si svou poruchu velmi dobře uvědomují a často mívají pocity méněcennosti. Schopnost učit se je u nich však zachována a tak si nadále mohou osvojovat například motorické dovednosti, které jsou součástí nedeklarativní paměti (Ganong, 2005, Hort a Rusina, 2007).

### ***Nedeklarativní paměť***

Tento typ paměti je známý také pod názvy implicitní nebo procedurální. Obsahuje všechny druhy informací, které si nejsme schopni vědomě vybavit ani popsat. Informace se vytváří na principu opakovaného učení a jsou vždy uloženy uvnitř jednoho systému (např. motorického nebo chuťového). Implicitní paměť je fylogeneticky starší než paměť explicitní a v ontogenezi člověka se objevuje velmi časně, někdy i před narozením. Její centrum se pravděpodobně nachází v bazálních gangliích a v mozečku. Není závislá

na funkci hipokampu, což je důvodem toho, že si jedinec její existenci neuvědomuje. Do nedeklarativní paměti se řadí habituace a senzitivace, klasické podmiňování, priming, emoční paměť, percepční paměť, motorické dovednosti, učení návykům, učení kategorií, percepční a kognitivní dovednosti (Atkinson, 2003, Ganong, 2005).

Priming je schopnost organismu poznat slova nebo předměty, se kterými se již v minulosti setkal. Jedná se o nevědomý proces, který umožňuje přesněji a rychleji vnímat a reagovat na stimuly ve známém prostředí. Priming většinou nevyžaduje opakování a postupné ukládání a nastává již po jediném setkání se stimulem (Hort a Rusina, 2007).

Percepční paměť je schopnost organismu lépe rozlišovat jednoduché vjemy (tóny, vizuální informace atd.), pokud se s nimi opakovaně setkal. Při opakovaném setkávání dochází ke změně struktury nervové tkáně. Hlavní roli zde hrají oblasti sensorické kůry, které přijímají informace jako první (Hort a Rusina, 2007).

Během procesu učení se motorickým dovednostem se zvyšuje činnost v senzorykomotorické kůře. Ze začátku se nejprve aktivuje prefrontální kůra, která dočasně informaci uchovává, parietální kůra a mozeček. V těchto oblastech dochází k vysoké aktivitě, přičemž jsou všechny informace vyhodnoceny, pospojovány a odeslány do motorické a suplementární motorické oblasti. Tyto struktury poté informaci uloží v podobě pohybové paměťové stopy ve formě dlouhodobé paměti. Tím umožní vznik naučených pohybových vzorců. Příkladem může být jízda na kole. Většina z nás se v dětském věku tuto dovednost naučila. Opakovaně jsme ji trénovali, až jsme si ji osvojili. Od té doby jízdu provádíme zcela automaticky. Kdyby po nás někdo chtěl popsat, co vše se děje v našem těle, když na kole jezdíme, možná bychom zvládli říci pouze to, že jednoduše šlapeme. Nejsme schopni detailně deklarovat tento pohyb, jsme však schopni ho provádět (Atkinson, 2003, Hort a Rusina, 2007).

### **2.2.2 Paměťový proces**

Paměťový proces se skládá ze tří fází: vytvoření paměťové stopy, konsolidace paměťové stopy a vybavení deklarativní paměťové stopy. Posloupnost těchto fází je vždy zachována. V každé fázi paměťového procesu se projevuje selekce, jelikož lidská paměť má omezenou kapacitu. Člověk si tak musí vybírat informace, které jsou pro něj nějakým způsobem zajímavé, potřebné nebo významné. Nedůležité informace si do paměti jednoduše nevstoupí (Hort a Rusina, 2007, Králíček, 2011).

V první fázi procesu se vytváří tzv. paměťová stopa, zvaná též engram. Vytvoření engramu ovlivňuje řada okolností a faktorů: opakování, rozsah a význam dané informace, míra porovnání nové s již uloženými informacemi, stav vědomí a okolní prostředí.

Tyto okolnosti působí jak pozitivně tak negativně na pozdější vybavení engramu. Z hlediska fyziologie je tento proces umožněn díky synaptické plasticitě. Tento pojem označuje schopnost chemických synapsí měnit úroveň svého informačního přenosu na základě předchozího stupně neurální aktivity (Hort a Rusina, 2007, Králíček, 2011).

Konsolidace paměťové stopy znamená přechod informace z krátkodobé do dlouhodobé paměti. Tato fáze je zcela závislá na funkci hippocampu. Trvá desítky minut až hodinu a vyžaduje časté opakování dané informace. Při náhlé poruše vědomí nebo celkové anestezii může být tento proces narušen. U pacienta dojde k tzv. retrogradní amnézii, kdy si není schopen vybavít události, které předcházely ztrátě vědomí, jelikož byl přerušen proces konsolidace. Informace, které byly již v dlouhodobé paměti uloženy, zůstaly zachovány (Králíček, 2011).

Vybavení informace závisí na stavu a kvalitě vědomí, frekvenci jejího používání a na době, která uplynula od procesu konsolidace. Při vybavování nedochází k přesné reprodukci získané informace, nýbrž k aktivaci vybavovacího procesu, při kterém může dojít ke kompletnímu nebo částečnému vybavení paměťové stopy (Hort a Rusina, 2007, Králíček, 2011).

## **2.3 Pozornost**

Pozornost se řadí, stejně jako paměť a učení, mezi kognitivní funkce. Specifické pro ni je, že tvoří základ všech kognitivních funkcí, a tím zajišťuje jejich aktivitu. Pozornost je schopnost zvolit ze všech podnětů, které na nás současně působí, ty nejdůležitější, a chránit tak vědomí před zahlcením příliš velkým množstvím informací. Jejimi základními vlastnostmi jsou selektivita (tj. výběrovost) a soustředěnost, které závisí na vnějších a vnitřních podmínkách. Mezi vnější podmínky se například řadí pracovní a sociální prostředí jedince. Mezi vnitřní podmínky (osobnostní vlivy) patří celkový tělesný stav, psychický stav, vůle, emoce a motivace (Maas et al., 2008, Sternberg, 2009).

Znalost problematiky pozornosti hraje zásadní roli při osvojování pohybových dovedností. Každý jedinec se často setkává s obrovským množstvím informací, které musí zpracovat a vyhodnotit. Při osvojování se tedy musí naučit, čemu a kdy věnovat pozornost. Současně musí zvládat plynule měnit oblast (např. prostředí, činnost atd.), na kterou se soustředí, na jinou, v danou chvíli mnohem důležitější. Oblasti bojují o omezenou kapacitu pozornosti a záleží na každém jedinci, na co se v daný okamžik chce a bude soustředit (Chun et al., 2011, Wulf, 2007).



Pokud množství podnětů při osvojování překročí kapacitu pozornosti, výkon při prováděné činnosti znatelně klesne. Ve velmi omezeném počtu případů lze zpracování dvou činností vykonat paralelně (ve stejný čas a bez interference). Paralelní zpracování se vyskytuje také při vyhodnocování polohy těla u signálů ze svalů a kloubů. Jedinec však tento děj ve většině případů nevnímá. Pokud se jedinec soustředí intenzivně na svou činnost, může být slepý k určitým podnětům. Tento jev se nazývá selektivní slepota. Příkladem může být řidič, který za jízdy telefonuje a najednou uvidí chodce na silnici. Řidič ho sice vidí, ale i přesto ho srazí, jelikož se soustředí na telefonát a chodce tolik nevnímá. Na opačné straně existuje mnoho dovedností prováděných automaticky. Automatické zpracování probíhá rychle, bez volní kontroly a často paralelně s jinými činnostmi. Nevzniká však ze dne na den, ale jako výsledek dlouhodobě prováděného tréninku. Pro proces motorického učení je tedy nesmírně důležité pochopit problematiku pozornosti pro efektivnější a rychlejší osvojení pohybových dovedností (Chabris a Simons, 2010, Wickens a McCarley, 2008, Wulf, 2007).

## **2.4 Motorika**

Motorika neboli hybnost patří mezi jednu z nejzákladnějších funkcí živých organismů. Její aktivita se projevuje činností svalů, které člověku umožňují vykonávat pohyby, udržovat vzpřímenou polohu těla a slouží také k opatrování potravy, reprodukci, konání práce a komunikaci. Všeobecně lze rozdělit pohyb jednotlivých částí živého organismu na dva druhy: pohyb vnitřních orgánů a pohyb vnějších orgánů pohybové soustavy. Pohyb vnitřních orgánů je řízen autonomním nervovým systémem. Zajišťuje základní životní funkce a probíhá zcela automaticky a podvědomě. Pohyb vnějších orgánů pohybové soustavy se dělí na motoriku mimovolní a volní. Mimovolní motorika je charakterizována jako reflexní odpověď vyvolaná stimulem, která je rychlá a stereotypní. Volní motorika je naopak cílená a úmyslná. Důležité je však poznamenat, že při pohybu se uplatňují oba dva druhy, jak volní, tak mimovolní, avšak v různé míře (Ambler, 2011, Trojan 2005, Věle 2006).

### **2.4.1 Hrubá a jemná motorika**

Motoriku lze dále rozdělit na hrubou a jemnou. Záleží na tom, jaké svalové skupiny se do aktivní motorické činnosti zapojují a jaké jsou nároky na provedení pohybu. Hrubá motorika je zajištěna pomocí velkých svalových skupin a má dvě funkce: posturální a lokomoční. Tyto funkce zajišťují stabilitu klidové výchozí polohy těla a umožňují změnu polohy těla v prostoru. Posturální funkce zapojuje více tonické svaly, které jsou schopné vyvíjet menší úsilí po delší dobu. Naopak funkce lokomoční pracuje více se svaly fázičnými,

schopnými vyvinout rychleji větší sílu, avšak po kratší dobu. Oba tyto systémy vzájemně spolupracují. Zároveň také vytváří zabezpečovací a opornou bázi pro účelově cílenou jemnou motoriku (Schmidt a Lee, 2014, Věle, 2006).

Jemná neboli ideokinetická motorika provádí složité diferencované pohyby zajištěné malými drobnými svaly. Má vysoké nároky na provedení pohybu a provádí především manipulační pohyby rukou a prstů, např. hra na hudební nástroje, psaní, kreslení. Úzce souvisí s motorikou sdělovací (Schmidt a Lee, 2014, Věle, 2006).

#### **2.4.2 Řízení motoriky**

Řízení motoriky zajišťují všechny oddíly centrální nervové soustavy. Hlavním předpokladem pro její fungování je správná regulace svalového tonu, kterou zprostředkovává mícha, retikulární formace, extrapyramidový systém a mozeček. Řízení pohybu lze u člověka rozlišit na čtyři hlavní řídicí úrovně: autonomní, spinální, subkortikální a kortikální. Tyto úrovně jsou hierarchicky členěné, nelze je však od sebe oddělit, jelikož navzájem spolupracují a účastní se tak každého pohybu (Ambler, 2011, Věle, 2006).

Principem řízení všech složitých procesů je vždy přenos informací z orgánu řídicího na orgán řízený. Při řízení úmyslného pohybu se řídicím orgánem stává mozek s míchou a orgánem řízeným je především sval. Důležitou roli v tomto procesu sehrává vzájemná koordinace agonistů, antagonistů a synergistů. Nezbytný je i princip zpětnovazebné kontroly, kdy je řídicí orgán informován, zda byl pohyb vykonán dle plánu (Ambler, 2011, Trojan, 2005).

Pohyb začíná vždy myšlenkou, která se zrodí ve frontální a limbické oblasti mozkové kůry. Díky těmto strukturám je člověk schopný mít motivaci, vůli a vyjadřovat emoce. Limbický systém tedy vždy začíná pohyb, který by bez motivace nebyl možný. V asociační korové oblasti poté vzniká integrací všech somatosenzitivních a senzorických vjemů komplexní plán na provedení pohybu. Ten je odeslán do oblasti bazálních ganglií. Bazální ganglia mají na proces řízení úmyslného pohybu tlumivý efekt. Spolurozhodují o tom, které behaviorální složky budou zrealizovány a které naopak potlačeny. Provádí také selekci určitých typů chování. Dle požadovaného pohybu vyhodnotí informace přijaté z asociační korové oblasti. Vyberou žádoucí a potlačí nežádoucí pohyby, čímž vytvoří ideální pohybový vzorec. Vzorec je následně odeslán do thalamu. Funkcí thalamu je integrace všech signálů z míchy, mozkového kmene, bazálních ganglií a mozečku. Odesílá ideální pohybový vzorec do primární motorické korové oblasti, která je u člověka umístěna v gyrus praecentralis. Bez činnosti této oblasti není možný úmyslný pohyb. Při řízení cílené motoriky zaujímá totiž dominantní postavení. Bez nižších struktur by naopak nebylo možné pohyby jemně a úmyslně

řídít. Primární motorická korová oblast odesílá ideální plán k provedení pohybu cestou kortikospinální dráhy, též označované jako dráha pyramidová. Kortikospinální dráha předává informace alfa motoneuronům v předních rozích míšních a motorickým jádrům hlavových nervů v mozkovém kmeni. Pomocí těchto struktur informace o pohybu doputuje až k příčně pruhované svalovině a pohyb je dle požadavků řídicích orgánů vykonán. Proprioreceptory pak zpětně motorickou kůru informují (Ambler, 2011, Trojan, 2005, Švestková a Angerová et al., 2017).

Důležitou strukturou při řízení pohybu je mozeček. Výhodná pozice mozečku umožňuje jeho účast jak na iniciaci pohybů, tak i na jejich kontrole. Pomáhá motorickým i nemotorickým systémům mozku vykonávat efektivně jejich funkce. Neustále podává informace motorické kůře o možnostech pohybu vzhledem k poloze a pohybu těla v prostoru. Kontroluje jak kvantitu, tak kvalitu prováděného pohybu a tím umožňuje jeho korekce (Trojan, 2005).

## **2.5 Motorické učení**

Motorické učení hraje velmi důležitou roli v ontogenezi člověka. Lze ho definovat jako soubor procesů spojených s cvičením nebo získáváním zkušeností, jehož výsledkem jsou určité motorické dovednosti. Člověk pomocí těchto procesů získává předpoklad úspěšně provést určitou pohybovou činnost. Změny, způsobené tímto učením, jsou relativně trvalé a souvisí s plasticitou CNS neboli schopností mozku se za určitých podmínek měnit (Haibach et al., 2011, Rychtecký a Fialová, 1998, Schmidt a Wrisberg, 2008).

Schopnost učit se je tedy klíčovým prvkem existence organismů, neboť jim umožňuje adaptovat se na změny vnějšího prostředí a těžit při tom ze zkušeností. Organismy jsou díky ní schopni mluvit, číst, psát a provádět komplexní pohyby potřebné k různým činnostem (sport, hra na hudební nástroj atd.). (Schmidt a Lee, 2019, Vilímová, 2009).

Termín motorické učení není však úplně přesný. Procesu osvojování a zdokonalování pohybové dovednosti se účastní také učení senzorycké (paměť, vnímání, myšlení). Každá získaná dovednost je tedy výsledkem spolupráce těchto dvou druhů učení (Lee et al., 2016).

Motorické učení není přímo pozorovatelné. Můžeme ale vidět jeho výsledky pomocí měření výkonu. Motorické učení totiž vede ke změnám v určité dovednosti. Tato dovednost poté ovlivní podaný výkon. Výkon lze měřit pomocí výkonnostních testů. Dojde-li tedy ke zlepšení výkonu daného jedince, znamená to, že motorické učení u něj proběhlo nebo stále probíhá. Z tohoto důvodu je důležité chápat také problematiku výkonu a pohybových

dovedností, jelikož na základě jejich průběhu jsme schopni motorické učení popsat a zhodnotit (Schmidt a Lee, 2019).

## **2.6 Fáze motorického učení**

Proces motorického učení probíhá ve třech až čtyřech fázích. Jednotlivé fáze přecházejí plynule jedna v druhou, kdy doba trvání každé z nich se může lišit. Jejich posloupnost však musí být vždy zachována (Vilímová, 2009).

### ***Fáze I. – generalizace***

V první fázi motorického učení se proband seznámí s pohybovou dovedností a pokusí se o její praktické provedení. První pokusy bývají nekoordinované, což souvisí s ještě neuzavřenými regulačními mechanismy. CNS je ve fázi, kdy nemůže koordinovaný průběh činnosti zajistit. Proband tedy neprovádí pouze ty pohyby, které daná dovednost vyžaduje, ale aktivuje i ostatní svaly, které k ní nejsou potřebné. Tento proces je důsledkem tzv. iradiace. Tato fáze je dále charakterizována vysokou mentální aktivitou, která zajišťuje důležité procesy v CNS (zejména paměť a aktivaci), a tím přispívá k tvorbě určitého motorického programu. Vyznačuje se také silně zapojenou mentální a zrakovou kontrolou a nízkou úrovní dovednosti (Rychtecký a Fialová, 1998, Vilímová, 2009).

### ***Fáze II. – diferenciac***

V druhé fázi dochází ke zpevňování dané dovednosti pomocí opakovaného nácviku. Z generalizovaných pohybů se postupně stávají pohyby diferenciované, které vedou ke správnému provedení nacvičované dovednosti. Tyto pohyby jsou probandem nadále neustále sledovány. Pohyb je však stále z energetického hlediska neekonomický. Mentální aktivita se snižuje a úroveň dovednosti se zvyšuje. Opakovaný nácvik však sebou nese riziko monotónního charakteru, při kterém klesá zájem a tím i aktivita probanda. Proto je při nácviku dovednosti velice důležité probanda neustále stimulovat a aktivovat. To lze provést pomocí techniky zpětnovazebného posílení, kdy proband může být za správné provedení odměněn nebo pochválen. Dále se cvičební jednotka může lehce upravit, avšak průběh motorického učení se nesmí změnit (Jansa, 2014, Rychtecký a Fialová, 1998, Vilímová, 2009).

### ***Fáze III. – automatizace***

Ve třetí neboli výcvikové fázi motorického učení probíhá zdokonalování dané pohybové dovednosti. Dominantnější roli v regulaci pohybů přebírá vnitřní regulační okruh. Dochází k ústupu zrakové kontroly, což umožňuje automatizaci v provedení pohybu. Pohyby již nejsou neustále sledovány a proband má možnost věnovat svou pozornost jiným

cílům např. sledování soupeře při hře. Mentální aktivita je velice nízká a úroveň dovednosti naopak vysoká. Pohyby jsou koordinované, ekonomicky výhodné a přesné (Jansa, 2014, Rychtecký a Fialová, 1998, Vilímová, 2009).

#### ***Fáze IV. – tvořivá koordinace***

Mnoho autorů popisuje proces motorického učení pouze třemi fázemi. Domnívají se totiž, že třetí fáze je otevřeným systémem nikdy neukončeného učení. Když se ale na tuto problematiku podíváme z hlediska neurofyziologie a neurochemie, zjistíme, že tato fáze je vždy ukončena. Ve čtvrté fázi se k automatizaci pohybů přidává tvořivost, která aplikuje pohybové dovednosti do osobního stylu. Proband pomocí kreativity vyjadřuje svou osobnost. Z hlediska procesů probíhajících v CNS se hovoří o fázi tvořivé asociace. Co se týče hlediska vnějšího projevu, jedná se o fázi tvořivé koordinace. Mentální aktivita je opět velice vysoká a úroveň dovednosti mistrovská (Rychtecký a Fialová, 1998, Vilímová, 2009).

## **2.7 Druhy motorického učení**

### **2.7.1 Imitační učení**

Tento způsob učení je založen na principu opakování pohybu podle terapeuta. Patří k jednomu z nejvyužívanějších a nejrozšířenějších druhů při nácvičování pohybové dovednosti. Jedinec si vytváří představu pohybu výhradně přes zrakový analyzátor. Velice důležité je správné předvedení nacvičované dovednosti terapeutem. Daná dovednost se poté fixuje mnohonásobným opakováním. Pokud jedinec není schopen pohyb správně vykonat, terapeut provádí pohyb pasivně a zdůrazní při tom důležité kroky. Tento typ učení se nejčastěji využívá u dětí mladšího školního věku při osvojování pohybu s jednoduchou časoprostorovou strukturou (Rychtecký a Fialová, 1998).

### **2.7.2 Instrukční cvičení**

Při instrukčním cvičení se představa pohybu vytváří pomocí slovních pokynů. Využívá se zpravidla při nácvičování obtížnějších pohybových dovedností. Jedinec musí být při prvních pokusech schopen sdělený obsah instrukce myšlenkově zpracovat, zanalyzovat a ovládat nezbytné poznatky o nacvičované dovednosti. Terapeut by měl co nejpřesněji vyjádřit podstatu nacvičovaného pohybu. Zpočátku jsou slovní pokyny obsáhlejší a popisují téměř celou pohybovou činnost. V průběhu dalších nácvičů se již terapeut zaměří na jednotlivé části pohybu pomocí krátkých průběžných korekčních instrukcí. Toto cvičení se aplikuje u jedinců s již

rozvinutým abstraktním myšlením (od 10 let a výše), (Rychtecký a Fialová, 1998, Vilímová, 2009).

### **2.7.3 Zpětnovazebné učení**

Tento druh učení vychází z teorie pokusu a omylu. Jedinec se při nácvičce pohybových dovedností učí ze svých chyb. Terapeut podává informaci pomocí zpětné vazby, jestli byl daný pohyb vykonán správně. V některých situacích se však jedinec sám stává nositelem zpětné informace. U koordinačně náročných pohybových dovedností bývá většinou nalezení správné korekce zdlouhavé. Pomocí nám může videozáznam, který poukazuje na chyby a změny při nácvičce a díky kterému jedinec zjistí, kde je potřeba pohyb zpřesnit a zdokonalit (Mass et al., 2008, Rychtecký a Fialová, 1998, Vilímová, 2009).

### **2.7.4 Problémové učení**

Tento druh učení se uplatňuje ve vyšších fázích motorického učení. Vyžaduje samostatnost a tvořivost jedince. Ten musí sám nebo za pomoci terapeuta najít řešení zadaného pohybového úkolu. Využívá při tom svých znalostí o dané pohybové aktivitě. Nejprve si stanoví hypotézu, kterou si poté prakticky ověří. Problémové učení je mezi terapeuty a učiteli velice oblíbené, neboť nutí jedince přemýšlet o technice prováděných pohybových činnostech (Rychtecký a Fialová, 1998, Vilímová, 2009).

### **2.7.5 Ideomotorické učení**

Ideomotorické učení funguje na principu provedení pohybu v představách. Buňky v CNS mohou být aktivovány jak aktivním pohybem neboli periferně, tak centrálně pomocí představy pohybu. Tento typ učení je velice náročný na abstraktní myšlení a vyžaduje větší koncentraci pozornosti. Jedinec si představí daný pohyb, promyslí si, jak by ho provedl a čemu by se vyvaroval. Cvičení v představě sice nikdy plně nenahradí praktický nácvičce, může jej však vhodně doplnit (Rychtecký a Fialová, 1998, Schmidt a Lee, 2014, Vilímová, 2009).

## **2.8 Měření motorického učení**

Samotný průběh motorického učení nelze přímo pozorovat. Lze však pozorovat a měřit výsledky dovedností získaných během procesu učení, které následně ovlivňují podaný výkon určité činnosti. Důkazy o tom, že proces učení proběhl, se tedy dají získat pomocí vhodně zvolených výkonnostních testů. Zlepšení výkonu je poté ukazatelem nikoliv definicí motorického učení (Haibach et al., 2011, Schmidt a Lee, 2014).

Nejpoužívanější způsob hodnocení průběhu motorického učení představuje křivka výkonu, která znázorňuje konkrétní nebo průměrný výkon při určitém úkolu. Její zhotovení probíhá tak, že větší množství osob trénuje určitou pohybovou činnost, při které se měří výkon každého jednotlivého opakování. Z naměřených dat se poté vytvoří graf průměrného výkonu všech probandů jako jednoho celku. Hodnoty graficky znázorněné křivky výkonu se mohou s opakovaným tréninkem zvyšovat či snižovat. Záleží vždy na tom, jaká veličina je hodnocena. Pokud se měří počet chyb nebo potřebný čas ke splnění úlohy, výsledná křivka bude při většině případů směřovat dolů. Zaměříme-li se naopak na počet úspěšných pokusů, křivka se bude postupně zvyšovat (Kantak a Winstein, 2012).

George Snoddy, jako první autor, ve své publikaci z roku 1926 uvedl pojem „Zákon tréninku“, který platí dodnes. Říká, že zlepšení výkonu je zpočátku velice rychlé a později začíná výrazně zpomalovat. Obecná křivka výkonu má tedy strmý počátek a povolnější zbývající část. Princip tohoto zákona je platný pro trénink v téměř každé činnosti (Schmidt a Lee, 2014).

Přestože nám křivka výkonu v mnoha případech pomáhá, nese sebou několik nástrah, na které si je potřeba dát pozor. Nikdy neznázorňuje pokrok v samotném učení, ale jen v podaném výkonu. Zprůměrované výsledky všech probandů jako jednoho celku skrývají rozdíly mezi nimi i mezi konkrétními výkony každého jedince (Kantak a Winstein, 2012).

Robert Bjork (2011) ve svém článku udává, že měření výkonu v mnoha případech představuje nespolehlivý index toho, zda došlo pomocí procesu učení k relativně dlouhodobým změnám v určité pohybové dovednosti. Tvrdí, že několikaleté výzkumy motorických dovedností u zvířat odhalily, že k procesu učení může dojít, i když nejsou pozorovány žádné znatelné změny ve výkonu.

## **2.9 Činitele v motorickém učení**

Průběh motorického učení a jeho konečné výsledky jsou ovlivněny mnoha faktory, které působí, jak pozitivně, tak i negativně. Z hlediska lokalizace je lze dělit na vnitřní, vnější, výsledkové a podle vlivu psychických procesů na kognitivní a dynamické. Mezi nejvýznamnější činitele ovlivňující osvojování pohybové dovednosti se řadí: motivace, schopnosti, cíl učení, stimulace, percepce pohybové dovednosti, zpevňování, retence a integrace. Působení těchto činitelů v procesu učení se projeví v jeho křivce, kdy pozitivní faktory ovlivní křivku směrem vzhůru, zatímco ty negativní směrem dolů. Pokud jde křivka směrem vzhůru, hovoříme o akceleraci učení, naopak směr dolů označujeme jako stagnaci

pohybové dovednosti neboli tzv. plató efekt (d'Avella, 2016, Rychtecký a Fialová, 1998, Sattelmayer, 2016).

### **2.9.1 Motivace**

Jedná se o dynamický činitel, který se řadí mezi základní podmínky efektivního procesu motorického učení. Motivace zvyšuje úroveň energie a aktivity jedince, směřuje ho k cíli a pomáhá při jeho rozhodnutích. Také ovlivňuje, zda se rozhodne zapojit do určité činnosti a jak dlouho v ní setrvá (Schreiber, 2017).

Psychologové na studium motivace pohlížejí ze dvou různých hledisek. Z prvního hlediska chápou motivaci jako vnitřní mentální pohnutky neboli potřeby. Ty se nejčastěji dělí na potřeby organické, mající biologický základ a nonorganické, jejichž podklad je sociogenní. Mezi hlavní organické potřeby patří potřeba pohybu, která je vrozená. Aktivuje se, jak centrálně podněty z CNS, tak periferně (z pocitů ztuhlosti, křečovitosti atd.). Stimulačně ovlivňuje průběh motorického učení, na rozdíl od potřeby odpočinku, která působí inhibičně. Sociogenní potřeby, jako bezpečí, uznání, seberealizace atd., jsou do značné míry ovlivněny osobností a sociálně-psychologickým okolím každého jedince. Z druhého hlediska ji definují jako pohnutky vnějšího prostředí tzv. incentive. Potřeby a incentive dohromady tvoří celky označované jako motivy. Ty jsou v průběhu učení úzce propojeny s emocemi. Pokud se jedinec v procesu učení nezlepšuje, dochází obvykle k poklesu motivace. Pokles může být způsoben například stereotypem dané pohybové činnosti, monotónním opakováním nebo neatraktivním způsobem vedení cvičební jednotky (Deckers, 2018, Schreiber, 2017).

### **2.9.2 Schopnosti**

Schopnosti jsou geneticky podmíněné vlastnosti ovlivňující výkon jedince v různých činnostech. Jedná se o tedy součást vrozeného výbavy, kterou každý z nás zdědil. Existuje jich přibližně padesát a jsou téměř neovlivnitelné tréninkem. Každá z nich je východiskem pro mnoha dovedností. Pro pojem schopnost se v literatuře často uvádí synonymum dovednost. Tento fakt je však nepravdivý, jelikož dovednost určuje zdatnost jedince při provádění určité činnosti a může být na rozdíl od schopnosti ovlivněna a rozvíjena pomocí tréninku (Schmidt a Lee, 2011).

Mezi významné schopnosti ovlivňující průběh motorického učení Rychtecký (1998) řadí tyto: pohybové, senzomotorické, intelektové a sociální. Senzomotorické schopnosti jsou umožněny pomocí vzájemné souhry receptorů (exteroreceptorů, proprioreceptorů a interoreceptorů) a výkonných složek (svalů). Jedinec je nejvíce využívá v dovednostech



kladoucích vysoký nárok na jejich přesné provádění, reakční dobu, regulaci a expresi pohybů. Hlavním úkolem intelektových schopností je rychleji řešit vzniklé situace a nalézat nová řešení v průběhu učení. Sociální schopnosti ovlivňují citlivost, vnímavost a komunikaci každého jedince a nejvíce se uplatňují v týmových výkonech, kde je potřeba dobré a efektivní spolupráce (Rychtecký a Fialová, 1998, Vilímová, 2009).

### **2.9.3 Cíl učení**

Jedná se o faktor, který významně ovlivňuje efektivitu motorického učení. Stanovený cíl musí být reálný a splnitelný. Jedinec by měl pochopit, proč se danou dovednost učí a vnitřně se s ní ztotožnit. Terapeut vždy navrhne metodu, pomocí které je daný jedinec schopný k pohybové dovednosti dospět a správně ji poté v různých situacích využít (d'Avella, 2016, Schmidt a Lee, 2011).

### **2.9.4 Stimulace**

Stimulace obsahuje další dva velmi důležité dynamické faktory, kterými jsou emoce a vůle. Vůli jedinec nejvíce využívá při procesu sebeovládání a překonávání různých překážek. Emoce jsou psychické jevy definované jako prožitek subjektivního vztahu jedince s informacemi, které získal z vnitřního a vnějšího prostředí (Kralíček, 2011). Ovlivňují průběh celého procesu motorického učení. Hodnotíme je z hlediska kvality a intenzity, která je vyjádřena pomocí aktivační úrovně jedince. Působením vnitřních a vnějších činitelů se může úroveň aktivity snižovat nebo zvyšovat. S jejím růstem stoupá výkon daného jedince, avšak jen do určité míry. Pokud se bude aktivita nadále zvyšovat např. afekty strachu, hněvu, úzkostmi, bude výkon klesat. Z tohoto důvodu je nutné regulovat intenzitu emocí podle povahy nacvičované dovednosti. Z pohledu kvality rozlišujeme dva druhy emocí: stenické (mobilizující a aktivující) a astenické (demobilizující a inhibující) (Schmidt a Lee, 2011).

### **2.9.5 Percepce**

Jedná se o kognitivní proces, který jedinec využívá k dokonalému pochopení dovednosti a cílové představě o ni. Vytvoření si správné představy napomáhá k lepšímu provedení určité činnosti. Percepce obsahuje tyto složky: diskriminaci, diferenciaci, generalizaci a asimilaci. Diskriminace umožňuje chápat rozdíly mezi zrakovými, sluchovými, časovými a taktilními podněty. Diferenciace plynule navazuje na proces diskriminace, kdy jedinec rozlišuje podněty, předměty a znaky podle jejich významu pro danou pohybovou činnost. Generalizace neboli zobecnění zprostředkovává zpracování vztahů mezi jednotlivými působícími podněty.

Rozlišujeme generalizaci motorickou a verbální. Při procesu asimilace dochází k tvůrčímu pospojování naučených dovedností a jejich přenosu do komplexních činností (Rychtecký a Fialová, 1998).

Percepce je velice důležitá zejména v první fázi motorického učení. Klíčovou roli zde hraje senzorká analýza okolí (čemu naslouchat, co cítit, jak vnímat atd.), verbální informace poskytnuté terapeutem (co dělat, co nedělat, kdy a jak to dělat) a ukázky dané pohybové dovednosti (pomocí videonahrávky, demonstrací pohybu terapeutem atd.) (Schmidt a Lee, 2019).

### **2.9.6 Zpevnování**

Osvojování pohybové dovednosti není jednorázovou záležitostí, jelikož vyžaduje mnoho opakování i času pro nácvik. Zpevnováním se zvyšuje pravděpodobnost udržení daného vzorce pohybového chování do obdobných situacích do budoucna. Zpevnování lze ovlivnit procesem zpětné vazby, při kterém je jedinec informován o výsledku učení a míře výkonu. Terapeut mu sdělí, jak pozitivní, tak negativní poznatky o probíhajícím motorickém učení. Na jejich základě jedinec nadále posiluje reakce pozitivní a snaží se potlačit ty negativní (Rychtecký a Fialová, 1998).

### **2.9.7 Retence**

Retence neboli uchování si naučené pohybové dovednosti v paměti tvoří podstatu učení. Velmi důležitou roli zde hraje paměť, jejíž problematika byla popsána v kapitole 2.2. Podstatu učení lze definovat jako učení se pohybovým dovednostem z důvodu jejich aktivního využití v mnoha životních situacích. Pokud jedinec není schopen adekvátně využít toho, čemu se naučil, proces motorického učení neproběhl efektivně. Retenci ovlivňují především tyto činitelé: druh pohybové dovednosti, strategie nácviku, čas od doby nácviku k jejímu využití a hloubka osvojení dovednosti. Pohybové dovednosti si všeobecně uchováváme lépe než dovednosti verbální (Hort a Rusina, 2007, Rychtecký a Fialová, 1998).

### **2.9.8 Integrace a transfer**

V nácviku pohybových dovedností jsou za hierarchicky nejvyšší faktory považovány integrace a transfer. Naučená izolovaná dovednost má v praxi větší význam pouze tehdy, když se může uplatnit ve spojení s jinými pohybovými dovednostmi, s kterými vytváří kvalitativně vyšší dovednosti nebo sportovní činnosti. Obecně platí, že čím větší je rozsah nacvičovaných dovedností, tím menší bude jejich integrace do funkčních celků. Pokud chceme

při osvojování pohybové dovednosti dosáhnout co nejvyšší integrace, musíme se na ni při terapeutické jednotce specializovaně zaměřit zvolením vhodné metody a techniky (Rychtecký a Fialová, 1998, Schmidt a Lee, 2014).

Transfer je jev, který v procesu motorického učení působí velmi pozitivně, neboť přenáší nacvičovanou dovednost do jiné činnosti a ovlivňuje tak její progres. Naopak interference přináší negativní efekt, při kterém nácvik dané dovednosti zhoršuje předpoklady k nácviku jiné motorické dovednosti (Kantak a Winstein, 2012, Schmidt a Lee, 2014).

## **2.10 Fyzioterapeutické metody využívající motorické učení**

Všechny pohybové techniky, které ve fyzioterapii provádíme, jsou založeny na principu motorického učení. Zde uvádím několik fyzioterapeutických metod, které s konceptem motorického učení pracují.

### **2.10.1 Senzomotorická stimulace**

Senzomotorická stimulace se řadí mezi fyzioterapeutické metody založené na neurofyziologickém podkladě. Klade se v ní důraz na facilitaci pohybu z plosky nohy. Jejím cílem je znovuobnovení naučených pohybových vzorců a začlenění nových pohybových programů do běžných denních aktivit pacienta. Pracuje s dvoustupňovým modelem motorického učení. V prvním stadiu, zvaném generalizace, pacient opakovaně provádí nový pohyb a tím si postupně vytváří pohybový program. Tento proces je řízen korově, zejména z frontální a parietální oblasti mozkové kůry. Pacient musí při provádění nového pohybu neustále přemýšlet a soustředit se, proto je pro něj tato fáze velmi náročná a únavná. V druhém stádiu, zvaném automatizace, probíhá řízení pohybu z podkorových částí mozku. To umožňuje rychlejší provádění již naučených pohybů.

Metoda se využívá u pacientů s poruchou rovnováhy, s vadným držením těla, se svalovou dysbalancí, s chronickými bolestmi páteře, u poúrazových stavů pohybového aparátu a jako prevence pádů seniorů. Absolutní kontraindikaci představují pacienti s akutními bolestmi.

Samotná terapie začíná vždy facilitací chodidla a nácvikem malé nohy, která zvyšuje aktivitu proprioreceptorů krátkých plantárních svalů. Nejprve se provádí vsedě, poté se přechází do stoje. Při cvičení ve stoji se klade důraz na nácvik správného držení těla. Pokud pacient zvládá provádět cviky na pevné podložce, může se postupně přejít ke cvičení na labilních

plochách. K tomu se dají využít balanční sandály, kulové a válcové úseče, pěnové podložky a trampolíny (Kolář, 2009).

### **2.10.2 Metoda podle R. Brunkowové**

Jedná se o terapeutický koncept založený německou fyzioterapeutkou Roswithou Brunkowovou, v kterém důležitou roli sehrává vědomé motorické učení. Princip této metody spočívá v cílené aktivaci diagonálních svalových řetězců a v závislosti motorické aktivity na postavení aker vzhledem k trupu a hlavě. Využívá soubor vzpěrných cviků, které vycházejí z jednotlivých stupňů motorického vývoje dítěte, a díky kterému dochází k napřimění trupu a aktivaci HSS. Při této metodě se používají facilitační a inhibiční techniky, které zlepšují funkce svalových skupin. Indikuje se pacientům s neurologickým onemocněním a s funkční poruchou pohybového aparátu (Kolář, 2009).

### **2.10.3 Brüggerův koncept**

Koncept založil švýcarský neurolog a psychiatr Alois Brügger na základě myšlenky, že působením patologicky změněné aferentace, tzv. rušivých faktorů, vznikají v pohybové soustavě ochranné mechanismy, které následně vyvolají ochranné reakce. Ty způsobí změnu fyziologického průběhu pohybu a držení těla. Cílem terapeuta je odhalit a odstranit rušivé faktory a obnovit tak fyziologický a ekonomický průběh pohybu a držení těla pacienta. Velice důležitou roli zde hraje diagnostika, pomocí které terapeut určí patologickou aferentaci a stanoví postup terapie. Diagnostika se skládá z anamnézy, inspekčního a funkčního vyšetření. Samotná terapie obsahuje pasivní terapeutické postupy, nejčastěji prováděné prostřednictvím horké role, a aktivní terapeutické postupy. Mezi ně se řadí agisticko-excentrické kontrakční postupy, cvičení s therabandem, šest základních aktivních cviků, terapeutická chůze podle Brüggera a nacvičování ADL. Motivace pacienta a kladný přístup terapeuta představují velmi důležitý bod terapie. Nejčastější indikací jsou funkční onemocnění pohybového systému (Kolář, 2009).

## **2.11 Pohybová dovednost**

Již v roce 1982 definoval profesor Linhart pojem dovednost jako pohotovost správně a úsporně vykonávat určitou činnost. Měkota a Cuberek (2007) pohybovou dovednost stručně charakterizují jako pohotovost (způsobilost, připravenost) k pohybové činnosti, získanou motorickým učením a opakováním. Podle Čelikovského (1990) ji lze popsat jako učením získaný předpoklad pro provádění určité činnosti. Schmidt a Wrisberg (2008) dovednost

definují jako způsobilost dosáhnout určitého finálního výsledku s maximální jistotou, minimální vyprodukovanou energií či s minimem času. Motorická dovednost vzniká jako výsledek praxe, ve které primární determinantou je vždy kvalita pohybu.

Základ pohybové dovednosti tvoří interakce sensorických, kognitivních a motorických procesů. Jejich zastoupení se v každé dovednosti liší. Záleží především na charakteru osvojované dovednosti a na stálosti prostředí. Při provádění pohybové činnosti jedinec nejprve musí získat informace z vnějšího i vnitřního prostředí pomocí sensorických procesů (zrak, sluch, proprioreceptory). Díky získaným informacím se poté rozhodne jak, kdy, a kde činnost provede (kognitivní procesy). A nakonec žádoucí pohybovou činnost vykoná (motorické procesy) (Měkota a Cuberek, 2007, Schmidt a Lee, 2014).

Relace mezi pohybovými dovednostmi a schopnostmi je reciproční. V procesu osvojování dovedností se rozvíjejí motorické schopnosti. Při jejich rozvoji dochází k prohlubování osvojených motorických dovedností (Schmidt a Lee, 2014). Hlavní rozdíly mezi nimi popisuje níže přiložená tabulka.

**Tabulka č. 2.11.1:** *Motorické schopnosti vs Motorické dovednosti*

<b>Motorické schopnosti</b>	<b>Motorické dovednosti</b>
Jsou vrozenými vlastnostmi	Jsou rozvíjeny tréninkem
Jsou stabilní a trvalé	Jsou snadno ovlivnitelné tréninkem
Jejich počet je omezený (zhruba 50)	Jejich počet je v zásadě nekonečný
Každá z nich je východiskem pro mnoho různých dovedností	Každá z nich využívá několik schopností

Zdroj: Schmidt a Lee (2014)

### **2.11.1 Charakteristické rysy pohybové dovednosti**

Podle definice Schmidta (2014) lze určit a popsat tři hlavní charakteristické rysy každé pohybové dovednosti.

#### **1. Maximální jistota při dosahování cíle**

Pro osvojenou motorickou dovednost platí, že cíle pohybové činnosti je dosaženo s vysokou mírou jistoty a s vysokou spolehlivostí. Jedinec dokáže tento výkon spolehlivě podat a bez spoléhání na štěstí zopakovat. Příkladem může být chirurgický zákrok, který musí být proveden s maximální jistotou z důvodu jednoho pokusu. Jistota se získává především dlouholetou praxí (Schmidt a Lee, 2011, Schmidt a Lee, 2014).

## 2. *Minimální výdej energie*

V mnoha dovednostech (neplatí např. pro vrh koulí) hraje důležitou roli úspora vydávané energie, která je potřebná pro další či déletrvající činnost, případně pro závěrečnou fázi vykonávané činnosti. Příkladem může být třeba hráč fotbalu, který musí být schopen odehrát celý zápas nebo maratonský běžec, který potřebuje doběhnout až do cíle. Při úspoře energie se však nejedná jen o tu fyzickou, nýbrž i o energii psychickou. Mnoho jedinců si určitou pohybovou činnost osvojí tak důkladně, že při jejím provádění nemusí téměř vůbec myslet. Pohybová činnost je prováděna z velké části automaticky a kognitivní procesy jsou tak uvolněny pro jiné důležitější stránky aktivity (např. pro herní taktiku a strategii). Minimální výdej energie se získává vhodným tréninkem, který společně s učením a zkušenostmi vede k bezchybným výkonům (Schmidt a Lee, 2011, Schmidt a Lee, 2014).

## 3. *Dosažení cíle v minimálním čase*

Třetím charakteristickým rysem pro osvojování pohybové činnosti je zkrácení času, za který je cíle dosaženo, případně zvýšení rychlosti, s jakou je cíle dosahováno. V mnoha dovednostech se jedná o nejdůležitější kritérium úspěchu (např. sprinterský běh nebo závod v plavání). Důležité je úsporu času vyvážit s ostatními požadavky na prováděnou pohybovou činnost, jelikož v několika případech může zrychlené provádění pohybu způsobit jejich nepřesnost. Rychlejší pohyby také často vyžadují mnohem více energie. Jedinec musí vždy vyvážit několik požadavků, které jsou v určitých situacích různě důležité, pro dosažení určeného cíle (Schmidt a Lee, 2011, Schmidt a Lee, 2014).

### 2.11.2 Dělení pohybových dovedností

Základní dělení pohybových dovedností dle Periče a Dovalila:

- a) primární** – každý jedinec si je přirozeně osvojuje během svého vývoje. Patří sem základní pohyby jako chůze, běh nebo skoky,
- b) pohybové** – tyto pohyby nejsou součástí přirozené ontogeneze člověka, a také nesouvisí s jeho sportovní specializací. Příkladem může být lyžování, avšak jedinec není profesionální lyžař,
- c) sportovní** – tyto dovednosti jedinec využívá ve své sportovní specializaci (např. sprinterský běh na 100 metrů) (Perič a Dovalil, 2010).

Dělení pohybových dovedností z hlediska charakteru činnosti dle Schmidta:

- a) diskrétní** – mají jasně definovaný počátek a konec a zpravidla trvají velmi krátce. Objevují se, jak ve sportovních činnostech (veškeré vrhy, hody, kopy, údery a odpaly), tak i v běžných denních aktivitách (stisknutí vypínače, zavazování tkaniček u bot, zapínání knoflíků). Výsledky těchto dovedností lze snadno měřit a jejich výsledky poté využít pro výzkum,
- b) kontinuální** – nemají jasně definovaný počátek ani konec. Jedná se o plynulý tok pohybové činnosti, která trvá několik minut nebo i déle (plavání, jízda na kole, šití). Při těchto dovednostech jsou využívány jiné procesy než u dovedností diskrétních, proto je výhodnější učit je odlišným způsobem,
- c) sériové** – jsou takové činnosti, které vznikly spojením několika dovedností diskrétních, a tím vytvořily dovednosti nové a složitější. Trvají delší dobu, avšak každá část jednotlivého úkonu má jasný počátek a konec. Příkladem může být gymnastická sestava, která je složena z několika cviků, nebo řazení rychlosti při jízdě autem, kdy je potřeba použít řadicí páku spolu s pedály spojky a plynu (Schmidt a Lee, 2014).

Dělení pohybových dovedností podle stupně stálosti prostředí dle Měkoty a Cubereka:

- a) otevřené** – jsou takové dovednosti, při jejichž provádění se prostředí mění (např. fotbal nebo řízení auta za hustého provozu). Jedinec musí neustále sledovat měnící se podmínky a přizpůsobovat jim danou pohybovou činnost. Správná reakce na změny prostředí tvoří klíčový prvek těchto dovedností. Percepční a rozhodovací procesy obvykle probíhají ve velmi krátkém čase,
- b) uzavřené** – probíhají ve stabilním a předvídatelném prostředí (např. gymnastika nebo psaní na klávesnici). Jedinec si může prostředí předem zhodnotit a vybrat tak nejvhodnější postup bez časové tísně a rychlých změn. Pohyby jsou do značné míry zautomatizované a konstantní (Měkota a Cuberek, 2007).

Dělení pohybových dovedností z hlediska přesnosti pohybu dle Měkoty a Cubereka:

- a) jemné** – hlavním znakem jemných dovedností je zapojení malých svalových skupin. Týkají se především činnosti ruky a prstů, občas i jiných částí těla (ústa, chodidla). Jedná se o vytvoření jemných pohybových koordinací, kdy přesnost hraje velmi podstatnou roli. Uplatňují se v pracovních a uměleckých činnostech,

**b) hrubé** - pohyby jsou zajištěny pomocí velkých svalových skupin, za účasti všech částí těla. Využívají se při prostorově rozsáhlých pohybových činnostech. Jedinec se při provádění těchto činností nesoustředí na přesnost ani preciznost pohybu. Většina sportovních dovedností patří do této skupiny (Měkota a Cuberek 2007).

## 2.12 Zpětná vazba

Při učení se motorickým dovednostem hraje zpětná vazba velmi důležitou roli, neboť napomáhá lépe kontrolovat provádění pohybu a zvyšuje efektivitu výkonu. Zpětná vazba tedy tvoří jednu z nejdůležitějších proměnných ovlivňujících motorické učení. Informace, které nám poskytuje, mohou být vnitřní nebo vnější zpětnou vazbou. Vnitřní zpětná vazba je zprostředkována pomocí vlastních senzorů jedince, kterými jsou proprioreceptory, zraková kontrola, sluch a hmat. Jedinci je tento druh vazby dostupný kdykoliv během pohybu skrze jeho vlastní smysly bez pomoci další osoby nebo přístroje. Naopak vnější zpětnou vazbu zprostředkovávají externí zdroje informací jako akustické signály, slovní vedení druhou osobou nebo terapeutem, videonahrávky, terapie založené na virtuální realitě atd. Zevní zpětná vazba je v mnoha případech nezbytná, jelikož poskytuje jedinci informace o chybách, které při provádění pohybové dovednosti není schopen vnímat (Burget, 2015, Elliott a Khan, 2010, Sidaway et al., 2012).

Zpětná vazba má několik pozitivních ale i negativních účinků. Mezi pozitivní se řadí: zvýšení motivace, poskytování nových informací jak danou pohybovou dovednost zdokonalit a detailní popisování chyb v průběhu motorického učení. Při opakovaném používání může však vyvolat závislost, která poté pohybovou dovednost prováděnou samostatně bez zpětné vazby zhoršuje. Dříve bylo prokázáno, že zpětná vazba je daleko více efektivní, pokud je rychlejší, častější a přesnější. Tento pohled je však v dnešní době postupně nahrazován hlubšími teoriemi, které se zabývají detailnějším porozuměním poskytování a rozvržení zpětné vazby. Výsledky studií totiž ukázaly, že průměrovaná a souhrnná zpětná vazba jsou pro motorické učení výhodnějšími, než zpětná vazba poskytovaná po každém opakování. Průměrovaná a souhrnná zpětná vazba totiž všeobecně zabraňují vzniku závislosti (Schmidt a Lee, 2014, Williams a Hodges, 2012).

V rehabilitaci se terapie pomocí zpětné vazby využívá již řadu let. Nejčastěji u pacientů s poruchami rovnováhy k nácvi stability (Kolář, 2009). Studie, které se zabývaly tréninkem s využitím biologické zpětné vazby, prokázaly její pozitivní vliv při tréninku rovnováhy. Pacienti s využitím této terapie vykazovali lepší výsledky než skupina, která absolvovala běžný rehabilitační program. Při tréninku pomocí zpětné vazby se dříve aktivují mechanismy



neuroplasticity a motorického učení. Terapie by se však měla časem obměnit, aby nedocházelo k adaptaci a snížení mozkové reaktivity (Burget, 2015).

### **2.13 Virtuální realita a její využití v rehabilitaci**

Virtuální realita je definována jako uměle vytvořené prostředí zobrazované pomocí počítačových nebo jiných technologií. Vytváří sensorické signály, na které je člověk schopen reagovat. Umožňuje mu interakci s virtuálně vytvořeným prostředím v reálném čase a zároveň poskytuje zpětnou vazbu o poloze jeho těla v prostoru (Bergeron et al., 2015). Virtuální realita přispívá k reorganizaci nervové sítě motorické kůry, prefrontální kůry a mozečku.

Terapie pomocí virtuální reality se v rehabilitaci využívá především u pacientů s poruchou rovnováhy různé etiologie (cévní mozkové příhody, kraniocerebrální traumata, Parkinsonova nemoc, roztroušená skleróza, vestibulární poruchy, stavy po ortopedických operacích atd.). Lze ji také využít v dětské rehabilitaci u dětí s kognitivními poruchami (poruchy zraku, sluchu, pozornosti atd.), s poruchou autistického spektra nebo s dětskou mozkovou obrnou. Často je využívána jako nácvik pro prevenci pádů u seniorů (Herdman, 2014). Pacienti s těžším neurologickým deficitem si během terapie mohou vyzkoušet simulaci běžných aktivit (nakupování, hraní různých sportů, řízení auta atd.), které by za normálních okolností sami nezvládli (Matijevic et al., 2013).

Virtuální realita využívaná v rehabilitaci nabízí mnoho výhod. V posledních letech byly vyvinuty hry a herní systémy, které jsou pro pacienty finančně dostupné a lehce přenosné. Terapie je tedy dobře využitelná v domácím prostředí bez neustálé kontroly fyzioterapeuta nebo zdravotnického personálu. Získaná data se ihned ukládají do paměti softwaru. Jsou pacientovi neustále k dispozici a mohou zvýšit jeho motivaci při další terapii. Terapeutovi poté nabízí zpětnou kontrolu, zda pacient cvičení prováděl a jaké byly jeho výsledky. Díky virtuální realitě lze při terapii využít spojení fyzického cvičení s kognitivním tréninkem. Obrovskou výhodou představuje také nácvik běžných denních aktivit simulovaných pomocí uměle vytvořeného prostředí (David, 2010, Tjernstrom et al., 2016, Whitney, 2016). Neměli bychom však zapomínat, že tato terapie slouží jako doplněk celkové léčby. I přes všechny její výhody je velice důležité provádět sensorickou a taktilní zpětnou vazbu pomocí klasických fyzioterapeutických metod využívaných v rehabilitaci (Whitney, 2016).

## 2.14 Systém Homebalance

Jedná se o interaktivní rehabilitační systém, který byl vyvinut týmem odborníků v Centru podpory aplikačních výstupů a spin-off firem na 1. LF UK v Kladně ve spolupráci s FBMI ČVUT a 1. LF, lékaři a fyzioterapeuty. V roce 2013 byl v Centru podpory aplikačních výstupů a spin-off firem zahájen projekt podpořený z Evropského sociálního fondu v rámci operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace. Cílem tohoto projektu bylo vyvinout terapeutický přístroj pro pacienty s poruchou rovnováhy, který by bylo možné využívat, jak ve zdravotnických zařízeních, tak v domácím prostředí. Díky tomuto projektu o pár let později vznikl terapeutický systém Homebalance (Homebalance, 2015).

Systém se využívá v rehabilitaci u pacientů s poruchou rovnováhy různé etiologie, zejména po poškození mozku, po ortopedických operacích a jako prevence pádů u seniorů. Jeho hlavní výhodou je jednoduché ovládání a snadná přenosnost. Je také oproti konkurenčním produktům výrazně levnější. Skládá se z tří běžně dostupných komponent: tabletu, speciálně vyvinutého softwaru a stabilometrické plošiny Nintendo Wii Balance Board. Tyto komponenty spolu komunikují prostřednictvím bezdrátového rozhraní Bluetooth (Homebalance, 2015, Janatová et L., 2016).

Terapie probíhá formou hry, kdy pacient stojící na stabilometrické plošině má za úkol měnit pozici zobrazovaného objektu změnami polohy svého těžiště. Pro trénink rovnováhy lze v systému využít dva typy scén: šachovnici a vesmír. Terapeut může pomocí změn parametrů terapeutické scény ovlivňovat a určovat náročnost terapie. Může například zvolit v jaké pozici pacient úkoly plní (stoj, stoj o úzké bázi, stoj na jedné noze, tandemový stoj či sed). Dále lze nastavit citlivost stabilometrické plošiny nebo zvolit dominantní terapeutickou úlohu (předožadní pohyb, pravá a levá spirála, náhodná cesta atd.). Jednotlivé úlohy jsou vždy kombinovány s tréninkem kognitivních funkcí. Pro sběr dat mé bakalářské práce jsem využila scénu šachovnice. Pacient musí pomocí změn polohy svého těžiště přemístit zeměkouli po šachovnici vždy na políčko, které svítí modře. Na tomto políčku poté setrvá určitý časový interval, který je dopředu nastaven terapeutem. Po uplynutí daného časového intervalu políčko změní barvu a rozsvítí se políčko jiné. Pacient tímto způsobem pokračuje, dokud úlohu nesplní. Dopředu daný je i počet zvýrazněných polí, na které musí zeměkouli přemístit. Po ukončení každé úlohy je zobrazen čas, za který pacient danou úlohu splnil. Výsledky jsou uloženy do paměti softwaru. Uložená data terapeutovi umožňují cvičení zpětně vyhodnotit (Homebalance, 2015, Janatová et al., 2016).

Terapie s využitím interaktivního systému Homebalance se využívá ve zdravotnických zařízeních, domovech pro seniory a v domácím prostředí. Má pozitivní efekt především na stabilitu, délku reakční doby, koordinaci pohybů, prostorovou orientaci, paměť a pozornost. Dalším a velmi důležitým efektem je aktivace limbického systému, která vede ke zvýšení motivace pacienta k pravidelnému tréninku a celkovému navození jeho psychické pohody (Homebalance 2015, Janatová et al., 2016).

## **3 PRAKTICKÁ ČÁST**

### **3.1 Cíl práce**

Cílem bakalářské práce je popsat průběh motorického učení u zdravých mladých žen ve věku 18-35 let. Motorické učení bude prováděno pomocí stabilometrické plošiny Wii Balance Board a interaktivního rehabilitačního systému HomeBalance. Motorické učení bude probíhat 10 týdnů s frekvencí jedné jednotky týdně. Porovnáním průměrné hodnoty celkového času z každé jednotky bude zjištěno, zdali došlo k jejímu snížení či nikoliv.

Hypotéza pro tento výzkum zní: Předpokládám, že se celkový čas všech probandek jako jednoho celku významně sníží po desetitýdenním cvičení na stabilometrické plošině s využitím aplikace HomeBalance.

### **3.2 Metodologie bakalářské práce**

Moje bakalářská práce je z metodického hlediska kvantitativním výzkumem, zaměřeným na sběr dat a jejich analýzu. Svým výzkumem navazuji na bakalářskou práci Bc. Michaely Janíčkové (2018), která se zabývala vlivem motorického učení na rovnováhu mladých dívek. Ve své práci zpracovala a porovнала hodnoty získané ze vstupního a výstupního statického posturografického vyšetření, které bylo provedeno před zahájením a po ukončení motorického učení. Hodnotami získanými během motorického učení se nezabývala. Průběhu motorického učení se totiž bude věnovat má práce, která naopak nebude zpracovávat hodnoty vstupního a výstupního statického posturografického vyšetření.

Základem práce bylo získání dat, hodnot celkového času, ze všech deseti absolvovaných jednotek motorického učení, ze kterých budou zpracovány průměrné výsledky všech probandek jako jednoho celku. Interpretace výsledků poslouží jako objektivní důkaz, že motorické učení proběhlo.

Z důvodu návaznosti mé bakalářské práce na předchozí výzkum jsem proto musela použít stejný počet probandek a stejná kritéria jejich výběru kvůli relevantnosti mé práce. Na provedení praktické části mé bakalářské práce se podílelo 15 dívek. Kritérii pro jejich výběr byly věk, pohlaví a zdravotní stav. Probandky musely být mladé (věkové rozhraní 18 až 35 let) a zdravé (bez přítomnosti onemocnění či zranění pohybového aparátu). U vybraných probandek byla odebrána podrobná anamnéza. Vzhledem ke sledovaným parametrům nebylo potřeba provést vstupní kineziologický rozbor. Motorické obtíže se během 10 týdnů neobjevily u žádné z probandek. Spolupráce s nimi probíhala od února 2018 do května 2018.

Všechny probandky byly důkladně seznámeny s postupy a cíli bakalářské práce, průběhu zpracování a formě naší spolupráce. Podepsaly informovaný souhlas, ve kterém souhlasí s dobrovolnou účastí v BP a anonymním zpracováním výsledků.

### **3.3 Praktický průběh realizace**

#### **3.3.1 Vstupní a výstupní posturografické vyšetření**

Před samotným absolvováním 10 jednotek motorického učení dívky podstoupily vstupní a výstupní posturografické vyšetření. To bylo provedeno pomocí posturografu Synapsis Posturography System na Klinice rehabilitačního lékařství VFN v Praze.

Bylo vyšetřováno 12 variant stoje:

1. stoj standardizovaný s otevřenými očima,
2. stoj standardizovaný se zavřenými očima,
3. Limits of stability – maximální možné vychýlení těžiště těla probandky
4. stoj na měkké podložce s otevřenými očima,
5. stoj na měkké podložce se zavřenými očima,
6. stoj na jedné noze při standardizovaném stoji,
7. stoj na druhé noze při standardizovaném stoji,
8. stoj na jedné noze na měkké podložce,
9. stoj na druhé noze na měkké podložce,
10. stoj na šířku pánve,
11. stoj o úzké bázi,
12. stoj o úzké bázi se zavřenými očima.

Časově se od sebe varianty stojů lišily. Stoje 1, 2, 4 a 5 trvaly 20 s a byly vždy prováděny dvakrát po sobě. Ve stojích 6, 7, 8, 9 musely probandky setrvat po dobu 15 s a při posledních třech stojích 10, 11, a 12 dokonce 30 s.

Jak jsem již zmínila v kapitole metodologie bakalářské práce, s těmito výsledky nebudu pracovat. Bylo však důležité toto vyšetření provést, neboť představuje nedílnou součást tohoto výzkumu. Analyzovat vstupní a výstupní posturografické vyšetření a k tomu i průběh motorického učení by bylo nad rámec bakalářské práce. Proto byla témata rozdělena a zpracována zvlášť.

### 3.3.2 Program motorického učení

Program probíhal po dobu 10 týdnů s frekvencí jedné jednotky motorického učení týdně na Klinice rehabilitačního lékařství v suterénu III. interní kliniky VFN v Praze. Probandky nesměly ani jednu jednotku vynechat, jinak by výsledky nebyly zahrnuty do této práce. Každá z nich absolvovala tuto terapii zvlášť, pouze pod mým dohledem. Při první terapii byla seznámena s přístrojem a instruována, jak bude cvičení probíhat. Tato jednotka proto trvala o něco déle, přibližně 20 minut, než ty následující, které zabraly maximálně 10 - 15 minut.

Cvičební program probíhal formou hry s využitím balanční plošiny Nintendo Wii Balance Board a interaktivního rehabilitačního programu HomeBalance, který byl nainstalován v tabletu. Komponenty byly propojeny pomocí Bluetooth. Úkolem probandek bylo měnit pozici zobrazovaného objektu změnami polohy svého těžiště. Pro tuto práci byla zvolena terapeutická scéna s názvem šachovnice a zobrazovaný objekt představovala zeměkoule. Na šachovnici bylo zvýrazněno vždy jen jedno pole, na které musela probandka zeměkouli přemístit. Na tomto poli ji poté musela udržet po určitou časovou dobu, která byla pro většinu úkolů nastavena na 1 s a pro poslední tři úkoly na 0,5 s. Po uplynutí dané časové doby bylo zvýrazněno pole jiné. Toto se opakovalo až do chvíle, kdy probandka splnila všechny dopředu nastavená pole. Po ukončení dané úlohy splněním všech nastavených polí byl vygenerován čas, za který tuto úlohu splnila. Čas, za který byly probandky schopné úlohy plnit, jsem si poctivě zapisovala do předem vytvořených tabulek, abych s nimi mohla po skončení celé terapie pracovat. Během terapie jsem korigovala správný postoj probandek. Do ničeho jiného jsem nezasahovala. Probandky musely sami přijít na co nejlepší a nejefektivnější techniku přemísťování vychýlením těžiště svého těla bez odlepení nohou od podložky.

Každá jednotka motorického učení probíhala vždy stejně a měla svůj řád. Začínalo se vždy diagnostikou, která se skládala ze tří částí:

1. Měření statického stoje za zrakové kontroly – Vzpřímený stoj na obou DKK naboso, HKK volně podél těla. Oči sledovaly obrazovku tabletu umístěnou před nimi.
2. Měření statického stoje bez zrakové kontroly – Stejně výchozí postavení jako u předchozího vyšetření, ale oči byly zavřené po celou dobu měření.
3. Měření dynamického stoje za zrakové kontroly – Přemísťování zobrazovaného objektu na zvýrazněná pole, která jsou náhodně zvolena. Čas trvání této úlohy se již započítával do celkové času celé jednotky.

Po diagnostice se pokračovalo samotným cvičením, které se skládalo z osmi úloh. Dané úlohy musely vždy jít každou terapii stejně po sobě, tak jak zde budou vypsány.

1. Stranové výchylky – Přemíst'ování zeměkoule ze středu doprava a doleva.
2. Malé výchylky – Přemíst'ování zeměkoule vždy jen na vedlejší pole od středu, ale do všech směrů (doprava, doleva, dolu, nahoru atd.)
3. Velké výchylky – Stejný princip jako u předchozí úlohy, ale zvýrazněná pole byla větší vzdálenost od středu.
4. Spirála pravá – Přemíst'ování zeměkoule do tvaru spirály směrem doprava.
5. Spirála levá – Přemíst'ování zeměkoule do tvaru spirály směrem doleva.
6. Náhodná cesta – Přemíst'ování zeměkoule na náhodně vygenerovaná pole v různých vzdálenostech a směrech od středu. Od 5 předchozích úloh se lišila tím, že doba setrvání na zvýrazněném poli byla pouze 0,5 s.
7. Spirála pravá – Přemíst'ování zeměkoule do tvaru spirály směrem doprava, avšak zeměkouli na zvýrazněném poli musely udržet pouze po dobu 0,5 s.
8. Spirála levá – Přemíst'ování zeměkoule do tvaru spirály směrem doleva, avšak zeměkouli na zvýrazněném poli musely udržet pouze po dobu 0,5 s.

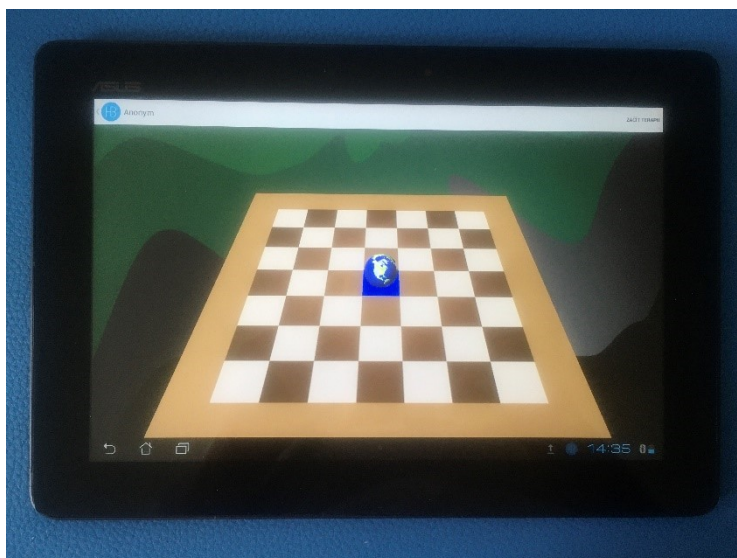
Úlohy 1, 2, 3, 4, 5 byly prováděny vždy dvakrát po sobě. Probandky musely při těchto pěti úlohách udržet zeměkouli po dobu 1 s na zvýrazněném poli. Úloha 6 byla vždy prováděna pouze jednou a jako jediná ze všech úloh byla každou jednotku jiná. Probandky nemohly tušit, kam budou zeměkouli přemíst'ovat. Na rozdíl od těch předchozích, kde již znaly jejich podstatu. Úlohy 7 a 8 se prováděly pouze při první a desáté jednotce. Probandky je vykonávaly pouze jednou a doba udržení byla 0,5 s.

**Obrázek č. 3.3.2.1:** Stabilometrická plošina Nintendo Wii



(Vlastní zdroj, 2019)

**Obrázek č. 3.3.2.2:** *Scéna šachovnice – Systém Homebalance*



(Vlastní zdroj, 2019)

### **3.4 Analýza a zpracování dat**

Naměřené hodnoty byly zaznamenány v aplikaci HomeBalance a poté převedeny do programu Microsoft Excel 2013. V něm byly vytvořeny přehledné tabulky, do kterých byly výsledky všech 15 probandek vloženy. Nebyly srovnávány výsledky každé probandky zvlášť, nýbrž výsledky skupiny jako jednoho celku. Všechny 15 výsledků každé úlohy z jednotlivých terapií bylo vždy sečteno dohromady a pomocí integrovaných funkcí byly vypočítány aritmetické průměry. Každá úloha tedy obsahovala pouze jeden zprůměrovaný čas za jednu terapii (dohromady pak deset časů za deset terapií). Z těchto dat byly poté vytvořeny grafy pro přehlednější orientaci. Pro lepší orientaci byl také časový rozdíl mezi první a desátou terapií převeden na procenta, aby bylo jasné, o kolik procent se naměřené časy po dobu motorického učení zlepšily. Parametr celkový čas byl statisticky zhodnocen pomocí Studentova T-testu. Pro vyhodnocení byla nastavena hladina statistické významnosti na  $\alpha = 0,05$ . V případě  $p \leq 0,05$  je test považován za statisticky signifikantní. Z hodnot celkového času byla také určena klinická významnost, neboli effect size, která je definována Cohenovým d. Pokud platí, že effect size je větší než 0,8, jedná se o velkou klinickou významnost.



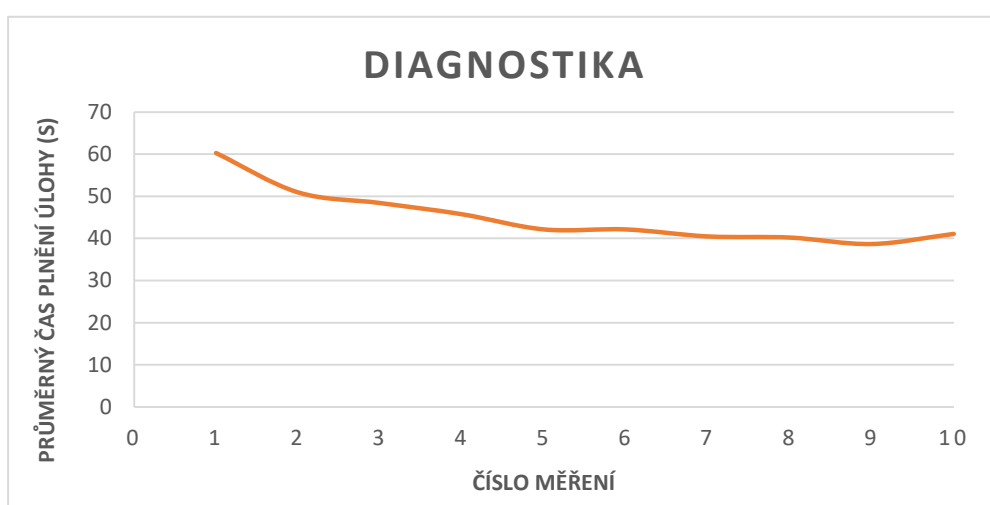
### 3.5 Výsledky

V této kapitole je zhodnoceno procentuální zlepšení jednotlivých úloh. Dále je popsán celkový čas všech deseti terapií. Získaná data celkového času, která byla použita pro tento výzkum, jsou přiložena na konci této bakalářské práce v kapitole přílohy.

#### 3.5.1 Výsledky “diagnostiky“

Tato úloha zaznamenala nejlepší procentuální zlepšení ze všech prováděných úloh. Skupina se v ní zlepšila o 31,7 %.

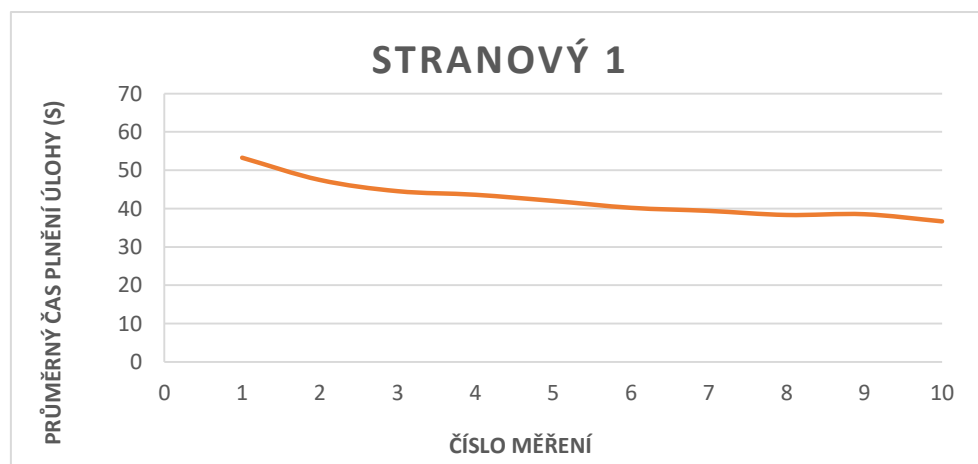
*Graf č. 3.5.1.1: Diagnostika*



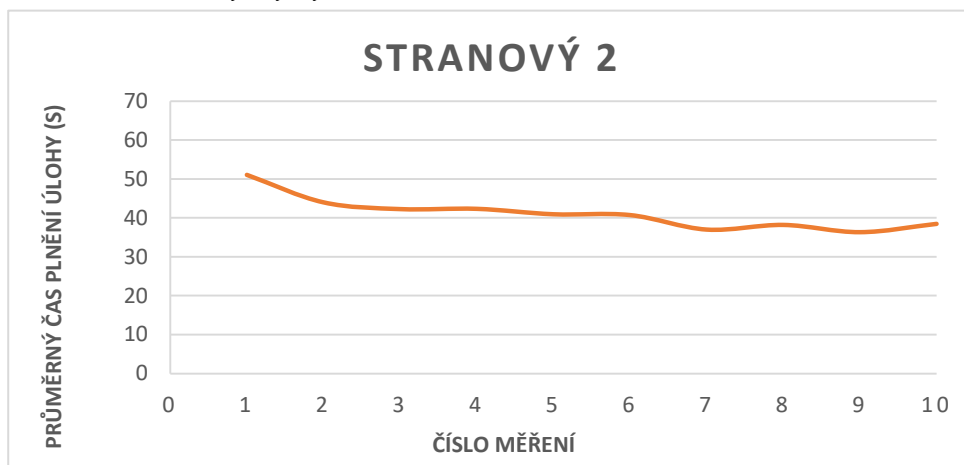
#### 3.5.2 Výsledky “stranové výchylky“

“Stranové výchylky“ probandky prováděly každou terapii vždy dvakrát po sobě. V prvním pokusu došlo ke zlepšení o 30 %. Druhý pokus procentuálně dopadl o něco hůře, avšak i v něm došlo ke zlepšení, a to o 25,5 %.

*Graf č. 3.5.2.1: Stranové výchylky I*



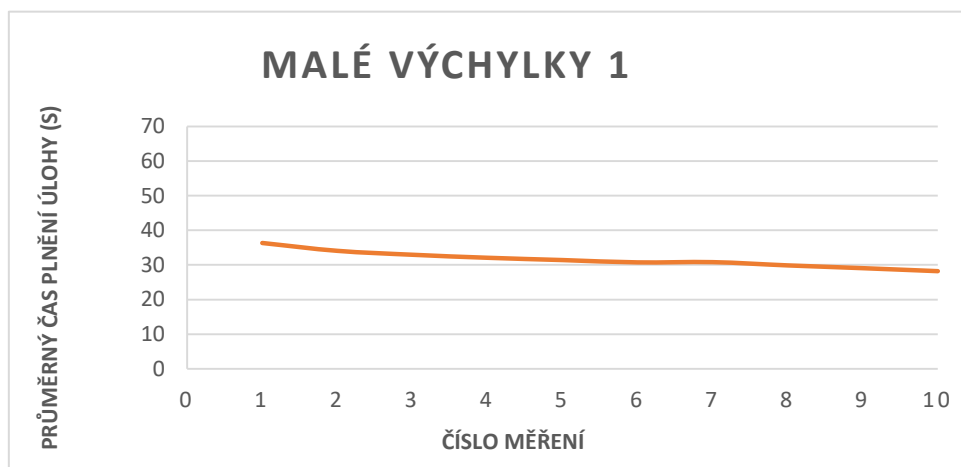
*Graf č. 3.5.2.2: Stranové výchylky 2*



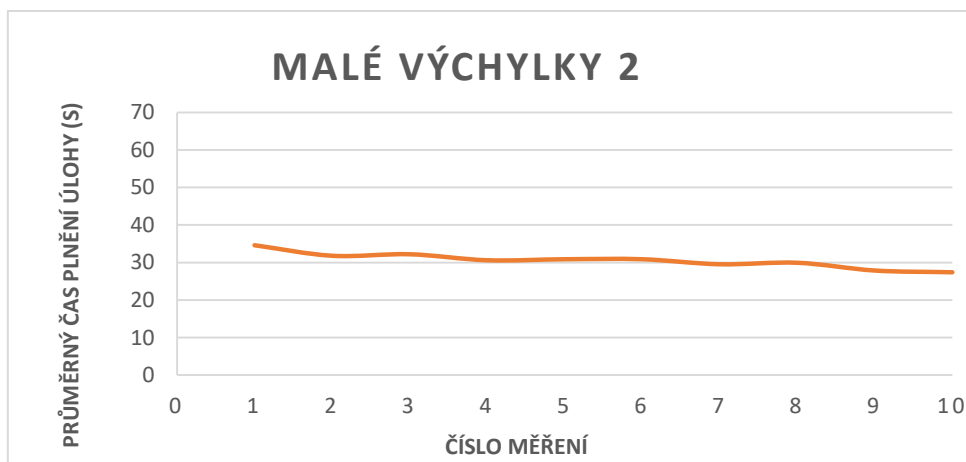
### 3.5.3 Výsledky “malé výchylky“

Tato úloha byla prováděna vždy dvakrát po sobě. Procentuální zlepšení obou pokusů se od sebe nijak významně neliší. V prvním došlo ke zlepšení o 22,2 %, v druhém o 22,9 %. Spolu s náhodnou cestou se jedná o jediné dvě úlohy, u kterých zlepšení nepřesáhlo 25 %.

*Graf č. 3.5.3.1: Malé výchylky 1*



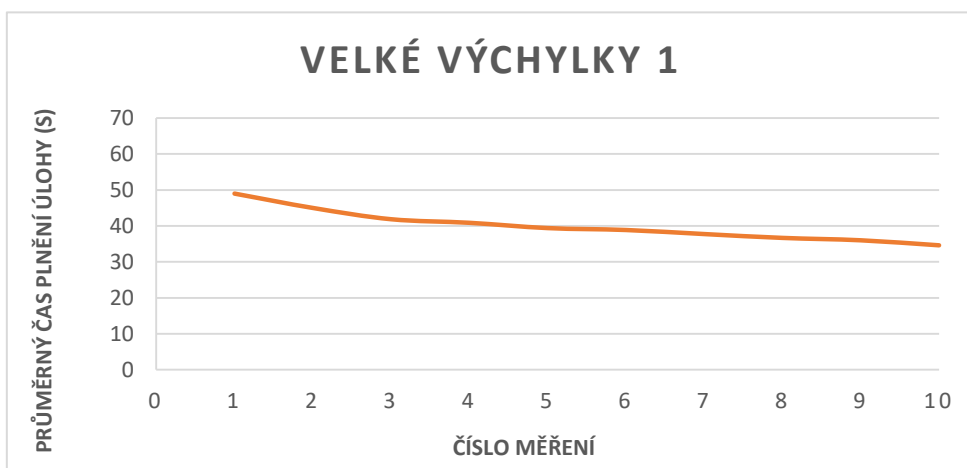
*Graf č. 3.5.3.2: Malé výchylky 2*



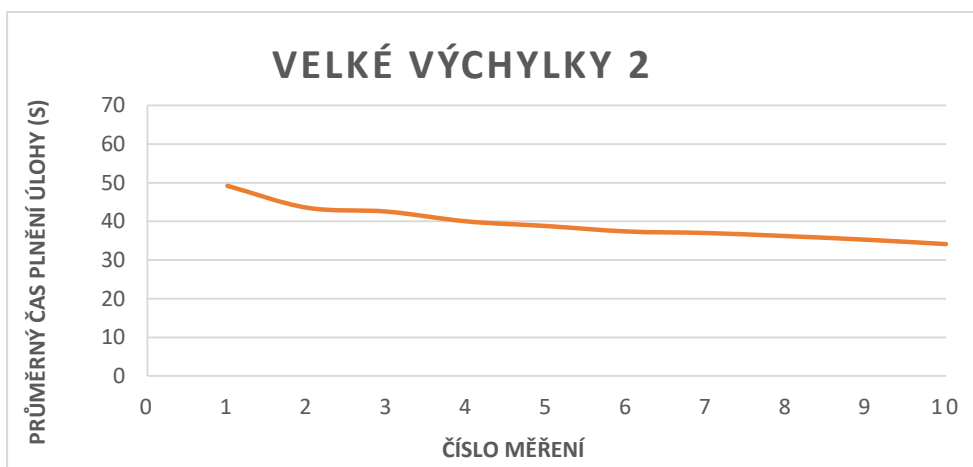
### 3.5.4 Výsledky “velké výchylky“

“Velké výchylky“ jsou třetí nejlépe zlepšenou úlohou. Také byly prováděny vždy dvakrát po sobě, přičemž v prvním pokusu se probandky zlepšily o 28,6 %. Druhý pokus dopadl o něco lépe než první, kdy došlo k procentuálnímu zlepšení o 30,6 %.

*Graf č. 3.5.4.1: Velké výchylky 1*



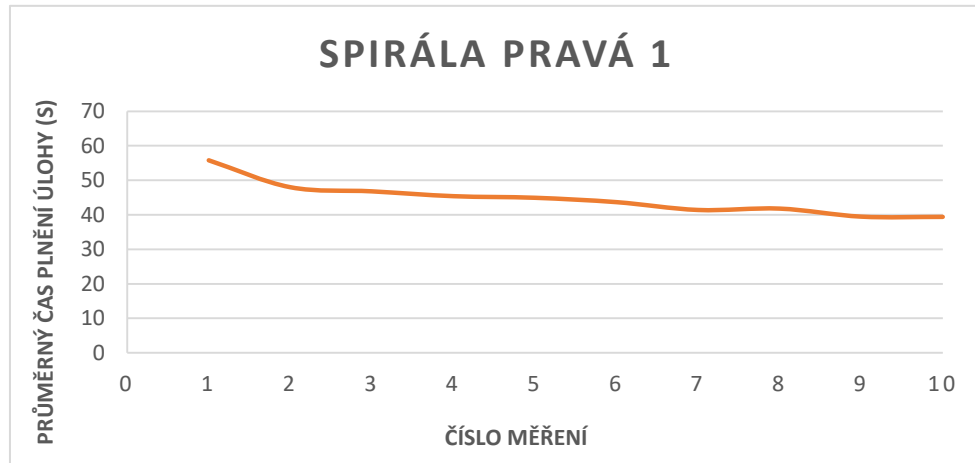
*Graf č. 3.5.4.2: Velké výchylky 2*



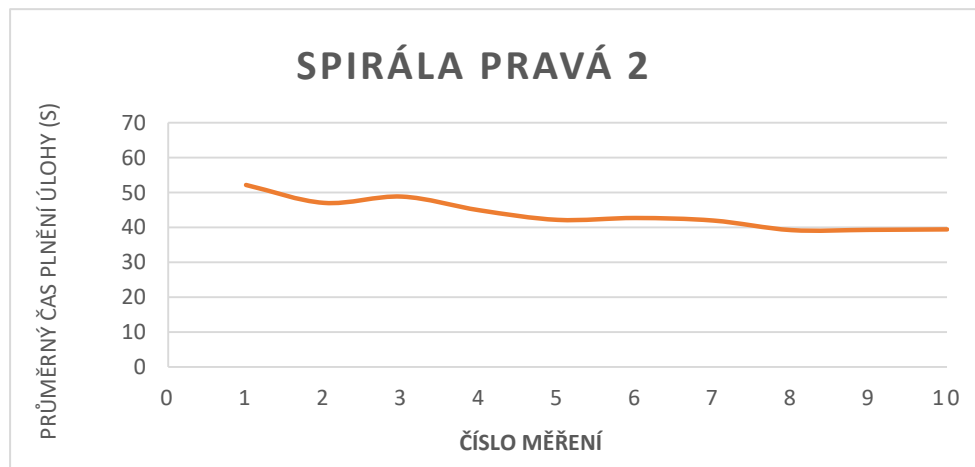
### 3.5.5 Výsledky “pravé spirály“

U “pravé“ spirály dopadly výsledky procentuálně podobně jako u stranových vychylek. První pokus dopadl o 5,4 % lépe než pokus druhý. V prvním se tedy probandky zlepšily o 30,4 %, a v druhém o 25 %.

*Graf č. 3.5.5.1: Spirála pravá 1*



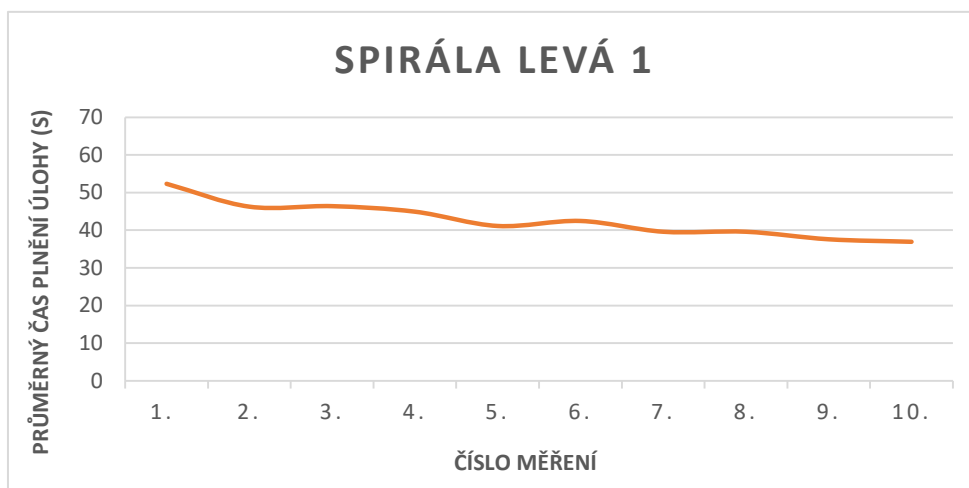
*Graf č. 3.5.5.2: Spirála pravá 2*



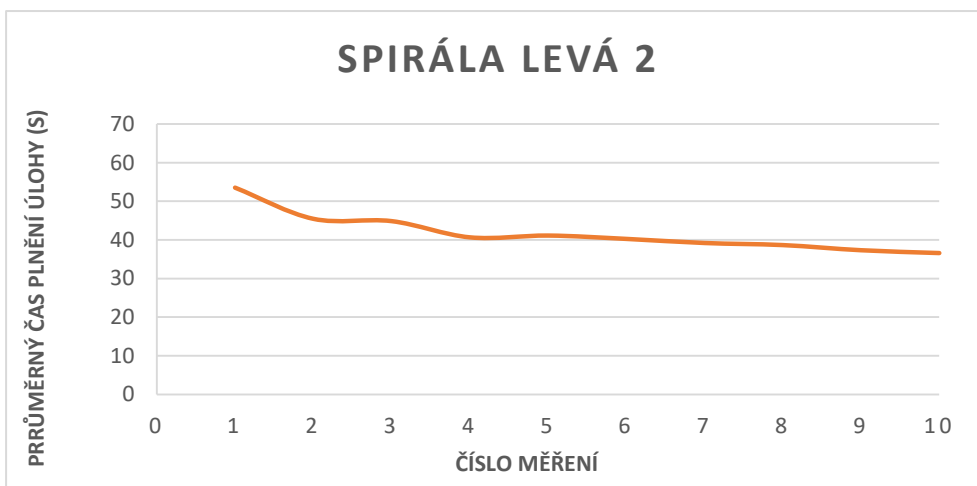
### 3.5.6 Výsledky “levé spirály“

“Levá spirála“ zaznamenala druhé největší zlepšení ze všech prováděných úloh. Lépe dopadl druhý pokus, ve kterém se probandky zlepšily o 31,5 %. V prvním pokusu došlo ke zlepšení o 28,8 %.

*Graf č. 3.5.6.1: Spirála levá 1*



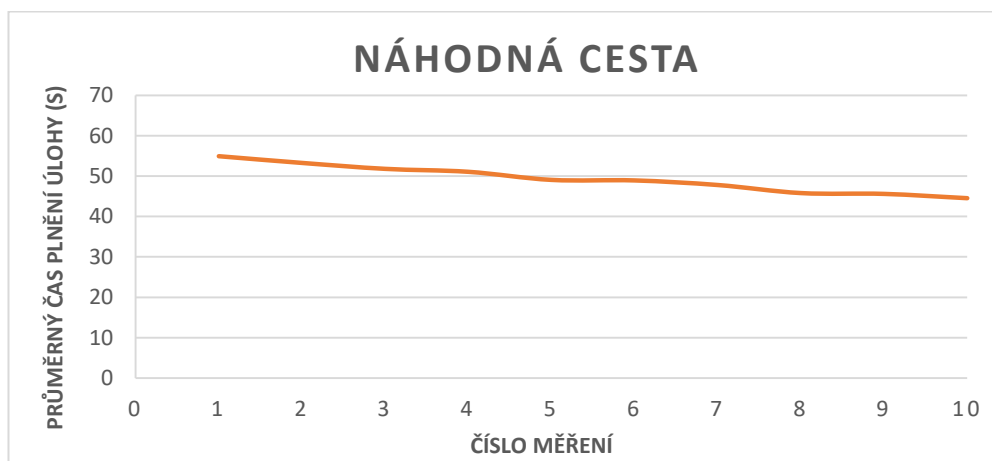
*Graf č. 3.5.6.2: Spirála levá 2*



### 3.5.7 Výsledky “náhodné cesty“

V úloze “náhodná cesta“ došlo také ke zlepšení, avšak k nejnižšímu ze všech prováděných úloh. Probandky se v ní zlepšily o 18,2 %.

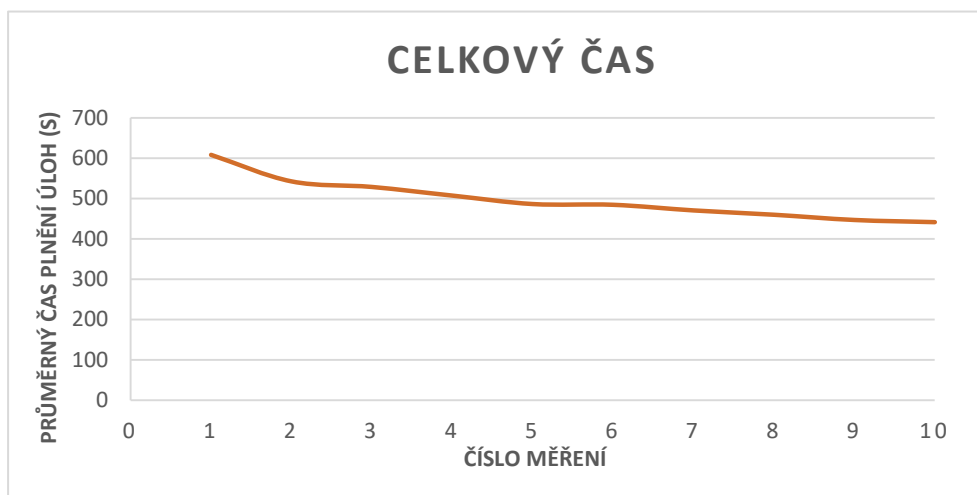
*Graf č. 3.5.7.1: Náhodná cesta*



### 3.5.8 Výsledky celkový čas

Celkový čas obsahuje vždy časy všech jednotlivých úloh provedených za jednu jednotku motorického učení. Znárodnuje tedy, jak se probandky zlepšily v rámci jedné terapie. Po deseti jednotkách motorického učení došlo k procentuálnímu zlepšení o 27,5 %. Největší změna nastala během první a druhé terapie, kdy se probandky zlepšily o 10,9 %. K nejmenší změně došlo naopak mezi pátou a šestou terapií, kdy zlepšení bylo o pouhých 0,4 %. Zlepšení mezi zbývajícím terapiemi bylo v rozmezí 1,3 % do 4,2 %. U parametru celkového času došlo k posunu hodnot na hladině významnosti 0,05. Cohenovo d zde bylo 2,8, což představuje velkou klinickou významnost.

*Graf č. 3.5.8.1: Celkový čas*



## 4 DISKUZE

Problematika motorického učení hraje ve všech oblastech lidského života důležitou roli. Lidé o motorickém učení obvykle ani nepřemýšlejí, i přestože ho používají téměř v každé činnosti. Díky němu si totiž osvojují pohybové dovednosti. Aby si každý jedinec pohybové dovednosti efektivně osvojil, potřebuje pro to využít alespoň základní znalosti o průběhu motorického učení. Tyto znalosti se poté dají využít v mnoha odvětvích lidské činnosti (např. ve sportu, v uměleckých činnostech, ve fyzioterapii nebo v běžných denních aktivitách), (Schmidt a Lee, 2011).

Problematice motorického učení se intenzivně již několik let věnuje doktor Richard A. Smith, který je právem označován jako jedna z nejvýznamnějších postav současného výzkumu motorického učení. V teoretické části jsem proto nejvíce čerpala z jeho několika publikací, jelikož jsou přehledné, výstižné a obohacující. Další zahraniční autoři, kteří se věnují této problematice, většinou také čerpají z publikací pana doktora. V české literatuře se motorickému učení nejvíce věnovali Antonín Rychtecký, Ludmila Fialová a Vlasta Vilímová. Jejich publikace jsou však staršího data. Vzhledem k tomu jak důležité je téma motorické učení, v současné době se mu v české literatuře nevěnuje téměř žádný autor. Nevycházejí nové články ani publikace. Občas se toto téma objeví v bakalářských pracích v rámci výzkumu. Sepsat novou publikaci s novějšími poznatky o problematice motorického učení by bylo pro českou literaturu velice přínosné.

V této bakalářské práci se zabývám průběhem motorického učení prováděného pomocí stabilometrické plošiny Wii Balance Board a interaktivního rehabilitačního systému Homebalance. Systém Homebalance je terapeutický přístroj, který je finančně dostupný, snadno přenosný a tím pádem využitelný jak k ambulantní tak k domácí terapii. Během cvičení poskytuje pacientům zpětnou audiovizuální vazbu. Výsledky pacienti vidí ihned po skončení hry, což napomáhá k zvýšení jejich motivace ke cvičení. Systém se využívá v rehabilitaci u pacientů s poruchou rovnováhy různé etiologie, zejména po poškození mozku, po ortopedických operacích a jako prevence pádů u seniorů (Janatová et al., 2016).

Cílem této bakalářské práce bylo popsat průběh motorického učení u 15 zdravých mladých žen ve věku 18-35 let na základě zvoleného parametru. Motorické učení probíhalo s frekvencí jedné jednotky týdně po dobu deseti týdnů na stabilometrické plošině Nintendo Wii s využitím interaktivního systému Homebalance. Probandky byly vybrány podle 3 kritérií: pohlaví, věku a zdravotního stavu. Před zahájením a po skončení motorického učení dívky podstoupily vstupní a výstupní posturografické vyšetření provedené pomocí posturografu

Synopsis Posturography System, který se nachází na Klinice rehabilitačního lékařství VFN v Praze. Samotné motorické učení poté probíhalo na Klinice rehabilitačního lékařství v suterénu III. interní kliniky VFN v Praze. Zvoleným parametrem pro posouzení průběhu motorického učení byl čas. V rámci této výzkumné práce se očekávalo, že se v průběhu deseti absolvovaných terapií sníží celkový čas všech probandek jako jednoho celku. Jednotlivá terapie se skládala z diagnostiky a osmi úloh, přičemž dvě z nich se prováděly pouze první a desátou terapií. Výsledné hodnoty byly zpracovány a graficky znázorněny v programu MS Excel. Celkový čas byl statisticky zhodnocen pomocí Studentova T- testu. Z jeho hodnot byla také určena klinická významnost, definovaná Cohenovým d.

Vyhodnocením získaných hodnot se prokázalo, že během desetitýdenní terapie došlo k snížení celkového času. Skupina 15 probandek se celkově zlepšila o 27,5 %. K největšímu zlepšení došlo mezi první a druhou terapií a to o 10,9 %. Tento výsledek potvrzuje Snoddyho (1926) „zákon tréninku“, který říká, že zlepšení je zprvu rychlé a později výrazně pomalejší. Procentuální změny mezi ostatními terapiemi byly zřetelně menší. Pohybovaly se okolo 1,3 % až do 4,2%. Ani jednou za celých deset týdnů motorického učení nedošlo k zhoršení mezi jednotlivými terapiemi. Probandky se vždy od předchozí terapie alespoň o několik procent zlepšily. Statisticky došlo u parametru celkového času k významnému zlepšení, a to na stanovené hladině významnosti 0,05. Cohenovo d vyšlo pro tento parametr 2,8, což značí velkou klinickou významnost.

K nejvýraznějšímu zlepšení došlo v úloze „diagnostika“, a to o 31,7%. Touto úlohou se vždy začínalo a při každé terapii byla sekvence změn pozic zvýrazněného poli na šachovnici stejná. Tak tomu bylo i u ostatních úloh kromě náhodné cesty. To může být důvod, kvůli kterému došlo v úloze „náhodná cesta“ k nejmenšímu procentuálnímu zlepšení ze všech. Probandky se v ní zlepšily o 18,2 %. V ostatních úlohách došlo vždy ke zlepšení alespoň o 22,5 % a více. Pokud si totiž dívky pamatovaly průběh jednotlivých úloh z přechozí terapie, mohly toho využít v nadcházející terapii, ve které reagovaly rychleji a plynuleji. Toto může být i důvod, že v tomto výzkumu došlo k tak velkému procentuálnímu zlepšení a k velké klinické významnosti. Pokud by totiž každou terapii úlohy měnily svůj průběh, nemuselo by k takovému zlepšení vůbec dojít. Mohlo by být o něco nižší, podobně jako je tomu u náhodné cesty. K druhému nejmenšímu zlepšení došlo v úloze „malé výchylky“. Může to být způsobeno tím, že tato úloha po dívkách vyžadovala pohyb s menším vychýlením těžiště jejich těla, vždy jen o jedno políčko, při kterém bylo potřeba větší koncentrace a přesnosti. Naopak úloha „velké výchylky“, ve které dívky přesunovaly zeměkouli po šachovnici ve všech směrech, byla procentuálně třetí nejvíce zlepšenou. Z toho vyplývá, že celkově šly dívkám lépe úlohy,



ve kterých zeměkouli přesunovaly ve větších vzdálenostech do všech směrů. Tyto úlohy však nesměly po celých deset týdnů změnit sekvenci zvýrazněných polí na šachovnici.

V úloze “stranové výchylky“ dívky vychylovaly své těžiště pouze do dvou směrů (doprava a doleva). Tento fakt však výsledky příliš neovlivnil, jelikož procentuální zlepšení bylo jen o necelá 2 % nižší s porovnáním “velkých výchylek“, které obsahovaly všechny směry. Co se týče úloh s vychylováním do obrazce spirály, dopadla lépe “spirála levá“, a to o 2,4 %. První a desátou terapii dívky navíc prováděly úkoly “pravá a levá spirála“, ve kterých musely zeměkouli na vyznačeném poli udržet pouze po dobu 0,5 s. Potvrdilo se, že časově zvládly tyto úkoly provést rychleji. I v těchto dvou úlohách došlo k procentuálnímu zlepšení během průběhu motorického učení. O minimální procentuální rozdíl dopadla lépe “pravá spirála“. Z čehož vyplývá, že na směr, kterým byla spirála tvořena, v tomto výzkumu tolik nezáleželo.

Z prostudované literatury vím, že by vždy při druhém pokusu plnění jednotlivých úloh mělo dojít k lepším výsledkům. Tento fakt se však potvrdil pouze u tří úkolů, a to u “malých výchylek“, “velkých výchylek“ a “levé spirály“.

Když shrnu průběh motorického učení u vybraných probandek, dojdou k závěru, že nejlépe se zlepšily v úlohách, které nikdy po dobu deseti týdnů nezměnily sekvenci zvýrazněných polí. Dále záleželo na tom, zda úloha po dívkách vyžadovala větší či menší vychýlení těžiště jejich těla. Z výsledků vyplývá, že menší výchylky dělaly probandkám větší problémy než ty větší. Na směr, ve kterém své těžiště vychylovaly, však tolik nezáleželo.

Průběh desetitýdenního motorického učení mohl být, kromě změn pozic zvýrazněných polí, ovlivněn několika jinými faktory (např. náladou, stresem, motivací, bolestí, nevyspáním, užíváním léky či pravidelností jednotky). Snažila jsem se, aby byla pauza mezi dvěma terapiemi vždy 7 dní, občas však kvůli časovým možnostem probandek, byla tato pauza o něco kratší nebo naopak delší. Tento fakt mohl průběh motorického učení v jistém směru také ovlivnit.

U probandek nedošlo během terapie ke zranění nebo jiným zdravotním komplikacím. Dívky skvěle a poctivě spolupracovaly. Většina z nich se mi svěřila, že od terapie moc neočekávala. Nakonec ale byly mile překvapeny. Terapie pomocí systému Homebalance je velice bavila a motivovala k lepším výsledkům. Dokonce pár z nich pocíťovalo lepší stabilitu svého těla (např. v městské hromadné dopravě, při cvičení atd.).

Existuje pouze jediná studie, která pracuje se stejným souborem a metodikou, a tou je bakalářská práce Michaely Janíčkové z roku 2018. Má práce na ni navazuje. Autorka ve své práci zkoumala pozitivní vliv systému Homebalance na rovnováhu zdravých mladých žen ve věku 18-35 let po absolvování desetitýdenní terapie motorického učení. Autorka

v ni statisticky porovnávala vstupní a výstupní data ze statického posturografického vyšetření, které zahrnovalo 12 variant stojů. Po desetitýdenním motorickém učení došlo ke statisticky významnému zlepšení u 8 stojů. Výzkum tedy potvrdil pozitivní efekt terapie pomocí systému Homebalance na rovnováhu zdravých žen. Průběhu motorického učení se autorka nevěnovala.

Existuje také několik dalších studií, které zkoumají efekt terapie s využitím interaktivního rehabilitačního systému Homebalance, stejně jako tato práce. Tyto studie však pro výzkum nevyužívají stejný soubor a metodiku. Nejnovější z nich vyšla v tomto roce v lednu v časopise Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie. Studie se dohromady zúčastnilo 30 seniorů (26 žen) s diagnostikovanou poruchou rovnováhy, z nichž 15 tvořilo výzkumnou a 15 kontrolní skupinu. Výzkumná skupina podstoupila terapii s využitím tenzometrické plošiny a interaktivního systému Homebalance. Kontrolní skupina absolvovala klasickou fyzioterapii zaměřenou na poruchy rovnováhy. Probandi museli absolvovat 9 terapií (25 minut, 3x týdně). Před zahájením a po skončení terapie byly u všech provedeny standardizované testy Mini-BESTest a Timed Up and Go test. Také byl změřen čas referenční dynamické scény v systému Homebalance. U standardizovaných testů došlo po skončení terapie ke statisticky významnému zlepšení u výzkumné skupiny. U kontrolní skupiny v těchto testech ke statisticky významnému zlepšení nedošlo. Zároveň došlo u obou skupin ke zlepšení času při plnění dynamické scény, přičemž u výzkumné skupiny bylo zlepšení statisticky významnější. Tato studie ověřila využitelnost systému Homebalance k terapii seniorů s poruchou rovnováhy (Šajtárová et al., 2020).

Využitím terapie pomocí interaktivního rehabilitačního systému u seniorů se také zabývá pilotní studie z roku 2016. Zúčastnilo se jí 14 probandů, se subjektivním pocitem poruchy rovnováhy, ale bez diagnostikovaného rizika pádu, ve věku  $67 \pm 7$  let. Probandi absolvovali každodenní terapii s využitím systému Homebalance po dobu 26 dní v domácím prostředí. Referenční úloha, kterou probandi plnili, měla po celou dobu stejné zadání sekvence pozic. Po 26 denní terapii došlo u všech probandů ke statisticky významnému snížení času při plnění zadané referenční úlohy. Tento výzkum ověřil využitelnost interaktivního systému pro samostatnou terapii prováděnou v domácím prostředí. Pokud bychom však chtěli prokázat efekt terapie při zvládání běžných denních činností, musela by se dle autorů provést randomizovaná studie s větším počtem probandů s objektivně zjištěnou poruchou rovnováhy. Výzkum totiž ověřil, že úspěšně proběhlo motorické učení, ale neprokázal zlepšení rovnováhy probandů v běžných denních činnostech (Janatová et al., 2016).

Studie z roku 2019 zkoumala efekt terapie pomocí systému Homebalance v domácím prostředí u pacientů s roztroušenou sklerózou. Účastnilo se jí 23 pacientů. Terapie probíhala

v jejich domácím prostředí denně po dobu 4 týdnů. Čtyřtýdenní terapie prokázala pozitivní vliv na rovnováhu pacientů. Nicméně výkon při chůzi u pacientů s roztroušenou sklerózou se však nezlepšil. Z výsledku vyplývá, že pro zlepšení výkonu je nutná dlouhodobější studie (Novotná et al., 2019).

Terapií pacientů s roztroušenou sklerózou pomocí systému Homebalance se také ve své bakalářské práci z roku 2018 věnovala Tereza Skalová. Zúčastnili se jí 3 pacienti s roztroušenou sklerózou, kteří absolvovali čtyřtýdenní terapii v domácím prostředí s využitím systému Homebalance. Po terapii došlo k zlepšení výsledků téměř ve všech zkoumaných kategoriích (standardizované testy stability, chůze a časové hodnoty pro plnění referenční scény). Autorka je však toho názoru, že pacienti s roztroušenou sklerózou vyžadují komplexní přístup zaměřený na celkovou tělesnou zdatnost. Systém Homebalance může především pomoci pacientům, kteří jsou schopni pravidelně doma sami cvičit a dodržovat rehabilitační plán (Skalová, 2018).

Dále byly zpracovány studie zkoumající vliv terapie pomocí interaktivního systému u pacientů, kteří podstoupili chirurgické odstranění vestibulárního schvannomu (Kalitová et al., 2013). Nebo studie zabývající se efektem terapie u pacientů po cévní mozkové příhodě, kdy cvičení probíhalo na tenzometrické plošině vsedě (Chábová, 2016). Existuje tedy mnoho diagnóz, u kterých se tento terapeutický přístroj dá využít, jak pro ambulantní, tak pro domácí terapii, což lze považovat za velmi přínosné.

Z prostudovaných studií o virtuální realitě vyplývá, že je v posledních letech v rehabilitaci čím dál více využívána. Mezi její výhody například patří: využitelnost v domácím prostředí, finanční dostupnost, snadná přenosnost, zvýšení motivace pacienta během cvičení, spojení fyzického cvičení s kognitivním tréninkem. Tyto výhody nabízí také terapeutický systém Homebalance, jehož efekt zkoumala právě tato práce. I přesto že se potvrdil pozitivní efekt tohoto systému na motorické učení probandek, je nezbytné zdůraznit, že virtuální realita nemůže plně nahradit klasickou fyzioterapii a měla by spíše sloužit jako doplněk celkové léčby pacienta. Primárně byl tento systém vyvinut pro využití v domácím prostředí. Doma se však často stává, že motivace pacientů upadá a neplní všechna fyzioterapeuticky očekávaná cvičení. Cvičení pod dohledem fyzioterapeuta by určitě mohlo zvýšit efektivitu terapie pomocí tohoto přístroje.

Výsledky celkového času prokázaly, že u vybraných probandek proběhlo motorické učení, neboť se zlepšovaly s každou následující terapií. Interaktivní systém Homebalance měl na výkon probandek pozitivní vliv. Probandky byly celou dobu pod mým dohledem, což mohlo přispět k lepším výsledkům, neboť byl po celou dobu terapie korigován správný postoj.

V neposlední řadě je důležité si uvědomit, že veškeré pohybové techniky, které ve fyzioterapii provádíme, jsou založeny na principu motorického učení. Při práci s pacienty hraje vždy zásadní roli, jakou terapii pro daného pacienta zvolíme. Každý fyzioterapeut by měl mít alespoň základní znalosti o tom jaké fáze a druhy motorického učení existují. Pokud bude terapie vhodně zvolena, bude pro pacienta o to více efektivní.

## 5 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo popsat průběh motorického učení u zdravých mladých žen ve věku 18 - 35 let. Motorické učení probíhalo pomocí stabilometrické plošiny Wii Balance Board a interaktivního rehabilitačního systému Homebalance. Dobrovolně se ho zúčastnilo 15 mladých zdravých dívek, které docházely na terapii jednou týdně po dobu deseti týdnů. Všechny terapeutické jednotky se konaly na Klinice rehabilitačního lékařství v suterénu III. interní kliniky VFN v Praze.

V teoretické části byla největší pozornost věnována motorickému učení. Detailně byly popsány jeho fáze, existující druhy, činitelé, které ho ovlivňují a také problematika pohybové dovednosti, kterou si lidé během procesu motorického učení rozvíjejí a osvojují. Dále byly shrnuty poznatky o kognitivních funkcích, jelikož hrají v procesu osvojování pohybových dovedností též důležitou roli. V závěru teoretické části byl představen a popsán systém Homebalance, který byl využit pro výzkum této bakalářské práce. V praktické části jsou zhodnoceny výsledky všech 15 probandek jako jednoho celku, z kterých vyplývá, že se probandky zlepšily ve všech prováděných úlohách. Z toho k největšímu procentuálnímu zlepšení došlo v úloze "diagnostika", a to o 31,7 %. K nejmenšímu zlepšení pak došlo v úloze "náhodná cesta", a to o 18,2 %. Celkově se probandky nejvíce časově zlepšily mezi první a druhou cvičební jednotkou. Snížení časů jednotlivých úloh během desetitýdenní terapie potvrzuje, že motorické učení u probandek proběhlo, neboť se zlepšil jejich výkon.

Hypotéza stanovená pro tento výzkum byla potvrzena, jelikož se celkový čas statisticky i klinicky významně snížil v průběhu desetitýdenního motorického učení.

Tato bakalářská práce může posloužit jako podklad k dalším studiím týkajících se interaktivního rehabilitačního systému Homebalance. Práce se systémem mě velice bavila a obohatila o cenné zkušenosti v rámci rehabilitace využívající k terapii virtuální realitu.

## 6 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

1. LF – 1. lékařská fakulta

ADL – activity of daily living

apod. – a podobně

atd. – a tak dále

CNS – centrální nervová soustava

č. – číslo

ČVUT – České vysoké učení technické

et al. – a další

FBMI – Fakulta biomedicínského inženýrství

KRL – Klinika rehabilitačního lékařství

např. – například

MS - Microsoft

s – sekunda

tzv. – takzvaně

UK – Univerzita Karlova

VFN – Všeobecná fakultní nemocnice

## 7 ZDROJE

AMBLER, Zdeněk. *Základy neurologie: [učebnice pro lékařské fakulty]*. 7. vyd. Praha: Galén, c2011. ISBN 9788072627073.

ATKINSON, R. L. et al. *Psychologie*. 2. aktualiz. vyd. Praha: Portál, 2003. 752 s. ISBN 80-7178-640-3.

BETKER, Aimee L., Zahra MOUSSAVI a Tony SZTURM. Visual-based Sensory Motor Learning During Dynamic Balance Tasks Viewed in a Virtual Environment. In: *2007 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* [online]. IEEE, 2007, 6109-6112 [cit. 2020-02-12]. ISBN 978-1-4244-0787-3. ISSN 1557-170X. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4353743/>

BERGERON, M., C. L. LORTIE a M. J. GUITTON. Use of Virtual Reality Tools for Vestibular Disorders Rehabilitation: A Comprehensive Analysis. *Advances in Medicine* [online]. 2015, 1-9 [cit. 2020-02-12]. ISSN 2356 6752.

BJORK, R. A. On the symbiosis of learning, remembering, and forgetting. In A. S. Benjamin, *Successful remembering and successful forgetting: a Festschrift in honor of Robert A. Bjork* [online]. 2011, 1-22 [cit. 2020-02-04]. Dostupné z: [https://bjorklab.psych.ucla.edu/wp-content/uploads/sites/13/2016/07/RBjork\\_2011.pdf](https://bjorklab.psych.ucla.edu/wp-content/uploads/sites/13/2016/07/RBjork_2011.pdf)

BURGET, N. Využití zpětné vazby v rehabilitaci pacientů s poruchami chůze po cévní mozkové příhodě. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2015, roč. 22, č. 2, 70-78. ISSN 1803-6597.

ČELIKOVSKÝ Stanislav. *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu*. 3. přeprac. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1990. Učebnice pro vysoké školy. ISBN 80-04-23248-5.

DAVID W. K., Man. Virtual reality: Common Issues of Virtual Reality in Neuro Rehabilitation [online]. InTech, 2010 [cit. 2020-02-12]. ISBN 9789533075181. Dostupné z: [https://www.intechopen.com/books/virtual\\_reality/common\\_issues\\_of\\_virtual\\_reality\\_in\\_neuro\\_rehabilitation](https://www.intechopen.com/books/virtual_reality/common_issues_of_virtual_reality_in_neuro_rehabilitation)

D'AVELLA, Andrea. Modularity for Motor Control and Motor Learning. LACZKO, Jozsef a Mark L. LATASH, ed. *Progress in Motor Control* [online]. Cham: Springer International Publishing, 2016, 2016-12-31, s. 3-19 [cit. 2020-01-15]. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. DOI: 10.1007/978-3-319-47313-0\_1. ISBN 978-3-319-47312-3. Dostupné z: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-47313-0\\_1](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-47313-0_1)

DECKERS, Lambertor. *Motivation: biological, psychological, and environmental*. Fifth edition. New York: Routledge, 2018. ISBN 978-1-138-03633.

ELLIOTT, D. a M. A. KHAN. *Vision and goal-directed movements: neurobehavioral perspectives*. Champaign: Human Kinetics, c2010. ISBN 978-0-7360-7475-9.

GANONG, William F. *Review of medical physiology*. 22nd ed. New York: Lange Medical Books/McGraw Hill, c2005. A Lange medical book. ISBN 0-07-144040-2.

HAIBACH, Pamela S., Greg REID a Douglas Holden COLLIER. *Motor learning and development*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2011. ISBN 978-0-7360-7374-5.

HOMEBALANCE: Interaktivní rehabilitační systém pro trénink rovnováhy. [online]. 2015 [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: <http://www.homebalance.cz/cz.html>.

CHÁBOVÁ, Marianna. *Stabilita sedu u pacientů po cévní mozkové příhodě. Objektivní hodnocení nácviku stabilizačních mechanismů* [online]. 2016 [cit. 2020-04-10]. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/166962>. Vedoucí práce Marie Tichá.

CHEN, Xiuli, Kieran MOHR, Joseph M. GALEA a Adrian M. HAITH. Predicting explorative motor learning using decision-making and motor noise. *PLOS Computational Biology* [online]. 2017, **13**(4), e1005503-[cit. 2020-01-10]. DOI: 10.1371/journal.pcbi.1005503. ISSN 1553-7358. Dostupné z: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pcbi.1005503>

CHOUTKA, Miroslav a Josef DOVALIL. *Sportovní trénink*. 2. vydání. Praha: Olympia, 1991. 332 s. ISBN 80-7033-099-6.

HERDMAN, Susan J., Richard A. CLENDANIEL, Peg WALTNER a Carolyn O'BRIEN. *Vestibular rehabilitation*. Fourth edition. Philadelphia, Pennsylvania: F. A. Davis Company, 2014. ISBN 978-0-8036-3970-6.

HORT, Jakub a Robert RUSINA. *Paměť a její poruchy: paměť z hlediska neurovědního a klinického*. Praha: Maxdorf, c2007. Jessenius. ISBN 978-80-7345-121-9.



JANATOVÁ, Markéta, Marie TICHÁ, R. MELECKÝ et al. Pilotní studie využití tenzometrické plošiny v domácím terapii poruch rovnováhy. *Cesk Slov Neurol N* [online]. 2016, **79/112**(5), 591-594 [cit. 2020-02-02]. ISSN 1802-4041. Dostupné z: <http://www.csmn.eu/pdf?id=59138>

JANSA, Petr. *Pedagogika sportu*. Praha: Karolinum 2014. ISBN 9788024628301.

JANÍČKOVÁ, Michaela. *Rovnováha a možnosti jejího ovlivnění motorickým učením* [online]. 2018 [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/189710>. Vedoucí práce Karla Kotková.

KANTAK, S.S a C.J.WINSTEIN. Learning performance distinction and memory processes for motor skills: A focused review and perspective. *Behavioural Brain Research* [online]. 2011, **228**(1), 219-231 [cit. 2020-02-02]. DOI: 10.1016/j.bbr.2011.11.028. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/51854076\\_Learning-performance\\_distinction\\_and\\_memory\\_processes\\_for\\_motor\\_skills\\_A\\_focused\\_review\\_and\\_perspective](https://www.researchgate.net/publication/51854076_Learning-performance_distinction_and_memory_processes_for_motor_skills_A_focused_review_and_perspective)

KALITOVÁ Petra, Ondřej ČAKRT, Zdeněk ČADA et al. Význam vestibulárního a posturografického vyšetření u pacientů s vestibulárním schwannomem. *Cesk Slov Neurol N*. 2013, **76/109**(4), 469-474 [cit. 2020-04-15]. ISSN 1210-7859.

KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vydání. Praha: Galén, 2009. 713 s. ISBN 978-807-2626-571.

KRÁLÍČEK, Petr. *Úvod do speciální neurofyzologie*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-80-7262-618-2.

LEE, Jeong Yoon, Youngmin OH, Sung Shin KIM, Robert A. SCHEIDT a Nicolas SCHWEIGHOFER. Optimal Schedules in Multitask Motor Learning. *Neural Computation* [online]. 2016, **28**(4), 667-685 [cit. 2020-01-15]. DOI: 10.1162/NECO\_a\_00823. ISSN 0899-7667. Dostupné z: [http://www.mitpressjournals.org/doi/10.1162/NECO\\_a\\_00823](http://www.mitpressjournals.org/doi/10.1162/NECO_a_00823)

MAAS, Edwin, Donald A. ROBIN, Shannon N. Austermann HULA, Skott E. FREEDMAN, Gabriele WULF, Kirrie J. BALLARD a Richard A. SCHMIDT. Principles of motor learning in treatment of motor speech disorders. *American Journal of Speech-language Pathology* [online]. 2008, **17**(3), 277-298 [cit. 2020-01-10]. DOI: 10.1044/1058-0360(2008/025). ISSN 10580360. Dostupné z: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=f917c866-ad02-49bf-a686-2ebe9f00976f%40sessionmgr4008>

MARKOVÁ, Marie. Základní fakta o kognitivních funkcích. *Ošetrovatelská péče*. 2014, **2014**(1), 16-17. ISSN 2336-1603.

MATIJEVIČ, Valentina, Ana ŠEČIČ, Valentina MAŠIČ, Martina ŠUNIČ, Kolak ŽELJKA a Mateja ZNIKA. Virtual reality in rehabilitation and therapy. *Acta Clin Croat* [online]. 2013, **52**(4) [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <https://hrcak.srce.hr/file/180885>

MĚKOTA, Karel a Roman CUBEREK. *Pohybové dovednosti, činnosti, výkony*. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. 163 s. ISBN 978-80-244-1728-8.

MOSKOWITZ, Joshua B., Daniel J. GALE, Jason P. GALLIVAN, Daniel M. WOLPERT a J. Randall FLANAGAN. Human decision making anticipates future performance in motor learning. *PLoS Computational Biology* [online]. 2020, **16**(2), 1-27 [cit. 2020-03-15]. DOI: 10.1371/journal.pcbi.1007632. ISSN 1553734X. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=3&sid=0dfb81e0-56ed-4d74-b97b-b647b3872049%40pdc-v-sessionmgr05&bdata=JkFl dGhUeXBIPWlwLHN0aWlmbGFuZzljcyZzaXRIPWVkcylsaXZlJnNjb3BIPXNpdGU%3d#db=asn&AN=141979074>

NOLEN-HOEKSEMA, Susan. *Psychologie Atkinsonové a Hilgarda*. Vyd. 3., přeprac. Přeložila Hana ANTONÍNOVÁ. Praha: Portál, 2012. ISBN 978-80-262-0083-3.

NOVOTNÁ K., M. Janatová et al. Biofeedback Based Homebalance Training can Improve Balance but Not Gait in People with Multiple Sclerosis. 2019. DOI: 10.1155/2019/2854130. Dostupné také z: [https://www.researchgate.net/publication/338141961\\_Biofeedback\\_Based\\_Home\\_Balance\\_Training\\_can\\_Improve\\_Balance\\_but\\_Not\\_Gait\\_in\\_People\\_with\\_Multiple\\_Sclerosis](https://www.researchgate.net/publication/338141961_Biofeedback_Based_Home_Balance_Training_can_Improve_Balance_but_Not_Gait_in_People_with_Multiple_Sclerosis)

PERIČ Tomáš a Josef DOVALIL. *Sportovní trénink*. Praha: Grada, 2010. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-2118-7.

PEŘINOVÁ, Radka. Motorická docilita v osvojování herních dovedností. *Studia sportiva*. 2016, **10**(2), 149-154. DOI: 10.5817/StS2016-2-16. ISSN 1802-7679. Dostupné také z: <http://www.fsps.muni.cz/studiasportiva/>

RYCHTECKÝ Antonín a Ludmila FIALOVÁ. *Didaktika školní tělesné výchovy*. 2. přeprac. vydání. Praha: Karolinum, 1998. 171 s. ISBN 80-7184-659-7.

SATTELMAYER, Martin, Simone ELSIG, Roger HILFIKER a Gillian BAER. A systematic review and meta-analysis of selected motor learning principles in physiotherapy and medical education. *BMC Medical Education* [online]. 2016, **16**(1) [cit. 2020-02-03]. DOI: 10.1186/s12909-016-0538-z. ISSN 1472-6920- Dostupné z: <http://www.biomedcentral.com/1472-6920/16/15>

SCHMIDT, Richard A. a Timothy Donald LEE. *Motor learning and performance: from principles to application*. 5th ed. Champaign: Human Kinetics, c2014. ISBN 978-1-4504-4361-6.

SCHMIDT, Richard A. a Timothy Donald LEE. *Motorické učení a výkon: od principů k aplikaci*. Páté vydání. Praha: Mladá fronta, 2019. ISBN: 978-80-204-4716-6.

SCHMIDT, Richard A. a Timothy Donald LEE. *Motor control and learning: a behavioral emphasis*. 5th ed. Champaign: Human Kinetics, c2011. ISBN 978-7360-7961-7.

SCHMIDT, Richard A. a Craig WRISBERG. *Motor learning and performance: a situation-based learning approach*. 4th ed. Champaign: Human Kinetics, c2008. ISBN 978-0-7360-6964-9.

SCHREIBER, James B. *Motivation 101*. New York: Springer Publishing Company, 2017. ISBN 978-0-8261.

SIDAWAY, B., J., BATES, B., OCCHIOGROSSO, J., SCHLAGENHAUFER, D., WILKES. Interaction of Feedback Frequency and Task Difficulty in Children's Motor Skill Learning. *Physical Therapy*. 2012, **92**(7), 948-957.

SILLAMY, Norbert. *Psychologický slovník*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2001. 248 s. ISBN 80-244-0249-1.

SKALOVÁ Tereza. *Domácí terapie u pacientů s roztroušenou sklerózou pomocí Homebalance učení* [online]. 2018 [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/ok7da9>. Vedoucí práce: Markéta Janatová.

ŠAJTÁROVÁ L., M. Janatová et al. Randomizovaná kontrolovaná studie efektu terapie poruch rovnováhy s využitím audiovizuální zpětné vazby u seniorů. *Cesk Slov Neurol N* [online]. 2020, **83**(1), 101-104 [cit. 2020-04-15]. ISSN 1802-4041. DOI: 10.14735/amcsnn2020101

ŠVESTKOVÁ, Olga, Yvona ANGEROVÁ, Rastislav DRUGA, Jan PFEIFFER a Jiří VOTAVA. *Rehabilitace motoriky člověka: fyziologie a léčebné postupy*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0084-2.

TJERNSTROM, Fredrik, Oz ZUR a Klaus JAHN. Current concepts and future approaches to vestibular rehabilitation. *Journal of Neurology* [online]. 2016, **263**(1), 65-70 [cit. 2020-02-12]. DOI: 10.1007/s00415-015-7914-1. ISSN 03405354. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4833789/>

TREWARTHA, K. M., A. GARCIA, D. M. WOLPERT a J. R. FLANAGAN. Fast But Fleeting: Adaptive Motor Learning Processes Associated with Aging and Cognitive Decline. *Journal of Neuroscience* [online]. 2014, 34(40), 13411-13421 [cit. 2020-02-12]. DOI: 10.1523/JRNEUROSCI.1489-14.2014. ISSN 0270-6474. Dostupné z: <http://www.jneurosci.org/cgi/doi/10.1523/JNEUROSCI.1489-14.2014>

TROJAN, Stanislav. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. 3., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-1296-2.

VĚLE, František. *Kineziologie – Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton, 2006, ISBN 978-80-2754-837-8.

VILÍMOVÁ, V. *Didaktika tělesné výchovy*. Vyd. 2. přeprac. Brno: Masarykova univerzita, 2009. 144 s. ISBN 978-80-210-4936-9.

WILLIAMS, A. M. A N. J. HODGES. *Skil acquisition in sport: research, theory and practise*. London: Routledge, 2012. ISBN 978-0-415-60786-5.

WHITNEY, S. L., A. H. ALGHADIR a S. ANWER. Recent Evidence About the Effectiveness of Vestibular Rehabilitation. *Current Treatment Options in Neurology* [online]. 2016, **18**(3) [2020-02-12]. DOI: 10.1007/s11940-016-0395-4. ISSN 10928480. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26920418>

WULF, Gabriele. Attention and motor skill learning. Champaign: Human Kinetics, 2007.  
ISBN 978-0-7360-6270-1.

## **8 Seznam grafů, tabulek a obrázků**

<i>Graf č. 3.5.1.1: Diagnostika</i> .....	32
<i>Graf č. 3.5.2.1: Stranové výchylky 1</i> .....	32
<i>Graf č. 3.5.2.2: Stranové výchylky 2</i> .....	33
<i>Graf č. 3.5.3.1: Malé výchylky 1</i> .....	33
<i>Graf č. 3.5.3.2: Malé výchylky 2</i> .....	33
<i>Graf č. 3.5.4.1: Velké výchylky 1</i> .....	34
<i>Graf č. 3.5.4.2: Velké výchylky 2</i> .....	34
<i>Graf č. 3.5.5.1: Spirála pravá 1</i> .....	35
<i>Graf č. 3.5.5.2: Spirála pravá 2</i> .....	35
<i>Graf č. 3.5.6.1: Spirála levá 1</i> .....	36
<i>Graf č. 3.5.6.2: Spirála levá 2</i> .....	36
<i>Graf č. 3.5.7.1: Náhodná cesta</i> .....	37
<i>Graf č. 3.5.8.1: Celkový čas</i> .....	37
<i>Tabulka č. 2.11.1: Motorické schopnosti vs Motorické dovednosti</i> .....	20
<i>Obrázek č. 3.3.2.3: Stabilometrická plošina Nintendo Wii</i> .....	30
<i>Obrázek č. 3.3.2.4: Scéna šachovnice – Systém Homebalance</i> .....	31

## **9 Přílohy**

Příloha 1: Informovaný souhlas pacienta (vzor)

Příloha 2: Ukázka dat celkového času v MS Excel

### ***Informovaný souhlas pacienta***

Název bakalářské práce (dále jen BP):

Stručná anotace BP (shrnutí tématu a průběhu zpracování BP sdělované pacientovi):

Jméno a příjmení pacienta:

Datum narození:

Kazuistika pacienta pod číslem:

- 1) Já, níže podepsaný/á souhlasím s mou účastí v BP, jejíž výsledky budou anonymně zpracovány. Je mi více než 18 let a jsem svéprávný/svéprávná.
- 2) Byl/a jsem podrobně a srozumitelně informován/a o cíli BP a jejich postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Byl mi vysvětlen očekávaný přínos BP.
- 3) Porozuměl/a jsem tomu, že svou účast v BP mohu kdykoliv přerušit či zcela zrušit, aniž by to jakkoliv ovlivnilo průběh mé další léčby. Moje spolupráce při tvorbě BP je dobrovolná.
- 4) Informace získané o mé osobě budou zpracovány a zveřejněny přísně anonymně. Souhlasím s publikováním anonymizovaných dat i jinde než v samotné BP.
- 5) S mou spoluprací při tvorbě BP není spojeno poskytnutí žádné finanční ani jiné odměny.
- 6) Obdržím podepsaný a datem opatřený stejnopis Informovaného souhlasu.

Datum:

Podpis pacienta:

Podpis autora BP:



Příloha 2 Ukázka dat celkového času v MS Excel

celkový čas	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1	609	473	412	404	359	359	339	345	331	331
2	763	583	566	570	532	565	549	538	532	558
3	611	550	540	538	510	540	504	498	465	455
4	634	539	557	535	538	527	515	525	503	489
5	621	495	513	494	472	473	429	431	430	457
6	659	607	535	538	481	515	501	465	475	484
7	559	534	522	474	480	459	450	444	416	399
8	599	517	529	512	500	488	492	464	445	419
9	594	536	487	460	442	437	405	397	367	375
10	580	556	560	512	499	462	462	480	436	446
11	675	585	586	570	548	513	536	503	505	480
12	594	553	530	483	464	477	446	443	437	412
13	569	543	542	539	489	497	488	470	491	478
14	484	478	456	441	438	424	442	410	403	397
15	573	588	595	538	542	530	499	483	465	440
průměr	608	542	529	507	486	484	470	460	447	441