

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

KATEDRA TĚLESNÉ VÝCHOVY

**VLIV IDEOMOTORICKÉ INTERVENCE V PROCESU
SENZOMOTORICKÉHO UČENÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Jiří Kubeš

Tělesná výchova a sport

Vedoucí práce: Mgr. Daniela Benešová, Ph.D.

Plzeň 2019

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

Plzeň, 28. června 2019

.....

vlastnoruční podpis

OBSAH

1	ÚVOD	1
1.1	Cíle práce, přesné určení řešené otázky a hypotéza	3
2	TEORETICKÁ VÝCHODISKA	5
2.1	Motorika člověka	5
2.2	Mentální trénink a neurofyziologie pohybové imaginace	9
2.3	Motorická představitost	14
2.4	Elektrodermální aktivita	23
3	METODIKA PRÁCE	28
3.1	Výzkumný soubor	28
3.2	Popis použitých metod	28
3.2.1	Rovnováhový test	28
3.2.2	Měření EDA	28
3.3	Statistické metody	28
3.3.1	Korelační analýza	28
3.4	Mann-Whitney U-test	30
4	VYHODNOCENÍ A DISKUSE	31
4.1	Výsledky měření	32
4.1.1	Tabulky	32
4.1.2	Grafy	34
5	ZÁVĚR	36
6	SEZNAM LITERATURY	37
6.1	Bibliografické zdroje	37
6.2	Elektronické zdroje	38
7	RESUMÉ	39
8	SUMMARY	40

1 ÚVOD

Naším tématem je vhodné se zabývat hned z několika důvodů. Je to dáno tím, že souvisí s množstvím oborů, které mají na ideomotoriku, senzomotoriku a motorické učení jako takové velký vliv. Co se týče představ pohybové činnosti, tedy ideomotoriky, můžeme se více pustit do studia psychologické přípravy a tréninku ať už sportovců či běžné nespportující populace. Psychologický trénink dále souvisí se smyslovým vnímáním. K němu dochází právě v průběhu prováděné určité motorické činnosti.

Senzomotorické učení, tedy učení se smyslovému vnímání pohybu, se vyskytuje u každého člověka, ať už se jedná o pohyb zaměřený na konkrétní sport, popř. o pohyb týkající se běžných každodenních činností. Jeho smyslem je, jak už je z názvu patrné, aby se člověk naučil vnímat svými smysly své pohyby. Uskutečňuje se jako cvičení (výcvik, trénink). U člověka jsou to různé druhy sportovních, manipulačních a pracovních činností. Probíhá již v útlém věku dítěte, a to výcvikem základních hygienických návyků a sebeobsluhy. Podstatou je osvojování pohybových struktur založených na vzájemné koordinaci pohybů se sensorickými dojmy. Výsledkem jsou motorické návyky, které spočívají na obratnosti (pohyby svého těla) a zručnosti (manuální činnosti). Uplatňují se zde i kognitivní (poznávací) procesy.

Ideomotorický trénink já osobně považuji za naprosto stěžejní součást nejen sportovního, ale i každodenního života. Pro zvýšení efektivity všech prováděných motorických činností, různých úkolů apod., které má každý z nás dennodenně za úkol, jsou právě představy uskutečněné v naší mysli - tzv. vizualizace - rozhodně klíčovou záležitostí.

Co to vlastně vizualizace je? Vizualizace neboli ideomotorický trénink patří, jak já říkám, k nedoceneným formám přípravy člověka (hráče, manažera atd.). Lidé většinou konzervativně věří starým postupům a uniká jim souvislost spojení prováděného výkonu s myslí.

Každá představa pohybu dodá do svalu po nervových drahách elektrický impuls, který vychází právě z dané představy vytvořené naším mozkiem. Zabrousíme-li do světa sportu – vezměme si jako modelový příklad zraněného hráče, který momentálně nemůže trénovat vůbec nebo pouze omezeně. Onen hráč, pokud si najde čas pro svou mysl a představuje si pohyby společně s pocity, které ho při jeho sportu doprovází, je schopen se po zotavení během svého návratu do tréninku dostat do tempa a na výchozí úroveň, kterou měl před zraněním, mnohem rychleji, než kdyby se své mysli vůbec nevěnoval. Vizualizace také rozvíjí schopnost soustředění. Je prokázáno, že zraněný hráč, který si představuje trénink na hřišti, si udrží mnohem vyšší úroveň koordinačních schopností. Nebo další příklad - když si člověk představuje silový trénink se zátěží posilovně, neztrácí svalovou hmotu tak rychle, jak by tomu bylo bez spolupráce s vlastní myslí.

Dále je také možné si představovat pocit úspěchu, ať už je člověk sportovcem nebo manažerem v nadnárodní firmě. Naše podvědomí totiž není schopné rozpoznat, zda se na onen úspěch díváme obrazem své mysli nebo skutečným zrakem. Naše myšlenky mohou předurčovat naši realitu. Ve sportu se např. doporučuje technika, kdy si sportovec vybavuje pocity na krizové okamžiky v utkáních, které pro něj skončily úspěšně. Po jejich vybavení se sportovec snaží zapamatovat si své pocity, které tento úspěch provázely.

Uvedu ještě jeden příklad použití ideomotorického tréninku na výsledný výkon. (Podotýkám, že i tento příklad lze převést i do běžného mimosportovního života pro různé životní situace, zaměstnání apod. Každý si ho může převést na svůj sport, popř. na svůj pracovní obor). Příklad je zaměřen na tenis (jeho autorem v tomto znění je bývalý český profesionální tenista Tomáš Anzari):

„Představujte si pocit, který provází vaše dobře trefené údery, a snažte si tyto pocity vybavit před každým úderem. Každý příjemný pocit v sobě obsahuje tu nejlepší možnou techniku vašeho úderu, které jste schopni dosáhnout. Když si pocitem navodíte tuto představu, vaše tělo automaticky spustí sled vámi naučených pohybů, které jsou nejlepší pro danou situaci. Není možné do nekonečna myslet např. na: ruka před tělo, včasný nápřah na úder, vytočení ramen, měkká kolena apod. Všechny vaše pohyby jsou obsaženy ve vašem dobrém pocitu a ve vaší představě, ve vaší myslí.“

Z toho vyplývá, že na cestě k úspěchu vedou zejména správné myšlenky a správné nastavení mysli. A své mysli je potřeba důvěřovat. Mysl s tělem úzce spolupracuje a naše pocity diktují tempo téměř všeho, co děláme. Je známo a mnohokrát prokázáno, že nejlepších výkonů člověk dosahuje, když je jeho mysl s tělem v absolutním souznění (*stav „flow“*). Jedná se vlastně o stav mysli bez emocí a jde pouze o duševně-tělesnou koordinaci a kooperaci.

1.1 Cíle práce, přesné určení řešené otázky a hypotéza

Moje bakalářská práce se bude zabývat testem rovnováhy. Bude vybrána skupina testovaných osob, kteří se testu zúčastní. Poté budou vyhodnoceny výsledky testu a na jejich základě budou popsány závěry v korespondenci s hypotézou.

Výběr tématu pro moji bakalářskou práci nebyl nikterak složitý a téma jsem si tedy vybral z jednoduchého důvodu. Zajímá mě, jestli (a popř. jak moc) ovlivňuje představa motorické činnosti u člověka jeho schopnost vyrovnat se s neznámým pohybovým úkolem senzomotorického rázu (viz. test rovnováhy).

Adaptaci na neznámou či méně známou situaci má každý člověk rozdílně rozvinutou, tudíž z tohoto důvodu je smysl testu ještě více podpořen. Každý člověk, pokud nemá dřívější zkušenost s prováděním daného úkonu, má lepší či horší schopnost ho zvládnout na požadované, popř. alespoň uspokojující úrovni.

Jádro problému je v tom, že někdo se dokáže dané situaci přizpůsobit velmi rychle a úspěšně úkol splnit (ať už se jedná o rovnováhu nebo sportovní, popř. jinou pohybovou činnost, vyžadující určité nároky na motoriku), jinému to naopak trvá déle. Velice totiž záleží na motorických schopnostech jedince, tedy jeho vrozených předpokladech. Nabízí se tedy otázka – do jaké míry lze tyto schopnosti rozvíjet, jakožto funkční vlastnosti organismu člověka, aby se zlepšení projevilo ve výsledné pohybové činnosti?

Testem rovnováhy bych chtěl testovaným osobám umožnit vyzkoušet si, do jaké míry jsou schopné úspěšně reagovat na neznámý motorický úkol, který vyžaduje velkou dávku koncentrace a sebeovládání v korové oblasti mozku.

- *Cíl výzkumu:* Zhodnocení vlivu ideomotorické intervence v testu rovnováhy.
- *Výzkumná otázka:* Má ideomotorická intervence vliv na výkon v testu rovnováhy?
- *Hypotéza:* Předpokládáme, že skupina testovaných osob, které se podrobí ideomotorické intervenci, dosáhne lepších výsledků v post-testu rovnováhy.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

2.1 Motorika člověka

Motorika člověka představuje souhrn lidských pohybových předpokladů a projevů zahrnující průběh a výsledek pohybové činnosti. Motorická činnost je pak cílevědomý a systematický proces řízený centrální nervovou soustavou, uskutečňovaný v interakci mezi člověkem a okolím za pomoci pohybové soustavy. S motorikou souvisí i termíny mobilita a motilita. Mobilita (hybnost) znamená všechny pohybové funkce vykonávané kosterním a hladkým svalstvem, motilita je souhrn pohybů vegetativních systémů prováděných pouze hladkým svalstvem.

Motorické chování souvisí s činností CNS a tím i s psychikou člověka a jeho myslí. Pomocí motorického chování můžeme hodnotit i činnost CNS. Tohoto vzájemného vztahu využívá neurologie. K vyšetření objektivního neurologického nálezu se využívá hodnocení standardizovaných pohybů. Na pohybové chování mají rovněž vliv psychiatrické poruchy. Pohybové chování se stává odlišným od normálních pohybů (*Véle, 2006*).

Motorické chování je ovlivňováno nejen samotným jedincem, ale podléhá vlivu chování okolní společnosti. Pohybová aktivita se projevuje společensko-sociálním chováním a slouží i ke komunikaci s okolím. To vede ve svých důsledcích ke vzniku a rozvoji, ale i pádu či destrukci kultur a civilizací. Pohybová aktivita se v menších skupinách (jako je např. rodina, kmen, zájmové skupiny, obec, ale i národ) přizpůsobuje okolí (*Véle, 2006*).

Pohybový systém lze rozdělit do několika částí. *Véle (2006)* pohyb dělí na složku podpůrnou, silovou, řídicí a logistickou. Podpůrná složka se skládá ze skeletu, kloubů, vazů. Je pevnou mechanickou oporou pohybu. Silová složka je složena ze svalů. Řídicí

složku tvoří nervový aparát, který řídí pohyb a adaptuje pohybové programy dle měnících se situací. Poslední logistická složka řídí metabolismus, zajišťuje přísun a přeměnu látek. Dále udržuje podmínky pro činnost vnitřního prostředí (*Véle 2006*).

Králíček (2011) tvrdí, že základem motoriky člověka je svalový tonus. Jde o lehkou neustálou kontrakci ve všech kosterních svalech. Na tomto základě se staví dva komponenty lidské činnosti a to složka postojová (podpůrná motorika) a pohybová (cílená motorika). Podpůrná motorika (postojová komponenta) slouží k udržení žádoucí pozice těla a jeho částí v prostoru. Velmi důležitá je postojová funkce motoriky zajišťující vzpřímené držení těla, přestože na něj působí zemská gravitace. Cílená motorika (pohybová komponenta) se projevuje cílenými pohyby jak charakteru volního tak i mimovolního. Obě dvě složky se vzájemně propojují.

Nervová struktura, která zajišťuje jak cílenou tak podpůrnou motoriku, se rozprostírá od páteřní míchy až po kůru mozkovou. Je hierarchicky uspořádána, např. určitý spinální motorický čin je podřízen činnosti mozkového kmene a činnost mozkového kmene je kontrolována kůrou mozkovou (*Králíček 2011*). Složité pohyby *Dylevský (2009)* rozdělil u člověka do tří navzájem se překrývajících skupin:

- Volní pohyby – pohyby, které směřují k určitému cíli. Jde často o naučené pohyby.
- Mimovolní pohyby – rychlé, reflexní pohyby.
- Rytmičké pohyby – opakující se pohyby (*Dylevský 2009*)

1

¹ motorická představa = motorická představivost = představa pohybu = pohybová imaginace

Kosterní svaly a jejich motorická aktivita mají dvojí původ, a to reflexní a endogenní. Reflexní činnost kosterních svalů vzniká jako odpověď na podráždění určitého receptoru somatosenzorického systému. Nervové obvody zde fungují jako centrum reflexního oblouku. Aktivita kosterních svalů může být také uvedena do činnosti endogenní vzruchovou aktivitou určité nervové sítě, někdy i bez účasti periferní stimulace smyslových orgánů. Příslušný nervový obvod zde funguje jako tzv. generátor vzorce pohybu. Vzorec vzruchové aktivity produkující generátorem se označuje jako centrální motorický program. Může být jednoduchý, jako např. u lokomočních, rytmických pohybů nebo naopak nesmírně složitý, jako např. u cílených volných pohybů. Generátor pohybu je stimulován ve spinální míše (*Králíček, 2011*).

K motorickému systému patří neoddělitelně tyto útvary:

- Motorická jednotka – motorická jednotka je tvořena míšními nebo kmenovými motoneurony a svalovými vlákny, které jsou inervovány jejich axony. Generalizují svalovou kontrakci a jsou periferní částí motorického systému.
- Přední rohy míšní – šedá hmota předních rohů míšních obsahuje nejen motoneurony ale i interneurony. Interneurony jsou součástí spousty reflexních oblouků a tvoří zásobu postojových a pohybových programů.
- Motorická centra mozkového kmene – jedná se o části retikulární formace, vestibulární jádra, jádra hlavových nervů (motorická), jádra středního mozku, jader prodloužené míchy. Tato centra zajišťují koordinaci a kontrolu opěrné motoriky a regulují svalové napětí.
- Mozeček – vývojově starší partie mozečku řídí opěrnou motoriku, koordinuje cílenou a opěrnou motoriku, pomáhá při kontrole očních pohybů. Vývojově mladší část mozečku řídí naučené (cílené) pohyby.

- Motorická centra thalamu – jedná se o jádra propojující mozeček, bazální ganglia s motorickou kůrou. Účinek tohoto spojení se projevuje na řízení koordinačního vnímání (senzitivita) a pohybové aktivitě (motorika).
- Bazální ganglia – zabezpečují vypracování pohybových programů (vzorec pro řízení směru, rychlosti, síly).
- Motorická kůra hemisfér – tvoří ji pyramidové dráhy. Funkcí je programování, plánování cílených a řízených jemných pohybů (*Dylevský 2009, Věle 2006*).

Z přehledu kaskády struktur nervového a motorického systému je zřejmé, že základní úroveň pro řízení svalové kontrakce a uskutečnění opěrné i cílené motoriky je mícha s jejími motorickými jednotkami. Supraspinální a korová centra udávají rámcové motorické povely bez specifikace pohybu. Nižší motorická centra specifikují detaily pohybu.

Řídící proces je možné rozdělit do čtyř základních hierarchicky uspořádaných řídicích úrovní:

- 1) Autonomní úroveň – řídí základní biologické funkce (míšňní úroveň řízení).
- 2) Spinální úroveň – ovládání základních svalů
- 3) Subkortikální úroveň – (retikulární formace, bazální ganglia, talamická jádra, mozeček).

Tato úroveň řízení nastavuje a řídí činnosti nadřazené vzhledem ke spinální úrovni. Zajišťuje přednastavení úrovně: logistiky, vzrušivosti a dráždivosti motoneuronů, výchozí postury. Dále umožňuje adaptaci podmínek zevního i vnitřního prostředí v průběhu pohybu, uhlazuje hrubé funkce spinálních servomechanismů, udržuje polohu těla orientovanou k zemskému gravitačnímu poli, podílí se na automatizaci opakovaných pohybů a řídí jejich kontrolu. Je schopna vytvářet náhradní schémata pro pohyb při nocicepci (podráždění receptorů vnímající bolest).

4) Kortikální úroveň – ovládá účelovou ideomotoriku.

Nelze je od sebe oddělovat. Toto rozdělení slouží spíše pro snazší orientaci v řídicích procesech (Véle 2006).

Představa motorické činnosti je mentální proces, při kterém si jednotlivec zkouší nebo simuluje danou akci. Je široce používána ve sportovním tréninku ve smyslu práce s psychikou, neurologické rehabilitace a také je brána za výzkumné paradigma v kognitivních neurovědách a kognitivní psychologii. Zkoumá obsah a strukturu skrytých procesů (tj. v nevědomí) např. v lékařských, hudebních a sportovních kontextech. Ve sportu, i když se jedná převážně o fyzickou zátěž, může být mysl a správná představa pohybu stejně účinná, jako fyzické provedení pohybu samotné. Představu motorické činnosti lze definovat jako dynamický stav, během něhož jednotlivec mentálně simuluje danou akci. Tento typ mentálního prožitku znamená, že se subjekt sám cítí být vykonavatelem akce. To odpovídá tzv. interní představivosti (nebo pohledu první osoby) sportovních psychologů.

2.2 Mentální trénink a neurofyziologie pohybové imaginace

Trénink mysli se týká použití vizualizace s cílem zlepšení pohybových vzorců. Vizualizace vyžaduje použití představivosti k simulaci akce bez fyzického pohybu. Do popředí se dostala zejména vzhledem k významu představ, které mají za následek zlepšování sportovního a lékařského výkonu.

Mentální trénink, v kombinaci s tréninkem fyzickým, může být prospěšný pro začátečníky, kteří se se sportem jako takovým teprve seznamují. Ale ještě užitečnější je pro profesionály, kteří chtějí zlepšovat své dovednosti. Kondiční příprava vytváří fyzickou zpětnou vazbu potřebnou ke zlepšení, zatímco mentální trénink vytváří kognitivní proces, který fyzickým tréninkem nelze snadno nahradit.

Když chirurgové a další lékaři zkoušejí různé mentální procedury společně s jejich fyzickým tréninkem, ukazují se stejné výsledky jako z fyzické zkoušky, ale po finanční stránce to vychází levněji. Ale na rozdíl od sportu, kde je cílem zlepšit dovednosti, je mentální trénink v medicíně využíván formou redukce stresu před operacemi.

Mentální trénink je ovšem technika, která se využívá také v oblasti hudby. Profesionální hudebníci mohou používat tento typ tréninku v případě, že nemají svůj hudební nástroj přímo u sebe, popř. pokud na něm zrovna nejsou schopni cvičit z důvodu nějakého zranění. Studie ukazují, že kombinace fyzického a mentálního tréninku může mít u člověka za následek takové zlepšení, jakého by dosáhl pouze tréninkem fyzickým. Je to proto, že mentální trénink způsobuje růst neuronů, což je odrazem právě tréninku fyzického. A pro zajímavost, existuje obdobný případ z minulosti: *Vladimir Horowitz a Arthur Rubinstein*, kteří mj., doplnili svůj mentální trénink o různé mentální zkoušky.

Mentální trénink byl používán k nápravě u motorických deficitů u množství neurologických pacientů. Zdá se, že mentální trénink např. zlepšuje psychickou rovnováhu u jedinců s roztroušenou sklerózou a u starších žen. Kupříkladu, mentální trénink byl s úspěchem použit v kombinaci se skutečným tréninkem pro nápravu motorických deficitů u pacienta se sub-akutní mrtvicí. Několik studií také prokázalo zlepšení síly, funkce a ovládnání horních a dolních končetin při chronické mrtvici.

Pohybová představivost byla studována pomocí klasických metod introspekce a mentální chronometrie. Tyto metody odhalily, že představy pohybu si zachovávají mnoho vlastností, a to z hlediska časových zákonitostí, programovacích pravidel a biomechanických omezení, která jsou pozorována v odpovídající reálné akci, pokud jde o provedení. Například, v jednom experimentu byli jeho účastníci instruováni, aby ve svých představách prošli branami různých šířek umístěných v různých vzdálenostech. Brány byly prezentovány účastníkům s 3-D displejem za pomoci tzv. *helmy virtuální reality*, která nezahrnovala žádnou kalibraci s externím prostředím a žádnou možnost, aby se subjekt mohl odkazovat na jemu známé prostředí. Účastníci byli požádáni, aby uvedli čas, kdy začali s chůzí, a čas, kterým prošli branou. Bylo zjištěno, že doba mentální chůze se zvyšuje se zvyšující se vzdáleností brány a zmenšující se její šířkou. Každé testované osobě tedy trvalo déle, než prošla menší branou v porovnání s branou větší, byť byly obě umístěny ve stejné vzdálenosti. Tento experiment vedli neurofyziologové *Marc Jeannerod a Jean Decety*, kteří na jeho základě zformulovaly závěr, že existuje podobnost mezi simulací akce a jejím provedením. Funkční ekvivalence mezi akcí a představivostí tedy přesahuje pohyb samotný. Například podobné kortikální sítě zprostředkovává hudební výkon a hudební představa u klavíristů.

Velký počet funkčních neuro-studií ohledně představivosti prokázal, že motorická představivost je spojena se specifickou aktivací nervových obvodů zapojených do raného stadia motorického řízení (tj. do motorického programování). Tyto okruhy zahrnují oblast doplňkové motoriky, primární motorickou kůru, nižší parietální kůru, bazální ganglia a mozeček. Taková fyziologická data poskytují silnou podporu nervových mechanismů v přípravě představivosti a v přípravě motorické.

Měření srdeční a respirační aktivity během motorické představivosti a během skutečného motorického výkonu odhalila ko-variace srdeční frekvence a plicní ventilace se stupněm představovaného úsilí. Motorické představivosti aktivuje motorické dráhy. Svalová aktivita se často zvyšuje s ohledem na odpočinek během představy pohybu. V tomto případě je aktivita EMG omezena na ty svaly, které se účastní simulované akce a bývají úměrné množství představovaného úsilí.

Motorická imaginace je nyní široce používána jako technika ke zvýšení účinnosti motorického učení a ke zlepšení neurologické rehabilitace u pacientů po mrtvici. Jeho účinnost byla prokázána u hudebníků.

- U motorického učení: motorická představivost je přijímaným postupem v přípravě sportovců. Takový trénink obvykle zahrnuje zahřívací období, relaxaci a koncentraci a pak mentální simulaci specifického pohybu.
- U neurologické rehabilitace: existuje několik důkazů, které naznačují, že motorická představivost poskytuje další výhody v konvenční fyzioterapii nebo v pracovní terapii. Nedávný přehled čtyř randomizovaných kontrolovaných studií ukazuje, že existují určité důkazy podporující další přínos motorické představivosti ve srovnání s konvenční fyzioterapií u pacientů s mrtvicí. Tito autoři došli k závěru, že motorická představivost se jeví jako atraktivní léčebný názor, snadno se učí a její aplikace a intervence není fyzicky vyčerpávající ani škodlivá. Motorická představa proto může generovat další výhody pro pacienty.
- Motorická představivost může působit jako náhrada za představené chování, což má podobné účinky na poznávání a chování. Např. opakovaná simulovaná spotřeba potravin může snížit následnou skutečnou spotřebu této potravin.

Motorická představivost se blíží pojmu simulace používaného v kognitivních a sociálních neurovědách, aby se zohlednily různé procesy. Jednotlivec, který se zabývá simulací, může přehrát své vlastní minulé zkušenosti, aby z nich získal příjemné, motivační nebo pouze informativní vlastnosti. Takový pohled byl jasně popsán švédským fyziologem Hesslowem. Jeho simulační hypotéza uvádí, že myšlení se skládá ze simulované interakce s prostředím a spočívá v následujících třech základních předpokladech:

- a) Simulace akcí: můžeme aktivovat motorické struktury mozku způsobem, který se podobá akci během normální činnosti, ale nezpůsobuje žádný zjevný pohyb.

- b) Simulace vnímání: představování si vnímání něčeho je v podstatě stejné jako to, co člověk skutečně vnímá, pouze samotná vjemová činnost je vytvářena spíše samotným mozkiem než vnějšími podněty

- c) Anticipace: existují asociativní mechanismy, které umožňují jak behaviorální, tak percepční aktivitu, aby vyvolaly další vnímání aktivity ve smyslových oblastech mozku. Nejdůležitější je, že simulovaná akce může vyvolat vjemovou aktivitu podobající se činnosti, která by nastala, kdyby byla akce skutečně provedena.

Mentální simulace může být také nástrojem k pochopení sebe sama a ostatních. Filozofie mysli a vývojová psychologie také čerpají ze simulace, abychom vysvětlili naši schopnost mentalizovat, tj. abychom pochopili duševní stavy (záměry, touhy, pocity a víry) druhých lidí (tzv. teorie mysli). V tomto kontextu je základní myšlenkou simulace to, že se atributor pokouší napodobit duševní aktivitu cíle pomocí vlastních psychologických zdrojů. Aby člověk pochopil duševní stav jiného člověka při pozorování jeho jednání, představí si sám sebe, že vykonává stejnou akci a provede tedy skrytou simulaci, která nevede ke zjevnému projevu chování. Jedním z kritických aspektů teorie simulace mysli je myšlenka, že při pokusu o popsání duševních stavů ostatních lidí musí atributor skrýt své vlastní současné duševní stavy a nahradit je jinými.

2.3 Motorická představivost

Dokážeme si představit téměř všechno. Např. při sezení u svého stolu a díváním se z okna na kanál v ulici si mohu zároveň snadno představit, že jsem na procházce na nějaké venkovské cestě. Umím si představit scény nebo objekty, které tam nejsou, nebo tam už nejsou. Umím si ve své mysli představovat akce, které ve skutečnosti vykonávat neumím. Kupříkladu umím si představit sebe jako dokonalého tanečníka, i když mě realita naučila, že moje motorika se velmi zdráhá přizpůsobit se opakovaným a rytmickým motorickým vzorcům potřebným pro tento typ dovednosti. I když lze tuto imaginační sílu využít při činnostech, kde se zapojují různé smysly jako zrak, sluch a hmat, v tomto textu se zaměřím pouze na představivost pohybů (motorickou představivost).

Motorická představivost je kognitivní proces, ve kterém si subjekt představí, že on je vykonavatelem pohybu, aniž by skutečně daný pohyb vykonával a aniž by dokonce jakkoli zapojil svaly k němu potřebné. Jedná se o dynamický stav, během něhož je zobrazení určité motorické akce interně aktivováno bez jakéhokoliv motorického výstupu. Jinými slovy, motorická představivost vyžaduje vědomou aktivaci oblastí mozku, které se také podílejí na přípravě a provádění pohybu, spolu s dobrovolnou inhibicí skutečného pohybu (*Lotze a Cohen 2006*).

Rychle rostoucí počet studií ukázal, že oblasti mozku zabývající se skutečným výkonem pohybů, jsou také aktivní během motorických představ (*Hallett a kol. 1994; Sirigu a kol. 1995; Stephan a kol. 1995; Lotze a kol. 1999; Gerardin a kol. 2000, Grezes a Decety 2001, Jeannerod 2001, Kimberley a kol. 2006*). Více studií prokázalo, že se jedná o aktivaci premotorických, doplňkových motorických, cingulárních a parietálních kortikálních oblastí, bazálních ganglií a mozečku, a to nejen při vlastním provádění pohybu, ale také během představy pohybu (*Hanakawa a kol. 2003; Dechent a kol. 2004*).

Stippich a jeho kolegové (2002) ukázali, že představa různých pohybujících se částí těla (noha, ruka a jazyk) aktivovala precentrální gyrus somatotopickým způsobem. Podobné výsledky byly získány *Ehrssonem a jeho kolegy (2003)*, kteří ukázali, že představy pohybů prstů, jazyka a palce na noze systematicky aktivovaly somatotopicky

organizované oblasti primárního motorického kortexu, což znamená, že představa pohybů prstů aktivovala oblast prstů, představa pohybů palců na nohou aktivovala zóny nohou zadní části kontralaterální doplňkové motorické oblasti a kontralaterální primární motorické kůry a představa pohybů jazyka aktivovala oblast jazyka primárního motorického kortexu. Tato data naznačují, že představovaná část těla se více či méně projevuje ve vzorci kortikální aktivace. Výsledky jsou v souladu s dřívější studií *Fadiga a kolegů*. (1999), kteří prokázali, že motorická představa ovlivnila kortikospinální excitabilitu velmi specifickým způsobem. Například motorická představa pohybu předloktí posiluje m. *biceps brachialis*, který má funkci agonisty při flexi předloktí, zatímco toto nebyl případ během představy extenze předloktí, kde m. *biceps brachialis* působí jako antagonist. Motorická představa tedy nevede ke generalizovanému svalovému vzruchu, ale k centrální aktivaci pohybových vzorců.

Některé studie také zjistily aktivaci v primární motorické kůře (*Porro a kol. 1996, 2000; Roth a kol. 1996; Gerarding a kol. 2000, viz také Sharma a kol. 2006*). Ve studii *Spieglera a kolegů* (2004) se ukázala bilaterální aktivita v primární motorické kůře během motorické představy pohybů jazyka. V jiných studiích však nebyla nalezena primární aktivita motorické kůry (*Parsons a kol. 1995; Hanakawa a kol. 2003; Meister a kol. 2004; De Lange a kol. 2005*), takže zda aktivita primární motorické kůry stále přetrvává je věcí diskuse (*viz také De Vries a Mulder 2007*).

Ve studii *Stinear a kolegů* (2006) se ukázalo, že kinestetická, ale nikoli vizuální motorická představivost, modulovala kortikomotorickou excitabilitu, zejména na supraspinální úrovni. Tento výsledek je zajímavý, protože ukazuje, že nejen oblast, ale také stupeň její aktivace závisí na typu představ. Toto zjištění je navíc relevantní pro klinické využití motorické představivosti. Motorickou představivost lze rozdělit na kinestetickou motorickou představivost a vizuální motorickou představivost. Při kinestetické motorické představě má subjekt pocit, že ve skutečnosti provádí pohyb se všemi smyslovými důsledky (pohled první osoby). Během vizuální motorické představy vidí subjekt sám sebe z dálky, jak provádí pohyb (pohled třetí osoby). Výsledky *Stinear* naznačují, že kinestetická motorická představa by byla účinnější pro motorické učení než vizuální motorická představa. Také *Ruby a Decety* (2003) studovali tyto dva typy představivosti. Trénovali jednotlivce, aby si představili sérii akcí, které provádí buďto

sami (pohled první osoby) nebo které jsou prováděny jinou osobou (pohled třetí osoby). Obě perspektivy byly spojeny aktivací společných neuronových sítí spinální svalové atrofie (SMA), precentrálního gyrusu a prekuneusu. Pohled první osoby však byl spojen se zvýšenou aktivitou v levém dolním parietálním laloku a levém somatosenzorickém kortexu, zatímco perspektiva třetí osoby aktivovala pravý dolní parietální lalok, zadní část cingulární kůry a fronto-polární kůru.

Tento rozdíl mezi pohledem první osoby a třetí osoby byl jinde popsán jako rozdíl mezi vnitřním obrazem a vnějším obrazem (*Magill 1998*). V interních obrazech se subjekt přibližuje reálné životní situaci takovým způsobem, že osoba skutečně zažívá smyslové vjemy, které lze v této situaci očekávat. Při externí představě se subjekt dívá sám na sebe jako na osobu, která pohyb vykonává.

Meister se svými kolegy (2004) studoval hudebníky, kteří hráli na klavír „v mysli“. Když pianisté hráli hudbu na tiché klávesnici, aktivovali síť tvořenou levou primární sensorimotorickou oblastí, levým mozečkem, premotorickými/doplňkovými motorickými oblastmi, intraparietal sulcus a bilaterálními vizuálními oblastmi. Čistá představivost hudebního představení aktivovala stejnou síť s výjimkou primární sensorimotorické oblasti na levé hemisféře a pravého mozečku.

Li se svými kolegy (2004) ukázali, že motorická představa měla dokonce vliv na segmentální excitabilitu páteře. Devět zdravých dospělých účastníků muselo provést řadu představovaných pohybů prstů ve flexi a v extenzi. Výsledky ukázaly podprahovou aktivaci spinálních motoneuronů.

Proto v tomto okamžiku existuje dostatek důkazů, že motorické provedení a motorická představa aktivuje překrývající se oblasti v mozku. Ačkoli většina studií je zaměřena na pohyby rukou/prstů nebo úst, je v kontextu celého textu důležité poznamenat, že aktivace mozkových kortikálních oblastí během motorických představ není omezena pouze na pohyby rukou/prstů nebo úst, ale že i představivost pohybů

vede k aktivaci příslušných oblastí. *Malouin se svými kolegy (2003)* uvádějí aktivaci pre-motorické oblasti a primární motorické kůry během představy lokomočních pohybů.

Kromě překrytí v nervové aktivaci mezi představou a provedením samotným existují také podobnosti na behaviorální úrovni. Je například známo, že čas na dokončení představeného pohybu je podobný času potřebnému pro skutečné provedení tohoto pohybu. Tento jev je znám jako duševní isochronie. *Parsons (2001)* ukázal, že čas potřebný k posouzení, zda otočený obraz ruky představuje levou nebo pravou ruku, souvisí s mírou rotace tohoto obrazu. Dále ukázal, že když různé pozice rukou byly nepříjemné nebo biomechanicky obtížné, čas představované rotace obrazu se zvýšil více než u stejně otočených rukou v biomechanicky jednoduchých polohách a že doba rotace byla pro tyto pozice podobná reálné době rotace ruky.

Skutečnost, že motorická představivost, zdá se, respektuje normální biomechanická omezení skutečných pohybů, ukazuje, že tyto úkoly nejsou splněny pouhou vizuální představou, ale musí být vyřešeny představou pohybu vlastní paže a ruky. *Decety se svými kolegy (1993)* studoval předměty, které na základě instrukcí buď skutečně prováděly nebo pouze simulovaly cvičení nohou. Rychlost srdce a dýchání byla měřena v obou případech. Výsledky ukázaly, že nejen během skutečného cvičení začala tepová frekvence a rychlost dýchání stoupat, ale také v psychickém stavu, kdy žádné cvičení neprobíhalo. Tato zjištění vedla k teorii nazvané simulační hypotéza (*Jeannerod 2001*). Tato hypotéza uvádí, že provádění pohybu, motorická představivost a pozorování akce jsou poháněny stejným základním mechanismem. Motorická představa a pozorování akce jsou koncipovány jako „offline“ operace motorických oblastí v mozku.

Také *Naito se svými kolegy (2002)* zdůraznil aspekt centrální simulace. Tvrdili, že motorická představivost obsahuje prvky kinestetických vjemů, které mohou být vnímány jako náhrada smyslové zpětné vazby, která by vznikla, kdyby byl pohyb proveden. Dále argumentovali tím, že během motorické představy předměty vnitřně simulují kinestetické pocity spojené s představovaným pohybem (čehož si všimli i *Currie a Ravenscroft v roce 1997* a diskutovali o problému simulace více z filozofického hlediska). Všechny tyto údaje společně ukazují na důležitý bod, a sice že kognitivní činnost, jako je motorická představivost, není jen symbolickou činností, nýbrž jednáním, které je zakotveno v tom, že aktivuje smyslově motorické oblasti v mozku. V mozku tedy

není představivost oddělena od jednání a vnímání (viz. také Jeannerod 1994).

Podobné jevy byly nalezeny pro pozorování pohybů. Také zde byla pozorována zvýšená hodnota rCBF (*regional cerebral blood flow*) v premotorické kůře, středním temporálním gyru, v dolní a střední frontální gyrii a v parietálním kortexu během vnímání pohybů rukou zaměřených na cíl (Gallese a kol. 1996; Gallese a Goldman 1998; Grezes a Decety 2001. Maeda a kol. (2002) nejen ukázali, jak se při pozorování pohybů rukou zvýšila kortikospinální excitabilita, ale také to, že facilitace byla větší při pozorování přirozené polohy ruky než při pozorování nepřirozené polohy ruky. Toto je v souladu se zjištěními Pelphreye a jeho kolegů (2003), kteří uvedli, že pozorování biologického pohybu (člověka, který chodí) aktivoval nadřazený *temporal sulcus* podstatně více než pozorování nebiologického pohybu (pohyby izolovaných segmentů končetin v prostoru).

Brass se svými kolegy (2000) studoval, do jaké míry pozorování pohybu ovlivní výkon tohoto pohybu. Autoři použili paradigma reakční doby. Subjekty byly instruovány, aby provedly co nejrychlejší pohyb prstů. Výsledky ukázaly, že iniciační časy pohybů byly rychlejší, když pohyb, který musel být proveden, byl identický s pozorovaným pohybem. Například, když subjekt pozoroval modela provádějícího pohyb prstů na ruce dlaní dolů, doba zahájení provádění identického pohybu byla podstatně kratší než doba iniciace pohybu prstů na ruce dlaní nahoru. Tyto výsledky poskytly důkazy o vlivu pozorování na provádění pohybu. Podobné výsledky byly získány Urgesim a jeho kolegy (2006), kteří také zkoumali vliv držení těla pozorovatele na pohyb ruky modela kvůli usnadnění pohybu zaznamenaného ze svalů ruky při pozorování pohybu prstů. Hlavní otázkou bylo, zda aktivace svalu souvisí s jeho funkční rolí v pozorovaném pohybu nebo s kongruencí mezi pozicí pozorované ruky a rukou pozorovatele. Výsledky ukázaly, že činnost svalu FDI (*first dorsal interosseous*) je usnadněna pouze při pozorování pohybů ukazováčků, které, pokud jsou skutečně prováděny, by znamenaly zapojení tohoto svalu. Zjištění, že k usnadnění dochází pouze při pozorování pohybů, které mapují motorické funkce zaznamenaných svalů, je v souladu s představou, že pozorované pohyby jsou přímo přizpůsobeny motorickému systému pozorovatele.

Mattar a Gribble (2005) ukázali, že pozorování jiné osoby podstupující proces motorického učení ovlivnilo výkon pozorovatele. Subjekty pozorovaly video zobrazující jinou osobu, která se učí určitému motorickému úkonu. Tito jedinci vykazovali podstatně lepší výsledky než ti, kteří byli testováni později a nesledovali pohybový vzor. Pozorovatel proto, když pozoroval snahy jednotlivce o co nejpřesnější pohyb, byl schopen vytvořit neurální reprezentaci mechanických vlastností prostředí, které by mohly být použity pro výkon tohoto pohybu.

Magnee se svými kolegy (2007) zkoumali, zda by pozorování emočních výrazů obličeje vedlo k napodobení těchto projevů pozorovatelem. Zeptali se, zda je tato imitativní reakce řízena automaticky mimikry nebo jestli je výsledkem rozpoznání pozorované emoce. Zdá se, že jejich výsledky naznačují, že spontánní imitace obličeje souvisí spíše s emocionální reakcí než s mimikrami obličeje.

Zrcadlový neuronový systém hraje v těchto zjištěních ústřední roli (*viz. Rizzolatti 2005*). Zrcadlové neurony vykazují aktivitu nejen tehdy, když opice (nebo člověk) vykonává pohyb, ale také když někdo jiný tento pohyb vykonává a subjekt sleduje výkon. *Fadiga s kolegy (1995)* studovali první důkazy o existenci zrcadlového systému u lidí tím, že ukazují, že pozorování pohybu mělo za následek usnadnění motoriky.

Ačkoli zrcadlové neurony nejprve byly popsány jen pro pohyby ruky, tak poté začaly být spojovány s prováděním pohybů úst. Ve studii představ mozku *Buccina a jeho kolegy (2004)*, ve kterém byli lidé poučeni, aby pozorovali pohyby v ústech prováděné lidmi, opicemi a psy, bylo prokázáno, že pozorování lidské řeči aktivovalo pars opercularis levého spodního frontálního gyru, úsek Brocovy oblasti. Pozorování opičích rtů aktivovalo stejnou oblast, ale v menší míře, zatímco pozorování štěkajícího psa aktivovalo pouze část zrakové plochy. Pravděpodobně štěkání je příliš daleko od motorických projevů, které se vztahují na akci v ústech. Také *Watkins se svými kolegy (2003)* ukázali, že pozorování komunikačních ústních pohybů souvisejících s řečí usnadnilo vzrušivost motorického systému zapojeného do tvorby těchto pohybů. Pozorování těchto pohybů proto automaticky spouští akční simulaci a usnadňuje provádění pohybu (*Jeannerod 2001; Gallese 2005*).

Zajímavou charakteristikou zrcadlových neuronů je to, že během pozorování akce se zrcadlové neurony aktivují pouze tehdy, když je biologický efektor (ruka) v interakci s objektem, a ne když se akce provádí pomocí nástroje (*viz. také Di Pelegrino 1992, Gallese 1996, Tai 2004*). Neurony zůstávají bez aktivity, i když se uchopovací pohyb provádí ve vakuu, to znamená bez předmětu. To se odrazilo ve studii fMRI *Buccina a jeho kolegů (2001)*. V průběhu skenování byli pacienti vyzváni k pozorování pohybů souvisejících s objektem a nesouvisejících s objektem, které provedl jiný jedinec s různými částmi těla (paže, ruka, ústa a chodidlo). Musely být dodrženy následující pohyby: kousání jablka a žvýkání (akce v ústech), chytání a uchopování míče nebo malého poháru a napodobování těchto akcí bez předmětů (akce rukou), kopání do míče nebo stlačování brzdy nebo napodobování těchto akcí bez cílových předmětů (akce nohy). Výsledky ukázaly, že když subjekt pozoroval působení jiné osoby s různými efekty, aktivovaly se různé části pre-motorické kůry. Během pozorování akcí v ústech došlo k bilaterální aktivaci ventrální oblasti 6 a oblasti 44, plus aktivaci pravé oblasti 45. Během působení rukou byla aktivována dorzální část ventrální oblasti 6 plus dorzální sektor oblasti 44 v oblasti obou hemisfér. Pozorování činnosti nohou aktivovalo dorzální sektor oblasti 6 bilaterálně (*Buccino 2001, str. 403*). Tyto výsledky jsou důležité, protože ukázaly, že model somatotypické aktivace související s efektem existuje nejen při provádění a představivosti pohybu, ale také při pozorování pohybu. Data navíc odhalila výrazný rozdíl mezi aktivačními vzory v akcích souvisejících s objektem a akcí, které se netýkají objektů. V druhém případě byla aktivace mnohem nižší nebo dokonce chyběla.

Jak již bylo řečeno, provádění pohybu, motorická představa a pozorování pohybu jsou poháněny stejným základním mechanismem. Motorická představa a pozorování pohybu jsou koncipovány jako „offline operace“ motorického systému. Představa a sledování pohybu mohou hrát roli v řízení (opětovném) učení motorické činnosti. Doposud řízené skupinové studie klinického účinku motorické představivosti jsou vzácné.

Na základě zkoumaných experimentálních studií lze argumentovat, že i motorické systémy mohou usnadnit pozorování. Pozorování může být považováno za určitý motorický priming, který má klinický význam. Pozorování pohybu může skutečně usnadnit provedení tohoto pohybu. Výše uvedené výsledky *Brasse (2000) a Urgesiho*

(2006) skutečně poskytují určité důkazy pro tento argument. Dosud však neexistují žádné klinické studie, ve kterých byl tento argument testován v kontextu souvisejícím s pacientem.

Ve sportu a jiných pohybových aktivitách jsou důsledky motorického učení (mentální praxe) podrobněji dokumentovány. Řada starších studií ukázala, že motorická představivost zlepšila fyzickou zdatnost (Vandell 1943; Clark 1960; Corbin 1972; Noel 1980). Vandell a jeho kolegové (1943) ukázali, že skupiny subjektů, která měla mentálně natrénované volné hody v basketbalu, prokázala zručnost, která byla podobná těm lidem, kteří úkol přímo fyzicky absolvovali. Clark (1960) ukázal, že když motorické představy nahradily fyzickou praxi, skupina lidí pracující pouze s motorickými představami si stála téměř stejně dobře jako skupina, která se úkolů přímo fyzicky zúčastnila, a že kombinace pohybových cvičení a motorických představ byla lepší pro učení se motorických dovedností. Dále bylo prokázáno, že opakované motorické představy, zejména představy z pohledu první osoby, usnadňují učení pohybů (Feltz a Landers 1983; Driskell 1994). Ve studii Cumminga a Halla (2000) se 159 sportovci bylo prokázáno, že motorické představy byly užitečným nástrojem pro sportovní trénink a že elitní sportovci používali motorické představy více než rekreační sportovci. Zijdewind se svými kolegy (2003) ukázali, že představování si tréninků svalů dolních končetin významně zvýšilo produkci točivého momentu svalů kotníku a že toto zlepšení nebylo výsledkem nespecifického obecného motivačního účinku.

Pozitivní účinky tréninku s využitím motorické představivosti však byly popsány i mimo oblast sportu. Pascual-Leone se svými kolegy (1995) ukázali, že 5 dnů tréninku hudebního výkonu jak s využitím motorické představivosti, tak s provedení pohybu samotného vedlo ke zvýšení výkonosti, ačkoliv skupina provádějící pohyb samotný předčila skupinu, která si pohyb pouze představovala. Zajímavé je, že skupina, která si pohyb pouze představovala, prokázala stejný tréninkový efekt jako skupina, která pohyb skutečně prováděla (ale pouze po jedné tréninkové fázi).

V zajímavé studii Yue a Cole (1992) se ukázalo, že svalová síla vzrostla po tréninku motorické představivosti. Studovali maximální produkci síly páté číslice

metakarpofalangeálního kloubu u zdravých jedinců po tréninku s opakováními maximálních izometrických svalových kontrakcí a porovnávali výsledky těchto cvičení s výsledky programu mentálního tréninku, který nezahrnuje opakované aktivace svalů. Průměrná abdukční síla levé (trénované) číslíce vzrostla o 30% pro kontrakční skupinu a o 22% pro imaginární skupinu, zatímco kontrolní skupina nevykazovala žádné zlepšení. Zvýšení síly bylo tedy dosaženo bez jakékoliv skutečné opakované svalové aktivace. Důležitým aspektem bylo, že svalová síla se zvýšila, i když při motorické představě nemohla být registrována žádná aktivita EMG. *Yue a Cole* proto dospěli k závěru, že zvýšení svalové síly po mentálním tréninku nemůže být výsledkem nervových změn na úrovni provedení samotnému, ale musí být přičítáno vyšším (centrálním) úrovním motorického systému, který se podílí na plánování a programování.

Podobný výsledek získal *Mulder se svými kolegy (2004)*, kteří ukázali, že subjekty jsou schopny naučit se abdukci svého palce u nohy pouze díky motorické představě tohoto pohybu, aniž by pohnuly ostatními prsty. V tomto experimentu byly subjekty náhodně zařazeny do skupiny, kde musely trénovat pomocí motorických představ a ve které musely zároveň přímo fyzicky cvičit abdukci palce. A také do skupiny, která ani jedno z toho neprováděla. Ukázali, že skupina s úkolem motorických představ a navíc s úkolem pohyb přímo vykonávat významně zlepšila schopnost pohybovat s palcem do abdukce, zatímco druhá skupina nevykazovala žádné zlepšení. Zlepšení u první skupiny však bylo významné pouze u subjektů, které již měly určitou schopnost provádět abdukční pohyb, a nikoliv u subjektů, u které na počátku experimentu nedokázaly s palcem pohnout. Toto zjištění může naznačovat, že musí existovat vzorec pohybu pro trénink motorické představivosti, aby byla účinná. Pokud je to pravda, pak by to znamenalo, že zcela nové pohyby nelze naučit pomocí motorické představivosti. Nicméně opatrnost v tomto tvrzení je nutná, protože doba učení byla velmi krátká a cílový pohyb byl spíše neúplný.

Motorickou představivost lze považovat za slibnou techniku pro zlepšování se v pohybové činnosti. Není však kompletní náhradou za samotné tělesné cvičení, avšak měla by být chápána jako relevantní technika ke zlepšení motorického učení, byť pouze doplňková. V tomto okamžiku je obtížné vyvodit konečné závěry týkající se klinického

významu. Na základě uváděných experimentálních studií a také na základě moderní teorie o motorické představivosti a teorie učení lze argumentovat, že zahájení řízených klinických skupinových studií za účelem zkoumání hodnoty motorických představ je více než oprávněné.

2.4 Elektrodermální aktivita

Elektrodermální aktivita (*EDA*) je vlastnost lidského těla, která způsobuje nepřetržité změny elektrických vlastností kůže. Historicky byla *EDA* také známa jako vodivost kůže, galvanická kožní reakce (*GSR*), elektrodermální odezva (*EDR*), psychogalvanický reflex (*PGR*), reakce kožní vodivosti (*SCR*), odezva sympatické kůže (*SSR*) a úroveň vodivosti kůže (*SCL*). Dlouhá historie výzkumu aktivních a pasivních elektrických vlastností kůže různými disciplínami vyústila v přebytek názvů, nyní standardizovaných na elektrodermální aktivitu (*EDA*).

Tradiční teorie *EDA* si myslí, že odpor kůže se mění se stavem potních žláz v kůži. Pocení je řízeno sympatickým nervovým systémem, a vodivost kůže je známkou psychického nebo fyziologického vzruchu na určitý podnět. Pokud je sympatická větev autonomního nervového systému silně podnícena, zvyšuje se také aktivita potní žlázy, což zase zvyšuje vodivost kůže. Tímto způsobem může být vodivost kůže měřítkem emocionálních a sympatických reakcí. Dávny výzkum a další jevy (rezistence, potenciál, impedance a admitance, někdy citlivé a někdy i zdánlivě spontánní) naznačují, že *EDA* je složitější, než se zdá, a výzkum tedy neustále pokračuje. Studie *EDA* vedla k tak důležitým a životně důležitým nástrojům, jako je elektrokardiograf (*ECG* nebo *EKG*) a elektroencefalograf (*EEG*).

Naše kůže vypráví všechno a odhaluje mnoho informací o tom, jak se cítíme, když jsme vystaveni emocionálně nabitým obrazům, videím, událostem nebo jiným druhům podnětů - pozitivních i negativních. Nezáleží na tom, zda jsme stresovaní, nervózní,

udivení, zmatení nebo překvapení - kdykoli jsme emocionálně vzrušeni, elektrická vodivost naší kůže se mění.

Galvanická kožní odezva (GSR), také označovaná jako elektrodermální aktivita (*EDA*), je jedním z nejcitlivějších opatření pro emocionální vzrušení. *GSR* pochází z autonomní aktivace potních žláz v kůži. Pocení na rukou a nohou je vyvoláno emocionální stimulací: Kdykoliv jsme emocionálně vzrušeni, údaje *GSR* ukazují výrazné vzory, které jsou očima viditelné a které lze statisticky kvantifikovat.

Co dělá *GSR* s tak cenným biometrickým signálem při hodnocení emocionálního chování? S *GSR* můžete použít chování, které není pod kontrolou kognitivních funkcí. Kožní vodivost je pouze modulována autonomní sympatickou aktivitou, která řídí tělesné procesy, kognitivní a emocionální stavy na zcela podvědomé úrovni. Prostě nemůžeme vědomě kontrolovat úroveň vodivosti kůže. Přesně tato okolnost činí *GSR* dokonalým ukazatelem emocionálního vzrušení, protože nabízí nefalšovaný pohled na fyziologické a psychologické procesy člověka.

Kožní vodivost není pod vědomou kontrolou. Místo toho je autonomně modulována sympatickou aktivitou, která řídí lidské chování, kognitivní a emocionální stavy na podvědomé úrovni. Kožní vodivost proto nabízí přímý pohled na autonomní emocionální regulaci. Lidské končetiny, včetně prstů, dlaní a chodidel, vykazují různé bioelektrické jevy. Mohou být detekovány pomocí elektroměru *EDA*, zařízení, které zobrazuje změnu elektrické vodivosti mezi dvěma body v čase. Dvě dráhy proudu jsou podél povrchu kůže a skrze tělo. Aktivní měření zahrnuje odeslání malého množství proudu skrze tělo. Některé studie zahrnují reakci lidské kůže na střídavý proud, včetně reakce kůže nedávno zemřelých těl.

Existuje vztah mezi emocionálním vzrušením a sympatickou aktivitou, i když samotná elektrická změna neidentifikuje, která specifická emoce je vyvolávána. Tyto autonomní sympatické změny mění pot a průtok krve, což zase ovlivňuje *GSR* a *GSP*. Množství potních žláz se mění napříč lidským tělem, je nejvyšší v oblasti rukou a nohou (200–600 potních žláz na cm²). Odezva kůže a svalové tkáně na vnější a vnitřní podněty

může způsobit, že se vodivost bude měnit v několika *mikrosiemensech*. Správně kalibrované zařízení může zaznamenávat a zobrazovat jemné změny.

Kombinované změny mezi elektrodermální rezistencí a elektrodermálním potenciálem tvoří elektrodermální aktivitu. *Odpor galvanické kůže (GSR)* je starší termín, který odkazuje na zaznamenaný elektrický odpor mezi dvěma elektrodami, když je mezi nimi trvale slabý proud. Elektrody jsou normálně umístěny asi jeden centimetr od sebe a zaznamenaný odpor se mění v závislosti na emocionálním stavu subjektu. Potenciál galvanické kůže (GSP) označuje napětí měřené mezi dvěma elektrodami bez jakéhokoliv externě aplikovaného proudu. Měří se připojením elektrod k zesilovači napětí. Také toto napětí se mění s emocionálním stavem subjektu.

Bolestivý podnět, jako je např. píchnutí špendlíkem, vyvolává odezvu potních žláz, což zvyšuje sekreci. Ačkoli toto zvýšení je obecně velmi malé, pot obsahuje vodu a elektrolyty, které zvyšují elektrickou vodivost, čímž snižují elektrický odpor kůže. Tyto změny zase ovlivňují *GSR*. Dalším běžným projevem je *vazodilatace (dilatace)* krevních cév v obličeji, označovaná jako červenání, stejně jako zvýšené pocení, které se vyskytuje, když je člověk v rozpacích.

EDA u některých lidí velmi citlivě reaguje na emoce. Mezi emoce, které se mohou objevit ve výsledcích, *EDA*, patří strach, hněv, pocit překvapení, dezorientace a sexuální pocity. Tyto odezvy jsou využívány jako součást testu detektoru lži. *EDA* se liší podle pocitů subjektu, zda si myslí, že je vyšetřován spravedlivě nebo nespravedlivě. Ale psychopatům se žádné takové rozdíly neprokázaly. To naznačuje, že záznam o polygrafu *EDA* může být v trestním vyšetřování klamný.

EDA je běžnou mírou aktivity autonomního nervového systému, s dlouhou historií v psychologickém výzkumu. *Hugo D. Critchley*, předseda *Psychiatrie* v Brightonu a *Sussex Medical School* uvádí: „*EDA* je citlivý psychofyziologický index změn v autonomním sympatickém vzrušení, které jsou integrovány s emocionálními a kognitivními stavy“. Mnoho biofeedbackových terapeutických přístrojů využívá *EDA*

indikátor pro zjištění reakce uživatele na stres s cílem pomoci uživateli kontrolovat úzkost. *EDA* se používá k posouzení neurologického stavu jedince bez použití tradičního, ale nepříjemného a nákladného monitorování založeného na *EEG*.

Monitorování *EDA* je často kombinováno se zaznamenáváním tepové frekvence, frekvencí dýchání a krevním tlakem, protože jsou to všechno autonomně závislé proměnné. Měření *EDA* je součástí moderních polygrafických přístrojů, které se často používají jako detektory lži.

Externí faktory jako teplota a vlhkost ovlivňují měření *EDA*, což může vést k nekonzistentním výsledkům. Interní faktory, jako jsou léky a hydratace, mohou také změnit měření *EDA*, což dokazuje nesoulad se stejnou úrovní stimulu. Klasické měření *EDA* vypadá, jako by představovalo jednu homogenní změnu napříč celým tělem, ale ve skutečnosti mohou různá místa během měření vést k různým reakcím; například reakce na levém a pravém zápěstí jsou poháněny různými oblastmi mozku, což poskytuje více zdrojů vzrušení; *EDA* měřená na různých místech těla se tedy liší nejen s různou hustotou potních žláz, ale také s různými základními zdroji vzrušení. Nakonec jsou elektrodermální reakce zpožděny o 1–3 sekundy. Ty ukazují složitost určování vztahu mezi *EDA* a sympatickou aktivitou. Schopnost obsluhy měřicího přístroje může být významným faktorem jeho úspěšného použití.

Elektrodermální aktivita je generována potními žlázami a nadkožními epidermy a je zprostředkována supraspinálními místy, která zahrnují orbitofrontální kortex, zadní hypotalamus, dorzální thalamus a ventrolaterální retikulární formaci. Tato odezva, která se vyskytuje spontánně a může být vyvolána různými stimuly, jako je dýchání, kašel, hlasité zvuky, překvapení, duševní stres a elektrické podněty, se označuje jako sympatická kožní odezva nebo periferní autonomní povrchový potenciál. Reakci kůže lze měřit povrchovými elektrodami připojenými ke standardnímu přístroji *EMG*. Aktivní záznamová elektroda je umístěna na dlani nebo plantárním povrchu a indiferentní elektroda na povrchu vokálu. Při nastavení nízkého průchodu filtrem 0,1–2 Hz a nastavení filtru s vysokým průchodem 1–5 kHz se latence v horní končetině pohybuje mezi 1,3 a 1,5 sekundy a v dolní končetině mezi 1,8 a 2,1 sekundy. Odezva se opakuje s

opakovanými stimuly a je vystavena výrazné variabilitě. Dodávání podnětů v nepravidelných intervalech může minimalizovat návyky. Soulad mezi sympatickou kožní odpovědí a sudomotorickou funkcí byl prokázán v některých, ale ne ve všech studiích (*Shahani, 1984; Schondorf, 1997*).

Autonomní vzrušení je nejčastěji měřeno pomocí *HR* (*srdeční/tepová frekvence, z angl. heart rate*) a elektrodermální aktivity (*EDA*). Obecně, výzkum týkající se autonomního vzrušení a agresivního a násilného chování přinesl zjištění, která naznačují nižší základní úroveň autonomního vzrušení a vyšší autonomní reaktivitu u dětí a dospívajících (*Patrick, 2008*). Ačkoli méně konzistentní, výzkum agresivních dospělých ukazuje zvýšení autonomní aktivity v reakci na stresor (*Patrick, 2008*). Zjištěná analýza společnosti *Lorber (2004)* zjistila jednoznačné spojení mezi reakcemi autonomního nervového systému vzhledem k *EDA* a problémy s agresivitou a celkovým jednáním s ní spojeným.

Nedostatečný odpočinek spojený s *HR* je běžným jevem mezi agresivními dětmi (*Scarpa a Raine, 1997*) a je spojován s problémy v chování v dětství, dospívání a dospělosti (*Lorber, 2004*). Důkaz *HR* reaktivity je méně konzistentní. Zdá se, že agresivní děti mají zvýšenou *HR* v reakci na stresor (*Lorber, 2004*) a tento nálezn je zvláště silný u dětí vykazujících reaktivní agresi spíše než proaktivní agresi (*Hubbard, 2002*). Reaktivita *HR* a její souvislost s agresivitou u dospělých se také mísí.

EDA označuje malé změny v elektrické aktivitě kůže, které se obvykle vyskytují 1–3 s po nástupu podnětu (*Scarpa a Raine, 1997*). *Lorber (2004)* zjistil, že problémy s řízením v dětství byly spojeny se sníženou *EDA* v nepřítomnosti stimulace a snížily *EDA* během úkolu, ale pouze v přítomnosti nezáporných podnětů. Tato analýza prokázala také pozitivní vztah mezi agresivitou dospělých a reaktivitou *EDA*. *Scarpa a Raine (1997)* navrhli, že *EDA* pod vzrušením může být spojena se specifickými formami zločinů. Rovněž bylo prokázáno, že hladiny kožní vodivosti reagují s markery *HPA*, aby bylo možné předpovědět pozdější externalizaci chování u dětí (*El-Sheikh, 2008*). Výsledky ukazují, že děti s vyššími hladinami *EDA* a vyššími hladinami kortizolu vykazují zvýšené hladiny externalizačního chování.

3 METODIKA PRÁCE

3.1 Výzkumný soubor

Výzkumu se zúčastnilo celkem 27 dospělých probandů ve věkovém rozmezí 21-23 let. Výzkumný soubor tvořilo 19 mužů a 8 žen. Testování probíhalo na studentech a studentkách bakalářského studia na FPE KTV ZČU v Plzni, jejichž studijním zaměřením je tělesná výchova a sport.

3.2 Popis použitých metod

3.2.1 Rovnováhový test

Test rovnováhy probíhal ve statické pozici, když bylo tělo testované osoby téměř v klidu a nedocházelo tedy k žádné změně místa. Probandi stáli na jedné noze na pevné podložce - na dřevěné kladince. Tento proces se po intervalu odpočinku opakoval znovu, opět se stáním na stejné noze na kladince jako při prvním pokusu.

3.2.2 Měření EDA

Elektrodermální aktivita je měrná vodivost kůže. Je závislá především na otevřenosti pórů na dlaních a chodidlech, kde se nachází nejvíce endokrinních žláz. Ty jsou určeny k udržení přiměřené vlhkosti kůže a tím jí zajišťují hmatovou citlivost, aby mohlo docházet k reakcím na psychogenní podněty. Vzhledem k pohodlnosti při měření se však pro připojení elektrod využívají hlavně dlaně a prsty (v našem případě jen prsty).

3.3 Statistické metody

3.3.1 Korelační analýza

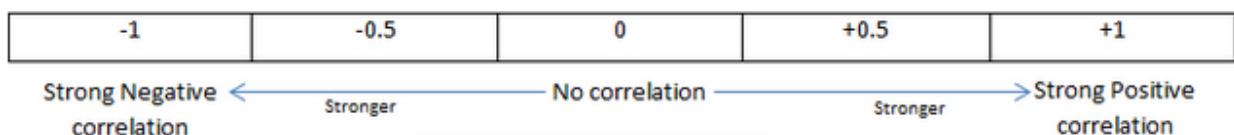
Korelační analýza je metoda statistického hodnocení, která se používá ke studiu síly vztahu mezi dvěma numericky měřenými spojitými proměnnými (např. výška a hmotnost). Tento konkrétní typ analýzy je užitečný, když chce examinátor zjistit, zda existují možné souvislosti mezi proměnnými. Často je nepochopeno, že korelační

analýza určuje příčinu a následek; to však není tento případ, protože na výsledky mohly mít vliv i jiné proměnné, které nejsou ve výzkumu přítomny. Je-li mezi dvěma proměnnými nalezena korelace, znamená to, že v případě systematické změny v jedné proměnné existuje také systematická změna v druhé proměnné; proměnné se mění za určité časové období. Pokud je nalezena korelace, může být v závislosti na naměřených číselných hodnotách buď pozitivní, nebo negativní.

- Pozitivní korelace existuje, jestliže jedna proměnná roste současně s druhou, tj. vysoké číselné hodnoty jedné proměnné se vztahují k vysokým číselným hodnotám druhé proměnné.
- Negativní korelace existuje, když jedna proměnná klesá a zároveň se druhá zvyšuje, tj. vysoké číselné hodnoty jedné proměnné se vztahují k nízkým číselným hodnotám druhé proměnné.

Pearsonův koeficient je měření korelace a rozsahů (v závislosti na korelaci) mezi +1 a -1. +1 indikuje nejsilnější možnou pozitivní korelaci a -1 indikuje nejsilnější možnou negativní korelaci. Čím blíže je koeficient k některému z těchto čísel, tím silnější je korelace údajů, které představuje. Na této stupnici 0 není žádná korelace, proto hodnoty blíže k nule zvýrazňují slabší / horší korelaci než hodnoty blíže k +1 / -1.

Graficky je *Pearsonův koeficient* znázorněn zde:



3.4 Mann-Whitney U-test

Ve statistice, *Mann-Whitney U-test* (také zvaný *Mann-Whitney – Wilcoxon (MWW)*, *Wilcoxon hodnostní součtový test*, nebo *Wilcoxon-Mann-Whitney test*) je neparametrický test nulové hypotézy. Je stejně pravděpodobné, že náhodně vybraná hodnota z jednoho vzorku bude menší nebo větší než náhodně vybraná hodnota z druhého vzorku. Na rozdíl od t-testu nevyžaduje předpoklad normálního rozdělení. Je téměř stejně efektivní jako t-test za normálního rozdělení.

Tento test může být použit k určení, zda byly vybrány dva nezávislé vzorky ze skupin se stejným rozdělením; podobný neparametrický test použitý na závislých vzorcích je Wilcoxonův rank-test. Zahrnuje výpočet statistiky, obvykle označenou U , jejíž rozdělení pod nulovou hypotézou je známé. Pro všechny případy je hodnota rozdělení uvedena v tabulkách, ale pro hodnoty nad 20 je přibližná hodnota použití normálního rozdělení poměrně dobrá. Některé knihy uvádějí statistiku ekvivalentní k hodnotě U , například součet hodnot v jednom ze vzorků, spíše než u samotného U .

Mann-Whitney U-test je součástí nejmodernějších statistických balíčků. Také se dá snadno vypočítat ručně, zejména u malých vzorků.

4 VYHODNOCENÍ A DISKUSE

Jak jsem již avizoval na začátku celé mé bakalářské práce, rozhodl jsem se u vybrané skupiny studentů a studentek Pedagogické fakulty ZČU v Plzni provést test rovnováhy. Jeho obsahem bylo, jak kvalitně dokáží studenti a studentky ovládat svoji rovnováhu za nevyhnutelného obrazového vyrušování, které se jim naskývalo v jejich periferním vidění. Test tedy přirozeně vyžadoval u každého jedince vyšší míru koncentrace, správného nastavení mysli a celkového naladění se na plnění zadaného úkolu. Testování a následné vyhodnocování naměřených hodnot probíhalo za pomoci virtuálního programu *LabChart*. Mým úkolem bylo ověřit původní hypotézu a také do jisté míry poukázat na to, co je psáno v teoretických východiskách. Motorická představitivost testované osoby při plnění testu (který jsem si samozřejmě i já sám vyzkoušel) hraje velice důležitou roli. Pokud je člověk plně koncentrovaný na daný test a to takovým způsobem, že si dokáže předem představit, jak bude celé zadání plnit a jak se při onom plnění testu bude pravděpodobně cítit, měl by výrazně zvýšit pravděpodobnost kvalitního splnění zadání. To mj. koresponduje s výše zmíněnou vizualizací, která je i v tomto případě velice důležitá. Jenže je to celé stíženo tím, že pokud se subjekt s žádným takovým testem doposud ještě nikdy neseťkal, má na onu vizualizaci a motorickou představu velmi málo času. Celý test tedy není pouze testem rovnováhy jako takové, jak by se mohlo z názvu testu zdát. Je také testem momentálního celkového fyzického a psychického stavu jedince a lze tedy vyčíst i současný stav jeho mysli. Bez optimální vyrovnanosti všech těchto aspektů je velice obtížné předvést v kontextu celého testu kvalitní výkon a vykázat na jeho základě kvalitní výsledky.

4.1 Výsledky měření

4.1.1 Tabulky

Přehled výsledků *Mann-Whitneyova U-testu* u všech změřených proměnných:

- *Tabulka č. 1* znázorňující průměrné hodnoty elektrodermální aktivity a hodnoty variačního rozpětí v jednotlivých částech měření

	RankSum_K	RankSum_E1	U	Z	p-level
EDA_KLID	100,5	89,5	44,5	0,04082	0,967436
EDA_KL1	89	101	34	-0,89815	0,369114
EDA_REL	97	93	42	-0,24495	0,806498
EDA_KL2	82	108	27	-1,46969	0,141654
R_KLID	105	85	40	0,40825	0,683094
R_KL1	77	113	22	-1,87794	0,060398
R_REL	90	100	35	-0,8165	0,414222
R_KL2	78	112	23	-1,79629	0,072457
KL1	88,5	101,5	33,5	-0,93897	0,347753
KL2	78,5	111,5	23,5	-1,75547	0,079189
					p<0,1

- *Tabulka č. 2* znázorňující další průměrné hodnoty elektrodermální aktivity v jednotlivých částech měření

	experimentální	kontrolní
EDA_KLID	1,80222	1,236
EDA_KL1	16,99333	14,198
EDA_REL	12,9	12,545
EDA_KL2	22,66667	15,968

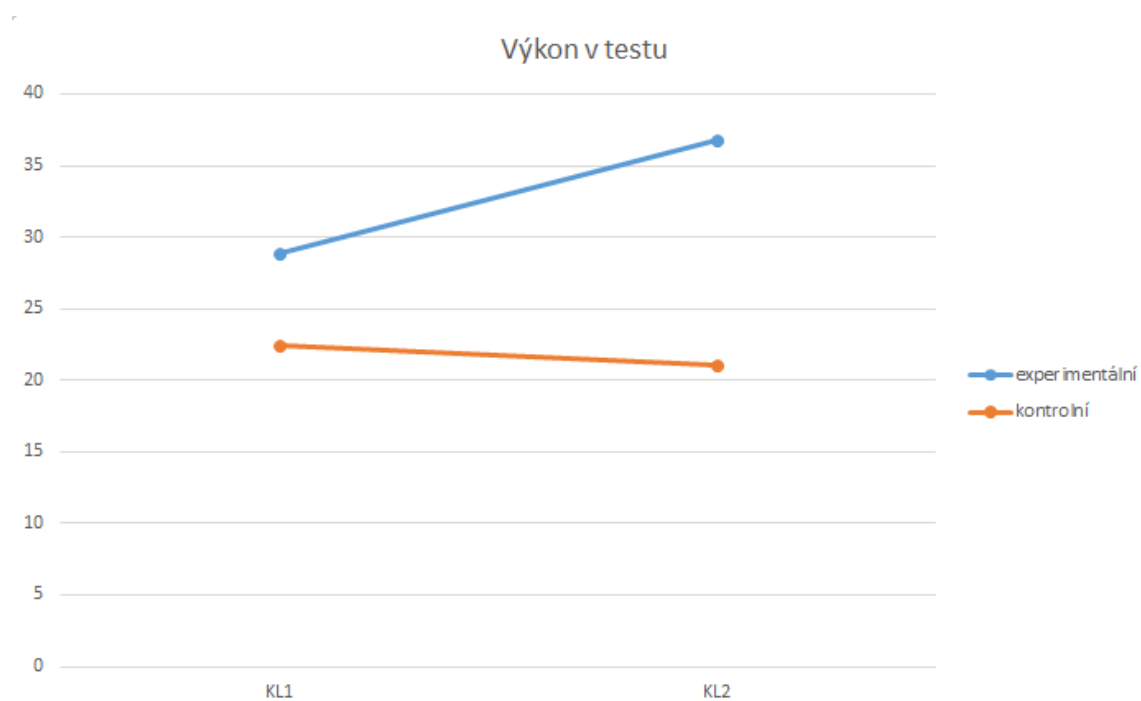
- *Tabulka č. 3* znázorňující hodnoty variačního rozpětí v jednotlivých částech měření

	experimentální	kontrolní
R KLID	5,07667	4,566
R KL1	8,94667	5,115
R REL	8,55556	6,223
R KL2	9,12333	6,365

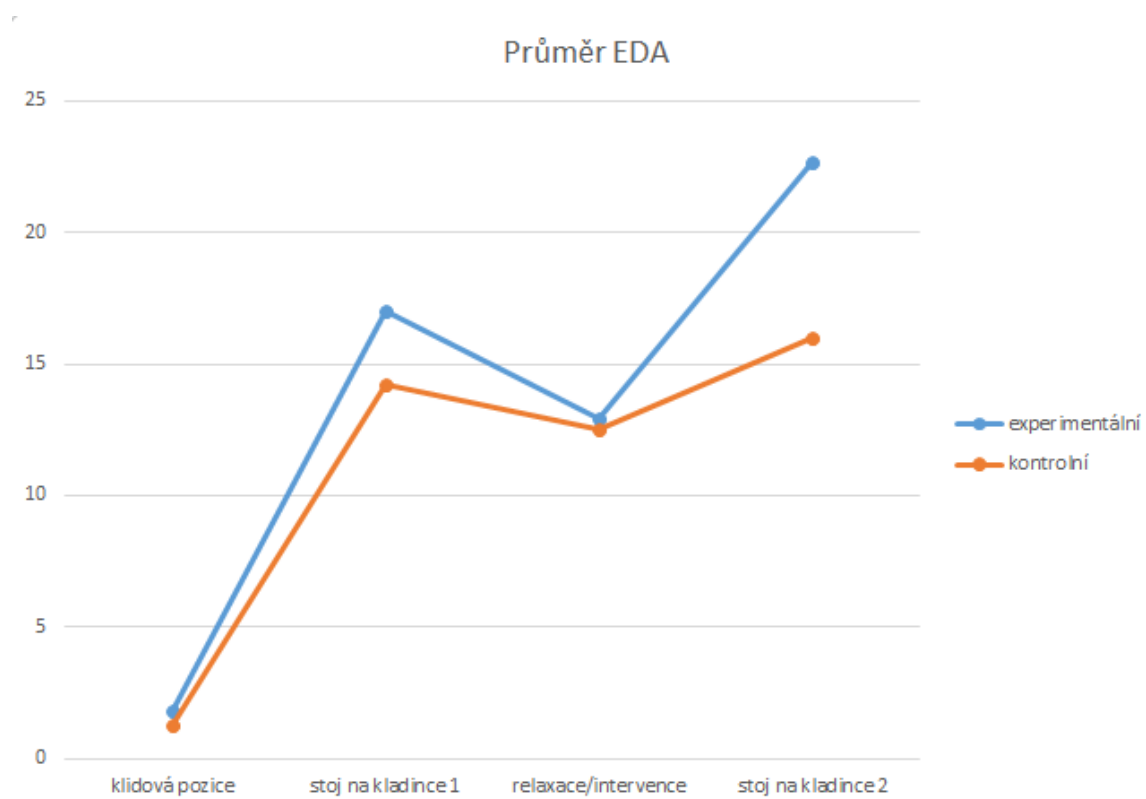
- *Tabulka č. 4* znázorňující výkon v obou částech testu (viz. *Graf č. 1*)

	experimentální	kontrolní
KL1	28,88889	22,449
KL2	36,74889	21,072

4.1.2 Grafy



Graf č. 1



Graf č. 2

Pro ověření naší hypotézy je určující a stěžejní *graf č. 1*, tedy *graf výkonů v testu*. Na ose *x* jsou zobrazeny postupně *kladinka 1* a *kladinka 2* (resp. stání na nich testovanými osobami). Na ose *y* je zobrazen čas v sekundách. Z grafu je vidět, že výkon experimentální skupiny testovaných osob byl již od stání na *kladince 1* na vyšší úrovni než u skupiny kontrolní. Experimentální skupina tedy vydržela stát na *kladince 1* déle než skupina kontrolní. Zároveň, když do testu vstoupila *kladinka 2*, experimentální skupina byla již výrazně lepší než skupina kontrolní a také udržela rovnováhu na *kladince* mnohem déle. Toto zjištění nám tedy potvrdilo naši hypotézu, že skupina testovaných osob, které se podrobí ideomotorické intervenci, dosáhne v post-testu rovnováhy lepších výsledků. A to dokonce výrazně lepších.

V *grafu č. 2* je zobrazen průběh elektrodermální aktivity u obou testovaných skupin. Na ose *x* jsou zobrazeny postupně fáze celého testu, na ose *y* jsou zobrazeny hodnoty elektrodermální aktivity v mikro-siemensech. Vidíme, že obě skupiny testovaných osob měli zpočátku elektrodermální aktivitu téměř totožnou, postupem celého testu se ale převaha překloupila na stranu experimentální skupiny. Téměř totožné hodnoty najdeme ve fázi relaxace/intervence, tedy ve fázi mezi stojem na *kladince 1* a stojem na *kladince 2*. Ovšem na konci testu byla vyšší elektrodermální aktivita experimentální skupiny znatelná.

5 ZÁVĚR

V závěrečném zhodnocení bych chtěl poukázat na skutečnosti, které jsme předpokládaly prostřednictvím naší hypotézy. Zároveň bych chtěl i upozornit na možné objektivní příčiny toho, proč výsledky testu dopadly zrovna tak, jak dopadly a poskytnout tak ucelený závěr. Domníváme se, že naše hypotéza H: „*Předpokládáme, že skupina testovaných osob, které se podrobí ideomotorické intervenci, dosáhne lepších výsledků v post-testu rovnováhy.*“, se potvrdila. V našem případě se jednalo o skupinu experimentální. Přijímáme tedy tvrzení, že ideomotorická intervence má vliv na výkon v testu rovnováhy.

Ve výsledcích získaných dat výzkumného souboru se ukázalo, že skupina experimentální dosáhla v testu rovnováhy lepších výsledků než skupina kontrolní. Použity k tomuto tvrzení byly hodnoty, které jsme určili jako statisticky významné. Když došlo ke grafickému vyhodnocení celého testu, výrazně kvalitnější splnění úkolu vykazala experimentální skupina testovaných osob v porovnání se skupinou kontrolní. Dalo by se tedy konstatovat, že testované osoby z experimentální skupiny plnily úkol s větším zaujetím a lepší koncentrací. Určitou roli v provádění celého testu mohla hrát i únava a celkový psychický a fyzický stav testovaných osob.

6 SEZNAM LITERATURY

6.1 Bibliografické zdroje

- **TOD, David, RAHMAN, Rachel, THATCHER, Joanne.** *Psychologie sportu.* Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3923-6
- **MAYER, Jan, HERMANN Hans-Dieter.,** *Mentales training.* Springer, 2009. ISBN 978-3540763512
- **SCHMIDT, Richard.** *Motor Control and Learning.* Human Kinetics, 2011. ISBN 0736079610
- **VOLFOVÁ, Martina.** *Srovnání výkonu v testu zrcadlového kreslení u studentů hudební a tělesné výchovy.* Západočeská univerzita v Plzni, 2015. Diplomová práce. (Dostupné z: <https://dspace5.zcu.cz/handle/11025/19988>)
- **Linhart, Josef.** *Základy psychologie učení.* 1. vyd. Praha : SPN, 1982. 249 s.
- **Véle, František.** *Kineziologie: Přehled kineziologické kinezie a patokinezie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy.* 2. Praha : TRITON, 2006. 80-7254837-9.
- **Králíček, Petr.** *Úvod do speciální neurofyzologie.* 3. Praha : Galén, 2011. 978-80-7262-617-2.
- **Dylevský, Ivan.** *Funkční anatomie.* 1. Praha : Grada Publishind, 2009. 978-247-3240-4.
- **Dylevský, Ivan.** *Kineziologie: základy strukturální kineziologie.* 1. Praha : TRITON, 2009. 978-80-7387-324-0.
- **O'Boyle, M. W, Hoff, E. J.** *Gender and handedness differences in mirror-tracing random forms.* *Neuropsychologia.* 25. 1987. 977–982.

6.2 Elektronické zdroje

- **Psychologie tenisu.** *Psychologie tenisu* [online]. Dostupné z: <http://www.psychologie-tenisu.cz/>
- **Motor imagery and action observation: cognitive tools for rehabilitation.** *National Center for Biotechnology Information* [online]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2797860/>
- **Motor imagery - Wikipedia.** [online]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Motor_imagery
- **Electrodermal activity - Wikipedia.** [online]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Electrodermal_activity
- **Electrodermal Activity - an overview | ScienceDirect Topics.** *ScienceDirect.com / Science, health and medical journals, full text articles and books.* [online]. Copyright © 2019 Elsevier B.V. or its licensors or contributors. ScienceDirect [cit. 27.06.2019]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/electrodermal-activity>
- **What is Electrodermal activity / galvanic skin response?** – Biovotion AG. [online]. Dostupné z: <https://biovotion.zendesk.com/hc/en-us/articles/213838709-What-is-Electrodermal-activity-galvanic-skin-respons>
- **Motorika člověka – Wikipedie.** [online]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Motorika_%C4%8Dlov%C4%9Bka
- [online]. Dostupné z: <https://www.djsresearch.co.uk/glossary/item/correlation-analysis-market-research>
- **Mann-Whitney U test - Wikipedia.** [online]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Mann%E2%80%93Whitney_U_test
- **Systém psychofyziologický | Katedra psychologie Filozofické fakulty UP.** *Katedra psychologie Filozofické fakulty UP* [online]. Copyright © [cit. 27.06.2019]. Dostupné z: <http://psych.upol.cz/system-psychofyziologicky/>

7 RESUMÉ

Tato práce řeší problém vlivu ideomotorické intervence v procesu senzomotorického učení (vliv představy pohybu v procesu jeho učení na základě smyslového vnímání). V první části bakalářské práce jsou shrnuty obecné poznatky důležité pro následující výzkumnou práci. Popsána byla motorika člověka, mentální trénink a neurofyziologie pohybové imaginace, motorická představivost a elektrodermální aktivita. Výzkum byl proveden formou testu rovnováhy. Vyhodnocením získaných výsledků jsme dospěli k závěru, že ideomotorická intervence má vliv na výkon v testu rovnováhy. U dvou porovnávaných skupin jsou z výzkumu patrné rozdíly.

8 SUMMARY

This work solves the problem of the influence of ideomotor intervention in the process of sensorimotor learning (influence of the notion of movement in the process of its learning based on sensory perception). The first part of the thesis summarizes the general knowledge important for the following research work. Human motor skills, mental training and neurophysiology of motor imagination, motor imagination and electrodermal activity were described. The research was carried out in the form of a balance test. By evaluating the results obtained, we concluded that ideomotor intervention affects the performance of the balance test. There are differences between the two groups compared.