

# **KOGNITIVNÍ FUNKCE A POHYBOVÝ VÝKON**



# **KOGNITIVNÍ FUNKCE A POHYBOVÝ VÝKON**

Daniela Benešová

Plzeň 2020



FAKULTA PEDAGOGICKÁ  
ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY  
V PLZNI

## **Kognitivní funkce a pohybový výkon**

Daniela Benešová

Vydání publikace bylo schváleno Vědeckou redakcí  
Západočeské univerzity v Plzni.

Recenzenti:

doc. PaedDr. Jan Slavík CSc.

doc. MUDr. Švíglerová Jitka Ph.D.

prof. PhDr. Hana Válková, CSc.

ISBN 978-80-261-0998-3

© Západočeská univerzita v Plzni, 2020

Daniela Benešová, 2020

## Poděkování

Děkuji všem kolegům, bývalým a současným studentům,  
kteří přispěli ke vzniku této publikace.

# Obsah

<b>Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Nervové řízení a kontrola pohybu</b> .....	<b>4</b>
1.1 Nervový systém .....	4
1.1.1 Centrální nervový systém (CNS) .....	7
1.1.2 Periferní nervový systém (PNS) .....	22
1.1.3 Akční potenciál .....	24
1.1.4 Neuroplasticita mozku .....	27
1.1.5 Aktivace nervového systému .....	28
1.2 Psychofyziologie .....	32
1.2.1 Neurofyziologická podstata pohybového chování .....	34
1.2.2 Funkční systémy řízení a kontroly motoriky .....	35
1.2.3 Psychofyziologické mechanismy aktivace .....	38
1.2.4 Elektrodermální aktivita .....	42
1.2.5 Aktivace nervového systému a výkon .....	46
<b>2 Kognitivní funkce nervového systému a pohybové chování</b> .....	<b>49</b>
2.1 Vnímání .....	50
2.1.1 Vnímání a pozornost .....	52
2.1.2 Vnímání prostoru .....	53
2.1.3 Vnímání a reprezentace pohybu .....	55
2.1.4 Vnímání a pohyb jako systém .....	58
2.1.5 Symbolické funkce .....	60
2.1.6 Exekutivní funkce .....	61
2.1.7 Kognitivní penetrace vnímání .....	62
2.1.8 Metakognice .....	64

2.2	Učení a paměť .....	65
2.2.1	Motorické učení .....	67
2.2.2	Mechanismy a procesy motorického učení .....	74
2.2.3	Typy a fáze motorického učení .....	80
2.2.4	Ideomotorické učení .....	85
2.2.5	Priming .....	87
2.3	Imaginace a mentální reprezentace .....	89
2.3.1	Imaginace pohybu a ideomotorické funkce .....	96
2.3.2	Struktura ideomotorické imaginace .....	105
2.3.3	Nácvik imaginace .....	107
2.3.4	Úloha imaginace v procesu ideomotorického učení .....	109
2.3.5	Mechanismy účinku ideomotorické imaginace ..	110
2.3.6	Statická versus dynamická pohybová imaginace .....	113
<b>3</b>	<b>Přehled vybraných výzkumných šetření .....</b>	<b>118</b>
3.1	Výsledky šetření založených na zkoumání dynamiky změn elektrodermální aktivity .....	120
3.1.1	Změny elektrodermální vodivosti v průběhu senzomotorického testu .....	122
3.1.2	Vliv zvýšení obtížnosti senzomotorického testu bimanuální koordinace na změny elektrodermální vodivosti .....	150
3.1.3	Vliv držení těla na změny elektrodermální vodivosti .....	159
3.2	Šetření založená na imaginaci pohybového výkonu ..	172
3.2.1	Vliv ideomotorické intervence v senzomotorickém testu „balancování předmětu“ .....	173
3.2.2	Vliv ideomotorické intervence na výkon v modifikovaném testu střelby sedmimetrových hodů hráček házené .....	179
3.2.3	Vliv ideomotorické intervence při dynamometrickém měření stisku ruky .....	187

3.2.4 Vliv ideomotorického tréninku techniky skoku dalekého u dětí 12–13 let .....	193
3.2.5 Vliv přímého primingu na výkon v testu statické síly horních končetin .....	202
<b>Diskuse .....</b>	<b>209</b>
<b>Závěr .....</b>	<b>211</b>
<b>Referenční seznam .....</b>	<b>215</b>
<b>Souhrn .....</b>	<b>248</b>
<b>Summary .....</b>	<b>250</b>
<b>Věcný rejstřík .....</b>	<b>252</b>



# Úvod

Lidské chování je velice flexibilní. Dokonce se zdá, že jsme schopni dosáhnout téměř nekonečného řetězce pohybů, abychom dosáhli cíle, kterým je adaptace v prostředí (Mulder, 2007). Pohybové chování můžeme považovat za způsob uspokojování potřeb jedince a za určitý typ řešení problémů (Mulder & Geuts, 1993; Wolpert, Ghahramani & Flanagan, 2001; Latash, Scholz & Schoner, 2002; Mulder & Hochsteinbach, 2003; Mulder, 2007). Řešení problémů však nejsou statická, ale jsou přizpůsobena aktuálním požadavkům. Řízení motoriky je velmi přesně generováno somatomotorickým systémem.

Pohybové projevy, především v raných etapách ontogenetického vývoje, slouží jako hlavní indikátor správného psychomotorického vývoje dítěte. Později plní pohybová aktivita celou řadu funkcí a způsob, jakým jedinec své pohybové projevy uskutečňuje, často rozhoduje o jeho úspěšnosti a společenském uplatnění. Je nutné si uvědomit, že změnou životního stylu v posledních letech ubývá spontánní a přirozené pohybové aktivity v našich běžných životech, a proto bychom měli vznikající manko nahradit tělocvičnou aktivitou zacílenou na fyzický rozvoj člověka. Může mít různé formy a parametry. Podle teorie dynamických systémů i dalších praktických poznatků můžeme říci, že rozvoj fyzický s sebou nese dopad jak na psychickou, tak sociální stránku člověka. Pojem tělocvičná aktivita v sobě zahrnuje vrcholový a výkonnostní sport, rekreační sport a rekreační pohybové aktivity a školní tělesnou výchovu. Cílem vrcholového a výkonnostního sportu je podávání

individuálně maximálního výkonu. K tomu slouží cílevědomá a dlouhodobá tréninková příprava v rámci sportovního tréninku, která je specifická dle druhu sportovního odvětví. Rekreační sport a rekreační pohybové aktivity představují typ tělocvičné aktivity užívané širokou veřejností, která v těchto formách spatřuje především smysluplné trávení volného času s cílem udržení zdraví, odpočinku, kompenzace jednostranného zatížení a zábavy. Výkon není hlavním cílem, ale v případě rekreačního sportu může výkonový charakter pohybové aktivity sloužit jako jistý druh prožitku. Prožitek tak často představuje hlavní stimul k provozování rekreačního sportu a rekreačních pohybových aktivit. Pochopitelně motivační funkci k provozování rekreačního sportování hraje celá řada dalších pohnutek a stimulů. Školní tělesná výchova v posledních letech mění svůj charakter. Od akcentace výkonu a branné připravenosti z minulých let přesouváme pozornost více k prožitku z pohybu a především k tvorbě pozitivního vztahu k pohybové aktivitě. Cíle školní tělesné výchovy jsou však stále platné. Hovoříme především o cílech vzdělávacích, výchovných a zdravotních. Vyučovací předmět tělesná výchova umožňuje využívat mezipředmětové vazby a upozornit žáky na další aspekty pohybové aktivity a její důležité postavení v lidském životě.

S tělocvičnými aktivitami úzce souvisí proces adaptace a učení, a to především učení se novým pohybovým dovednostem. Smyslem této práce je poukázat na celou řadu aspektů učení se pohybovým dovednostem, motorického učení. Především se však zaměříme na systém kognitivních procesů v průběhu motorického učení a jeho výsledků. Pokusíme se dokázat, že představa o správném provedení pohybu je velmi důležitou součástí motorického učení. Chtěli bychom tak pomoci rozklíčovat a poukázat na některé pedagogicko-psychologické aspekty motorického učení ve specifických podmínkách a stanovit doporučení pro tělovýchovnou praxi.

Úvodní kapitoly této publikace předkládají a shrnují teoretické poznání, které je, podle našeho názoru nezbytné, abychom mohli objektivně vysvětlit psychické jevy, které jsou popisovány ve výzkumné části naší práce. Snažíme se předložit ucelenou přehledovou studii, která má za úkol definovat především problematiku řízení a kontroly pohybu, kognitivních procesů s akcentem na vnímání, motorické učení, imaginaci a psychofyziologickou charakteristiku aktivace nervového systému, jejíž změny demonstruje v našem šetření elektrodermální aktivita. Vzhledem ke skutečnosti, že všechny jmenované pojmy se vzájemně velmi úzce prolínají a doplňují, je těžké jejich charakteristiku strukturovat do jednotlivých kapitol a subkapitol. Aby čtenář mohl takový ucelený přehled získat, je nutné, aby teoretické kapitoly byly vnímány jako jeden celek, který čerpá z poznatků celé řady moderních mezioborových věd, psychofyziologie, neuropsychologie, neuropedagogiky a dalších věd v kontextu s výše uvedenými pojmy.

# 1. kapitola

## Nervové řízení a kontrola pohybu

Pro motorický projev člověka má rozhodující význam nervový systém. Tato kapitola stručně charakterizuje jednotlivé části nervového systému, které mají funkční vztah k řízení a kontrole pohybu.

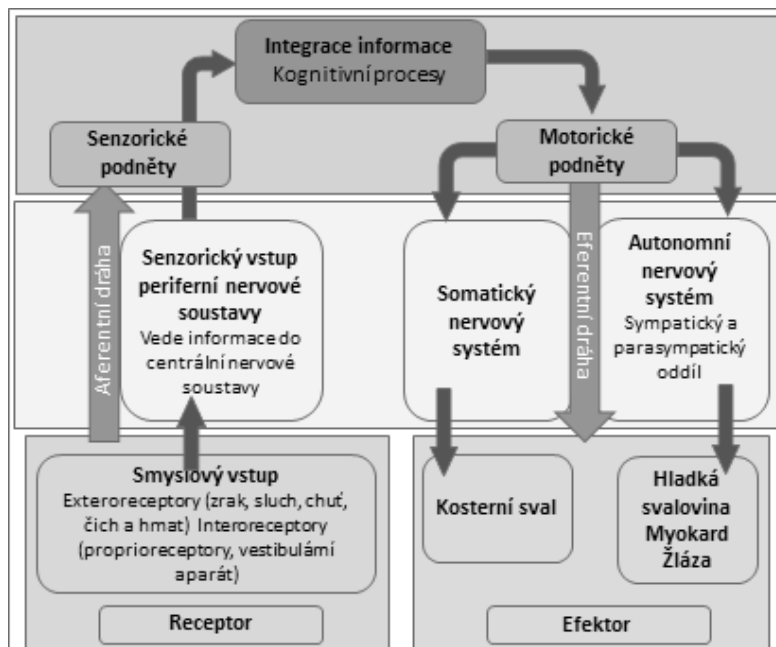
### 1.1 Nervový systém

Nervový systém řídí a integruje organismus. Základní funkcí nervového systému je rychlý a přesný přenos informace (vzruchu), kterou považujeme za základní kód nervového systému a generování odpovědi (reakce) na tyto informace. Z tohoto důvodu hovoříme o sensorické funkci nervového systému a funkci motorické. Současně probíhá proces integrace, v němž dochází ke kombinaci sensorického vnímání (percepce) s dalšími psychickými procesy, především procesy kognitivními (myšlení, vybavování si z paměti předcházející zkušenosti, vzpomínky, učení, mentální reprezentace) a procesy emočními. Výsledkem integračního procesu je reakce na konkrétní situaci. Nervová tkáň je přizpůsobena k přijímání podnětů, jejich uspořádání a vedení. V nervových centrech se signály z různých nervových drah shromažďují a zpracovávají. Nervový vzruch je přenášen buď elektricky při šíření buňkou, anebo chemicky při šíření z jedné buňky do druhé (Myslivoček, 2009).

Řízení motoriky je velmi složitý proces založený na kontinuální interakci motorických procesů s kognitivními a percepčními procesy (Rosenbaum, 1991; Grush, 2004; Schmidt & Lee, 2005; Decety & Grezes; 2006).

Rozdělení nervového systému můžeme provést z několika hledisek. Z hlediska anatomického oddělujeme periferní a centrální nervový systém. Fyziologicky rozlišujeme oblasti a systémy, které jsou zodpovědné za přijímání sensorických informací, za integraci procesu zpracování informací a za generování odpovědi. Tyto oblasti se nacházejí jak v centrálním, tak v periferním nervovém systému. Nervový systém lze dělit rovněž podle toho, jak lidské tělo řídí. Z tohoto pohledu hovoříme o somatickém nervovém systému, který řídí funkce, které vedou k pohybu kosterního svalstva a o autonomním nervovém systému, který ovlivňuje srdeční tkáň, tkáň hladké svaloviny či způsobuje změnu aktivace tkáně endokrinních žláz (viz obrázek 1).

Všechny výše jmenované děje probíhají především za účelem udržení homeostázy. Nervový systém zaznamená každou její změnu. Za normálních, fyziologických podmínek, je homeostáza poměrně stabilní. V zevním i ve vnitřním prostředí neustále probíhají procesy, které homeostázu narušují. Lidský organismus se dobře adaptuje na vnější i na vnitřní vlivy a snahou systému je návrat do rovnováhy. Udržet tuto rovnováhu je úkolem nervového systému, ale také imunitního systému a endokrinních žláz. Je-li biologický systém delší dobu přetěžován, nemusí se už k rovnováze samovolně navrátit. Tato nerovnováha se tak dlouhodobě upevňuje, protože nedochází k automatické korekci, ale spíše se výkyvy různých typů začnou sladovat, a tím se budou více posilovat stávající projevy nerovnováhy na různých úrovních. Začne-li kombinace těchto nevyvážených stavů organismus přetěžovat, může se projevit jako nemoc.



Obrázek 1. Schéma organizace nervového systému  
(přepřacováno podle Abuelnor, 2007).

Pro lidské jedince je specifické, že kromě biologických podnětů (zajištění potravy, bezpečného úkrytu, rozmnožování) mohou homeostázu narušit svým negativním vlivem na tělesnou funkci rovněž společenské vlivy (mezilidské vztahy), a to přestože princip udržování homeostázy je čistě biologický. Receptory v kůži, svalech, cévách a vnitřních orgánech reagují na dílčí odchylky homeostázy vznikem vzruchu. Ten se šíří aferentními vlákny periferního nervového systému do centrálního nervového systému. V centru je informace zpracována a eferentními vlákny aktivuje efekторы. Efektorem motorických vláken je aktivita kosterního

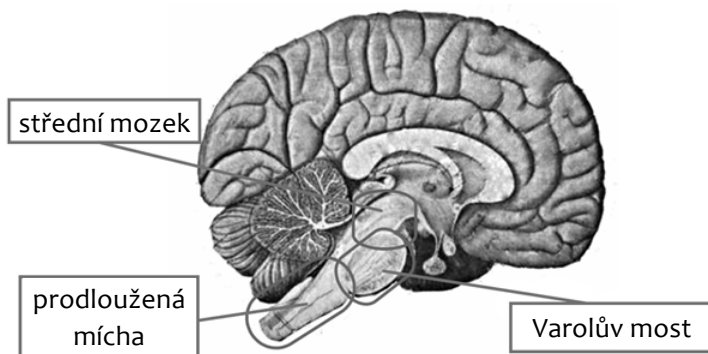
svalstva, efektozem vegetativních vláken jsou žlázy, myokard, hladké svalstvo stěn cév a orgánů (viz obrázek 1).

Porucha homeostázy se projevuje odchylkami v chemickém složení mimobuněčných tekutin, které se projevuje změnou množství hormonů a látek, jejichž koncentraci hormony udržují. Oba signály ovlivní aktivitu příslušné žlázy tak, aby bylo dosaženo kompenzačního efektu. Jedná se o regulaci na principu zpětné vazby. Ztráta schopnosti udržet organismus v homeostáze vede ke změně funkcí – nemoci. Zhroucení homeostázy je příčinou smrti. (Merkunová & Orel, 2008).

### 1.1.1 Centrální nervový systém (CNS)

Centrální nervový systém je řídicím centrem organismu. Velmi zjednodušeně můžeme říci, že řídí tři základní funkce lidského chování, a to vnímání, zpracování informací a vytvoření reakce. Anatomicky se skládá z **mozku a míchy**.

**Páteřní mícha** (*medulla spinalis*) je především ústředím základních reflexů. Kromě toho plní také převodní a integrační funkce eferentních signálů vedoucích z vyšších oddílů centrálního nervového systému a aferentních signálů probíhajících v opačném směru. Probíhá páteřním kanálem a z jednotlivých míšních segmentů vystupují periferní nervy. Z hlediska řízení pohybu je mícha jedním z řídicích článků, který je však podřízen vyšším oddílům nervového systému. Při pohybové aktivitě dochází ve spinálním systému k postupné aktivaci přípravného systému (motoneurony), který zajišťuje logistiku pohybového řetězce (Botek, Neuls, Klimešová & Vyhnánek, 2017).



Obrázek 2. Schematické znázornění struktur I. mozkové etáže (zpracováno podle Čihák & Grimm, 2004).

**Mozkový kmen** a jeho struktury jsou často označovány za tzv. „základní etáž“ nebo „I. etáž“ mozku, protože jsou zde umístěna centra základních životních funkcí, např. centrum dýchání, srdeční činnosti, řízení krevních cév, trávicího systému, apod. (Orel & Facová, 2009).

Mozkový kmen navazuje na hřbetní míchu a je složen ze tří útvarů: prodloužená mícha, Varolův most a střední mozek. Tato subkortikální úroveň tvoří mezistupeň mezi míšní a kortikální úrovní řízení pohybů (obrázek 2). Jedná se o fylogeneticky nejstarší řídicí struktury mozku, které souvisejí s logistikou, obrannými reakcemi, pudy a emocemi. Jedná se především o tzv. mimovolní motoriku (Botek, Neuls, Klimešová & Vyhnánek, 2017).

Mozkovým kmenem prostupuje složitě propojená, mnohostranně fungující neuronální síť, nazvaná **retikulární formace**. Do vyšších etáží mozku vysílá retikulární formace vlákna ascendentního (vzestupného) systému, směrem do páteřní míchy pokračuje



descendentní (sestupný systém) (Orel & Facová, 2009). Opět je nutné mít na paměti, že retikulární formace funguje jako jeden celek. Descendentní retikulární systém se podílí na tzv. reakci statické, která je důležitá pro udržení normální polohy těla, regulaci svalového tonu a změny polohy v prostoru. Je součástí vzpřimovacího reflexu. Dále má descendentní retikulární systém za úkol řídit vegetativní funkce krevního oběhu, dýchání, metabolismu, apod. Ascendentní retikulární systém se uplatňuje při ovlivnění funkčního stavu, aktivace či inhibice nervového systému, vědomí a vigilanci. Tímto systémem prochází všechny podněty ze všech aferentních senzitivních i sensorických drah, tj. z exteroceptorů, proprioreceptorů, receptorů z vnitřních orgánů (Seidl & Obenberger, 2004). Podílí se tak na regulaci svalového tonu, má vliv na formování nepodmíněných reflexů a řídí tok sensorických informací do vyšších center.

**Prodloužená mícha** (*medulla oblongata*) spolu s jádry retikulární formace se uplatňuje při regulaci dýchání, krevního oběhu a trávení, plní funkci centra obranných reflexů (kašlání, zvracení), podílí se na řízení obličejové mimiky a fonaci. Společně s mozečkem se podílí na udržování rovnováhy těla, posturálních reflexů a řízení svalového tonu (Botek, Neuls, Klimešová & Vyhnánek, 2017). Další důležitou funkcí prodloužené míchy je regulace dýchání, rohovkový<sup>1</sup> a okulokardiální reflex<sup>2</sup> (Radil, 1978).

Rostrálním pokračováním prodloužené míchy je **Varolův most** (*pons varoli*), který kranálně přechází ve střední mozek. V bílé hmotě Varolova mostu se nacházejí vlákna zprostředkující spojení mozkové kůry s nižšími částmi centrálního nervového systému (Orel & Facová, 2009).

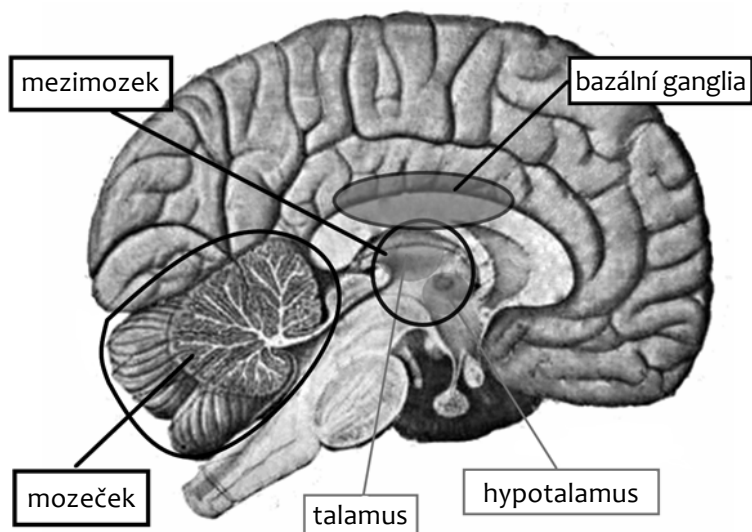
---

<sup>1</sup> Rohovkový reflex: dojde-li k podráždění rohovky či jejího okolí, následuje obranná reakce – mrknutí.

<sup>2</sup> Okulokardiální reflex: při stlačení očních bulb, dojde ke snížení tepové frekvence.

**Střední mozek** (*mezencephalon*) je část centrálního nervového systému, který zprostředkovává celou řadu reflexů a procházejí jím vzruchy z páteřní míchy do mozečku a mozkové kůry, ale rovněž vzruchy zpět z mozkové kůry a bazálních ganglií do mozečku, prodloužené a páteřní míchy (Mysliveček, 2009). Střední mozek se rozděluje na tectum, tegmentum, nucleus ruber a substantia nigra. Poslední dvě struktury patří anatomicky ke střednímu mozku, ale funkčně spadají k bazálním gangliím. V oblasti tecta sídlí nepodmíněně zrakové, sluchové reflexy a reflexu orientačního, který aktivuje organismus. V oblasti tegmenta jsou jádra okohybných nervů, která se podílejí na kontrole pohybů a koordinaci a sídlí zde struktury zajišťující vzpřimovací reflex. Substantia nigra (černá substance) hraje významnou roli při řízení pohybů. Zajišťuje sekreci dopaminu, který hraje významnou roli při aktivaci nervového systému (Mysliveček, 2009).

**Mezimozek** (*diencephalon*) spolu s **mozečkem** (*cerebellum*) vytváří II. etáž mozku (viz obrázek 3). Mozeček (*cerebellum*) a **bazální ganglia** (*nuclei basales*) hrají velmi důležitou roli při plánování a řízení pohybu, podílejí se také na kognitivních funkcích a funkcích limbického systému (Čihák & Grim, 2004). Funkční generátory základních pohybů, mezi které patří, bazální ganglia a mozeček, základních pohybů jsou podkorová řídicí centra, která řídí průběh pohybu na základě požadavku na jeho druh s využitím „pohybových vzorců“, uložených v pohybové paměti. Bazální ganglia jsou funkčním generátorem pomalých pohybů a také strategie pohybů, zatímco mozeček je považován za funkční generátor rychlých pohybů a za důležitý orgán koordinace pohybů v prostoru a v čase. Pohybovou strategii chápeme jako schopnost optimálně střídát aktivaci a relaxaci (Véle, 1997). Bazální ganglia a cerebellum jsou s mozkovým kortexem propojeny formou smyček, které vzájemně propojují velkou a různorodou část kortikální oblasti mozku. Neuronální aktivita smyček bazálních ganglií



Obrázek 3. Schematické znázornění II. etáže mozku (zpracováno podle Čihák & Grimm, 2004).

a cerebella a oblastí kortexu vysoce koreluje s parametry pohybu, zatímco neuronální aktivita smyček bazálních ganglií a cerebella s oblastmi prefrontální kůry je více spjata s aspekty kognitivních funkcí (Middleton & Strick, 2000).

Vývojově nejmladší část **bazálních ganglií** (*nuclei basales*) se podílí na řízení pohybových automatismů (chůze, běh, souhyby končetin při chůzi, běhu, skoku, apod.) a jsou zodpovědná za inicializaci a kontrolu pohybových vzorců. Mladší oddíly bazálních ganglií, neostriatum nebo pouze striatum (*nucleus caudatus a putamen*), se též podílí na míšních pohybových automatismech, které jsou do určité míry stereotypní (např. pohybové reakce při orientační reakci). Jsou spojena s mozkovou kůrou prostřednictvím

talamu (Edelman, 1992). Paleostriatum (*globus pallidus* nebo také *palidum*) se připisuje účast na řízení svalového napětí příčně pruhovaných svalů při realizaci automatických i vůlí kontrolovaných pohybů.

Bazální ganglia se tedy podílejí na řízení složitých vztahů mezi podrážděním a útlumem při realizaci úmyslných i neúmyslných pohybů. V převážné většině případů mají tlumivý účinek na korovou i podkorovou motorickou aktivitu, významně se podílejí na řízení motorických funkcí organismu a navíc jsou mnohem šířeji zapojeny do integrační aktivity CNS (Králíček, 2011). Pro mozkovou činnost spojenou s učením a udržováním vědomí jsou důležité vzestupné systémy, které jsou často nazývány hodnotovými systémy. Tento název jim byl přiřazen pro jejich vztah k hodnotovému systému odměny a trestu a k reakcím nezbytným pro přežití. Každý z těchto systémů disponuje vlastním neuropřenašečem (noradrenalin, serotonin, acetylcholin a dopamin). Jejich jádra vysílají axony do vyšších i do nižších úrovní nervového systému ve formě difuzně distribuovaných drah. Ovlivňují tak neuronální odpovědi postihující jak učení, tak paměť a kontrolují pohybovou odpověď (Edelman, 1992). Poškození bazálních ganglií se projeví narušením vzájemné rovnováhy mezi excitací a inhibicí ve prospěch excitace nebo inhibice (např. Parkinsonova choroba). V praxi se takové poškození projeví změnami svalového napětí, a to jak ve smyslu jeho zvýšení, tak i snížení (Králíček, 2011).

**Mozeček** (*cerebellum*) (viz obrázek č. 3) má mnoho důležitých komplexních funkcí v řízení hybnosti. Optimalizuje hybné reflexy sloužící k udržení polohy (opěrnou motoriku), koordinuje spolupráci mezi motorickými systémy polohy a pohybu a vytváří pohybové programy pro rychlou cílenou motoriku. Z hlediska koordinačních předpokladů je nejdůležitější částí mozečku neocerebellum (cerebrální mozeček), fylogeneticky nejmladší část

mozečkové hemisféry se vztahem k talamickým jádrům a přes ně k Betzovým buňkám<sup>3</sup>, z nichž vychází pyramidová dráha jako dráha obratné akralní hybnosti. Mozeček také působí jako „biologické hodiny“, které časují jednotlivé fáze pohybu – podněty z mozkové kůry a okolí, které přicházejí k Purkyňovým buňkám<sup>4</sup> v mozečkovém kortexu. Ty mohou být ve složité neuronální síti ve vztahu k výstupním Purkyňovým buňkám zesíleny nebo zeslabeny, čímž dochází k určitým časovým zpožděním. Tento mechanismus je buněčným podkladem různých časových rytmů (Véle, 1997). Vývojově nejstarší částí mozečku je archicerebellum (vestibulární mozeček). Vstupní informace do této části mozečku přicházejí z receptorů vestibulárního aparátu a další aferentní informace přicházejí ze zrakového systému. Eferentní spoje směřují zpět, mimo jiné také do vestibulárních jader a okoohybného svalu (Králíček, 2011). Paleocerebellum (spinální mozeček) pravděpodobně dostává kopii povelových vzorců, které motorická vlákna vysílají během realizace pohybů k motoneuronům. Tuto informaci mozeček porovná se skutečným stavem pohybu příslušného tělesného segmentu. Pokud se tato část těla nepohybuje podle programu kortexu, mozeček detekuje vzniklou diskrepanci a zásahem do aktivity neuronů sestupných motorických drah upraví vzniklý rozdíl (zpětnovazebná regulace pohybu). Při kontrole cílených pohybů vzniká jistý problém se zpožděním signálu v aferentních drahách propojujících somatosenzorické receptory se spinálním mozečkem. Je velmi nepravděpodobné, aby mozeček byl informován o přesné pozici jednotlivých částí těla pouze touto cestou. Tento problém je zřejmě vyřešen nervovými obvody, které v mozečku detekují ze vstupních propioreceptivních informací týkající se rychlosti a směru určité části těla. Poté tyto

---

<sup>3</sup> Betzovy buňky jsou velké pyramidové gangliové buňky ve vnitřní pyramidové pohybové vrstvě mozkové kůry též Bevanovy-Lewisovy buňky.

<sup>4</sup> Purkyňovy buňky jsou velké neurony v kůře mozečku, jejichž axony vedou k mozečkovým jádrům.

nervové obvody vypočtou nebo předurčí průběh dráhy budoucího pohybu v řádu milisekund. To znamená, že tato prediktivní funkce umožňuje zastavit pohyb v přesně zamýšleném cíli a včasné zahájení pohybu následujícího. Tato plynulá návaznost jednotlivých pohybů je označována jako synergie pohybu (Králíček, 2011).

**Mezimozek** (viz obrázek 3) navazuje na horní konec mozkového kmene, leží mezi hemisférami koncového mozku. Anatomicky i funkčně se skládá z pěti částí; epitalamus, talamus, metatalamus, subtalamus a hypotalamus (Trojan, 2003). Z pohledu našeho tématu upozorním především na funkci talamu a hypotalamu.

**Talamus** (viz obrázek 3) je párová část mezimozku tvořená komplexem jader, z nichž mnohé mají úzký vztah k motorickým funkcím. Smyslové vjemy vedené z periferie se zde přepojují dále do mozkové kůry, např. vzruchy, důležité pro lidskou motoriku vedené z mozečku, jsou přepojeny do motorické kůry (Králíček, 2011). Podílí se na distribuci informací nejen senzitivních a motorických, ale také autonomních. Někdy se talamus označuje jako „brána do vědomí“, neboť přeposílá přijaté informace také do mozkové kůry, a tedy do vědomí (Orel & Procházka, 2017). Neuron v centrální části talamu jsou velmi aktivní při kognitivním podráždění, stresu (Kilinc, Calderon, Tabansky, Martin & Pfaff, 2016). Další spojení má talamus například s limbickým systémem nebo s asociačními oblastmi kůry (Králíček, 2011). Přestože velikost talamu je velmi malá, je základem pro vědomé funkce (Edelman, 1992) a vysokou aktivační úroveň CNS (Kilinc, Calderon, Tabansky, Martin & Pfaff, 2016). Většina spojení s mozkovou kůrou má tzv. reciproční charakter. Příkladem propojení tohoto typu je svazek vláken známých jako *corpus callosum* spojující pravou a levou hemisféru (Edelman, 1992). Podle Eliassen, Baynes & Gazzaniga (1999) má integrita corpus callosum vliv na bimanuální a bipedální

koordinaci, která pomáhá při koordinaci pohybové aktivity z protilehlých stran těla. Zapojení více než jedné končetiny k provádění funkčních, cílených akcí je pravděpodobně jednou z nejdůležitějších specificky lidských schopností (Obhi, 2004).

**Hypotalamus** (viz obrázek 3) se opět skládá z mnoha jader. Hypotalamické neurony jsou propojeny se všemi částmi mozku. Má vztah k retikulárnímu ascendentnímu aktivačnímu systému, což vyplývá z postavení hypotalamu jako nejvyšší etáže v řízení vegetativních funkcí organismu. Zdá se, že hypotalamus funguje jako regulační element v okruzích, které kontrolují homeostázu (Králíček, 2011). Je sjednocujícím centrem tělesných autonomních funkcí s funkcemi somatickými (Vinšová, 1993). Společně s hypofýzou tvoří hypotalamo-hypofyzární systém, který je nadřazen většině žláz s vnitřní sekrecí a funguje jako centrální regulátor produkce řady hormonů (Orel & Procházka, 2017). Hypotalamo-hypofyzární systém hraje zásadní roli v souvislostech emočních projevů nebo při řízení stresové reakce. K nejvýznamnějším součástem patří tři regulační hormonální osy: 1) osa hypotalamus – hypofýza – kůra nadledvin; k aktivaci této osy dochází zejména působením emoční zátěže, tudíž během stresové reakce. Aktivací této osy je produkce kortikoidů kůry nadledvin působením adrenokortikotropního hormonu (ACTH) adenohipofýzy. Kortikoidy patří mezi hormony s vitální funkcí. 2) osa hypotalamus – hypofýza – štítná žláza; tyreotropní hormon (TSH) adenohipofýzy řídí syntézu hormonů štítné žlázy tyroxinu a trijodtyroxinu. Typickým projevem snížené produkce je únava, snížený výkon, snížení psychomotorického tempa, poruchy paměti a pokleslá až depresivní nálada. Naopak zvýšená tvorba hormonů štítné žlázy je spojená s emoční rozladěností a emoční labilitou, úzkostí, nespavostí, neklid, vnitřní podrážděností, poruchami koncentrace a paměti. 3) osa hypotalamus – hypofýza – pohlavní žlázy; opět hormony adenohipofýzy folikulo-stimulační (FSH) a luteinizační hormon

(LH) stimulují produkci pohlavních hormonů: u žen progesteronu a estrogeneru a u mužů androgenů (Kralíček, 2011).

Potvrzen je vztah hypotalamu k emočním reakcím. Činnost hypotalamu je pod neustálou kontrolou vyšších struktur, a to jednak neokortexu, jednak limbických útvarů integrujících vegetativní a endokrinní děje a chování na vyšší úrovni. Hypotalamus hraje významnou roli při aktivaci centrálního nervového systému.

Další důležitou součástí, která patří anatomicky k mezimozku, je **limbický systém**. Limbický systém má korové a podkorové části. Korové části zahrnují dva závity gyrus cinguli a gyrus parahipocampalis, které jsou společně nazývány „limbickým lalokem mozku“. Podkorovými částmi limbického systému je amygdala. Koukolík (2003) hovoří o limbickém systému jako o „zařízení, které přijímá smyslové informace ze zevního prostředí, uvádí je do rovnováhy s vnitřním stavem organismu a je zpětnovazebně propojeno s čelními laloky mozku, které rozhodují, jak se s těmito informacemi naloží“. Limbický systém se podílí na utváření paměti, na regulaci vnitřního prostředí organismu i na tvorbě základních emocí informujících o libosti či nelibosti.

**Amygdalou** označujeme skupinu mandlových jader pod kůrou přední části spánkových laloků mozku. Obousměrně je propojená s neokortexem, hipokampem, hypotalamem, mozkovým kmenem a eferentní vlákna vysílá do striata a talamu. Ze způsobu zapojení plyne její strategický význam. Je emočním a sociálním uzlem, který se podílí na emočním a sociálním zabarvení jinak neutrální sensorické informace (Koukolík, 2006). Le Doux (1996) považuje amygdalu za „emoční procesor“ v mozku. Sensorické informace o emočních podnětech jsou z talamu simultánně přenášeny do amygdaly i do kortexu. To se děje ve dvou odlišných emočních okruzích. Pomalý okruh talamus – kortex – amygdala,



v němž probíhá i detailní analýza sensorických informací. Rychlý okruh talamus – amygdala, který je zaměřený na jednoduché znaky stimulu (např. intenzita). Tento okruh působí jako „obchvat“ mozkové kůry, která se tak na zpracování informace nepodílí (Eysenck & Keane, 2008). Funkční odpověď amygdaly je možné regulovat pozitivními či negativními slovními informacemi (Koukolík, 2006). Amygdala se podílí také na emoční paměti. Ukládá všechny významné události s emočním doprovodem. Emoční nabuzení, které vzniká díky aktivaci amygdaly, ovlivňuje procesy tvorby a upevňování paměťových stop v mnoha oblastech mozku (Orel & Facová, 2009).

Důležitou mozkovou strukturou pro řízení pohybu je rovněž **hipokampus**, který je místem prostorové paměti (McNamara, Levinstein & Boonthum, 2004). Jedná se o párový orgán ležící pod mozkovými polokoulemi. Jedná se o evolučně velmi starou strukturu, proto se nachází pod korovými oblastmi. U člověka má tvar mořského koníka, odtud název hipokampus. Jde o strukturu skládající se z vrstev a vykonávající celou řadu funkcí (Stuchlík, 2017). Podle Zelenky (2014) je hipokampus hlavní strukturou pro reprezentaci vnějšího světa lokalizace v něm. Projikuje prakticky do všech oblastí asociační mozkové kůry. Hipokampové polohové buňky jsou odpovědné za vytváření reprezentace prostoru, známé jako kognitivní mapy (Jeffery & Burgess, 2006). Vysílání signálu neuronem (tzv. pálení) je závislé na lokalizaci kognitivních map, které nazýváme polohová pole. Ty tvoří především pyramidové buňky, které jsou propojeny s buňkami kódujícími polohu hlavy. Jedním ze zdrojů prostorových výstupů do polohových buněk je entorhinální kůra<sup>5</sup> a mřížkové buňky<sup>6</sup>, jejichž aktivita

<sup>5</sup> Entorhinální oblast obecně považovaná za část hipokampální formace, přijímá informace z různých kortikálních oblastí a je primárním zdrojem přijímá informace z různých kortikálních oblastí. Je primárním zdrojem vstupu do hipokampu (dostupné z <https://www.neuroscientificallychallenged.com/glossary/entorhinal-cortex/>).

<sup>6</sup> Mřížkové buňky jsou neurony, které jsou organizovány do několika skupin, které

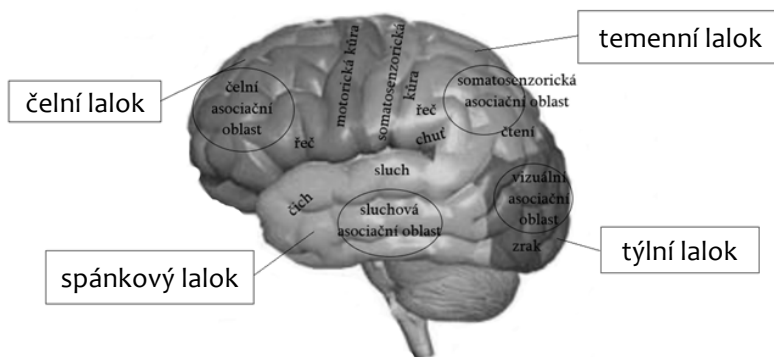
vytváří pravidelné matice pálicích polí. Hipokampus hraje svoji úlohu i při tzv. timingu pohybů, neboli jejich správné spuštění v čase (Stuchlík, 2017). Vzhledem k tomu, že výzkumy probíhají především na potkanech a u myší, u nichž se ukazuje hipokampus velmi důležitým, jeho funkce u člověka zatím není zcela jasná.

**Koncový mozek** (*telencephalon*) představuje nejobjemnější, nejvíce rozvinutou a nejsložitější část lidského mozku. Představuje III. nejvyšší mozkovou etáž a zaujímá vrcholné řídicí místo (Orel & Facová, 2009). Také v koncovém mozku rozlišujeme bílou a šedou hmotu. Bílou hmotu tvoří nervová vlákna sdružená do svazků, které propojují jednotlivé části mozku (tvoří tzv. nervové dráhy). Nervová vlákna bílé hmoty hemisfér se dělí na: 1) vlákna projekční, která propojují mozkovou kůru s jinými částmi mozku, míchy a podkorovými strukturami, např. motorická pyramidová vlákna spojují primární motorickou kůru s motoneurony páteřní míchy, 2) vlákna asociační, která propojují stejnosměrné korové oblasti (pouze v pravé nebo pouze v levé hemisféře), 3) vlákna komisurální, která propojují různé korové oblasti obou hemisfér navzájem – homotopní komisurální vlákna symetrické oblasti pravé a levé hemisféry a heterotopní komisurální vlákna spojují asymetrické korové oblasti. Patří mezi ně např. také corpus callosum. Šedou hmotu koncového mozku tvoří těla neuronů – kortex. (Orel & Facová, 2009). Dvě mozkové hemisféry jsou na svém povrchu zbrázděny do gyrů (*gyri cerebri*). Mozkové hemisféry jsou morfologicky, biochemicky i funkčně asymetrické. Každá mozková hemisféra se dělí na pět mozkových laloků, které jsou nazvány podle jejich umístění (čelní, temenní, týlní, spánkový a ostrovní). Liší se svou polohou, tvarem a velikostí, ale také

---

se liší hustotou průsečíků – směrem k temeni se jejich hustota zvyšuje. Jako by přes sebe bylo na mapě položeno větší množství sítí různých hustot, jejichž průsečíky napříč svými vrstvami vytvářejí v každém bodě mapy jedinečnou konstelaci – a tedy unikátní koordinátu jako v systému GPS (dostupné z <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2015/cislo-3/navigacni-system-mozku.html>).

## 1. Nervové řízení a kontrola pohybu



Obrázek 4. Schematické znázornění oblastí koncového mozku (zpracováno podle Čihák & Grimm, 2004).

vnitřní stavbou a funkcí (viz obrázek 4) (Orel & Facová, 2009). Šedou hmotu koncového mozku tvoří jednak šedá kůra a jednak relativně objemné podkorové struktury (zejména bazální ganglia a podkorové struktury limbického systému) (Orel & Procházka, 2017). Veškeré informace jsou mezi hemisférami rychle přenášeny a přes jejich odlišnosti je jejich činnost úzce propojená a integrovaná. Pokud se týče funkční specializace mozkových polokoulí, můžeme říci, že levá hemisféra ovládá logické uvažování a produkci i porozumění řeči. Často je označována jako „intelektuální“, protože zde převažuje logické, analytické, matematické a technické myšlení. Dominantně zpracovává levá hemisféra informace z pravé poloviny těla a pravé části zorného pole a je odtud řízena hybnost pravé poloviny těla.

Pravou hemisféru označujeme jako „citovou“, protože zpracovává smyslové podněty s emočním doprovodem. Je sídlem představivosti, prostorové představivosti a perspektivy. Zpracovává informace především z levé poloviny těla a levé části zorného

pole. Motorická centra pravé hemisféry řídí pohyb kosterních svalů levé poloviny těla. Velmi zajímavý je způsob zapojení obou hemisfér při řešení problému. Při první identifikaci problému (nezáleží na jeho povaze) převažuje činnost pravé hemisféry. Při opakovaném řešení problému je více zatížena levá mozková hemisféra (Orel & Facová, 2009).

Při realizaci úmyslného pohybu se zřejmě uplatňují premotorická a primární motorická korová oblast (Králíček, 2011). Premotorická kůra má základní propojení se sousedící motorickou kůrou. Zatímco motorická kůra ovládá mechanismus provedení jednotlivých pohybů, premotorická kůra vybírá pohyby, které se budou realizovat. Řídí kognitivní procesy tak, aby odpovídající pohyby byly učiněny v pravý čas a na správném místě. Její reciproční spojení s retikulární formací moduluje tonus mozkové kůry, umožňují řídit celkový stav mozkové kůry a průběh základních forem psychických procesů (Kulišťák, 2005).

Motorická kůra spolu s premotorickou a suplementární oblastí, plánuje a řídí výkon jednotlivých pohybových akcí v prostoru a čase. Dorzolaterální prefrontální kůra sousedí s motorickými oblastmi a je centrem explorační vizuomotorické akce. To jí umožňuje vytvářet reprezentace abstraktních i reálně existujících objektů. Z hlediska vytváření kódů je zcela jedno, zda zpracovává prostorový pohyb fyzicky existujících (viděných) objektů nebo tento pohyb jen interně modeluje (v představě) (Adámek, 2014).

### **Integrace centrálního nervového systému**

V CNS je komunikace mezi nervovými buňkami uskutečňována pomocí acetylcholinu, noradrenalinu a adrenalinu. Jako další mediátory zde však slouží celá řada dalších látek, jejichž vazba

na postsynaptické receptory vyvolá na postsynaptické nervové buňce depolarizaci (excitaci), nebo hyperpolarizaci (inhibici). Jako specifický mediátor CNS může být označena fyziologicky aktivní látka:

- a) kterou můžeme v určité oblasti mozku identifikovat spolu s enzymy její syntézy a degradace,
- b) nalézáme v perfusátu určité oblasti ve fázi stimulace,
- c) při lokální aplikaci vyvoláme obdobný efekt jako nervovou stimulací,
- d) lze exogenním podáním určité látky ovlivňovat v účincích stejným způsobem jako nervovou stimulaci.

Snaha o poznání neurobiologie neuromediátorových systémů mozku a jejich možného exogenního ovlivňování aplikací léků proto směřuje ke studiu jejich syntézy, skladování, uvolňování, odbourávání, zpětného vychytávání, regulací a specifických receptorů.

Některé z neuromediátorů mohou být nervovými buňkami uvolňovány i do krevní cirkulace a pak na sebe berou ještě funkci tzv. *neurohormonů*. Přenos vzruchu mezi nervovými buňkami může být vedle vlastních neuropřenašečů ovlivňován také dalšími látkami uvolňovanými v oblasti synapsí např. buňkami glie. Tyto jsou nazývány *neuromodulátory* (např.  $\text{CO}_2$ , amoniak) (Kukleta, Šulcová, 2003).

Mozek vstupuje do součinnosti s celým tělem. Fernandes (2004) tvrdí, že výsledkem této interakce jsou referenční vzorce, které si mozek vytváří. Tyto referenční vzorce obsahují parametry prožitků a akčních schémata. Mozkový aparát vstupuje do interakcí, organizuje a reorganizuje se podle vlastní podstaty, dynamiky a požadavků prostředí. Potenciál neurocerebrálního

aparátu jedince má obrovské možnosti v oblasti schopností, podnětů, stimulů, činnosti, angažovanosti, strategií, plánování, nápadů, úsudků, zapamatování a soustředění. Proces vývoje lidského mozku trval milióny let a postupnou synchronizací mezi geny a zkušeností jsou provedeny změny v neuronových sítích, které způsobuje genetický program v interakci s podněty nebo požadavky prostředí (Fernandes, 2004). Podle Edelmana (2006) prochází lidský mozek již v embryonálním stadiu obrovským množstvím procesů, které jsou závislé na obecných morfologických charakteristikách anatomie mozku, ale také jsou genetického původu a husté rozvětvení dendritů a nervových buněk mozku je individuální. Tato diferenciací způsobuje, že již v zárodečném stadiu se jeden mozek liší od druhého. To je důsledkem epigenetických procesů, které jsou přísně podřízeny genetické kontrole, a které regulují především aktivitu, rozvoj, dělení, posuny nebo smrt mozkových buněk (Edelman, 1992).

### 1.1.2 Periferní nervový systém (PNS)

Periferní nervový systém zajišťuje komunikaci s centrálním nervovým systémem i s okolním světem. Periferní nervy vedou aferentními vlákny informaci ze smyslových orgánů (senzorická vlákna) a informace z periferních tkání (senzitivní vlákna) a orgánů k centrálnímu nervovému systému a k vnitřním orgánům. Eferentní vlákna (motorická a autonomní neboli vegetativní) vedou informace z centrálního nervového systému k výkonným orgánům, především ke svalům a žlázám. Většina nervů v sobě obsahuje vlákna různých druhů, a proto je považujeme za nervy smíšené. Nervy se za svého průběhu často navzájem spojují, vyměňují si vlákna a vytvářejí nervové pleteně.

Somatický (motorický) nervový systém periferního nervového systému ovládá svalovou činnost; zajišťuje vzpřímenou polohu těla a pohybovou aktivitu. Účelný pohyb je koordinován řadou svalových skupin současně. Na řízení motoriky se však podílejí také téměř všechny oddíly centrálního nervového systému (Čihák & Grimm, 2004).

Autonomní (vegetativní) nervový systém zabezpečuje převod vzruchů mezi centrálním nervovým systémem a efektorovými tkáněmi. Je pomalejší než systém somatický především proto, že jeho axony jsou tenčí. Tyto tkáně nepodléhají volní kontrole a jedná se především o vnitřní orgány s hladkou svalovinou, myokard, endokrinní a exokrinní žlázy. Aferentní i eferentní vlákna autonomního nervového systému hrají důležitou úlohu v regulaci homeostázy. Činnost eferentních složek autonomního systému je těsně spjata s humorálním řízením organismu. Jedna větev autonomního systému, parasympatikus má převahu především u pomalu se měnících procesů, odpočinku, trávení apod. (Critchley & Nagay, 2012). Sympatikus je často označován za mobilizační systém. Zvýšená aktivace sympatiku má za následek zvýšení některých fyziologických funkcí, které jsou považovány za identifikátory „autonomního vzrušení“, vyplavení adrenalinu a noradrenalinu<sup>7</sup> z dřeně nadledvinek, zvýšení srdeční a dechové frekvence, krevního tlaku, aktivaci potních žláz, apod. Tato mobilizace vytváří podmínky pro fungování kosterních svalů a usnadňuje okamžité spuštění motoriky, evoluční reakci „útok nebo útěk“ (Critchley & Nagay, 2012). „Útok a útěk“ je fylogeneticky stará reakce umožňující přežití v nebezpečné situaci. Objevuje se u většiny vyšších organismů a následuje orientační reakci, po níž následuje akce s vysokou energetickou náročností. To je důvod, proč jsou v organismu spuštěny procesy, které fyziologicky

<sup>7</sup>V tomto případě noradrenalin funguje jako mediátor na postgangliových vláknech sympatiku.

připravují organismus k fyzickému výkonu. Především potní žlázy jsou inervovány motorickými neurony sympatiku (Banks, Bellerose, Douglas & Jones-Gotman, 2012). Stejně jako u ostatních struktur nervového systému také sympatikus a parasympatikus v některých případech pracují odděleně, jindy plní funkce zcela opačné a jindy jsou synergisty.

### 1.1.3 Akční potenciál

Informace se v nervové soustavě šíří za pomoci elektrického bio-signálu, které přenášejí neurony ve formě akčních potenciálů. Jeden akční potenciál představuje jednotku přenesené informace, pomyslnou jedničku informačního přenosu. Akční potenciál je ve skutečnosti přenášen vždy v sériích pomyslných jedniček a nul (kódování informace). Elektrický potenciál je formou přenosu v rámci jednoho neuronu. Šíří se velmi rychle ( $2\text{--}120\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Neurony jsou vzájemně propojeny do 3D sítě a principem jejího fungování je interakce na příslušných synapsích umožňujících přenos informací mezi buňkami (Orel & Procházka, 2017). Každý neuron se může zapojovat až tisícem synapsí. V rámci synapse se informační přenos uskutečňuje prostřednictvím mediátoru. Jedná se o chemickou látku, která je uložena ve vazikule (váčku) presynaptického neuronu a receptorové systémy potom fungují jako jakési „čtečky“, které dokáží reagovat na určitý typ mediátoru (Orel & Procházka, 2017). Mediátorů je velmi mnoho a průběžně jsou objevovány nové nebo se objevují nové funkce již popsaných. Každý mediátor má jeden nebo více receptorů, které po interakci s daným mediátorem realizují příslušné děje. Na každé psychické funkci se tak podílí substance více mediátorů. Podstatný je vzájemný poměr mediátorů a počet a afinita příslušných receptorů. Produkce a uvolňování mediátorů je interindividuálně rozdílná, kolísá v průběhu dne a rovněž v průběhu



prožitků. Volbou aktivity a charakteru podnětů můžeme zase zpětně ovlivňovat chemii mozku, která zpětně ovlivňuje naše prožívání. Např. pravidelnou pohybovou aktivitou, úspěšnou činností a příjemnými prožitky můžeme zvýšit produkci dopaminu<sup>8</sup> a serotoninu<sup>9</sup>. Můžeme tedy hovořit o určité zacyklenosti vztahů chemie mozku a aktivitou, resp. chováním. Když si k tomuto tvrzení vzpomeneme na poznatky o neuroplasticitě mozku, můžeme tvrdit, že činnost, chování a prožitky jedince ovlivňují jeho stavbu, funkci a chemii mozku (Orel & Procházka, 2017).

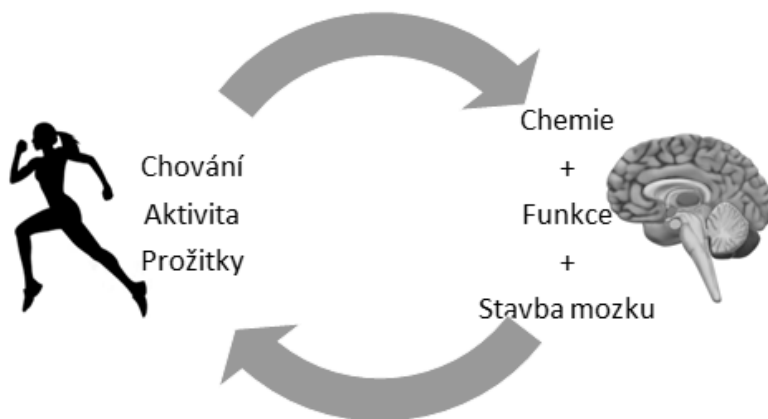
Zjednodušeně můžeme říci, že mozek umožňuje a ovlivňuje naši činnost a naše činnost ovlivňuje náš mozek.

Evokované akční potenciály představují měřitelnou změnu elektrického napětí v nervové tkáni. Takováto měření jsou přínosným nástrojem zkoumání psychické aktivity. Vznikem evokovaného potenciálu reaguje nervový systém na vizuální, auditivní, somatosenzorický, motorický a kognitivní stimul. Odpověď mozku je vázána na konkrétní událost, kterou je velmi často kognitivní aktivita. V psychofyziologii je stále zkoumaný přípravný motorický potenciál, který předchází volnímu pohybu. Zajímavé je, že tento potenciál předchází nejen skutečně realizovanému, ale i zamýšlenému nebo představovanému, ale nevykonanému pohybu. Objevuje se o zlomek vteřiny dříve, než si jedinec uvědomí, že chce daný pohyb uskutečnit (Orel & Procházka, 2017).

Dnes již existují sofistikovaná zařízení, která poměrně citlivě měří akční potenciál fyziologické aktivity, jako jsou mozkové vlny (elektroencefalografický signál, EEG), funkce srdce (tepová

<sup>8</sup> Dopamin zajišťuje integritu psychických funkcí, emocí a prožívání. Je produkován speciální sítí neuronů, kterou označujeme jako mozkový systém odměny; aktivace tohoto systému je spojeno s příjemnými pocity, prožitkem uspokojení a slasti.

<sup>9</sup> Serotonin vstupuje do emočního prožívání a vnímání bolesti. Také hraje úlohu tzv. neurotrofního faktoru – vyživuje neurony (Orel & Procházka, 2017).



Obrázek 5. Schematické znázornění vztahů chemie, funkce a stavby mozku a chování jedince (zpracováno podle Orel & Procházka, 2017).

frekvence a její změny), dýchání (dechová frekvence a její změny), svalová aktivita (elektromyografický signál, EMG) a elektrická aktivita kůže (kožní galvanický odpor; skin galvanic resistance, SGR nebo odpověď kožní vodivosti; skin conductance response, SCR). Změny v těchto fyziologických parametrech mají souvislost s podrážděním autonomního nervového systému. Měřicí přístroje rychle a přesně „zpětně“ informují uživatele o změně jeho fyziologických funkcí a informují subjekt o tom, zda je schopen relaxovat, event. jak je schopen reagovat na zátěž (Procházka & Sedláčková, 2015). Prezentace těchto informací – často ve spojení se změnami myšlení, emocí a chování – podporuje požadované fyziologické změny, a tak se jedinec učí ovládat a regulovat fyziologické funkce, které velmi úzce ovlivňují funkce psychické a naopak.

### 1.1.4 Neuroplasticita mozku

Jak již bylo naznačeno v předchozí podkapitole, studium vztahů struktury a funkcí mozku je v současné době neurovědci vyhledávané a nutno říci velmi přínosné. Struktura je podmínkou pro činnost (funkci) mozku, ale samotná činnost může modifikovat stavbu (zmnožení synaptických spojů atd.). Možné důsledky oboustranné vazby struktury a mozku jsou významné v každém věkovém období. Největší možnosti a dopady jsou však prokázány v dětském věku (Orel & Procházka, 2017). Z tohoto vyplývá, že podmínkou adekvátního rozvoje a fungování mozku je stimulace jedince k činnosti. Interakce a podnětové vlivy by měly být pestré a časté. V tomto kontextu považujeme za vhodné zmínit se o tzv. mozkové neuroplasticitě. Neuroplasticita mozku je považována za jeden z předpokladů formování neuronální sítě u každého jedince a pravděpodobně stojí za schopností učení a paměti. Neuroplasticita je vysvětlována jako schopnost mozku přizpůsobit se novým environmentálním a vnitřním procesům. Pro kvalitu a kvantitu neuroplastických změn má rozhodující význam regionální aktivita mozku (Gisler, 2008). Neuroplastické změny se obvykle projeví po několika dnech či týdnech motorického tréninku, přičemž záleží na náročnosti učené motorické dovednosti (Granacher, Gruber, Strass & Gollhofer 2007). S věkem neuroplasticita postupně klesá, ale mozek ji neztrácí ani v dospělosti a stáří (Orel & Procházka, 2017). Podle Spitzera (1996) je mozek neustále se optimalizující struktura, která funguje podle organizačních principů a stále se vyvíjí. Mozek malého dítěte je obzvláště formovatelný a dynamický, zatímco dospělý mozek je relativně statický a stabilní, nicméně tato teorie je neustále modifikována.

Základní stavba mozku je dána geneticky, ale konkrétní podobu neuronální sítě mozku ovlivní zkušenost a prožité situace. K přirozeným vývojovým změnám patří např. vznik nových nervových

buněk, jejich přesun v prostoru, funkční specializace, růst výběžků, synaptogeneze, stejně tak jako ztráta synapsí a odumírání nervových buněk vlivem stárnutí (Orel & Procházka, 2017).

Kulišťák (2011) hovoří o čtyřech typech neuroplasticity mozku:

1. Evoluční neuroplasticita představuje změny nervové tkáně v průběhu ontogeneze. Nejprve se jedná o změny strukturální, které jsou geneticky naprogramované a následně se na ně váží funkční změny od neuronů a synapsí až po vyšší systémové úrovně (Kolář, 2009). Evoluční neuroplasticita je řízena vnitřními evolučními programy spolu s vnějšími faktory prostředí. V průběhu života dochází k tzv. okleštění synapsí, k odstranění synapsí nepoužívaných. Tento jev se výrazně projevuje na konci dětství.
2. Reaktivní neuroplasticita představuje změnu způsobenou krátkodobou stimulací, při níž nervová tkáň působí na změnu okamžitou reakcí (např. hlad nebo bolest).
3. Adaptační neuroplasticita vzniká dlouhodobou stimulací (Kulišťák, 2011). Dlouhodobý opakující se vliv je podstatou motorického učení.
4. Reparační neuroplasticita je založena na schopnosti nervové tkáně obnovovat svoji funkci. Reparační proces je strukturálně podložen změnou účinnosti či počtu synapsí. Přetváření stávajících a tvorba nových dendritů a axonů je prováděno tvorbou nových neuronálních okruhů (Kolář, 2009).

### 1.1.5 Aktivace nervového systému

Aktivace nervového systému podmiňuje připravenost organismu k reakci na podnět. Aktivace je dána aktivitou smyslových

orgánů a stavem vzrušení, které vychází ze stávajících potřeb a prožívaných emocí. Je udržována přílivem vzruchů z retikulární formace mozkového kmene do mozku, tzv. nespecifické aktivace. Retikulární formace je stimulována přílivem vzruchů kolaterálními drahami ze smyslových orgánů. Aktivuje mozkovou kůru a udržuje ji v bdělém stavu. Retikulární formace a limbický systém (tzv. podkorová centra) se podílejí svými výboji na vytváření tonizujícího napětí mozkové kůry. Míra elektrické aktivity mozku je tak přímým ukazatelem aktivační úrovně (Králíček, 2011). Změna aktivační úrovně jako reakce organismu na vnější nebo vnitřní podněty je složitá a komplexní. Je v ní obsažena nejen integrita všech fyziologických funkcí, ale také funkcí psychických a variabilní proporcionalitou jejich zastoupení v interakčním procesu. Integrace reaktivity organismu je podmíněna existencí široké sítě nervových vláken, rovněž cév a vlasečnic, které vedou do každé části těla (Mysliveček, 1989).

Aktivita organismu se z fyziologického hlediska projevuje určitou úrovní excitace (vzrušení, arousal) a z psychologického hlediska určitými znaky chování (Nakonečný, 1997). V psychofyziologii je soubor těchto dějů probíhajících v organismu označován jako aktivace nervového systému. Stav úzce související s intenzitou těchto procesů označujeme jako úroveň (hladinu, stupeň) aktivity. Úroveň aktivace odráží aktuální psychický stav. Organismus musí být aktivovaný, aby byl schopen plnit běžné životní požadavky. Aktivace centrálního nervového systému zahrnuje více mozkových systémů a zásadně ovlivňuje všechny dimenze lidského chování (Pfaff, Ribeiro, Matthews & Kow a kol., 2008). Smyslový systém zajišťuje senzorickou bdělost, motorický systém řídí pohybovou aktivitu a emoční systém mozku zprostředkovává emoční reakci. Elektrická aktivita mozku demonstruje mozkovou aktivaci a považujeme ji za jednu z charakteristik aktuálního psychického stavu (Kilinc, Calderon, Tabansky, Martin &

Pfaff, 2016). Obecná aktivace mozku je dána aktivitou smyslových orgánů a stavem vzrušení, které vychází ze stávajících potřeb a prožívaných emocí. Je udržována přílivem vzruchů z retikulární formace mozkového kmene do mozku, tzv. nespecifické aktivace. Retikulární formace a limbický systém (tzv. podkorová centra) se podílejí svými výboji na vytváření tonizujícího napětí mozkové kůry. Míra elektrické aktivity mozku je tak přímým ukazatelem aktivizační úrovně (Králíček, 2011).

Změnu úrovně aktivace manifestuje psychofyziologická reakce, která následuje prahový a nadprahový podnět. Úroveň aktivace je závislá na úrovni aktivity psychofyziologických funkcí. Je v ní obsažena nejen integrita všech fyziologických funkcí, ale také funkcí psychických s variabilní proporcionalitou jejich zastoupení v interakčním procesu. Integrace reaktivity organismu je podmíněna existencí široké sítě nervových vláken, rovněž cév a vlásečnic, které vedou do každé části těla (Mysliveček, 1989; Jones, 2003).

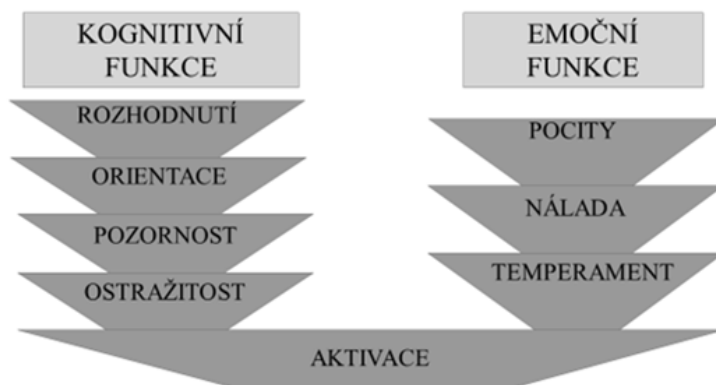
Aktivaci však nelze zjednodušit na jednorozměrný konstrukt, který nabývá hodnot právě podle stavu vigílance (Stern, 2000), nýbrž se jedná o poměrně složitý vícerozměrný koncept. Za základ považují Cacioppo & Gardner (1999) emočně-motivační komplex psychických procesů. Valenční vazba k činnosti a prožívané emoce tvoří podklad pro aktuální psychický stav vztahující se ke konkrétní aktivitě. To odpovídá předpokladu, že emoce jsou integrovány v systému II. mozkové etáže, protože existují důkazy o oddělitelných nervových obvodech zapojených do zpracování pozitivních a negativních podnětů (Cacioppo, Larsen, Smith, & Berntson, 2004). Aktivace NS, z tohoto pohledu, představuje úroveň aktivace v oddělitelných apetitivních a averzivních motivačních subsystémech, které jsou základem emocí (Cacioppo & Gardner, 1999).

Thayer (1990) hovoří o jiných dvou dimenzích aktivace. Označuje je jako energetickou a tenzní aktivaci. Obě mají shodné fyziologické projevy, tudíž je obtížné je měřením od sebe odlišit. Energetická aktivace představuje vědomé procesy a vzrušení nervového systému (např. učení/nácvik se nové pohybové dovednosti), zatímco tenzní představuje nevědomou přípravu na akci. Tenzní aktivaci můžeme přirovnat k reakci „útek-útok“, v níž emoční stav organismu spustí nevědomou fyziologickou reakci (např. úlek). Dalším rozdílem mezi energetickou a tenzní aktivací nervového systému spatřuje Thayer (1990) ve způsobu řízení svalové činnosti. V případě energetické aktivace pracují svaly v reakci na podnět relativně přesně řízenou svalovou aktivitou. Tenzní aktivace se velmi krátce po působení podnětu projeví zvýšením svalového tonu, především v oblasti horní části trapézového svalu, svalů šíje a svalů zad<sup>10</sup>. Z pohledu Thayerovy klasifikace aktivace nervového systému můžeme nalézt rozdíl také v distribuci pozornosti. Při energetické aktivaci je pozornost zaměřena na konkrétní prováděnou činnost. Při tenzní aktivaci je pozornost zaměřena na podnět a dochází k překotnému shromažďování a analyzování informací pro plánování činnosti. Rovněž je třeba upozornit na rozdíl v subjektivním vnímání pocitů. Při energetické aktivaci mívá subjekt pocity síly a energie, zatímco v případě tenzní aktivace pocity únavy, obav, úzkosti až strachu.

Ve shodě s Thayerem hovoří Pfaff, Westberg & Kow (2005) o „generalizované aktivaci nervového systému“, která je určující pro všechny další specifické funkce centrálního nervového systému, zvláště emocionální dispozice. Aktivace je považována jednak za primitivní neuronální systém aktivující kortex i naše chování a jednak za základní předpoklad exekutivních a kognitivních funkcí.

---

<sup>10</sup> Pravděpodobně je tato reakce fylogeneticky zakódována a je dobře pozorovatelná u domácích zvířat, jako jsou kočky a psi, na nichž je při nástupu neznámé situace dobře patrné „zježení“ srsti právě v oblasti krku a zad.



Obrázek 6. Schematické znázornění vztahu aktivace nervového systému a kognitivních, exekutivních a emočních funkcí (zpracováno podle Pfaff, Westberg & Kow, 2005).

Jedinec může být aktivován až excitován, aniž by byl ostražitý, ale ne naopak. Tento vztah postupuje směrem vzhůru až po funkce intelektuální, jako je např. rozhodování (viz obrázek 6).

Opět je nutné vidět vztah kognitivních funkcí, emočních funkcí a aktivace nervové soustavy jako vztah reciproční.

## 1.2 Psychofyzologie

Psychofyzologie je vědecká disciplína, která studuje vztah mezi fyziologickými a psychologickými aspekty chování člověka. Zaznamenává fyziologické odpovědi na podněty, jejichž vliv je dáván do souvislosti s kognitivními procesy, emocionálním a pohybovým chováním. Podle Procházky a Sedláčkové (2015) se psychofyzologie zaměřuje na výzkum kognitivních, emocionálních,



motivačních a behaviorálních procesů z pohledu biologických dějů. Zaměřuje se na studium vztahů mezi kognitivními funkcemi a chováním jedince a jejich projevů v periferním a centrálním nervovém systému. Psychofyziologie vnímá mysl jako fyzický substrát, který nabízí nástroje k získávání informací o nevědomých a neočekávaných procesech, čímž může přispět k pochopení psychických procesů člověka (Cacioppo, Larsen, Smith & Berntson, 2004).

Psychofyziologii považujeme za fascinující disciplínu, která představuje velmi široké pole možných přístupů, přičemž každý představuje celou škálu metodologických úvah.

Centrálním tématem psychofyziologického vyšetření je tzv. tříložkový model, který zahrnuje subjektivní prožívání, chování a fyziologickou reakci. Osou psychofyziologického měření je zdroj signálu (obecně hovoříme o biosignálu) – příjem – zpracování signálu (Procházka & Sedláčková, 2015).

Biosignály můžeme rozdělit na nativní, které registrujeme v případě spontánní aktivity a evokované vznikající jako důsledek nějakého podnětu. Biosignály mohou mít různou podobu: elektrické, impedanční, magnetické, akustické, chemické, mechanické, optické, tepelné, radiologické a ultrazvukové. Psychofyziologické zpracování biosignálů má mnohostranné využití, např. v kriminalistice se využívá tzv. polygraf, který využívá kombinaci několika fyziologických veličin (srdeční frekvence, dechová frekvence, krevní tlak, elektrický odpor kůže, rozšíření zornic) k usvědčení vyslychaného ze lži. Dále se zpracování signálů používá jako terapeutický postup při léčbě některých klinických příznaků (např. migréna), který se nazývá biofeedback neboli biologická zpětná vazba. Tento postup může být použit také pro rozvoj mentálních funkcí jedince.

### 1.2.1 Neurofyziologická podstata pohybového chování

Vnější projev lidské psychiky je chování. Chování je tedy zjevné a lze ho pozorovat a hodnotit nebo měřit. Realizují ho jednak výkonné mechanismy somatomotorického systému centrálního nervového systému a jednak mechanismy, které přímo determinují vznik určitého získaného vzorce chování, na němž se podílí kognitivní procesy, především paměť a učení. Na chování organismu se společně podílejí vrozené a získané reakce. Vrozené chování je nezávislé na individuálních zkušenostech, je přítomné u všech jedinců téhož druhu. Svůj původ má vrozené chování v nepodmíněném reflexu. Na určitý druh podnětu se dostaví vždy kvalitativně stejná reakce, protože neuronální dráhy nepodmíněného podnětu jsou geneticky zakódovány stejně u každého jednotlivce. Modernější teorie uplatňují názory, že složité vzorce vrozeného chování mohou vznikat v nervových obvodech, které nemají charakter nepodmíněného reflexu. Takový neuronální obvod CNS potom funguje jako generátor vzorce pohybového chování, který je spuštěn při určitém aktivačním signálu z jiných oblastí CNS (Králíček, 2011). Generátor vzorce pohybu je tvořen neuronální sítí, která řídí stereotypní pohyb, nejčastěji pohyb cyklický – chůze, běh, apod. Míšní neurony jsou řízeny jak neuronálními obvody míchy, tak vstupy sestupujícími z mozku, které umožňují sofistikovanou kontrolu pohybu. Tímto způsobem jsou implementovány reflexní odpovědi obsahující generátory vzorců cyklických pohybů (Popovic, 2019). Důkazů o vrozených vzorcích chování existuje celá řada, např. jsou jimi také výrazy v obličeji při prožívání různých emocí nebo držení těla v různých emočních situacích.

Získaná forma chování je determinována individuální zkušeností. Ústřední roli hraje učení a paměť. Paměť charakterizujeme jako schopnost centrálního nervového systému ukládat předchozí

prožitky. Učení je proces, při němž se mění povaha a struktura synaptických spojení. Paměť a učení tvoří nerozlučný komplex. Učením získáváme nové znalosti prostřednictvím zkušeností z aktuálních zážitků, které jsou v mozku uloženy jako vzpomínky. Učení a paměť jsou závislé především na schopnosti detekovat, dekodovat a reagovat na změnu pomocí percepčních systémů. K učení dochází, mění-li se povaha a struktury synaptických spojení. Základy pro pochopení vztahu lidského chování a komplexní činnosti centrálního nervového systému a naopak položil Donald Hebb svým dílem *Organizace chování* (1949). Jeho teorie předpokládá že, když axon buňky A je dostatečně blízko, aby excitoval buňku B a účastnil se její aktivace opakovaným a perzistentním způsobem, dochází v jedné nebo v obou buňkách k růstovému procesu či metabolické změně tak, že se zvýší účinnost buňky A při aktivaci buňky B. Tato teorie byla později potvrzena objevem dlouhodobé potencializace (posílení)<sup>11</sup>. Čím častěji jsou nervové dráhy drážděny, tím je vyšší pravděpodobnost, že jejich spoje zesílí. Několik silně spojených neuronů se stává základem učení nebo zvyku a naopak. Tyto mozkové vzorce chování ovlivňují způsob myšlení a prožívání individua, řídí naše komplexní chování (Calbet, 2018). Pokud se užité chování osvědčí, fixuje se, vzniká tendence k jeho opakování. To způsobí zesílení synaptických vazeb. Je-li chování vyhodnoceno jako neužitečné, není opakováno a dochází k hledání další varianty chování.

### 1.2.2 Funkční systémy řízení a kontroly motoriky

Řízení motoriky můžeme definovat jako proces plánování, zahájení a zpětnovazebního hodnocení účelného volního pohybu. Periferní nervy představují mechanismus, kterým se příkazy

<sup>11</sup> Při dlouhodobé potencializaci dochází k morfologickým změnám, které se dělí na receptorové dendrity hippocampu posilující synaptická spojení.

přenášejí k výkonným orgánům, tj. ke svalům. Kontrolní funkci mají čidla v sensorických orgánech, která informují centrální nervový systém o právě probíhajícím pohybu. Během oboustranného přenosu informací mezi centrální nervovou soustavou a svaly dochází ke zkreslení, proto je nutná kontrola procesu řízení senzitivními drahami (počet senzitivních drah je vyšší než motorických) (Véle, 1997).

Podle charakteru pohybů rozlišujeme jejich dva základní druhy. Pohyby rychlé, neboli diskontinuální (saccadics, ballistic movements) jsou prováděny s maximální rychlostí a maximálním zrychlením. Jedná se o pohyby, které po spuštění nelze zpětnovazebně korigovat právě pro jejich vysokou rychlost (Zehr & Sale, 1994), je nutné je dopředu velmi dobře naprogramovat a pro toto předprogramování jsou vyžadovány aferentní informace z mechanoreceptorů. Pohyby pomalé, čili kontinuální (ramp movements), jsou plynulé, vůlí řízené pohyby, které lze v jejich průběhu dobře usměrňovat pomocí zpětné vazby. Při vzniku kontinuálních pohybů je hlavním bodem integrace jednotlivých částí pohybů a jejich správné načasování (Kornhuber, 1971).

Systém řízení a regulace motoriky zahrnuje dělení podle funkčních systémů motoriky:

- a) systém podpůrné motoriky kořenové a axiální (hrubá motorika):
  - systém pro statickou motoriku (postura), nastavovacím ústrojím je retikulární formace, výkonným ústrojím jsou vestibulární jádra v oblasti mozkového kmene,
  - systém pro lokomoci (dynamická motorika), řídicím ústrojím jsou kortikosubkortikální centra.
- b) systém obratné motoriky akrální (jemná motorika):

- systém řízený z mozkové kůry, který provádí pohyby ideokinetické,
- systém sdělovací motoriky – ovládá muskulaturu obličeje a řečových orgánů včetně gestikulace, je řízen přímo z mozkové kůry a jeho funkce je komunikačního rázu (Véle, 1997). V rámci výzkumu motoriky jsou diskutovány různé přístupy k porozumění vzniku a regulaci pohybu (Kassat, 1998). Současné vědecké přístupy považují regulaci pohybu za systém zpracování informací (Meinel & Schnabel, 1987; Meijer & Roth, 1988; Kassat, 1998; Mulder, 2007).

Rozlišujeme tři úrovně řízení pohybu:

1. Korová (kortikální) úroveň zajišťuje vědomou korekci cíleného pohybu a jemně doladuje různé modalitty pohybu podle nároků vnějšího prostředí. Existují tři korové funkce řídící pohyb. Jednak jsou to funkce gnostické (ideativní), dále funkce motorická (exekutivní), která zajišťuje motorickou koordinaci a skutečnou realizaci pohybu. Třetí korovou funkcí řídící pohyb je funkce ideomotorická, která představuje jednak pohybovou paměť a jednak vyvolání pohybové akce z paměti. Funkce gnostická a funkce ideomotorická spolu úzce souvisí (Kolář, 2016). Hovoříme o motorice ideokinetické<sup>12</sup> (Dylevský, 2007).
2. Subkortikální úroveň řízení pohybu zahrnuje takzvanou holokinetickou<sup>13</sup>, ereismatickou<sup>14</sup> a teleokinetickou<sup>15</sup> motoriku.

<sup>12</sup> Ideokinetická motorika: vychází z plánu a představy pohybové akce (Véle, 1997).

<sup>13</sup> Holokinetická motorika: současný nekoordinovaný pohyb, který je zajištěn nepodmíněnými reflexy (Véle, 1997).

<sup>14</sup> Ereismatická motorika: pohyby sloužící ke stabilizaci těla, které korigují labilitu vzpřímeného držení těla. Podpurná motorika (Véle, 1997).

<sup>15</sup> Teleokinetická motorika: dynamicky plánovaná fázická motorika, která zajišťuje změnu polohy. Účelová motorika (Véle, 1997).

Jedná se o účelový pohyb řízený kmenem a mozečkem (Dylevský, 2007).

3. Spinální úroveň zahrnuje spinální motoriku a labyrintové reflexy. Zabezpečuje spojení výkonných orgánů řízení motoriky – motoneuronu a aferentního receptorového systému s řídicími strukturami (Dylevský, 2009).

Stratifikace integrovaného řídicího systému motoriky člověka má schematizující význam. Stále si musíme připomínat, že se jedná o jakousi únosnou míru zjednodušené reality, která je ve skutečnosti velmi komplikovaná a jednotlivé struktury na sebe nepřetržitě působí a vzájemně se ovlivňují (Kolář, 2016).

### 1.2.3 Psychofyzilogické mechanismy aktivace

Nervové impulsy vyvolávají sekreci hormonů endokrinních žláz, cirkulací krve jsou rozneseny do celého těla, přičemž ovlivňují nervovou regulaci a nervový systém zase zpětně působí na činnost oběhového systému i vlastní reaktivitu humorálního systému. Z hlediska komplexnosti a integrity (arousal) aktivačního systému můžeme říci, že kortex, hypotalamus, retikulární formace, periferní autonomní, sensorická a pohybová vlákna i cirkulace hormonů v krvi, jsou obsaženy v mechanismu aktivace. Vzájemně se ovlivňují a modifikují celkový efekt činnosti organismu, resp. jeho aktivačních změn. Z každého sensorického aparátu vedou jednak do kortexu, ale zároveň také do retikulárních formací mozkového kmene (Mysliviček, 1989; Jones, 2003).

Retikulární formace stimuluje prahovou citlivost míšních motorických buněk, které podmiňují vzestup nebo pokles svalového tonu, což usnadňuje anebo inhibuje svalovou aktivitu. V kontinuu změn aktivace můžeme někdy pozorovat tzv. „rebound

fenomen“, tzn. obnovení aktivity organismu parasimpatikovou kompenzací. K tomuto jevu může dojít při opakované stimulaci a přitom se uplatní vliv postupné adaptace, která se projevuje např. v prodloužení vzestupné fáze křivky, tj. k překročení předstimulační úrovně vodivosti či odporu (Uherík, 1978).

Také mezi funkcí talamu, jako regulátoru sympatické a parasympatické aktivity a procesem změn aktivace jedince (arousal), existuje úzký vztah (Kilinc, Calderon, Tabansky, Martin & Pfaff, 2016). Relativně konstantní stav aktivace v průběhu několika týdnů zabezpečují hlavně 3 hormony: testosteron, kortizol a tyroxin. Zvýšení aktivace v průběhu krátké periody je zabezpečované sekrecí adrenalinu (Králíček, 2011). Také Moruzzi & Magoun (1949) upozornili na důležitou funkci retikulární formace mozkového kmene; je-li přerušeno spojení mezi tímto systémem a mozkovou kůrou, upadá subjekt do stavu trvalého spánku a naopak stimulace retikulární formace vede u spícího individua k probuzení. S úrovní aktivace souvisí také senzitivita smyslových orgánů, tj. vnímavost k vnějším podnětům (Irmíš, 2007).

Aktivace nervového systému zásadně ovlivňuje všechny dimenze lidského chování (Pfaff, Ribeiro, Matthews & Kow, 2008). Lze rozeznat různé stavy aktivace mezi spánkem a vzrušením (Huang, Lin, Markt, Stampfer, Laden, Hu, Tworoger & Redline, 2018). V průběhu různých činností se aktivace nervového systému mění v závislosti na délce trvání a náročnosti činnosti. Z tohoto poznatku usuzujeme, že stav aktivace a kognitivní procesy jsou ve vzájemném vztahu, i když zatím nejsme schopni poznatky generalizovat. Máme k dispozici jednotlivá šetření, často velmi specifická. Souvislost mezi úrovní aktivace organismu a pozorností byla prokázána především ve spojitosti s psychofyzilogickými funkcemi CNS. Změny frekvence a pokles amplitudy rytmů mozkových elektrických potenciálů (desynchronizace) a další

fyziologické příznaky vyvolané změnou aktivace organismu popisuje již Duffy (1962).

V současnosti je zkoumání založeno na zobrazovacích studiích, které poskytují příležitost zkoumat změny obecné aktivace CNS ve složitějších kognitivních úkolech. Např. studie využívající funkční magnetickou rezonanci (fMRI) poukazují na skutečnost, že aktivace představuje základní předpoklad a modulátor trvalé kognitivní výkonnosti, tzv. bdělé pozornosti (Langner & Eickhoff, 2013). Hyder, Rothman & Bennett (2013) použili elektroencefalogram (EEG) a pozitronovou emisní tomografii (PET) ke stanovení spotřeby kyslíku a glukózy, jako ukazatele úrovně aktivace v průběhu plnění kognitivního úkolu. Aktivační úroveň jedince je značně ovlivněna jeho aktuálním psychickým stavem a naopak. Kortikální aktivace má za následek zvýšení svalového tonu a zkrácení reakční doby. Bdělost nebo vigilance určuje jakým způsobem je jedinec schopen interagovat s okolním prostředím.

Mentální podněty spouštějí aktivační systémy v mozgovém kmeni, které usnadňují kortikální aktivaci. Varovný signál je doprovázen orientační reakcí. Pozornost, z pohledu problematiky aktivace nervového systému, představuje schopnost aktuálně optimalizovat zpracování informace centrálním nervovým systémem tak, aby reakce adekvátně odpovídala požadavkům na konkrétní situaci. Robertson & O'Connell (2010) zavedli termín „bdělá pozornost“, což vysvětlují jako udržení efektivního zpracování vědomých podnětů během řešení kognitivního výkonu. Takové zpracování podnětu v sobě zahrnuje jednoduchou detekci nebo diskriminaci podnětu včetně kognitivní nebo motorické reakce. Experimentální důkazy ukazují, že udržet pozornost je obvykle obtížnější v intelektuálně monotónních situacích než v situacích kognitivně náročných, ale zajímavých (Robertson &



Tabulka 1. Úrovně aktivace a její koreláty ve vědomí a chování.  
Zpracováno podle Nakonečný (1997).

úroveň aktivace	stav vědomí	typické projevy chování
stav afektu – strach, hněv, atd.	zúžené vědomí, rozdělená pozornost, omezené vnímání	dezorganizovanost, nedostatek kontroly a sebekontroly
bdělá pozornost	koncentrované zaměření, selektivní pozornost	účinné, rychlé, výběrové reakce
relaxovaná bdělost	fluktuace pozornosti, převládají volné asociace	dobrá rutinní činnost, dispozice k tvořivému myšlení
ospalost	okrajové vědomí s občasnými výpadky, nezřetelné vnímání	nekoordinované pohyby, chudá, sporadická činnost
lehký spánek	redukované vědomí, snění	pouze reflexní pohyby
hluboký spánek	naprostý nedostatek vědomí, chybí paměť pro stimuly a sny	bez činnosti
kóma	ztráta vědomí, amnézie	bez činnosti
smrt	–	–

O'Connell, 2010). Univerzální fyziologický popis pozornosti však neexistuje (Kilinc, Calderon, Tabansky, Martin & Pfaff, 2016).

Aktivace centrálního systému a tedy také behaviorální aktivace má genetickou složku. Jak se geny vztahují k činnosti nervového systému a chování není zatím prozkoumané (Pfaff, Ribeiro, Matthews & Kow, 2008; Kilinc, Calderon, Tabansky, Martin & Pfaff, 2016; Jawinski, Kirsten & Sander, 2018).

#### 1.2.4 Elektrodermální aktivita

Pro objektivizaci aktivační úrovně nervového systému jsou často využívány znalosti bioelektrických jevů na pokožce, které souhrnně nazýváme elektrodermální aktivita (EDA).

Ve svých počátcích byla elektrodermální aktivita měřena pomocí nejrozmanitějšího přístrojového vybavení, často za použití galvanometru zapojeného napříč wheatstonovým můstkem, a zaznamenávána na fotoaktivní materiál či posuvné pruhy papíru. Později, s dostupností citlivých a vysoce výkonných integrovaných operačních zesilovačů, bylo možné přikročit k přesnému zkoumání statistických charakteristik elektrodermální aktivita v závislosti na řadě proměnných (teplota a vlhkost kůže, pohlaví a věk, demografické charakteristiky aj.) a experimentálních intervencí (stres, kognitivní aktivita apod.). Další technický vývoj postupně umožnil přechod k digitalizovanému záznamu elektrodermální aktivity a počítačovému on-line či následnému off-line zpracování. Pozornost byla průběžně věnována výsledkům fyziologických artefaktů a polarizace elektrod a lze tvrdit, že metodologie měření elektrodermální aktivity je dnes dostatečně propracovaná, dobře experimentálně zakotvena a používá se jako citlivý index emocionálního a kognitivního podráždění projevující

se změnou některých fyziologických funkcí (Venables & Christie, 1980; Fowles, Christie, Edelberg, Grings, Lykken & Venables, 1981 Dawson, Ashman & Carver, 2000; Bouscein, 2012).

Pojem elektrodermální aktivita (EDA) se vyvíjel v průběhu několika desetiletí. Mezi starší termíny patří psychogalvanický reflex, kožně-galvanická reakce a kožně-galvanický odpor. Termín elektrodermální aktivita jako takový vznikl až v 60. letech 20. století a zahrnuje všechny přístupy v měření elektrických vlastností kůže. V současné době rozeznáváme dva základní přístupy – endosomatický a exosomatický.

Endosomatickým přístupem se jako první zabýval Tarchanov koncem 19. století. Jedná se o měření kožních potenciálů na povrchu těla bez použití externího zdroje elektrického proudu. Dnes se ke snímání biosignálu používají různé přístroje, např. elektroencefalograf (EEG) nebo elektrokardiograf (EKG), které zachycují změnu biosignálu. Při srovnání různých osob je nutné snímat potenciál ze stejného místa na těle. Endosomatický přístup může být vyvolán buď různou stimulací, nebo se objevuje spontánně (zejména při úzkosti či stresu testované osoby). Hlavním problémem tohoto přístupu je, že nás neinformuje o absolutních hodnotách kožního odporu ani o jeho změnách v čase (Uherík, 1965).

Naopak exosomatický přístup je založen na použití externích zdrojů stejnosměrného nebo střídavého proudu a sleduje změny v kožním odporu. Zde je použit princip tzv. můstkové metody. Kožní odpor je snímán ze dvou povrchových elektrod, které jsou umístěny nejčastěji na prstech ruky, dlaně, předloktí, nohy. Ukázalo se, že tyto změny jsou závislé na činnosti potních žláz<sup>16</sup>,

<sup>16</sup> Potní žlázy můžeme rozdělit na apokrinní a ekrinní. Apokrinní ústí do vlasových folikulů, zatímco ekrinní ústí přímo na povrch kůže. Některé ekrinní žlázy mají ter-

prostupnosti buněčných membrán. Ekrinní žlázy, jsou tzv. pravé potní žlázy, které ústí jednoduchou trubicí tvořenou epiteliálními buňkami stoupají směrem k povrchu kůže a na něm se otevírají, jsou-li stimulovány. Cholinergní stimulace prostřednictvím vláken sympatiku má hlavní vliv na tvorbě potu (Trojan, 2003). V některých studiích se můžeme setkat s termínem kožní vodivosti, která je převrácenou hodnotou kožního odporu. Její využívání bývá názornější než při měření kožního odporu, protože při vyšším vzrušení stoupá, při nižším klesá (Uherík, 1965; Irmiš, 2007). Na tomto principu je založen přístroj, který byl použit také v případech níže uvedených studií.

Elektrodermální aktivita má svoji tonickou komponentu, která představuje dlouhodobou hladinu s pomalými změnami (skin potential level – SPL). Fázická komponenta manifestuje autonomní podráždění, čili okamžitá změny aktivace. Obě složky jsou ovlivňovány různými neuronálními i neurohumorálními mechanismy (Dawson, 2001). Ve studiích jsou využívány většinou informace o změnách fázických, nazývaných odezva kožní vodivosti (skin conduction response, SCR).

### **Měření elektrodermální aktivity**

Měření elektrodermální aktivity (EDA) má v historii psychofyziologie velmi dlouhou a zajímavou historii. EDA se využívala ve velkém množství výzkumů např. ve výzkumu pozitivních a negativních emocí, ve výzkumu zpracování informací, a také v rámci studia klasického a instrumentálního podmiňování. Dynamika změn elektrodermální aktivity je také klíčovou veličinou pro přístroj představující detektor lži.

---

moregulační účel, jiné vylučují pot při psychických podnětech a udržují třecí plochy vlhké. Hojně je můžeme najít na palmární straně ruky (Trojan, 2003).

Kožní vodivost je jedním z elektrodermálních fenoménů pokožky. Zvýšení vodivosti na povrchu kůže nastává zvýšením její vlhkosti pre-sekreční aktivitou na buněčných membránách buněk potních žláz. Kožní vodivost se interindividuálně velmi liší díky subjektivní aktivitě autonomního nervového systému, speciálně jejího sympatického nervového systému. Při zapojení kůže do elektrického obvodu se stejnosměrným proudem a malým konstantním napětím mění tato tkáň svou propustnost pro elektrický proud (tj. vodivost) v závislosti na psychické aktivitě probanda. Velikost kožní vodivosti odpovídá recipročně hodnotě kožního odporu; ten však bývá měřen se zachováním konstantního stejnosměrného proudu (Bouscein, 2012).

Absolutní hodnoty elektrodermální aktivity kůže mohou podstatně ovlivnit okolní i vnitřní fyzikální činitelé:

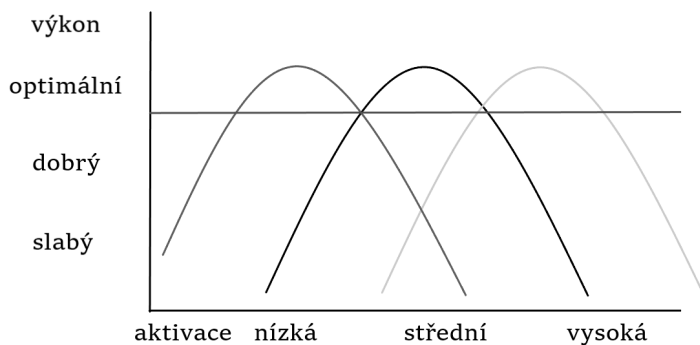
1. Teplota mikroklimatu – názory týkající se vlivu teploty okolního prostředí nejsou jednotné. Jedna skupina autorů tvrdí, že změny teploty mají jen malý účinek na elektrodermální vlastnosti chodidel a dlaní. Podle Uheríka (1965, 1978) Darrow (1936) tvrdí, že potní žlázy na nepalmárních a neplantárních částech těla mají především termoregulační význam, zatímco potní žlázy na chodidlech a dlaních odrážejí přípravné facilitační funkce organismu.
2. Vlhkost okolního prostředí – nebylo prokázáno, že by vlhkost okolního prostředí ovlivňovala naměřené hodnoty elektrodermální aktivity (Uherík, 1965, 1978).
3. Teplota těla – experimentálně bylo zjištěno, že čím je teplota lidského těla vyšší, tím se zvyšuje základní elektrický potenciál, pokud se tělo ochladí, kožní vodivost se snižuje (Uherík, 1978).
4. Aplikace farmakologických látek – zjistilo se, že atropin v malých dávkách zeslabuje, ve velkých dávkách zcela

potlačuje elektrodermální odpověď. Káva zkracuje latentní čas. Meprobramat a alkohol také elektrodermální reakci zeslabují.

### 1.2.5 Aktivace nervového systému a výkon

Nejčastěji citovanou prací, která primárně objasňuje vztah aktivace a výkonu v behaviorálním kontextu je studie Yerkes & Dodsona (Yerkes-Dodsonův zákon, 1908), ve které je vztah mezi kvalitou provedení pohybového úkolu v závislosti na aktivaci subjektu interpretován ve známé obrácené „U“ křivce (viz obrázek 7). Podle Macáka & Hoška (1989) platí rovněž v tomto smyslu pravidlo, že emoce a motivace mohou činnost pozitivně ovlivňovat při jejich střední úrovni intenzity.

Hypotéza obrácené „U-křivky“ je velmi názorná a umožňuje pochopit aktuální selhání jedince při plnění úkolu. Její platnost je však omezená. Nemůže mít paušální účinnost, neboť v situacích skutečného ohrožení života je subjekt schopen neuvěřitelných výkonů spojených s přesnou a jemnou koordinací, přestože aktivací úroveň je neobyčejně vysoká. Teorii invertované U-křivky přehodnotili Sullivan & Bhagat (1992), kteří kromě této teorie upozornili na další možnosti hodnocení vztahu aktuálního psychického stavu a výkonu. Arent & Landers (2003) hovoří o nepřímém úměrném lineárním vztahu. V tomto případě je však zkoumán spíše vztah úzkosti než celkové aktivace nervového systému a pohybového výkonu. V psychologii sportu a pohybových aktivit má praktický význam Haninova (1980) teorie zón optimálního fungování, kterou sám autor několikrát revidoval. Tento model představuje teoretický koncept, který umožňuje kvalitativní analýzu mezi emocemi a výkonem. Emočně-motivační stav značně ovlivní aktivací úroveň nervového systému, což má zásadní vliv



Obrázek 7. Schéma obrácené U-křivky znázorňující vztah individuální úrovně aktivace a různě koordinačně náročných pohybových úkolů. První křivka zleva označuje pohybový úkol s vysokými nároky na koordinaci pohybů, třetí křivka označuje pohybový úkol založený na explozivní síle a rychlosti (zpracováno podle Benešová, 2012).

na způsob vnímání, myšlení, vytváření představ i na průběh ostatních kognitivních procesů. Podle této teorie má každý sportovec své optimum aktivace nervového systému, kdy podává optimální výkon (Hanin, 2000, Ruiz, Raglin & Hanin, 2015).

Důležitou myšlenkou Haninova modelu je zdůraznění individuality dynamického prožívání subjektu (Kamata, Tenenbaum & Hanin, 2002). Prakticky toto optimum stanovoval Spielbergovou metodou STAI (inventář stavové a rysové úzkosti), dlouhodobějším měřením a korelováním s úspěšnými či neúspěšnými sportovními výkony (Slepička, Hošek & Hátlová, 2006).

Kromě toho, že každý jedinec potřebuje k podávání maximálních výkonů jinou individuálně optimální úroveň aktivace nervového

systemu, je třeba vnímat fakt, že každá činnost vyžaduje aktivní úroveň jinou. Obecně můžeme říci, že výkony založené na koordinačně jednoduché, rychlé pohybové akci (např. vzpírání), vyžadují vyšší úroveň aktivace, zatímco koordinačně náročné pohybové úkoly (např. gymnastická sestava) vyžadují úroveň nižší. V herních výkonech, které mají proměnlivé koordinační nároky a trvají poměrně dlouho, je velmi obtížné aktivaci regulovat (viz obrázek 7).



## 2. kapitola

# Kognitivní funkce nervového systému a pohybové chování

Prostřednictvím kognitivních funkcí vnímáme svět okolo sebe a interagujeme s ním. Jsou jednou z rozhodujících oblastí lidské psychiky. Kognitivní funkce se projevují prostřednictvím kognitivních procesů. V současnosti zkoumá kognitivní funkce a procesy celé spektrum vědních oborů, od neurologie po vědy zabývající se umělou inteligencí. Cílů studia kognitivních funkcí a procesů je několik. Jednak se jedná o porozumění činnosti mozku a nervového systému, činnosti mysli a jednak se snažíme porozumět samotné podstatě člověka, komunikaci, psychickým schopnostem jedince a jejich rozvoji učení. Klasifikace kognitivních procesů, stejně jako jejich jednoznačné vymezení, jsou nejednotné. V nejširším vymezení se kognitivní procesy týkají vědomých i nevědomých procesů, počínajících percepcí, přes pozornost, paměť, fantazii, asociace, představivost (imaginaci) až po myšlení, plánování a řešení problému, používání jazyka a motorickou reakci.

Poznávání prostřednictvím kognitivních procesů je výběrové. Na člověka v každém okamžiku působí nepřeborné množství informací, z nichž vybírá a zpracovává pouze malou část. Složitě kognitivní procesy člověka jsou anatomickým substrátem tzv. asociační korové oblasti (viz obrázek 4). Toto tvrzení však neznamená, že fungují samostatně. Ostatně jako u téměř všech procesů, které probíhají v lidském organismu. Pro jejich zdárnou funkci

je nutné, aby spolupracovaly s ostatními korovými a subkorovými oblastmi mozku (Králíček, 2011).

Při stručné charakteristice kognitivních procesů se zaměřujeme především na vztah percepčních schopností, schopnosti imaginační (vytváření mentálních obrazů) a pohybového projevu jedince s akcentem na volní motoriku v průběhu pohybového výkonu a motorického učení.

## 2.1 Vnímání

Vnímání (percepce) zajišťuje základní potřebu organismu, orientaci v jeho životním prostředí. Je založeno na účelné identifikaci vlastností objektů, které tvoří okolní prostředí a vztahů mezi nimi. Percepce je založena na činnosti smyslových orgánů, které shromažďují informace z vnějšího i vnitřního prostředí jedince. Pojem vnímání je velmi obtížné vymezit, neboť zahrnuje celou řadu procesů a jejich dílčích funkcí. Stejně jako ostatní psychologické procesy, plní vnímání adaptační funkci a je jedním z procesů regulace chování (Nakonečný, 1997). Zahrnuje zpracování informace zdola nahoru<sup>17</sup> i shora dolů<sup>18</sup>. Předpokladem účelného vnímání a poznávání je společné kódování (Prinz, 1997; Prinz & Hommel, 2002). Jedná se o transformaci určitého informačního signálu na akční potenciál, který je pro centrální nervový systém čitelný. Vjemy se vytvářejí centrálně v mozku a sensorická data, informace, tvoří jakýsi materiál pro vytvoření takového vjemu. Sensorická data různých modalit vznikají působením podnětů na příslušné receptory, které mají za úkol právě transformaci signálu.

<sup>17</sup> Zpracování zdola nahoru: systém, ve kterém je vnímání postaveno na sensorickém vstupu. Informace jsou v mozku zpracovávány v postupných hierarchických úrovních.

<sup>18</sup> Zpracování shora dolů: interpretace vjemů je ovlivněno dostupnými zkušenostmi, znalostmi a myšlením. Znalost o světě má vliv na zpracování informací z nižších úrovní.

Senzorická data jsou klasifikována podle svého smyslového obsahu a z vnějšího prostředí vytvářejí vjemy, které jsou zajištěny různými fyzikálními podněty. Senzorické systémy vyprodukují aferentní signál, jenž může pronikat do vědomí člověka (Králíček, 2011). Jedná se o tzv. speciální smysly: zrak, sluch a chemorecepční čidla – čich a chuť a o somatomotorický systém, který zahrnuje kožní cití, vestibulární aparát a propriorepci. Speciální smysly sbírají podněty z vnějšího okolí, somatomotorický systém z vnitřního prostředí těla i z vnějšího okolí.

Vnímání ovlivňuje na jedné straně kvalita zpracování přijaté informace smyslovými orgány (receptory) a na straně druhé kognitivní zpracování smyslového podnětu.

Proces smyslového vnímání je doprovázen dalšími kognitivními, emočními a motivačními procesy, které rozhodují o tom, jak jsou vnímané informace organizovány, interpretovány a prožívány. Podle Koukolíka (2006) každý vjem získává emoční zabarvení, a to rozhoduje, jaká část mozkové kůry je aktivována pro vyhodnocení informace a spuštění odpovědi. Ta rozhodne o míře pozornosti, která bude vnímané informaci věnována, a jaká bude její mentální reprezentace. Naše vnímání tak je ovlivněno životními zkušenostmi, postoji, hodnotami, očekáváním, apod. Významné účinky na vnímání mohou mít rovněž sdílené zkušenosti jedinců v daném kulturním prostředí. Segall, Campbell & Herskovits (1966) publikovali výsledky studie, ve které dokazují, že jedinci pocházející ze západní kultury jsou více náchylní k chybnému rozhodnutí s určitými typy optických iluzí než jedinci z nezápadních kultur. Stejně tak se mezikulturně liší schopnost identifikovat pachy, jejich příjemnost a intenzitu (Ayabe-Kanamura, Suito, Distel, Martínez-Goméz & Hudson, 1998).

### 2.1.1 Vnímání a pozornost

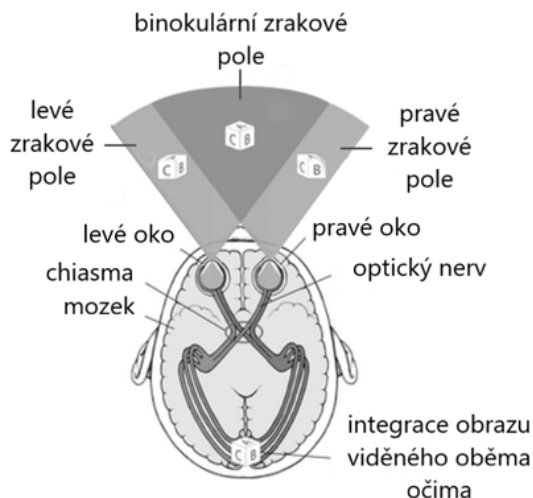
Pozornost můžeme definovat jako obecnou kapacitu organismu k procesuálnímu zpracování informací, která je limitujícím faktorem výkonu v mnoha situacích (Schmidt & Lee, 2005). Pozornost můžeme rovněž charakterizovat jako zaměření poznávacího procesu na určitý podnět, který se vyskytuje v zevním nebo vnitřním prostředí v daném okamžiku (Králíček, 2011). O uchopení a vysvětlení pojmu pozornosti se pokouší opět celá řada teoretických konceptů. Také v této problematice existuje mnoho, často protichůdných teorií vztahujících se především k problematice vztahu pozornosti a vědomí.

Ne všechny informace jsou zpracovávány rovnocenně (Öhman, Soares, Juth, Lindström & Estaves, 2012). Pozornost můžeme také chápat jako určité upřednostněné vnímání vybraných informací z okolního prostředí. Výběr ovlivňují individuální cíle a motivy subjektu (Jiang & Sisk, 2019). Jakmile jsou informace individuálně zpracovány, nastupuje automatická tendence soustředit své kognitivní zdroje na podněty zprostředkovávající informace potenciálního nebezpečí nebo prosperity (Schwieter, Wilck, Altarriba & Heredia, 2019). Emoční zabarvení informace, kterou přijímáme, může diferencovat míru pozornosti subjektu, kterou věnuje percepčnímu a následnému kognitivnímu procesu. Pessoa (2005) uvádí, že příjem informace doprovázený emočním zabarvením hraje dokonce klíčovou roli při nasměrování pozornosti, ovlivnění paměti a při následném chování subjektu. Především informace indukující negativní emoce mohou potlačit pozornost na ostatní informace, takže zpracování takového podnětu získává jinou prioritu a pozornost je odkloněna od zamýšleného cíle (Elam, Carlson, DiLalla & Reinke, 2010).

Pozornost charakterizujeme jednak jako endogenní – vnitřní, nepřímá, řízená shora – dolů nebo řízená motivačně a jednak jako exogenní – vnější, řízená zdola nahoru upoutáním pozornosti (Hohwy, 2012). Z pohledu zaměření pozornosti hovoří Watzl (2011) o pozornosti globální (rozptýlené) nebo zaměřené na objekty, vlastnosti a prostorové nebo časové dimenze. Pozornost jednoznačně rozhoduje o tom, jaké podněty percepčně vnímáme a kognitivně zpracováváme. O úrovni pozornosti rozhoduje aktuální psychický stav, tzn. stav vigilance a aktivace, emoční a motivační stav jedince.

### 2.1.2 Vnímání prostoru

Prostorové nebo trojrozměrné vnímání přináší pro náš život podstatné informace. Převážná většina informací o prostoru je vnímána zrakovým analyzátozem. Pojem vnímání prostoru je užíván ve dvou významech: 1. vnímání absolutní (egocentrické) vzdálenosti, což je vzdálenost mezi pozorovatelem a objektem a 2. vnímání relativní (exocentrické) vzdálenosti, jako vzdálenost mezi dvěma pozorovanými objekty v prostoru (Sekuler & Blake, 2006). Prostor vnímáme binokulárně, což znamená, že každé oko vnímá jiné zorné pole a tato pole se při vzniku konečného obrazu ve zrakové mozkové kůře překryjí. Relevantní sestavení obrazů zachycených na sítnici obou očí vytváří předpoklad pro vnímání prostoru a hloubky. Schopnost vnímat prostor trojrozměrně, správně odhadovat vzdálenost a rychlost vlastního pohybu či pohybu ostatních těles v prostoru se nazývá stereopse. Schopnost vnímání prostoru (prostorového vidění) označujeme pojmem binokulární disparita a schopnost orientace v prostoru pojmem binokulární konvergence.



Obrázek 8. Schematický náčrt binokulárního vidění a zrakové dráhy (převzato z <https://littlegreymatters.com/tag/binocular-vision>).

Podle Vágnerové (2016) se na zpracování informací o prostoru podílí několik dílčích schopností. K uvědomění si rozčlenění komplexního obrazu v prostoru a pochopení uspořádání jeho struktur v prostoru slouží schopnost sledovat pohyb v prostoru a odhadovat časoprostorový vývoj pokračujícího pohybu (Stiles, Barkham, Mellor-Clark & Connell, 2008).

Úroveň pozornosti do jisté míry ovlivňuje také množství vnímaných informací, které ovlivňuje rovněž schopnost periferního vidění. Zkušenosti jedince v aktuální situaci umožňují vybrat adekvátní informace a ty centrálně zpracovat a naopak nadbytečným informacím pozornost nevěnovat. Vnímání prostoru je pravděpodobně naučená dovednost, která se rozvíjí na základě

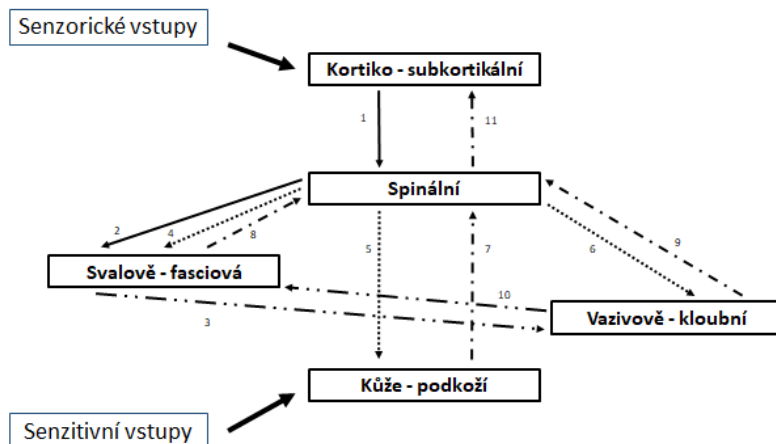
vrozených dispozic. Na tento předpoklad poukazuje např. výzkum Salcmana (2015), který porovnává schopnost stereopse u malých plavců a házenkářů. Děti ve věku mezi 6–10 lety, které minimálně jeden rok navštěvují plavecké nebo házenkářské tréninky, vykazují signifikantní rozdíly v testu stereopse ve prospěch malých házenkářů. Další výzkumy poukazují na důležitost pravidelné pohybové aktivity na denním světle.

Vnímání a orientace v prostoru ovlivňuje také schopnost zaměřit pozornost žádoucím směrem a na relevantní informace. Tuto schopnost jedinec využívá v mnoha praktických pohybových činnostech po celý život.

### 2.1.3 Vnímání a reprezentace pohybu

Úspěšnost provedení pohybového výkonu je do jisté míry závislá na schopnosti cvičícího jedince vnímat informace významně se vztahující k provádění pohybu. Tyto informace přicházejí jednak z vnějšího prostředí a jsou analyzovány zrakem, popř. sluchem a jednak jsou získávány z interních analyzátorů propioceptivního čítí. Smyslové informace, které informují cvičící subjekt o výstupech pohybové akce, nazýváme zpětnovazební informace. Zpětnovazební informace vznikají porovnáváním plánovaného (žádoucího) a aktuálního pohybového výstupu. Pokud je zjištěn nesoulad, následuje rozhodnutí o opravě.

Klíčové pojmy zpracování informace jsou založeny na analogii člověk-počítač. Předpokládá se, že přestože některé informace o vlastním pohybu jsou zaznamenány exteroreceptivně, zpracovány a vyhodnoceny jsou interně. Pohybový výkon je chápán jako výsledek procesů, které vyvstávají z interní tvorby mentální reprezentace pohybu (Wiemeyer, 1996). Koncem minulého století



Obrázek 9. Řízení motoriky. Primární popud – idea, přípravná fáze úmyslného pohybu; programování – centrální příkaz, realizační fáze úmyslného pohybu; aktivace motoneuronů – zpětná vazba (převzato z Poděbradská, 2017).\*

vzniká filozofický směr, reprezentacionalismus, jehož základní myšlenka říká, že vnější svět nebo realita jsou zastoupeny uvnitř (Kassat, 1998). Rovněž Engelkampf & Pechmann (1993) tvrdí, že vnější informace jsou zastoupeny interně. Tato teorie je založena

\* Vysvětlivky k obrázku 9:

1 – centrální motoneuron, 2 – periferní motoneuron; 3 – svalová kontrakce vyvolá pohyb v kloubu; 4 – eferentní vlákna sympatiku pro hladkou svalovinu cév zásobující svaly a fascie; 5 – eferentní vlákna sympatiku pro kůži a podkoží; 6 – eferentní sympatická vlákna pro synoviální blánu, kloubní pouzdra nebo ligamenta; 7 – aferentní vlákna z kůže a podkoží; 8 – aferentní vlákna ze svalů, včetně propriocepce; 9 – aferentní vlákna z kloubních receptorů, kloubních pouzder, ligament; 10 – postavení v kloubu mění napětí svalů a fascií (princip centrace kloubu); 11 – aferentní dráhy do CNS (Poděbradská, 2017). Dráha 1 a 2 znázorňuje přenos vzruchu na spinální úrovni, dráhy 3 a 10 představují přenos vzruchu způsobující svalovou kontrakci, dráhy 4, 5 a 6 znázorňují odstředivé-eferentní dráhy, 7, 8, 9 a 11 dráhy dostředivé-aferentní dráhy.



na obecném předpokladu, že informace z vnějšího prostředí jsou systematicky zpracovávány. Vlastní reprezentace je možno chápat jako vlastní zástupní symboly (náhražky) mapování systémových vnějších stavů (Immenroth, Eberspächer & Herrman, 2008). Prostřednictvím reprezentace pohybu jsou vybavovány pohybové procesy, které jsou uloženy jako reprezentace pohybu odpovídající jednotlivým mozkovým oblastem. Vědomé představy pohybu, jako kognitivní proces, ovlivňují motorický systém a aktivují motorické sítě (viz obrázek 9).

Podle Králíčka (2011) jsou podkladem úmyslného pohybu nervové mechanismy, které můžeme hypoteticky rozdělit do několika fází:

### **Fáze 1**

První popud zřejmě vychází z motivačního ústředí CNS, tj. struktur, které mají vztah k limbickému systému.

### **Fáze 2**

Senzorická analýza okolního prostředí; za pomoci smyslového vnímání vede k rekognoscaci vnějšího prostředí.

### **Fáze 3**

Vypracování plánu akce: prostorové souřadnice okolí jsou převedeny do motorického systému, kde je na jejich základě a na základě informací z interoreceptorů (především kinestetického aparátu) určena strategie dosažení cíle.

### **Fáze 4**

Dle zvolené strategie pohybu je vypracován konkrétní pohybový program (viz obrázek 10). Pohybové programy mají celou řadu parametrů, které jsou v této fázi řešeny, např. doba trvání pohybové sekvence, intenzita kontrakcí zapojených svalových skupin nutných k provedení pohybu, zajištění postojového pozadí a pohybů očí a hlavy.

### **Fáze 5**

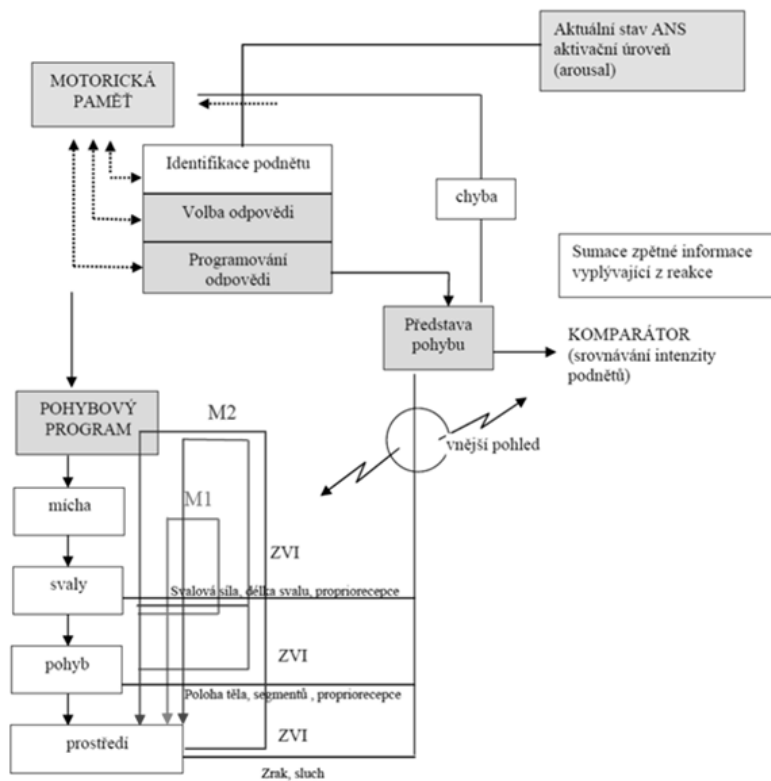
Proces je ukončen zahájením pohybu (Králíček, 2011).

## 2.1.4 Vnímání a pohyb jako systém

Senzomotorický systém je produktem evolučního vývoje, učení a adaptace. To je důvod, proč jsou mnohé teorie řízení motorických funkcí založeny na optimalizaci pohybového výkonu za pomoci kvantifikace vstupů, které tvoří svalové zatížení a spotřebu energie. Tyto teorie využívají sofistikovaných teorií optimálního řízení pro predikci našeho pohybového chování (Todorov, 2004).

Balgo (1998) předpokládá, že vnímání a pohyb vytváří teoretický systém. Podle něho je každý vjem pohybem a každý pohyb vjemem. Při každém pohybu systém přijímá informace, které zpracovává podle vlastní logiky a podle té se také mění. Každé vnímání má tedy přímý vliv na pohyb. Pohyb a vnímání jsou tak závislé na minulém pohybu a vnímání, tzn. na individuální historii zkušeností. Každý pohyb a vnímání tak pochází z vnitřní historie zkušeností pohybu a vnímání. Vnímání umožňuje získat informace o pohybu a tím pohyb optimalizovat nebo odlišit. Srovnání mezi očekávaným a skutečným výsledkem je rozdíl, který má za následek úpravu ve formě změny systému pohyb – vnímání. Konceptuální model pohybového výkonu je rozšířen o prvky uzavřeného kontrolního systému, které jsou integrovány procesuálním zpracováním. Definování jednotlivých fází informačního procesuálního zpracování do konceptuálního modelu umožňuje pochopení flexibilní pohybové kontroly (viz obrázek 10). Plánovaná pohybová strategie se mění v závislosti na průběhu produkovaného pohybu a zpětnovazební informací. Toto je však skutečně možné pouze u pohybových dovedností, které jsou pomalejší a trvají déle. Diskrétní, pohybové dovednosti charakterizujeme způsobem jejich provedení způsobem „všechno nebo nic“. Je-li pohyb jednou spuštěn, musí být dokončen podle jeho původního plánu, není možné provést zpětnovazební zásah (Schmidt & Lee, 2005).

## 2. Kognitivní funkce nervového systému a pohybové chování



Obrázek 10. Konceptuální model řízení pohybu (přepracováno podle Schmidt & Lee, 2005).\*

\* Vysvětlivky k obrázku 10:

**M1 a M2** představují uzavřené dráhy v rámci zpětnovazebních okruhů.

**Dráha M1** znázorňuje smyčku mezi svalovou a míšní úrovní. **Zpětnovazební informace (ZVI)** o délce a napětí v zapojeném svalu vedou do míchy a odtud se vracejí modifikované informace přímo do svalů, aniž by vstoupily do vyšších systémů. Tento okruh je velmi rychlý, ale nepružný. Ovlivňuje místní kontrolu svalové kontrakce. Jedná se o nejnižší kontrolu pohybové kontroly.

**Dráha M2** přivádí **zpětnovazební informace (ZVI)** do vyšších center, které mají vliv na pohybové programy pohybu.

Pokud systém ve skutečném pohybu/vnímání uspěje, znamená to, že jeho konstrukce je vhodná k vnitřnímu budování pohybu a vnímání. Naopak pokud systém selhává, je třeba vnitřní systém (představu) změnit. Systém vnímání pohybu neustále kontroluje, zda provedený pohyb, který je konstrukcí množství pohybů, a který systém považuje za vhodný na základě předpokládaných podmínek prostředí, je vhodný pro skutečný požadavek. Stanoví-li systém, že struktura pohybu je nevhodná, zajišťuje vnitřní podmínky tak, aby korespondovaly s podmínkami vnějšími. Úspěšná nebo neúspěšná konstrukce pohybu a vnímání mohou změnit vnitřní podmínky systému. Vnitřní podmínky pohybu/vnímání mohou být odlišné, a tím budou ovlivněny nové konstrukce pohybu. Cílem tohoto procesu je efektivní a úspěšné jednání (Mayer & Hermann, 2014).

### 2.1.5 Symbolické funkce

Symbolické funkce jsou funkce mozku specifické pro člověka. Mezi ně se zařadí schopnost vytvářet mentální obrazy, neboli vnitřní reprezentace vnějších objektů či událostí. Symbolické funkce můžeme dělit do tří kategorií:

1. Gnostické funkce zahrnují schopnost rozpoznat podnět z okolního světa (Ambler, 2006). Z pohledu motorického systému umožňují správné vnímání pohybu, koordinované provedení pohybu a kinestetický prožitek. Ovlivňuje je kvalita centrálních funkcí, které zajišťují, že dokážeme pohyb napodobit nebo diferencovat. Konkrétně jsou to zrcadlové neurony umístěné v čelních a parietálních lalocích, které nám zprostředkovávají představu sebe sama v pohybu (Kolář, 2016).

## 2. Kognitivní funkce nervového systému a pohybové chování

2. Funkce fatické, které umožňují jedinci vyjadřovat se mluvením, psaním, počítáním a obecně operovat s abstraktními pojmy.
3. Funkce praktické, které představují schopnost vykonávat složitější účelné pohyby (Ambler, 2006).

### 2.1.6 Exekutivní funkce

Exekutivní (výkonné) funkce umožňují jedinci vytvářet plán činnosti, zahájit provádění činnosti, průběžně ji řídit, setrvat v činnosti, korigovat ji tak, aby šla k cíli a zastavit vykonávanou činnost. Mají afektivní rovinu, která představuje seberegulaci a sebekontrolu. Rovinu behaviorální, která představuje aktivitu, motivaci, plánování a vykonávání řetězce činností vedoucí ke stanovenému cíli. Diamond (2013) hovoří o třech základních typech exekutivních funkcí, které zahrnují mentální procesy shora dolů.

1. Inhibiční kontrola a sebekontrola; pojem inhibiční kontrola představuje schopnost korigovat vnitřní predispozice (kognice a emoce) a zvolit vhodné podněty z vnějšího prostředí, které vedou k účelnému chování. Především se jedná o potlačení pozornosti k nežádoucím nebo nedůležitým podnětům a potlačení nežádoucích mentálních reprezentací (myšlenek a vzpomínek) (Anderson & Levy, 2009). Sebekontrola představuje schopnost udržovat optimální úroveň emoční, motivační a kognitivní aktivity (Liew, 2011).
2. Pracovní paměť představuje schopnost vybavovat si informace a pracovat s nimi Braddely & Hitch, 1994, Smith & Jonides, 1999). Pracovní paměť je zodpovědná za pochopení a vytváření souvislostí mezi mentálními reprezentacemi (pojmy nebo ději). Pracovní paměť rozlišujeme verbální a vizuálně-prostorovou.

3. Kognitivní flexibilita je jakýmsi třetím jádrem exekutivních funkcí. Především se jedná o schopnost přizpůsobit se aktuální situaci, měnit perspektivu v prostoru, přepínat mezi úkoly a účinně řídit činnosti (Diamond, 2013).

### 2.1.7 Kognitivní penetrace vnímání

Pojmu kognitivní penetrace se užívá jako označení pro míru závislosti psychického procesu na pojmovém a racionálně-logickém zacházení s jeho obsahem. Podle Macphersona (2017) tvoří kognitivní penetraci průnik tzv. raného vidění a percepční zkušenosti. Systém raného vidění využívá pozorností modulovaný vizuální signál jako vstup a výstupem je celková reprezentace skutečnosti či objektu (Pylyshyn, 1999). Percepční zkušenost se týká stavu vědomí, do něhož jedinec vstupuje při vnímání okolního světa. Důležitou složkou je pozornost. Některé studie upozorňují na skutečnost, že pozornost je ovlivněna směrem pohledu, který určuje, které objekty a vlastnosti jsou zpracovány (Macpherson, 2017). Na základě prediktivního kódování, tj. znalostí, předpokladů a očekávání v různých fázích na úrovni kortexu, jsou vytvářeny generativní reprezentace světa shora dolů, které předpovídají vlastnosti okolního světa (Friston, 2010; Clark, 2013; Cecchi, 2014). Taková reprezentace neboli představa může být kognitivně penetrabilní, pokud je možno si ji do potřebné míry vybavit na podkladě vědomého záměru navazujícího na pojmové racionálně-logické operace, v nichž jsou určité pojmy v obsahové shodě s představou (Slavík, Chrz & Štěch, 2014). V této souvislosti je důležité věnovat pozornost rozlišení mezi dvěma klíčovými typy reprezentace, které Paivio pojmenoval termíny logogen a imagen. Zatímco logogen odpovídá sémantické reprezentaci prostřednictvím slov, resp. pojmů v jazyce, imagen má charakter obrazu či komplexního vjemového pole: gestaltu. Již Piaget

věnoval soustředěnou pozornost tomu, že mentální operace spojené s těmito dvěma klíčovými typy reprezentace se v mnoha ohledech liší (Piaget a Inhelderová, 1997).

Goodman (1976, 2007) navrhl teoretické vysvětlení pro souvztažnost i rozlišování mezi uvedenými dvěma typy reprezentace. S oporou o jeho terminologii lze vysvětlit, že kognitivní penetrace se tak jeví jako je obrácená denotace (typicky: denotace verbální) toho, co se vyskytuje v gestaltu (Goodman, 2007). Obrácená denotace je výběrem určité části, aspektu či vlastnosti z komplexního vjemového pole (ať již jde o vjem nebo o představu). Tento výběr závisí na kulturní zkušenosti subjektu s užíváním konceptů v rozmanitých situacích. To znamená, že kvalita obrácené denotace je podmíněna socio-kulturním učením. Během učení se kognitivní penetrabilita představ rozvíjí a upřesňuje.

Např. řekneme-li „Šálek je žlutý“, vypovídáme o určité vybrané kvalitě (barvě) komplexního vjemu (nejen barvy, ale také tvaru, objemu, osvětlení...) a zároveň tím můžeme vyvolat odpovídající představu. Avšak jen tehdy, jestliže posluchač rozumí česky a zná pojmy „šálek“, „žlutý“. Za takových okolností lze posuzovat správnost tvrzení. Někdo by třeba mohl namítnout: „Mně se ten šálek jeví spíše oranžový, podívej se na něj v lepším osvětlení“. Z toho vyplývá, že správnost soudů a úsudků spojených s vnímáním nebo imaginací je možné vyhodnocovat a uvádět pro ni argumenty. Tímto způsobem se lze učit, tj. kognitivně obohacovat a upřesňovat jak představy, tak vnímání. Podstata kognitivní penetrace tedy vyplývá z otázky, jakým způsobem a do jaké míry to, co si myslíme, ovlivňuje to, co vnímáme (Zeimbekis & Raftopoulos, 2015).

Míra a kvalita kognitivní penetrability rozhoduje o tom, do jaké míry je představa při své reflexi uchopitelná v pojmech, přesvědčení

nebo vědomě kontrolovaném jednání. Kognitivní penetrace podmiňuje intersubjektivní vyjadřování představ. Subjekt se učí využívat vyjadřování představ při komunikaci a součinnosti s ostatními lidmi. Subjekt je potom schopen svou představu vyjádřit a sdílet ji s ostatními a zpětně jí porozumět v příslušném konceptuálním rámci (Slavík, Chrz & Štěch, 2014).

### 2.1.8 Metakognice

Zjednodušeně bychom mohli pojem metakognice vysvětlit jako přemýšlení o vlastním myšlení. Podle Sternberga (2009) se jedná o „*schopnost jedince přemýšlet a uvažovat o vlastních myšlenkových procesech s cílem zlepšit své kognitivní procesy*“. V pohybové činnosti se jedná o využití minulých zkušeností, plánování pohybu a volbu správné strategie pohybu, timing, spuštění realizace pohybu a kontrolních mechanismů.

V procesu metakognice je zakotven aspekt sebereflexe. V případě pohybové činnosti je nutné brát v úvahu uvědomění si vlastních pohybových možností, adekvátní zhodnocení pohybové akce a eventuální využití zpětnovazebních informací ke korekci chyb.

S pojmem metakognice spojuje (Hrbáčková, Vávrová, Hladík, Švec & Novotná, 2010) pojem autoregulace. Tu považuje za osobnostní charakteristiku, která souvisí s procesy sebevýchovy, autonomie a svébytnosti. Z komplexního pohledu motorického učení je třeba uvést ještě schopnost překonávání dyskomfortu (výstup z komfortní zóny) a perzistenci.



## 2.2 Učení a paměť

Flexibilní vztah mezi naším mozkiem a prostředím tvoří základ schopností učit se. Často pod dokonavý tvar naučit se zahrnujeme také procesy spojené se schopností pamatovat si a vyvolat z paměti. Lidské chování je učením neustále modifikováno (Makino, Hwang, Hendrick & Komiyama, 2016). Z psychofyziologického hlediska můžeme učení definovat jako centrální nervový proces, který způsobuje změnu chování jedince pod vlivem podnětů. Z pohledu neuropedagogiky můžeme učení definovat jako změny na neuronálních synapsích (neuroplasticita), ke kterým dochází souběžně se změnami chování (Kandel, 1996). Jedná se o proces získávání nových nebo modifikace stávajících znalostí, dovedností, chování, hodnot a postojů (Gross, 2012).

Schopnost učit se má velká většina organismů<sup>19</sup> a dnes rovněž některé stroje. Lidské učení začíná již v prenatálním stadiu<sup>20</sup> a pokračuje až do smrti, jako důsledek interakce člověka a prostředí. Psychické procesy spojené s učením jsou opět studovány celou řadou vědních oborů – psychologie a pedagogika, pedagogická psychologie, ale také celá řada aplikovaných biomedicínských oborů, např. neuropsychologie, neurofyziologie, patologická fyziologie, neuropedagogika apod. Tento vědecký zájem způsobuje, že existuje celá řada klasifikací učení. Podle používaných experimentálních procedur, kdy je zkoumaný subjekt exponován určitým kontrolovaným typem sensorické informace, rozlišujeme dva základní typy učení: neasociativní a asociativní. Neasociativní učení představuje typ učení, kdy učící se subjekt je vystaven pouze jedinému typu sensorického stimulu (Králiček, 2011). Jedná se o změnu chování na základě předchozí zkušenosti. Podle Čápa & Mareše (2001) se jedná o geneticky

<sup>19</sup> Učení bylo prokázáno také u některých druhů rostlin (Karban, 2015).

<sup>20</sup> Existují důkazy o učení se v prenatálním stadiu ve věku 32 týdnů (Sandman, 1997).

naprogramované učení. Mezi nejjednodušší formy neasociativního učení patří orientační reakce, habituace (přivykání) a senzibilizace (zvýšení citlivosti). Při habituaci se snižuje pravděpodobnost a síla odpovědi při opakovaném podnětu. Odpověď má charakter obvykle reflexní nebo nepodmíněné reakce. Nejprve dochází k poklesu synaptické konektivity mezi senzorickým a motorickým neuronem. Při dalším opakování podnětu dochází ke strukturálním změnám v synaptických spojích (Maheshwari, Sukul, Gupta, Gupta, Phougat, Dey, Jain, Srivastava, Bhardwaj & Dikshit, 2011). Senzibilizací označujeme druh neasociativního učení, při němž po opakovaném podnětu dochází k zesílení odpovědi (Bell & Sejnowski, 1995). K zesílení reakce dochází na potencionálně nebezpečné stimuly. Krátkodobá senzibilizace představuje větší množství vyplaveného neurotransmiteru na příslušných synaptických propojeních, dlouhodobé působení stimulu způsobí zvýšení počtu synapsí a funkční změny synapsí. Dalším příkladem neasociativního učení je orientační reflex, kterým organismus zjišťuje především míru nebezpečnosti situace. Dále se jedná o tzv. imprinting (vtiskávání), při němž jediná expozice podnětu stačí k uložení do paměti a explorační chování, což je spontánní objevování a prozkoumávání prostoru (Čáp & Mareš, 2001).

Při asociativním učení jsou vytvářeny vazby mezi podněty. Tento typ učení je předmětem pedagogických věd a opět můžeme rozlišit několik typů asociativního učení: tzv. klasické, instrumentální neboli operantní podmiňování. Paradigma klasického podmiňování zahrnuje opakované spárování podnětu vyvolávajícího reflexní odpověď s jiným, dříve neutrálním podnětem. Známým příkladem je Ivan Pavlov a jeho experiment se psy nebo Watsonův velmi kontroverzní experiment „Malý Albert“, v němž demonstroval učení emocí pomocí klasických principů podmiňování. Operantní či instrumentální podmiňování je často

označováno jako aktivní učení. Chování učícího se subjektu je posíleno odměnou či trestem (Galizia & Lledo, 2013).

Učení, které samo o sobě představuje určitý děj zaměřený na získání určitého výsledku učení, nazýváme procedurální. Výsledky učení mohou představovat získané vědomosti, sensorické a motorické dovednosti, návyky, postoje, rozvoj osobnosti, sociální dovednosti, apod. Souhrnně je nazýváme kompetence. Způsob, jakým kompetence získáváme, nazýváme typ učení. Nejúčinnější typ procedurálního učení je tvořivé hledání řešení určitého problému.

### 2.2.1 Motorické učení

Pohybové nebo motorické učení vykazuje velmi silnou vazbu na sensorické procesy, některé zdroje hovoří o senzomotorickém učení. Sensorické procesy jsou přítomny každému učení, v této publikaci používáme výhradně pojem motorické učení, jehož synonymem je pojem pohybové učení. Makino, Hwang, Hedrick & Komiyama (2016) definují tento proces jako zlepšení schopnosti interakce s prostředím, interpretace smyslových informací a reakce motorického systému. Zkoumání procesu motorického učení je přínosné v celém svém rozsahu; jak z celkového pohledu poznávání lidského vývoje a rozvoje, tak z pohledu zcela konkrétního dopadu pohybových aktivit na jednotlivé exekuční funkce nervového systému. Hodnocení schopnosti učit se nové pohybové dovednosti poskytuje obraz toho, jak nervový systém funguje a zda funguje správně (Gallahue, Ozmun & Goodway, 2012). Teorie motorického učení se vyvíjejí společně s ostatními vědeckými obory, především psychologíí, neuropsychologií, psychofyziologií a dalšími (Sigmundsson, 2017).

Teoretický koncept motorického učení v současnosti vychází z mnoha modelů a teorií jak obecného učení, které jsou aplikovány na učení se pohybovým dovednostem, tak z biologických teorií. Tyto teorie využívají různých přístupů a úrovní – od buněčné až po makrosociální. Historické teorie se dále rozvíjejí díky novým možnostem jejich ověřování, které dokáží vysvětlit pozorované jevy. Základy obecné teorii motorického učení položil Bernstein (1967), který rozšířil Pavlovovu teorii podmíněných reflexů o pojem zpětnovazební informace a dále ji rozpracoval Anochin (1970) o myšlenku integrace důležitých poznatků z vnějšího okolí a jejich zapojení psychických procesů. Cílová představa a zpětná aferentace přispívá k regulaci a utváření činnosti. Henry & Rogers (1960) je jedním z představitelů teorie motorického zásobníku. Vychází z představy, že v pohybové paměti vzniká zásobník naučených pohybových dovedností. Čím je tento zásobník bohatší, tím je lepší možnost správné pohybové odpovědi. Cratty (1973) třídí faktory, které podmiňují efektivitu učení. Zaměřuje se především na fyzické a psychické předpoklady jedince a na strukturu činnosti, kterou se jedinec učí. Teoriemi otevřeného a uzavřeného okruhu upozornil Adams (1971) na důležitost zpětnovazebních informací v průběhu motorického učení. Schmidt (1975) předpokládá, že jedinec se neučí jednotlivým specifickým pohybům, nýbrž si vybavuje generalizované pohybové programy (GMP – general motor programs), které koriguje podle nároků či tzv. parametrů nově učené pohybové činnosti. Čím rychleji a přesněji subjekt dokáže předem identifikovat parametry budoucího pohybu, tím přesněji dokáže modifikovat a aplikovat pohybový program do požadované, dokonale provedené pohybové činnosti a dovednosti. Tato schopnost je pravděpodobně částečně daná geneticky a částečně získaná praxí, zejména v dětství, kdy se generalizované pohybové programy vytváří. Schmidt (1991) a později Schmidt & Lee (2005) se domnívají, že dospělý jedinec se již neučí novým pohybům, ale upravuje, koriguje v dětství

vytvořené, generalizované pohybové programy. Schmidtovu teorii motorického učení lze zařadit k tzv. funkcionálním teoriím, ve kterých je progres v učení vyjadřován změnami v úrovni a kvalitě zapojených psychických, respektive kognitivních funkcí, například paměti, představivosti, pozornosti, kreativity, anticipaci apod. Teorií generalizovaných pohybových programů se zabývali rovněž němečtí badatelé Olivier a Rockman (2003). Jejich teorie generalizovaného pohybového programu, v souladu se Schmidtovou teorií, předpokládá, že pro každou třídu pohybových odpovědí platí jeden pohybový program. Neměnné vlastnosti, invarianty generalizovaného pohybového programu, jsou dány „sledem událostí“ (pořadí jednotlivých součástí pohybu), „fázováním“ (časové relace jednotlivých částí pohybu) a „relativním úsilím“ (účinek zapojení svalového úsilí při provedení jednotlivých součástí pohybu). Proměnlivými vlastnostmi nebo parametry generalizovaného pohybového programu, jsou především „celková délka“ (celková délka trvání pohybu) a „svalová selekce“ (výběr zapojených svalů podle specifiky pohybové činnosti). Haken, Kelso & Bunz (1985) navrhli teorii, která se týká sekvencí jednotlivých motorických kroků, které jsou uloženy v paměti. Je-li pohybová dovednost stabilní, její plánování a realizace probíhá podle zavedeného vzoru. Dynamická nestabilita vede ke zpomalení pohybu, přepínání mezi jednotlivými stabilními pohybovými sekvencemi a postupnému nacházení správného řešení. Výběrem vhodných, již známých, pohybových sekvencí vzniká nová pohybová dovednost. Pohyb je považován za vznikající vlastnost, která se tvoří při integraci neuromuskulárního systému s centrálním nervovým systémem, která je zodpovědná za spuštění, průběh a kontrolu pohybu. Centrální nervový systém je jeden ze subsystémů, které se na pohybové akci podílejí. Tuto teorii označujeme jako teorii dynamických systémů, která vytváří užitečnou perspektivu pro popis, vysvětlení a predikci vývoje a řízení motoriky (Kamm, Thelen & Jenssen, 1990; Kelso, 2003;

Haywood & Getchele, 2014). Jakýkoli pohyb nebo pohybový vývoj je, podle teorie dynamických systémů, založen na interakci pohybujícího se jedince, pohybového úkolu a prostředí (Newell, 1986; Thelen & Smith, 1994). Z této myšlenky vychází Newellův model, který je často označován za ekologickou teorii motorického učení. Faktory ovlivňující vývoj koordinace a kontroly řízení, považuje Newell za omezení (Haywood & Getchele, 2014). Omezení lze definovat jako všechny podmínky, které limitují nebo pomáhají pohybu. Jinými slovy můžeme říci, že omezení pomáhají snížit počet stupňů volnosti v pohybu. Z toho vyplývá, že čím snižujeme složitost pohybu, tím můžeme lépe ovlivnit a kontrolovat intervenující faktory. To umožňuje lidskému tělu v pohybu stát se kontrolovatelným systémem, abychom mohli regulovat a koordinovat naše pohyby. Různé procesní podmínky mění počet stupňů volnosti, v nichž lze pohybovou úlohu provádět.

Manipulací s omezeními můžeme změnit způsob organizace a provedení pohybu. Naše tělo poskytuje většinou více možností, jak určitou pohybovou dovednost provádět. V procesu učení je cílem dosáhnout synergie a koordinace zapojování jednotlivých svalů a svalových skupin (Bernstein, 1967).

Na druhé straně motorické učení způsobuje relativně trvalé změny v pohybovém chování související se zkušenostmi a učením (Schmidt & Lee, 2005). Tuto teorii podporují rovněž moderní biologické přístupy, které naznačují, že složitost vývoje můžeme chápat jako neustále se měnící podmínky interakce jedince a prostředí. Vhodným příkladem takové obecné teorie s využitelným přesahem právě do motorického učení je Gottliebova teorie založená na pravděpodobnostní epigenezi (Gottlieb, 2007). Tato teorie vychází z předpokladu, že existuje neustálá, celoživotní interakce mezi našimi geny a prostředím, což způsobuje

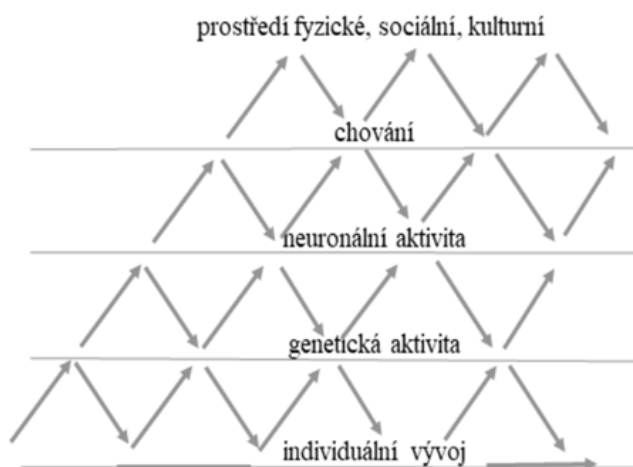
## 2. Kognitivní funkce nervového systému a pohybové chování



Obrázek 11. Model Newellovy teorie omezení (zpracováno podle Colombo-Dougovito, 2017).

vývoj jedince. Adaptační změny jsou výsledkem syntézy působení dědičnosti a vnějšího působení prostředí (výchova) (Gottlieb, 2002).

Vývoj je závislý na stimulaci, která jednak přichází z neuronální činnosti mozku a jednak z okolního prostředí. Pravděpodobnostní epigenéze je založena na předpokladu, že určité vývojové fáze musí proběhnout před zahájením dalšího vývojového kroku. Proces vývoje je možné predikovat, ale je nutné mít stále na paměti, že v každém okamžiku vývoje se mohou změnit vlivy prostředí, které mohou způsobit změny ve vývoji (Gottlieb, 1998 a 2007). Pravděpodobnostní epigenéze integruje do teorie vývoje výchovu jednotlivce a klade na ni stejný důraz jako na genetické předpoklady. Tak jsou poskytnuta vysvětlení toho, jak mozek integruje a učí se ze získaných zkušeností s okolním prostředím



Obrázek 12. Pravděpodobnostní epigeneze. Obrázek ilustruje obousměrnou interakci mezi genetickou aktivitou, neuronální aktivitou, chováním a prostředím (zpracováno podle Sigmundsson, Trana, Polman & Haga, 2017).

nebo našimi minulými výkony (Sigmundsson, Trana, Polman & Haga, 2017).

Další teorie je založena na porozumění adaptace struktury mozku a reakce na různé situace, které je nutné vyřešit pohybovým chováním. Edelman (1992) vyvinul teorii výběru do neuronálních skupin, která naznačuje, že způsob, jakým se mozek vyvíjí je analogií výběru v evolučním vývoji. Zkoumal, jak selekce působí na tělních buňkách a tvrdil, že k tomuto procesu dochází v celém lidském organismu, včetně mozku, po získání zkušeností a učení (Edelman, 1992 a 2006).



Edelman se zaměřil na zkoumání jednotlivých Broadmanových mozkových oblastí<sup>21</sup> a jejich vliv na fungování mozku. Proto se lidé rodí s velkým repertoárem neuronů, což umožňuje pozdější variabilitu vývoje selekcí a vyřazením inaktivních buněk (Sowell, Peterson, Thompson, Welcome, Henkenius & Toga, 2003). Zkušenost a učení doladí neurony do skupin, které společně vytvoří základ pro další učení a rozvoj (Edelman, 2006). V souladu s Gottliebovou pravděpodobnostní epigenezí naznačuje Edelmanova teorie, že mozek vytváří neuronální sítě na základě zkušeností a učení jedince. Skupiny neuronálních spojení tvoří repertoár vzorců chování a spojují různé části mozku dohromady (Edelman, 2006; Sigmundsson, Trana, Polman & Haga, 2017). Tyto neuronální skupiny společně vytvářejí sítě, které zajišťují propojení myšlení a činnosti. Výběrový mechanismus funguje tak, že stimulační, zkušenostmi a učením jsou funkční buňky zachovány a ty, které své místo neobhájí, zmizí buněčnou smrtí (Sporns, 2012). Konečná specializace neuronu a determinace jeho fungování do jisté míry závisí na geneticky specifických vlivech jiných neuronů v síti. Proto „závisí vývoj nervového systému a konečný výkon na interakci mezi genetickými a vnějšími faktory“ (Edelman, 2006, str. 143–144).

Henderson, Sugden & Barnett (2007) navrhli koncept motorické kompetence. Motorickou kompetenci lze chápat jako schopnost jedince provádět adekvátní motorické akce. Zahrnuje jak jemnou, tak hrubou motoriku. Abychom mohli jedince považovat za motoricky kompetentního, musí být schopen ovládat širokou paletu pohybových dovedností. Pohybové chování závisí na situaci a na pohybovém úkolu, který má být vyřešen. Každý pohybový úkol představuje jiné nároky na úroveň pohybových schopností i předchozí zkušenosti a dovednosti.

<sup>21</sup> Broadmanovy oblasti mozku jsou rozlišitelné různými typy neuronů, které jsou shromážděny do skupin a jasnými „hranicemi“, které zmapoval Broadman (Brodal, 2013).

Považujeme za nutné upozornit na skutečnost, že do procesů motorického učení významně intervenují emoční a volní procesy, které jsou velmi subjektivní a mohou ovlivnit aktivaci nervového systému. Ta může dost významně senzomotorický výkon ovlivnit.

### 2.2.2 Mechanismy a procesy motorického učení

Poznatky o aktivitě centrálního nervového systému v průběhu motorického učení jsou v současnosti získávány sofistikovanými vyšetřovacími metodami, např. pomocí neinvazivní PET (pozitronové emisní tomografie), další metodou je tzv. rCBF (regionální mozkový průtok krve), fMRI (funkční magnetická rezonance) a EEG (elektroencefalografie). Při těchto vyšetřeních je možné diagnostikovat, jak moc mozek využívá glukózu v energeticky závislých neuronálních procesech a jak se mění místní průtok krve v jednotlivých mozkových oblastech (Braus, 2004), popř. které neurony jsou elektricky zapojeny při šíření vzruchu.

Neurofyziologické mechanismy rozdělují motorické učení do tří hierarchických úrovní se zřetelně rozdílnými cíli. První úroveň představuje učení percepční. Zahrnuje selektivní výběr a efektivní zpracování smyslové informace potřebné k vytvoření vhodné akce. Ve fázi percepčního zpracování vstupní informace přinášejí stimuly z prostředí do smyslových orgánů, kde jsou atributy sensorických podnětů transdukovány na elektrické signály (akční potenciál). Transdukováný signál dospěje do centrálního nervového systému. Zde kognitivní funkce aktivně určí, které informace jsou ignorovány a na které bude spuštěna reakce (Makino, Hwang, Hedrick & Komiyama, 2016). V tomto smyslu hovoříme o percepčně-senzorické fázi motorického učení. Psychofyziologické výzkumy prokazují, že zlepšení úrovně percepce má vliv na trénovanou stimulační funkci, např. orientace v prostoru. Xiao,

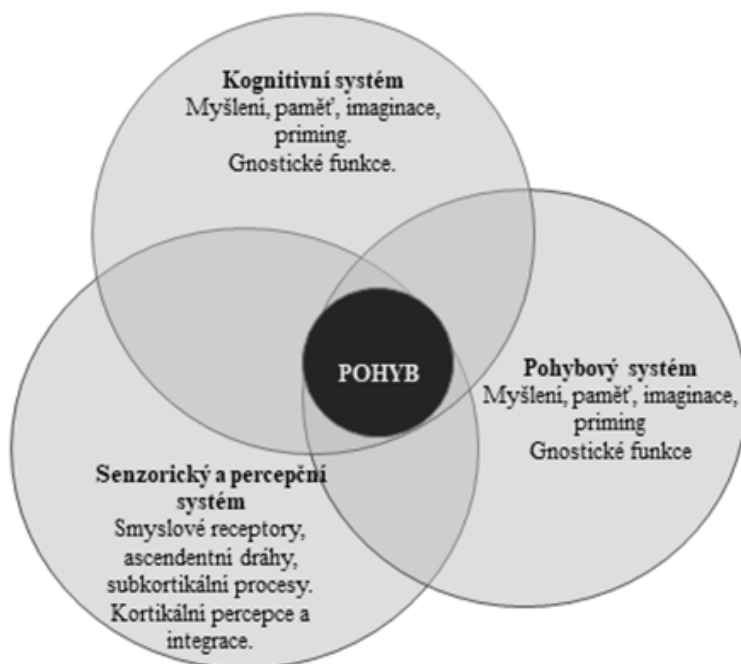
Zhang, Wang, Klein, Levi & Yu (2008) se domnívá, že percepční učení může zahrnovat změny ve vyšších oblastech mozku. Jednotlivé neurony zvyšují percepční schopnost tím, že dokáží rozlišit podobné podněty (Teich & Qian, 2003). Učením se zvyšuje schopnost selektovat podněty, které jsou relevantní pro určitý typ úkolu (Schoups, Vogels, Qian & Orban, 2001; Yang & Mausell, 2004; Yan, Rasch, Chen, Xiang, Huang, Wu & Li, 2014). Další hypotézy předpokládají, že zlepšení percepce má za následek zlepšení motorického výkonu a naopak (Petrov, Doshier & Lu, 2005; Law & Gold, 2009). Kromě rozšířené detekce podnětů vyžaduje proces motorického učení propojení aspektů environmentálních podnětů se specifickými akcemi. Druhou hierarchickou úroveň podle Makino, Hwang, Hedrick & Komiyama (2016) tvoří motorické asociativní učení. Do této kategorie spadají jednak podmíněné reflexy, ale také volní pohyby. Asociativní motorické učení je velmi často založeno na principu pokus-omyl. Celá řada studií, které se vztahují ke změnám v neuronálních strukturách CNS, hovoří o konkrétních projevech v pohybové odpovědi (Mitz, Godschalk & Wise, 1991; Asaad, Rainer & Miller, 1998; Pasupathy & Miller, 2005). Jedním z účinků motorického asociativního učení je zkrácení reakční doby motorické odpovědi, což poukazuje na vyšší účinnost zpracování informací. Toto zvýšení účinnosti může být dosaženo zkrácením signálních transdukčních drah mezi senzorickým a motorickým výstupem. Třetí hierarchickou strukturou je učení se pohybovým dovednostem. Vyzkoušením určitého počtu motorických distribucí, které přinesou pozitivní výsledky, pomůže interně definovat a postupně zdokonalovat konečné pohybové dovednosti. Úkolem mozkových oblastí spojeným s motorickým učením je vytvoření „cesty“ pro snadné a stereotypní provedení naučené dovednosti. V rámci této třetí struktury je možné definovat učení se pohybovým dovednostem jako opakování zprostředkovávající zvýšení přesnosti a rychlosti provedení konečné pohybové dovednosti (Schmuelof & Krakauer, 2014; Diedrichsen

& Kornysheva, 2015). Motorická kůra obsahuje „somatotopické mapy“, které jsou vysoce plastickým prvkem motorického kortexu (Nudo, Milliken, Jenkins & Merzenich, 1996). Stimulace různých kortikálních oblastí vyvolá pohyby různých tělesných segmentů. Motorické učení způsobuje rozšíření těchto somatotopických mototrických map pro přidružené svalové skupiny, což naznačuje, že tyto svaly mají propracovanou reprezentaci v kortexu (Karni, Meyer, Jezzard, Adams, Turner & Ungerleider, 1995; Nudo, Milliken, Jenkins & Merzenich, 1996; Pearce, Thickbroom, Byrnes & Mastaglia, 1999; Kleim, Hogg, Van den Berg, Cooper, Bruneau & Remple, 2004). Opakování pohybové dovednosti vede k pohybovému stereotypu.

Průběh motorického učení je vyjádřen tzv. časovým modelem, který začíná rychlým počátečním zlepšením („rychlá“ fáze učení), po které následuje pomalejší kvalitativní nárůst dovednosti (Karni, Meyer, Jezzard, Adams, Turner & Ungerleider, 1995). Na počátku motorického učení dochází k excitaci, která zahrnuje velkou část kortikálních oblastí, včetně těch, které nutně nemusí souviset přímo s kódováním motorické informace.

Motorické učení je založeno na pravidelné a odpovídající mechanosenzorické stimulaci na periférii a centrálním rozlišení aferentních stimulů na odpovídající eferentní signály – příkazy k pohybu, které vedou ke svalovým kontrakcím. Transformační procesy v oblasti motorického kortexu vyžadují trvání několika hodin denně několik po sobě jdoucích dnů, aby bylo dosaženo efektivního a dlouhodobého účinku (Elbert & Rockstroh, 2003). Karni, Meyer, Jezzard, Adams, Turner & Ungerleider (1995) potvrdili, že opakování pohybové akce vede ke zlepšení z hlediska rychlosti a přesnosti. S rostoucí automatizací pohybů se nervová aktivita omezuje na kortikální oblasti, které jsou skutečně relevantní pro pohyb. Tento uzlový bod považujeme za přechod od učení k dovednosti.

## 2. Kognitivní funkce nervového systému a pohybové chování



Obrázek 13. Model řízení motoriky. Pohyb vychází z interakce jedince, prostředí a snahy splnit pohybový úkol. Každá ze znázorněných složek ovlivňuje kvalitu provedeného pohybu (zpracováno podle Lusardi & Bowers).

S výše jmenovanými mechanismy jsou svázány procesy, které limitují motorické učení a s ním spojený pohybový výkon:

1. Účinná selekce relevantních sensorických informací; jde o aktivní proces, protože to, co vnímáme je již ovlivněno našimi reflexními pohyby (např. okulomotorický reflex). Jinými slovy pohybujeme se, abychom mohli efektivně

vnímat. V každé fázi učení je nutné, aby učíci se subjekt získával různé informace (Seki, Perlmutter & Fetz, 2003; Bays & Wolpert, 2007). V případě, že není aktivační úroveň nervového systému adekvátní ve vztahu k pohybovému úkolu, není jedinec schopen účelně extrahovat potřebné smyslové informace (percepční zúžení) (Most, Scholl, Clifford & Simons, 2005). Selektce přicházejících informací směrem k pohybovému úkolu je závislá rovněž na pozornosti jedince. Přesnost smyslového vnímání může být výrazně ovlivněna, protože celá řada smyslových informací přichází ke smyslovým receptorům přes sebe (např. zvukové signály, které vnímáme v hlučném prostředí) (Ernst & Bulthoff, 2004). To je princip Bayesovské interference, která předpokládá, že existuje efektivní způsob, jak na základě neúplných informací co nejlépe posoudit vnímanou situaci a najít nejpravděpodobnější vysvětlení jevu a provést perspektivní rozhodnutí (Kording & Wolpert, 2006).

2. Rozhodování a výběr strategie pohybu: Dochází k vytváření mentální reprezentace pohybové akce. Mezi senzoryckými a kognitivními složkami neexistuje přesná hranice. V procesu rozhodování i výběru strategie je zakomponována rychlost a přesnost pohybové akce. Zde je třeba upozornit na Fittsův a Hickův zákon. Fittsův zákon upozorňuje na vztah právě těchto dvou parametrů pohybu, přesnosti a rychlosti. Čím je pohybový úkol náročnější na přesnost jeho provedení, tím se prodlužuje délka jeho trvání (Fitts, Weinstein, Rappaport, Anderson & Leonard, 1956). Hickův zákon (Hick, 1952) hovoří o výběru podnětu. Pokud na jedince působí více podnětů, je třeba rozhodnout, který podnět bude upřednostněn. Čím více existuje podnětů, tím více se prodlužuje reakční doba před zahájením pohybové odpovědi.
3. Predikce a reakce: predikční model vytváří předpoklad, který efektivně stimuluje naše chování v interakci s okolím. Za

pomoci kopie motorického příkazu předpokládá predikční model jeho důsledky (Wolpert, Diedrichsen & Flanagan, 2011). Predikce může být upřesněna snahou o optimální odhad stavu (tzv. Kalmanův filtr). Reakce představuje spuštění pohybové akce. Kvalifikovaná pohybová akce často spoléhá na prediktivní řízení, v případě motorického učení máme na mysli zautomatizovanou odpověď.

4. Kontrolní a zpětnovazebné mechanismy: u většiny pohybových akcí je jejich průběh neustále kontrolován a porovnáván s předpokládaným průběhem pohybu. Vyskytne-li se nesoulad mezi předpokládaným a skutečným stavem, systém spouští vhodná nápravná opatření (např. úpravou vstupních sensorických informací nebo korekcí prováděného pohybu či jeho plánu) ve prospěch úspěšného splnění úkolu (Todorov, 2004; Flanagan, Bowman & Johansson, 2006). Určité typy zpětné vazby jsou velmi rychlé, např. monosynaptický napínací reflex. Tento typ řídí pohybovou odpověď, ale nedochází k její modifikaci dlouhodobými zkušenostmi. Naproti tomu delší zpětnovazební smyčky lze upravit v závislosti na aktuálním průběhu pohybu (Wagner & Smith, 2008). Důležitým zpětnovazebním mechanismem, který umožňuje optimální kontrolu, je tzv. koncept minimální intervence. To znamená, že zpětnovazební systém rozliší významnou a bezvýznamnou chybu. Opravovat takovou chybu je zbytečné, pokud ovšem negeneruje další chybu (Valero-Cuevas, Venkadesan & Todorov, 2009).

Všechny tyto vyjmenované faktory jsou závislé na předchozí zkušenosti jedince. Motorické učení je silně limitováno neuronálními reprezentacemi motorické paměti, které určují způsob, jak bude pohybový úkol vyřešen. Motorický systém průběžně zkvalitňuje (upřesňuje, zrychluje) příkazy k pohybu (Wolpert & Diedrichsen, 2011).

### 2.2.3 Typy a fáze motorického učení

Proces motorického učení rozlišujeme podle typu informace, kterou motorický systém považuje za signál k učení. Motorické učení je v raných fázích vývoje řízeno nejprve reflexně a psychomotorický vývoj jedince je kontrolován právě prostřednictvím pohybových projevů. Příkladem takového reflexního, geneticky zakódovaného, typu pohybového učení je proces vertikalizace nebo rotační proces v kojeneckém období. Později v batolecím období se velmi výrazně uplatňuje tzv. imitační učení – učení se nápodobou. O zrcadlení a funkci zrcadlových neuronů budeme podrobněji hovořit ve zvláštní kapitole. V předškolním a mladším školním věku jsou jedinci obzvláště vnímaví k učení se pohybovým dovednostem. Toto období nazýváme „zlatý věk motorické docility“. Za docilitu považujeme schopnost učit se novým pohybovým dovednostem rychle a efektivně (Peřinová, 2016). Kromě učení se pohybovým dovednostem imitací, nápodobou, které probíhá více či méně bezděčně, využíváme velmi často podobný typ učení, který nazýváme observační. K tomuto typu motorického učení dochází většinou záměrně. Cvičenec pozoruje jinou osobu při provádění učené pohybové dovednosti a může ji tak dobře analyzovat a připravit relativně přesný plán vlastního pohybu. K samotnému motorickému učení potom můžeme využívat pouze část pohybového řetězce nebo jinou kvalitu (rychlost, rozsah a přesnost pohybu). Velmi často se tohoto typu učení využívá také v pozdějších fázích nácviku pohybové dovednosti, kdy jedinec sleduje videozáznam sebe sama při provádění pohybové dovednosti a provádí analýzu vlastního pohybu. Často se observačního učení využívá při kompenzaci poruch hybnosti v rehabilitaci. Zcela logicky na tento typ motorického učení navazuje učení se vhlédem. K vhledu dochází při náhlém a spontánním pochopení učební situace a nalezení způsobu řešení doprovázené „aha-prožitkem“. Zpětnovazebních informací se využívá



především v typu učení „pokus-omyl“. Zpětnovazební informace obsahuje nejen informaci zda byl nebo nebyl cíl dosažen, ale obsahuje v sobě také informaci proč. Tento typ učení demonstruje adaptační paradigma, včetně adaptace pohybu očí (Péllisson, Alahyane, Panouillères & Tilikete, 2010), vizuomotorické adaptace (Krakauer, Pine, Ghilardi & Ghez, 2000) a obsažení smyslového pole (Thoroughman & Shadmehr, 2000).

Stav pohybového systému se v průběhu motorického učení může měnit. Změna nastává zejména v důsledku opakování učené pohybové dovednosti. Motorické učení je založeno na tvorbě kognitivní mapy v kortexu. Zde dochází k propojení mezi senzoryckými a motorickými stimuly. Vizuomotorické zpracování ve spojení se získáváním pohybové zkušenosti transformuje interní model s externím modelem, tj. tělesné vlastnosti a schopnosti jedince s okolním prostředím. Faktory, které mohou ovlivnit proces mapování, jsou např. tělesná/svalová únava, změna hmotnosti nářadí či náčiní (míč), materiál povrchu podložky (beton, tráva, písek, sníh), atd.

Proces motorického učení můžeme rozdělit do tří fází, které nejsou pevně ohraničeny. Nicméně můžeme vysledovat jisté opakující se zákonitosti.

V první fázi motorického učení se cvičenec seznamuje s pohybovým úkolem, vytváří si představu o správném provedení a realizuje první pokusy. Jsou zapojeny velké svalové skupiny, pohyb většinou není plynulý a správně načasovaný. V závislosti na náročnosti úlohy a na omezeních jedince a prostředí jsou první pokusy většinou neúspěšné. Z pohledu didaktického o této fázi hovoříme jako o fázi generalizace. Snažíme se o co největší zjednodušení pohybové dovednosti a předkládáme ukázkou. Ukázkou by měla být co nejpřesnější a působit na co největší možný počet modalit.

Správné předvedení pohybové dovednosti způsobí vznik vizuální představy, krátké vysvětlení zprostředkuje auditivní informace. V případě nezkušených cvičenců je vhodné působit na kinesteticko-proprioceptivní aparát a pasivním pohybem pomoci cvičenci vytvořit zcela správnou představu. Pokud se týká procesů, které probíhají v centrálním nervovém systému, dochází k excitaci, která zahrnuje velkou část kortikálních oblastí, včetně oblastí, které nemusí nutně souviset s kódováním motorické informace. Z tohoto pohledu se první fáze nazývá iradiace, protože vzruchy, které řídí pohybovou aktivitu, jsou rozptýlené.

Po zvládnutí prvních pokusů dochází k fázi diferenciaci. Postupně se provedení pohybové dovednosti zkvalitňuje, popř. zrychluje, zapojují se pouze svaly, které se na provedení pohybu podílejí, mizí souhyby. Pohyb se stává plynulým a koordinovaným. Velmi často dochází ke zpomalování motorického učení až k tzv. plató efektu, kdy se zlepšování nacvičované dovednosti zcela zastaví. Zde je velmi důležitý přístup samotného cvičence i pedagoga, aby byla udržena motivace a volní úsilí zajišťující další pokračování motorického učení. Důležitá je nejen sensorická zpětná vazba, ale také zpětnovazební informace z vnějšího prostředí (pedagog, spolucvičenec, videozáznam, apod.). Na konci druhé fáze motorického učení cvičenec zvládá pohybovou dovednost. Z počátečního rozptýlení vzruchů se dostavuje koncentrace vzruchů do těch částí kortexu, jež jsou zapojeny v pohybu (Rychtecký & Fialová, 1998).

Ve třetí fázi se nacvičená pohybová dovednost zpevňuje, což zahrnuje jak kvalitativní, tak kvantitativní zdokonalování pohybu. V pohybech se projevuje automatismus, cvičenec dokáže pohybovou dovednost uplatňovat ve změněných podmínkách. Z energetického hlediska je pohyb velmi ekonomický. Procesy excitace a inhibice v CNS jsou ustáleny v dimenzích času

a prostoru. Jedná se o fázi stabilizace procesů centrálního nervového systému.

Za vrchol motorického učení považujeme, když je jedinec schopen své zautomatizované pohybové dovednosti kreativně modifikovat. Obzvláště v případě tzv. otevřených dovedností<sup>22</sup> je možno pohybovou dovednost nejen zcela dokonale technicky ovládat, ale také ji vhodně, popř. překvapivě, modifikovat. Zde se velmi silně uplatňují právě kognitivní procesy, především myšlení, představivost, fantazie, anticipace a kreativita. Tento projev nazýváme sportovním mistrovstvím. Jedinec do tohoto stavu dospěje po velkém počtu opakování pohybové dovednosti v různých cvičebních kontextech.

### **Zrcadlové neurony a motorické učení**

Objev zrcadlových neuronů je považován za jeden z nejvýznamnějších objevů neurověd za poslední desetiletí. Postupný popis jejich funkce pomáhá vysvětlit celou řadu fenoménů, které byly předpokládány, ale neměly hmatatelné opodstatnění. Zrcadlové neurony představují speciální skupinu neuronů, které byly poprvé diagnostikovány v premotorickém kortexu opic (Di Pellegrino, Fadiga, Fogassi, Gallese & Rizzolatti, 1992; Gallese, Fadiga, Fogassi & Rizzolatti, 1996). Skupiny kortikálních oblastí, v nichž jsou neurony lokalizovány, jsou nazývány zrcadlovým neuronálním systémem (Mirror Neuron System – MNS). Tento systém považují Cattaneo & Rizzolatti (2009) za neurofyzilogický mechanismus observačního (imitačního) motorického učení. K jeho aktivaci

---

<sup>22</sup> Otevřená pohybová dovednost se uplatňuje v neustále se proměňujících podmínkách (např. se jedná o herní činnosti), učící se jedinec musí vnímat také časoprostorové změny, které jsou většinou nečekané. Opakem jsou uzavřené dovednosti, které se uskutečňují v prostředí stabilním (např. gymnastické dovednosti).

dochází při pozorování druhé osoby, jak vykonává určitou pohybovou akci či aktivitu (Rizzolatti & Craighero, 2004). Rizzolatti & Fabbri-Destro a kol. (2008) považují zrcadlové neurony za neurologický základ mechanismu percepčně motorické transformace. Tím je umožněno subjektům transformovat vizuální informace do motorických stimulů (Cattaneo & Rizzolatti, 2009). Vizuomotorická transformace umožňuje, že se lidé mohou učit novým pohybovým dovednostem, které přebírají z exekučního modelu (Heyes, 2001; Vogt, 2002). To může probíhat vědomě nebo nevědomě. Vědomé opakování pohybů, které subjekt vidí, nazýváme imitace.

Chování, při němž dochází k nevědomému opakování pohybů, gest či postojů druhé osoby, nazýváme zrcadlení. Chartrand & Barg (1999) hovoří o zrcadlení jako o podvědomé replikaci neverbálních signálů jiné osoby, která se odehrává v každodenních situacích. Zrcadlení je odlišné od vědomé imitace. Stejně schéma platí i pro emoce. Velmi často si všímáme, že emoce jsou přenositelné z jedince na jedince nebo na celou skupinu. Na internetu jsem zachytila video, na němž pasažér s mobilem v ruce a sluchátky v uších se ve vozu metra začne nahlas smát. Ve velmi krátké době se směje celý vůz. Zrcadlení emocí popisuje ve svém výzkumu Van der Gaag, Minderaa & Keyzers (2007). Konečně, o zrcadlení emocí referuje celá řada studií z různých prostředí. Fox, Bakermans-Kranenburg, Yoo, Bowman, Cannon, Vanderwert, Ferrari & van IZendoorn (2016) uvádí, že díky procesu zrcadlení získává jedinec informace o prožívání druhé osoby, což umožňuje pochopit její chování. Tím vznikají představy o sobě samém (tvorba *self conceptu*). Projevy zrcadlení můžeme pozorovat již u kojenců. Pokud dítě nemá dostatek takovýchto podnětů, může pro něho být obtížné spojit své emoce se sociálně naučenými výrazy a vyjádřit své emoce (Melzoff, 1990). Zrcadlení je prakticky všudypřítomné. Dochází k němu při interakci blízkých

## 2. Kognitivní funkce nervového systému a pohybové chování



Obrázek 14. Schematické znázornění základních forem mentálního tréninku (zpracováno podle Eberspächer, 2012).

přátel, ale i v ostatních vztazích. Je pravděpodobné, že jednotlivci zrcadlí také chování osob s vyšším sociálním statutem nebo silou (Talley & Temple, 2015). Zrcadlové neurony mají úzký vztah ke gnostickým funkcím.

### 2.2.4 Ideomotorické učení

V této oblasti není zcela ustálená terminologie. Někteří autoři hovoří o učení se pohybovým dovednostem imaginací pohybového aktu jako o mentálním tréninku. Dále se v literatuře objevuje rovněž termín ideomotorické učení, které chápeme doslova jako učení se pohybu v představách. Z našeho pohledu se přikláname spíše k tomuto označení, neboť pojem mentální trénink se nám jeví jako pojem nadřazený, zahrnující v sobě ještě další činnosti než je vytváření představ o budoucí pohybové činnosti (viz obrázek 14).

V textu se objevují také pojmy ideomotorická intervence, ideomotorické cvičení, popř. ideomotorické učení nebo ideomotorický trénink. Pojmem intervence rozumíme jednorázové zařazení cíleného vytvoření představy konkrétní pohybové dovednosti, bez předchozího nácviku imaginace. Cvičení označuje předem jasně danou a strukturovanou formu ideomotorické intervence. Ideomotorickým učením rozumíme součást motorického učení, při němž vzniká správná představa o nacvičované pohybové dovednosti. Ideomotorickým tréninkem obecně označujeme určitou předem stanovenou a pravidelnou formu motorické imaginace.

Abychom se mohli učit či trénovat za pomoci imaginace, je důležité vytvořit optimální diferenciovanou představu pojetí pohybu nebo pohybového chování (Mayer & Hermann, 2014). V každé situaci hrají myšlenky, které vyvolávají představu, důležitou úlohu. Tyto myšlenky jsou jakési „šablony akcí“, které vytváříme v procesu učení v průběhu celého našeho života, neboli z celé řady situací, které jsme prožili, si zapamatujeme představy. Představujeme si však také situace a okolnosti, které očekáváme v budoucnosti (Eberspächer, 2012). Pokud se nepodaří naše představy naplnit, nastává zklamání, nenaplnění vlastního očekávání (aspirace). Může nastat situace, kdy člověk překoná své vlastní očekávání: „Je to lepší, než jsem čekal.“ Ideální je, pokud je naše představa o našich činnostech realistická. Domnívám se, že v případě učení se novým pohybovým dovednostem, rozhoduje o úspěšném či neúspěšném provedení pohybové akce správná představa o pohybu. Ideomotorický trénink v sobě může zahrnovat třibení představy o správné pohybové akci a slouží především k tomu, abychom se naučili vytvořit intenzivní představu. Rovněž má pozitivní vliv na pohybový výkon intenzivní prezentací pohybové posloupnosti. Cílem tohoto nácviku je hledání způsobu, jak může být vytvořena přiměřená pohybová

představa – a tato pohybová představa se stane předmětem ideomotorického tréninku (Mayer & Hermann, 2014).

### 2.2.5 Priming

Dalším velice zajímavým kognitivním procesem, v němž podnět z minulosti ovlivní pozdější chování jedince je priming. Podle Koukolíka (2003) se jedná o druh nevědomé paměti pro události a fakta. Závisí na činnosti rozsáhlých oblastí částí kůry temenních, týlních a spánkových laloků. Ve chvíli, kdy je jedinec vystaven konkrétní situaci, se v mozku aktivuje schéma, které se již vyskytlo nebo v minulosti bylo použito (Procházka, Vaculík, Součková & Leugnerová, 2015). Janiszewski & Wyer (2014) definují priming jako experimentální rámec, v němž dochází k ovlivnění odezvy na opakovaně se vyskytující podnět. Informace, která má vliv na pozdější chování jedince, ovlivní rovněž všechny fáze zpracování aktuálních stimulů, včetně pozornosti, porozumění, vybavování si z paměti a generování odezvy (Förster & Liberman, 2007). Existují různé primingové modely, které vykazují dva společné předpoklady: za prvé priming ovlivňuje behaviorální soudy koncepty znalosti nebo dovednosti, které byly vytvořeny v minulosti a za druhé je pravděpodobné, že primovaný obsah, je-li relevantní, ovlivní odpověď.

Janiszewski & Wyer (2014) rozdělují priming na obsahový a kognitivní. K obsahovému primingu dochází, vnímá-li subjekt informaci, která způsobí mentální reprezentaci dané informace lépe přístupnou. Přístupnější obsah bude lépe integrován do percepce, rozhodování a usuzování v následné situaci. To můžeme zprostředkovat přímo zvýšením přístupnosti určitého obsahu nebo nepřímo, kdy si subjekt neuvědomuje, co jeho rozhodnutí ovlivnilo. Pokud ovlivňujeme akustickou či vizuální identifikaci

slov, hovoříme tzv. o sémantickém primingu (Franěk, 2009). Např. konkrétní barvy mohou ovlivnit pozornost jedince. Situace, kdy je v paměťovém uzlu zachycena emoce a asociace, které tuto situaci provázely, se pravděpodobně znovu dostaví, označujeme za priming afektivní (Hnilica, 2010). Jde o procedurální variantu sémantického primingu. Příkladem může být sledování filmů reprezentujících agresí. Následně mohou být evokována hostilní schémata (Výrost & Slaměník, 2008). Behaviorální (konativní) priming vychází z předpokladu, že určité druhy fyzické aktivity či jednání mohou ovlivnit postoj člověka a jeho jednání. Asociace fyzické aktivity se ukládají do sémantické sítě jako určitý koncept. V mysli tak dochází k aktivaci určitého schématu, které může mít za následek behaviorální změnu chování, které je konzistentní s obsahem schématu (Hnilica, 2010).

Ke kognitivnímu primingu dochází v situaci, v níž zpřístupnění kognitivního procesu zvýší pravděpodobnost, že primovaný jedinec tento proces využije ve svém následujícím chování (Janiszewski & Wyer, 2014). Z tohoto pohledu můžeme kognitivní proces označit jako mentální akt, který má za následek manipulaci nebo reorganizaci obsahu (např. tučné písmo v textu).

Vzhledem k faktům, která jsou popisována v kapitolách o vnímání, imaginaci a vytváření mentální reprezentace při pozorování pohybové akce, zapadá do kontextu této publikace především vizuomotorický priming. Ten může být využit při observačním motorickém učení, ale může ho zajistit obrazový materiál předkládaný subjektu apod. Dle našeho názoru se jedná o samostatnou kategorii primingu, protože asociace, které spouštějí primingový proces mohou zahrnovat různé smyslové modalitě (např. kinestetický prožitek či zkušenost stejně jako vizuální informace) a mohou být různých typů. Jedná se o ovlivnění tvorby mentální reprezentace pohybu (pohybové dovednosti) včetně



jeho plánování. Studie motoricko-vizuálního primingu jsou často uváděny jako podpora ideomotorické teorie (např. Stoet a Hommel, 1999; Kunde a Wühr, 2004; Shin, 2010). Craighero, Fadiga & Rizzolatti (1998) tímto pojmem označuje primingové účinky percepčních procesů. Akce a vnímání jsou ve velmi úzkém vztahu. Tento těsný vztah má za následek silný obousměrný vliv percepčních a motorických procesů. Gabrieli (1998) hovoří o tzv. opakovacím primingu. V tomto pojetí je priming během opakování zhodnocen změnou ve zpracování podnětu následkem předchozí prezentace stejného nebo podobného podnětu.

Cherry (2020) uvádí, že určitá schémata mají tendenci ke společné aktivaci. Aktivace může být, díky externí informaci, buď zvýšena nebo snížena. Sternberg (2009) zastává tzv. konekcionistický model, který můžeme přirovnat k modelu sítě. Základem reprezentace poznatků je spojení mezi uzly sítě. Aktivace jednoho uzlu může způsobit aktivaci dalšího připojeného uzlu a tím způsobit šíření aktivace dalších uzlů. Podstatou primingu je ovlivnit úsudek a volbu, proto je tento pojem často spojován s reklamou a managementem produktů. Domníváme se, že je vhodné využívat primingový efekt v pedagogice a didaktice.

### 2.3 Imaginace a mentální reprezentace

Imaginace nebo představování si, je jedním z nejzajímavějších procesů psychiky člověka. Chceme-li pochopit obsahový význam tohoto pojmu, je třeba vyjít z latinského *praesentio*, což znamená *zpřítomnit, ukazovat, představit*. Předpona *re-* znamená *znovu vytvořit* (Sedláková, 2004). Jsme schopni představit si téměř cokoli. Scény nebo objekty, které neexistují, nebo mentálně provádíme činy, které ve skutečnosti provést nedokážeme (Mulder, 2007). Proces probíhající při vytváření představy, se může

interindividuálně velmi lišit. Představujeme-li si budoucnost, upravujeme podle této představy svoje chování. Do tohoto procesu beze sporu intervenuje celá řada dalších faktorů, zejména předchozí zkušenost, aktuální emoční stav, motivace, aktivace nervového systému, apod. O imaginaci můžeme také hovořit jako o mentální reprezentaci, která má svá východiska v externích, ale rovněž v interních předlohách (Sedláková, 2004).

Mentální reprezentace je teoretický konstrukt a základní koncept teorie mysli, podle kterého jsou tvořeny kognitivní stavy a procesy. Mentální reprezentace je proces, v němž se ukládá do paměti, transformuje a znovu z paměti vyvolává určitý obsah, tj. struktura vzájemných poukazů mezi elementy, které nesou informaci nezbytnou pro vytvoření reprezentace. Mentální reprezentace představuje konstrukt, který je důležitý pro docenění úlohy vytváření představ při orientaci ve světě, při plánování, rozhodování nebo při korekcích rozhodování (Pitt, 2000).

Mentální reprezentace pro nás v mysli re-prezentují určité aspekty našeho okolního světa. Vnímané informace navazují na již získané znalosti, popř. zkušenosti a vytvářejí obraz externího i interního světa. Reprezentace znázorňuje jakýkoliv záznam, znak nebo skupinu symbolů, které zpětně představují nějakou věc. Tato konkrétní věc nemusí být aktuálně přímo přítomná. Zpravidla představuje některý z aspektů vnějšího světa anebo se stává objektem naší imaginace, tzn. aspektem vnitřního světa (Eysenck & Keane, 2008). Mentální reprezentace reality nebo její vnímané obrazy, jsou dostatečně přesné a adekvátní (Vágnerová, 2016).

Sedláková (2004) definuje tento pojem jako finální výsledek kódování informací, který je buď uložený v paměti (dispoziční mentální reprezentace) nebo je součástí proudu uvědomovaných informací (aktuální reprezentace). Naše mysl vytváří mentální

reprezentace reflexí svého vnitřního světa, ale také reflexí psychického života ostatních lidí (Plháková, 2003; Sedláková, 2004).

Goodman (1976) definuje mentální reprezentaci podle vlastností reprezentujícího vztahu. Tento vztah spojuje reprezentující s tím, co je reprezentováno. Propojení či „splynutí“ reprezentovaného s reprezentujícím je abstrakce, která je zprostředkována mentálně podle možností (znaností, zkušeností, schopností, dovedností) reprezentujícího subjektu. Goodman (1976, 2007) dále rozlišuje dvě polaritní vlastnosti reprezentujícího vztahu: symetrii a asymetrii a jednosměrnost a dvousměrnost. O symetrii hovoříme tehdy, pokud relace mezi reprezentujícím a reprezentovaným platí dvousměrně. Např. slovo „strom“ reprezentuje všechny stromy (nebo každý jednotlivý strom) a současně naopak lze každý strom chápat jako reprezentaci slova „strom“ (nebo jeho ekvivalentu v libovolném jazyce). Lze to jednoduše dokázat tím, že při spatření stromu se osobě, která mluví česky, vybaví slovo „strom“, Angličanovi slovo „tree“, které při překladu má shodný význam.

Symetričnost reprezentace je tedy nutnou podmínkou toho, aby se lidé jejím prostřednictvím dokázali vzájemně dohodnout na významech slov (Paiviuův logogen) nebo obrazů (imagen). Možnost takové shody je závislá na přijetí a naučení se společných pravidel, tj. na konvenci spojené s užíváním jazyka a jiných symbolických kódů. Prostřednictvím konvence se lidé mohou shodovat i při reprezentaci založené na imagenech, např. u dopravních značek nebo v piktogramech. Imagen má však charakter komplexního vjemového pole: je to obraz, gestalt. Vztah mezi obrazem a jeho „protisměrnou“ denotací slovy proto může být symetrický pouze tehdy, když věnujeme pozornost jenom tomu aspektu, který je „v protisměru“ denotován. Např. obraz listnatého stromu zpravidla musí mít nejméně tyto aspekty: kmen, větve, listy, případně ještě kořeny, dále barvu listů, tvar listů atd. Shodně to bude platit

dejme tomu pro fotografii sportovce při skoku do dálky: odborník může na fotografii zjistit a pojmenovat celou řadu důležitých aspektů, které laikovi unikají. Podstatné je, že se vždy jedná o výběr jenom nějaké části (aspektu) z komplexního celku. Ostatní aspekty přitom nutně zanedbáváme. A právě tento výběr a toto zanedbávání je nutné se učit a naučit. Dokud takové učení neproběhne, vztah mezi zobrazením gestalu (s jeho rozmanitými aspekty) a jeho protisměrnou denotací není symetrický, protože jeden směr (exemplifikace aspektu či vlastnosti) se od opačného směru (protisměrná denotace) zásadně liší způsobem reprezentace (Slavík, Janík, & Knecht, 2017). Konkrétně: slovo strom nereprezentuje strom stejným způsobem jako ho reprezentuje zobrazení stromu nebo reálný strom.

Zjevně tedy nalézáme rozdíl mezi komplexitou gestalu a výběrovou povahou obrácené denotace. Goodman (2007) tento rozdíl vystihuje termínem asymetrie reprezentující relace: předvedení nebo zobrazení (pohybu) je něco jiného než protisměrná denotace jeho dílčích aspektů (proto vztah mezi předvedením a denotací je asymetrický).

Představa může být v průběhu dalšího mentálního vývoje propracovaná do podoby matematického popisu a přenášena na jevy zrakem neviditelné. Jsou utvářeny zkušenostním učením. Lidský mozek dokáže z hmatatelné zkušenosti vytvořit abstraktní představu, která umožní opustit hranice hmatatelné zkušenosti, prověřit správnost vlastních úsudků a využívá mnohé formy sebereflexe (Adámek, 2014).

Představa je zřetelně rozlišena: shoduje se v obsahu, ale odlišuje se ve funkční modalitě. Považujeme ji za modální alternativu vnímání, přesvědčení, rozhodování nebo kinestetické zkušenosti. Představa vytváří jakýsi spojovací článek mezi všemi modalitami

obsahu a jeho prostřednictvím propojuje též vnímání a myšlení s jednáním (Slavík, Chrz & Štěch, 2014) a spočívá ve schopnosti uvědomění si podnětu, který na subjekt aktuálně nepůsobí.

Základem imaginace (představování si) je podle Reiser, Büsche & Munzerta (2011) aktualizace paměti. Na jejím základě jsou vybaveny představy založené na minulých zkušenostech, které však směřují chování člověka k budoucnosti. Model „neuropsychické imaginace“ pracuje se základním vytvářením představ (Farah, 1989; Reiser, Büsh & Munzert, 2011). Tento model je rovněž označován jako „*Teorie funkční shody*“ (Farah, 1989; Jeannerod, 1995), která je v současnosti považována za nejmodernější kognitivní teorii imaginace. Tato teorie je díky poznatkům, především z oblasti neurofyziologie a neuropsychologie, dále rozvíjena.

Představa je od vnímání odlišena v tom, že vzniká na základě procesu myšlení, nikoli na základě vnímaných podnětů (Munzert, 2001). Můžeme proto vytvářet představy jak o událostech, které jsme již zažili, tak o událostech, které zažijeme či o událostech, které nám někdo druhý zprostředkuje. Představa napodobuje reálnou skutečnost, která je záměrně vytvořena a kontrolována (White & Hardy, 1998). Farah (1984) hovoří o procesu generování představy jako o výsledku vybavení obsahu z dlouhodobé paměti, který je načten a přeměněn na pracovní paměť. Subjekt aktuálně prožívá zkušenost, která odpovídá jeho vlastní představě. Zajímavé jsou výsledky výzkumů, které jsou založené na vytváření představ při záměrné sensorické deprivaci. Sensorická deprivace je zajištěna např. pobytem ve tmě či ponořením do vodní lázně, která má tělesnou teplotu, tzv. floating. Omezením možnosti vnímání vnějších zrakových, sluchových, hmatových stimulů či přítomnosti druhých osob je způsobeno hlubší soustředění na svůj vnitřní svět (Zubek, 1969, Kupka, Malůš, Kavková & Němčík, 2014).

Představy mohou mít různé kvality. Mohou být od kvalitativně velmi vágních až po zcela jasně diferencované a mohou mít individuálně pozitivně či negativně vyhodnocované výstupy. Základem představy jsou předchozí subjektivní zkušenosti. Jednu a tutéž situaci mohou různí lidé vnímat různě, tudíž si ji velmi odlišně pamatovat. A nejen to, také samotné představování si je velmi konstruktivní proces. V našem mozku nezrcadlíme pouze objektivní prostředí, ale vytváříme vlastní individuální realitu (von Foester & Schroeder, 1993). Velmi důležité je, si stále uvědomovat, že každý vytváří svou vlastní představu a reaguje tak na danou situaci právě podle této vnitřní reprezentace objektivního prostředí. Vývojoví psychologové studovali schopnosti dětí představovat si budoucí události a způsoby, jak tyto dovednosti využívají k tomu, aby stanovily své cíle, vytvářely plány, představovaly si a hrály si (Singer, 1972). Při této příležitosti je vhodné zmínit schopnost vytvářet velmi živé představy, tzv. eidetismus. Tato schopnost se projevuje především u předškolních dětí a umělců. Jedná se o vnímání a vybavení si podstatných detailů ovlivňujících kvalitu chování, které často bývá vysoce kreativní (Raboch & Zvolský, 2001). Kognitivní psychologové zkoumali, jak lidé využívají své psychické zdroje při řízení efektivního vykonávání řady kognitivních úkolů (Davies & Stone, 1998), včetně řešení problémů a plánování činnosti (Klein & Crandall, 1996). Kliničtí psychologové se snažili pomoci pacientům vybavovat si potenciální situace, s nimiž se budou setkávat, aby je dokázali úspěšně zvládnout (Brownell, Marlatt, Lichtenstein & Wilson, 1986). Psychologové osobnosti se zabývali tím, jak představa budoucích situací řídí jejich současné sebepojetí a činnosti (Marcus & Nurius, 1986). Sociální psychologové studovali counterfaktuální myšlení<sup>23</sup> a jeho úlohu při evokování emočních stavů a při

---

<sup>23</sup> Counterfaktuální myšlení zahrnuje tendenci vytvářet nové alternativy k životním událostem, které se již staly. Tyto myšlenky se sestávají především z otázky „Co kdyby... bylo něco jinak než se to ve skutečnosti stalo?“

regulaci budoucího chování (Kahneman & Miller, 1986). Sociální kognitivní vědci, kteří zkoumali seberegulaci, zaznamenali, že zvládnutí vlivu stresu na zahájení a udržování aktivity směřující k řešení problému od současné k budoucí situaci je pro úspěšné vyřešení situace zcela zásadní (Fiske & Taylor, 1991). Seberegulace a emoční zvládnutí situací přispívají k budoucímu zvládnutí situace (Taylor, O'Driscoll & Binning, 2006).

Imaginací vytváříme představu o tom, jak se věci pravděpodobně stanou nebo jak chceme, aby se staly, získáváme určitou schopnost pochopit, jaká bude budoucnost a možnost se na budoucnost připravit. Imaginaci můžeme chápat dvěma způsoby. Jednak jako schopnost vidět obrazy, příběhy a projekce určitých konkrétních věcí a jednak jako určité plánování pro budoucnost jako součást seberegulace. Kognitivní konstrukce hypotetických scénářů mohou zahrnovat také fantazijní představy (Taylor, O'Driscoll & Binning, 2006). Nelze-li mentální reprezentaci z důvodu novosti reprezentovaného obsahu vytvořit, vzniká problém neurčitosti reprezentovaného obsahu, který může mít mnoho vlastností a bez dalšího upřesnění nelze obsah jednoznačně určit. Zde se v případě učení se novým pohybovým dovednostem osvědčuje ukázka, která působí na co největší počet smyslových modalit. To, že učitel novou dovednost předvede, působí na zrakový analyzátor, exemplifikovaný obsah vysvětlí, působí na sluchový analyzátor. Při složitějších pohybových dovednostech nebo dovednostech v neznámých polohách (např. stoj na rukou, jízda na bruslích vzad, apod.) se může v prvním pokusu provést tzv. pronesení pohybem, což způsobí aktivizaci kinestetického aparátu. Tímto způsobem dosáhneme zpřesnění reprezentovaného obsahu.

S představami dokáže lidský mozek manipulovat, otáčet je – rotovat (mentální rotace) a přibližovat a vzdalovat od detailů

– zoomovat. Tato schopnost umožňuje člověku zkoumat vnější svět nejen v dosahu hmatatelné zkušenosti, ale i zcela mimo něj (Adámek, 2014).

### 2.3.1 Imaginace pohybu a ideomotorické funkce

Lidé jsou od pradávna neustále konfrontováni se změnami, z nichž vyplývají nové pohybové úkoly. Objevují se nové pracovní nástroje, změny prostředí, sociální role v průběhu života jedince se rovněž neustále proměňují. Růstem a stárnutím se mění nejen jeho organismus, ale rovněž jeho zkušenosti, dovednosti a vědomosti. Ideomotorické funkce umožňují vytvořit si představu o budoucím pohybu a jeho plánování (Kolář, 2016). Pohybová imaginace je kognitivní proces, při němž si subjekt představuje provedení pohybové akce, aniž by reálně byl pohyb proveden (Mulder, Hochstenbach, van Heuvelen & Den Otter, 2007). Tvorba pohybové představy může probíhat různými mechanismy. Jednak můžeme zopakovat viděný pohyb, jednak můžeme pohybovou akci vyvolat z paměti anebo můžeme za pomoci fantazie si představit zcela novou pohybovou akci. Pohybová imaginace vyžaduje vědomou aktivaci mozkových oblastí, které se podílejí na přípravě a provádění pohybu (Lotze & Cohen, 2006).

Stippich, Ochmann & Sartor (2002) dokázali, že pohybová imaginace různých částí těla způsobí kortikální aktivaci přesně podle vzorce reálného pohybu. Motorická imaginace tedy nevede ke generalizovanému svalovému podráždění, ale k pohybově specifickým vzorům centrální aktivace (Porro, Cettolo, Francescato & Baraldi, 2002). Stinear, Byblow, Steyvears, Levin & Swinnen (2006) hovoří o motorické imaginaci jako o modulaci excitability motorického kortexu zejména na supraspinální úrovni. Tento výsledek poukazuje na možnost, že rovněž stupeň a druh



aktivace závisí na provedení imaginace a naopak. Mnoho studií dokázalo zapojení premotorických, doplňkových motorických, cingulančních a parietálních kortikálních oblastí, bazálních ganglií a mozečku, a to jak při skutečném provádění pohybové akce, tak při pohybové imaginaci (Decety & Jackson, 2004).

Kognitivní nástroje lze rozdělit na kinestetické a vizuální pohybové snímky. Během provádění kinestetické pohybové imaginace má subjekt pocit, že skutečně provádí pohyb z pohledu první osoby. Během vizuální pohybové imaginace vidí subjekt své vlastní pohyby z perspektivy třetí osoby. Stinear, Byblow, Steyvears, Levin & Swinnen (2006) naznačují, že pro motorické učení je výhodnější imaginace z pohledu první osoby, tedy kinestetická pohybová imaginace než vizuální. Také Ruby & Decety (2003) studovali tyto dva typy pohybových představ a rovněž prokázali rozdíl v zobrazování z perspektivy první a třetí osoby.

Pearson, Rouse, Doswell, Ainsworth, Dawson, Simms, Edwards & Faulconbridge (2008) se snažili prokázat, že pohybová imaginace respektuje běžná biomechanická omezení jako u skutečných pohybů, přičemž tyto úkoly nejsou pouhými vizuálními obrazy, ale jde o skutečnou představu pohybu. Rovněž čas provedení skutečné pohybové akce či pohybového chování odpovídá pohybové imaginaci. Mulder (2007) hovoří o mentální izochronii. Decety, Jeannerod, Durozard & Baverel (1993) dokonce potvrdili zvýšení některých fyziologických funkcí (dechová a tepová frekvence), což později potvrzuje tzv. simulační teorie (Jeannerod, 2001). Tato teorie uvádí, že představování pohybové akce, její provádění a její pozorování, jsou v mozku koncipovány stejnými mechanismy (Mulder, 2007). Naito (2002) tvrdí, že pohybová imaginace obsahuje prvky kinestetických pocitů, které lze považovat za náhradu smyslové zpětné vazby, která by nastala, kdyby byl pohyb proveden. O interní stimulaci kinestetických pocitů

při vytváření pocitů hovoří také Currie a Ravenscroft (1997). Kognitivní činnost, jako je pohybová imaginace je procesem, který aktivuje smyslové a motorické oblasti. V kortexu a není oddělena imaginovaná pohybová akce a reálně provedený pohyb (Jeanne-rod, 1994).

Ideomotorická teorie je relativně stará, ale elegantní a jednoduchá a tudíž velmi atraktivní. Vytváří základní pilíř dalším teoriím, které bylo možno ověřit především díky vědecko-technickému pokroku a průlomovým objevům fungování mozku i jednotlivých mozkových systémů.

Nyní se krátce zmíním o existujících teoriích týkající se mentální reprezentace a tvorby, řízení a využití imaginace. Pro přehlednost jsme výčet teorií s jejich stručnou charakteristikou umístili do tabulky.

Kdykoli vykonáváme pohyb, jeho spuštění předchází mentální reprezentace pohybu, která je propojena s mentální reprezentací účinku pohybové akce a naopak. Chce-li jedinec později dosáhnout pohybového cíle (úkolu), pouhá představa tohoto pohybu může stačit k přímému vyvolání příslušného pohybu. Hoffmann (2002) toto považuje za důkaz situační závislosti vztahů mezi akcí a účinkem. Percepční reprezentace akčních efektů jsou funkčně zapojeny do plánování akcí. Někteří autoři hovoří o motoricko-vizuálním primingu aneb účinky (efekty) jsou selektivní pro podněty, které sdílejí vlastnosti s plánovanou činností. Plánování akcí přímo ovlivňuje vnímání.

## 2. Kognitivní funkce nervového systému a pohybové chování

Tabulka 2. Přehled existujících teorií mentální reprezentace, tvorby, řízení a využití imaginace (zpracováno podle Morris, Spittle & Watt, 2005 a Mayer & Hermann, 2014).

Teorie + její první autoři	Základní rysy uvedené teorie
<p>PSYCHONEUROMUSKULÁRNÍ, IDEOMOTORICKÁ TEORIE</p> <p>Carpenter (1894) Jacobson (1931, 1932)</p>	<p>Mozková aktivita při vytváření mentální reprezentace (představy, imaginace) pohybu aktivizuje neuromuskulární dráhy reálného pohybu. Intenzita nervových impulsů je redukována, a proto k pohybové aktivitě nedochází. Přesto je tato aktivita přesným obrazem skutečného pohybového vzorce (Singer, 2001).</p>
<p>TEORIE SYMBOLICKÉHO UČENÍ</p> <p>Sackett (1934)</p>	<p>Tato teorie předpokládá, že tvorba představy funguje jako systém kódování v centrálním nervovém systému, což může usnadnit ukládání pohybových vzorců v příslušných mozkových strukturách.</p>
<p>TEORIE DUÁLNÍCH KÓDŮ</p> <p>Paivio (1971, 1979, 1983, 1986, 1991)</p>	<p>Informace mohou být uloženy v podobě jazykově-symbolické (slovo) anebo mohou mít podobu obrazu. Optimálního využití kódu dosahujeme díky ideomotorické imaginaci. Vzhledem k jisté nezávislosti těchto dvou typů reprezentací, existuje větší šance, že budou v případě potřeby vybaveny a propojeny s konkrétním významem a obsahem. Významy/obsahy se dělí do tří tříd: 1. stimul, 2. reakce, 3. interpretace procesů.</p>

<p>TEORIE TROJITÉHO KÓDU Ahsen (2004)</p>	<p>Chápe imaginaci pomocí tří účinků: první je vytvoření obrazu. Obraz tak není pouze zvnitřnění vnímání, ale také reprezentace vnějšího světa s jeho objekty. Druhá část je somatická reakce jako výsledek představování si v psychofyziologických změnách. Třetí aspekt imaginace je význam obrazu podle Ahsena. Předpokládal, že každý jedinec promítá do své imaginace vlastní zkušenost. Přesto, že zadání je stejné, každý jedinec si představuje něco jiného.</p>
<p>BIOINFORMAČNÍ TEORIE Lang (1979) Singer (2001)</p>	<p>Zakládá se na předpokladu, že funkční sada mozkových struktur vytváří obraz. Model spočívá v tom, že popis obrazu je složen ze stimulujících a reakčních údajů. Stimulující údaje popisují specifické stimulující znaky ze scénáře, který má být představován. Reakční údaje jsou údaje, které popisují psychofyziologické reakce jedince, které jedinec vnímá v průběhu představované pohybové aktivity. Hall &amp; Pongrac (1983) uvádí, že reakční údaje mají pro tvorbu představy větší význam než stimulační údaje.</p>
<p>POZORNOSTNĚ-AKTIVAČNÍ TEORIE Schmidt (1975)</p>	<p>Tato teorie se uplatňuje především v psychologické přípravě sportovce. Sportovec díky imaginování sportovního výkonu dokáže navodit optimální aktivaci organismu. Sebepoznání a sebeuvědomování přispívá k zvyšování aspirační úrovně, což rovněž zvyšuje motivaci i skutečný výkon.</p>

## 2. Kognitivní funkce nervového systému a pohybové chování

<p>TEORIE FUNKČNÍ EKVIVALENCE nebo také SIMULAČNÍ TEORIE</p> <p>Farrah (1990) Finke (1986) Jeannerod (2001)</p>	<p>Imaginace aktivuje stejné mozkové struktury jako aktivní pohyb, pouze je zablokována skutečná realizace pohybu. Každá pohybová akce má skrytou a zjevnou fázi. Skrytá fáze představuje mentální reprezentaci budoucnosti, což zahrnuje cíl akce, prostředky a důsledky pro organismus a okolní svět (Jeannerod, 2001).</p> <p>Díky možnostem využívat sofistikované neurofyziologické měření (např. pozitronová emisní tomografie, elektroencefalografie apod.) bylo možno ještě lépe popsat a pochopit vztah mezi imaginací a reálným pohybovým aktem (Decety &amp; Lamm, 2009). Finke &amp; Shephard (1986) předpokládá, že imaginace je totožná s přípravou k reálnému pohybu. Tuto domněnku později potvrzuje také Singer (2001). Při představování si a při reálném plánování pohybové akce před reálným pohybem je identické a aktivují se shodné korové oblasti; dorzolaterální prefrontální oblast a temenní oblast (Adámek, 2014).</p>
<p>KOMPUTAČNÍ MODEL PŘEDSTAVIVOSTI</p> <p>Kosslyn (1994)</p>	<p>Kosslyn (1994) předkládá teorii zrakového vnímání. Vizualní představy jsou reprezentovány ve speciálním prostorovém médiu, vizuálně-imaginativním poli.</p>

TEORIE RESTRIKČNÍ Immenroth (2008)	Tato teorie počítá se skutečností, že při pohybové imaginaci můžeme pohybovou koncepcí neomezeně měnit; můžeme si tudíž představovat optimální reakci v každém okamžiku pohybu, např. při rekonvalescenci, únavě, ale také při korekci chyb.
---------------------------------------	--

Mayer & Hermann (2014) upozorňují na skutečnost, že ideomotorická teorie a mnoho jejích rozpracování sdílí tyto tři základní předpoklady:

1. Pro vyvolání akce jsou předpokládány účinky této akce – tzv. anticipace účinku. (předchozí zkušenost, aktuální psychický stav).
2. Tento předvídatelný obraz účinků akce aktivuje akci prostřednictvím přímých vztahů mezi akcí a účinkem – tzv. přímá aktivace; např. neurofyziologické a neuroimaginativní studie ukázaly, že pouhé vnímání podnětů, které byly použity jako akce ve fázi představy motorické akce, aktivizuje příslušné motorické oblasti v mozku (Tuti, Paulus & Antal, 2012).
3. Akce je reprezentována vnímatelným účinkem. Aktivace obrazu (exogenně nebo endogenně) vyvolá odpovídající akci. Ideomotorické teorie se zabývají především akčním účinkem a jakým způsobem tento účinek získává diskriminační kontrolu nad akcí. Znalost vztahu mezi akcí a účinkem je stále kritickou složkou, přestože jsou kontrolovány jinými faktory, jako jsou reakce na stimuly. Ideomotorické jevy tak zahrnují kompatibilitu stimulační odezvy, v níž percepční rys podnětu aktivuje svůj odpovídající akční kód. tzv.

„silná“ ideomotorická teorie hovoří o učení asociativním (Shin, 2010).

Lidské chování je do značné míry předvídatelné a cílové. Kognitivní psychologové zkoumají, jak jsou očekávané akční cíle kognitivně zpracovávány při výběru akcí. Bunlon, Marshall, Quandt & Bouquet (2015) předpokládají, že kódování akce založené na efektech, se získává pomocí učení a účinku působení. Podle ideomotorické teorie jsou akce vytvářeny z hlediska jejich vnímaných efektů a nabízejí řešení pro imitaci, neboli poskytují řešení, jak přeložit pozorovanou akci do motorického výstupu. Provedení akce vede k integraci vjemových kódů efektů akce s příkazy k pohybu. Prinz & Hommel (2002) rovněž rozšiřují obecnou teorii kódování o ideomotorický princip a tvrdí, že dříve než začneme pohybovou akci provádět, dojde k jejímu vybavení v představě. Pozorovaný pohybový podnět, zpracovaný jako účinek akce, může později spočívat v provedení akce, což potvrzuje ideomotorický přístup k imitaci (Bunlon, Marshall, Quandt & Bouquet, 2015). Vybavení si účinku akce z paměti jsou důležitým podkladem pro vědomou kontrolu činnosti (Herwing & Waszak, 2012). Efekt akce na imitativní chování však zatím zůstává neprobádaný.

Brass, Bekkering & Prinz (2001) zkoumali, do jaké míry ovlivňuje výkon v dané pohybové úloze její předcházející pozorování. Rovněž další studie odhalily, že pozorování akce vede k aktivaci motoriky (Rizzolatti, Fadiga Fallese & Fogassi 1996). Eskenazi, Grosjean, Humphreys & Knoblich (2009) upozorňují na skutečnost, že tytéž mentální reprezentace jsou zapojeny provádění a pozorování pohybové akce. Během imaginace jsou příslušné kódy aktivovány interně, při pozorování externě. Jak imaginace, tak pozorování vede k tzv. „pohybové rezonanci“. Subjekty, které pozorovaly před vykonáním pohybové akce nejprve někoho jiného, vykazovaly kratší reakční dobu zahájení pohybové akce.

Také v motorickém učení je pozorování druhé osoby při vykonávání stejného výkonu velkým přínosem a jedinec se následně učí v počátcích motorického učení rychleji. Pozorování druhé osoby vytváří v mozku pozorovatele neuronální reprezentace mechanických vlastností prostředí, které jsou využity k vykonávání nové pohybové dovednosti (Mattar & Gribble, 2005). Každá pozorovaná akce je omezena naší zkušeností nebo chcete-li, repertoárem, a je simulovaná prostřednictvím interních modelů, které umožňují předpovídat výsledek vnímané akce. Tento odhad využívá informace ze sensorických kanálů a je implementován do aferentní informace, která dorazí do CNS (Frith, Blakemore & Wolpert, 2000). Tyto jevy spojujeme s poznatky zrcadlových neuronů, které lidem umožňují velmi přesně opakovat chování ostatních.

Někteří vědci se zabývali účinky imaginace také v jiných oblastech, než je sportovní pohybový výkon. Například v hudebním prostředí se využívá imaginace ve spojení s pohybovou praxí načasování pohybu pianistů a trombonistů (Wright, Wakefield & Smith, 2014). V lékařském prostředí výzkumníci využili imaginační intervencí, aby zlepšili výsledky jednak v pohybovém výkonu a jednak regulování úrovně stresu. Studenti medicíny, kteří obdrželi imaginační intervenci, prokázali větší schopnost provádět operace na živých králících než studenti, kteří studovali učebnici (Sanders, Sadoski, van Walsum, Bramson, Wiprud & Fossum, 2008). V jiné studii skupina zdravotních sester se podrobila imaginační intervenci. Následně tato skupina dosahovala významně lepšího psychomotorického výkonu při měření krevního tlaku než skupina, která intervenci podrobena nebyla (Wright, Hogard, Ellis, Smith & Kelly, 2008). Výzkumy týkající se imaginace mají mnohostranné zaměření a ukazují, že řízené vytváření představ budoucích dějů, je pro lidské chování velmi důležité.



### 2.3.2 Struktura ideomotorické imaginace

Nejčastějším způsobem vytváření ideomotorických imaginací je jazykově-symbolický přístup, obsah je v několika fázích modelů vyjádřených slovy. Často je v tělovýchovné praxi využíván tzv. stupňový (krokový) model ideomotorické imaginace:

- podrobný popis pohybu,
- definování uzlových míst pohybu,
- symbolické označení a rytmitizace uzlů,
- imaginace symbolicky označených a rytmicky představených uzlových míst pohybu (Eberspächer, Immenroth & Mayer, 2002; Eberspächer, Mayer, Hermann & Kuhn, 2005).

Jedinec individuálně definuje slovy trénovaný nebo učený pohyb, následuje odezva několika smyslových modalit v paměti. Imaginace pohybu musí být porovnána se skutečnou realizací pohybu. V popisu je třeba pohyb pochopit. Nejde o to vytvořit objektivní popis sledu pohybu zvnějšku, ale o vytvoření individuálního vnitřního pohledu, individuální zkušenosti. Celý takový popis pohybu je smysluplným základem pro ideomotorický trénink (Immenroth, Eberspächer & Hermann, 2008). Sekvence pohybů je vyvolána vnitřní řečí. Nakonec jsou uzlová místa pohybu symbolicky označena (poté, co je cvičenec dokáže dokonale a podrobně popsat). Cílem je propojení získaných informací do smysluplného celku, tzv. chunking<sup>24</sup> (Neath & Surprenant, 2003). Představa, nebo chcete-li imaginace, by měla být aproximována dynamikou a timingem skutečného pohybu. Klíčovým významem pro sestavení pohybové představy je její stálé porovnávání se skutečným praktickým pohybem. Pouze ideomotorický trénink se správnou

---

<sup>24</sup> Chunking: vědci předpokládají, že jedinci vytvářejí kognitivní prezentace vyššího řádu, které jsou snadněji zapamatovatelné jako celek, než jako jednotlivé položky samostatně.

představou o pohybu vede ke stabilizaci a diferenciaci pohybové reprezentace (Wei & Luo, 2009). K zobrazení pohybové zkušenosti vnitřní řečí je nutný nácvik ideomotorického jazyka.

Představovaná pohybová sekvence by měla trvat tak dlouho, jako trvá skutečná pohybová akce a měla by mít také odpovídající rytmus. Jazykově symbolickým přístupem můžeme interpretovat zkrácenou formu pohybu. Zahrnutí zkrácených vzorců, které mají určitý rytmus podle provedení skutečného pohybu. Další optimalizace krátkých vzorců podporuje zaměření se na detail pohybu.

Eberspächerův krokový model podrobně popisuje koncepci ideomotorického tréninku. Lingvisticko-symbolický přístup, o němž již byla řeč výše, spočívá v zapsání myšlenky pohybu, čímž je možné zlepšit vytvoření představy mezi zúčastněnými subjekty ve výcvikovém procesu. Při tréninku je možno přesně formulovat důležitá místa pohybového prvku a snadněji odhalit úseky pohybu s potřebou korekce (Mayer & Hermann, 2014). Verbalizace představovaného obsahu nebo převedení obsahu na symboly je důležitou složkou vytvoření správné představy o pohybu. Do popisu pohybu jsou zahrnuty pouze informace o prostorovém i časovém rozměru pohybu. Rozumné je řešit konstrukci koncepce pohybu pomocí prostorově – obrazových nebo kinestetických modalit pohybové představy.

Prostorově – obrazové přístupy se pokouší rozvíjet představy pohybu pomocí videozáznamů. Zrcadlová metoda se používá ve fyzioterapii; je základem vizuálního přístupu; využívá poznatky o zrcadlových neuronech (Gallese, Fadiga, Fogassi & Rizzolatti, 1996). Avikainen, Forss & Hari (2002) potvrzují, že pohybové akce, které vnímáme, aktivují v motorické kůře mozku přesně ty samé oblasti, jako bychom pohyb skutečně sami prováděli.

Ram & Grimm (2007) vytvořili koncepci pozorování modelové situace nebo videozáznamu, jež je užitečná také při učení se novým pohybovým dovednostem. Domníváme se, že tento objev je poměrně důležitý právě pro motorické učení. Dokazuje, jak je důležitá bezchybná ukázka pohybové akce. Z vnímané akce se vytvoří interní neuronální kopie, jako kdybychom provedli samotnou akci. Proces učení je zvýrazněn, když pozorujeme správné provedení pohybu (Sweller, 1999, Sweller & Sweller, 2006). Sweller zavedl kognitivní teorii zátěže, jež pracuje se schémata a jejich kombinacemi s kognitivními strukturami, které vytváří individuální podklad znalostí a dovedností jedince. Schémata jsou získávána po celý život učním a mohou zahrnovat jiná schémata. Kinestetické přístupy se pokouší vygenerovat pojetí pohybu tak, že specifické intenzivní zážitky z pohybu obsahující kinestetické informace jsou zapamatovány. Mulder (2007) poznamenává, že lidé mají schopnost používat své vzpomínky a emoce, aby utvářeli své současné chování. Mulder spojuje výzkum traumat, z něhož je známo, jak silně negativní zkušenosti mohou změnit chování člověka. Negativní vzpomínky mohou vést k řadě fyziologických příznaků a vyhýbání se reakcím. Proč by neměly být kladné vzpomínky použity k naučení a zapamatování žádoucího chování? Kinestetické přístupy jsou vhodné pro sportovní trénink, v němž můžeme uplatnit schéma správné představy o pohybu (optimálního provedení pohybu).

### 2.3.3 Návik imaginace

Podíváme-li se na návik imaginace z vnitřní perspektivy, předpokládáme, že dochází k převedení představy pohybu do vědomí. To znamená, že provedení pohybu doprovází co nejvíce smyslových modalit. Předpokladem ideomotorického tréninku z vnitřní perspektivy je umístit ho do vnitřních procesů, které

jsou nezbytné pro co nejlepší možný pohybový výkon tak, aby vnitřní řečí byly tyto procesy později vyvolány a došlo k optimální pohybové akci. Někteří sportovci dokáží „přepínat“ mezi vnějším a vnitřním pohledem (Munzert, Lorey & Zentgraf, 2009). Asociace kinestetických pocitů je základem pro vizuální perspektivu pohybové představy. Tato poznámka se jeví jako relevantní, protože mnozí sportovci upřednostňují perspektivu pozorovatele (představují si sebe sama jako ve filmu – „Kopffilm“) a přesto jsou schopni integrovat kinestetické informace do koncepce pohybu (Mayer & Hermann, 2014). Toto koresponduje s výzkumy Munzerta (2001 a 2009), podle něhož nejsou zřejmé žádné kinestetické koncepce ve vnitřní perspektivě pozorovatele. Munzert podporuje myšlenku aplikace co nejširšího spektra představ o pohybu. Výběr záleží na cíli, kterého má být ideomotorickým tréninkem dosaženo, stejně jako na preferenci sportovce. Pro nácvik nebo procvičování pohybového procesu, zejm. časoprostorové posloupnosti, je vhodný především ideomotorický trénink z perspektivy pozorovatele. Naopak pro nácvik očekávané situace a vnímání situačního očekávání pohybu je výhodnější vytváření vnitřní perspektivy (Féry, 2003; Weinberg, 2008). K intenzitě ideomotorického tréninku přispívá vývoj kinestetických obsahů představ (Stinear, Byblow, Steyvers, Levin & Swinnen, 2006; Guillot, Collet, Nguyen, Malouin, Richards & Doyon, 2008). Munzert (2001) upozorňuje na skutečnost, že mladší děti upřednostňují vnější vizuální perspektivu, zatímco dospívající nemají jednoznačnou preferenci typu ideomotorických představ.

Eberspächer (2012) vyslovil několik zásad, díky nimž může být ideomotorické učení úspěšné:

1. Učící se objekt musí mít vlastní zkušenost s pohybem, který má být naučen, to znamená, že pohyb musí být známý.

2. Nové pohyby, které se učíme, lze rozdělit na známé pohybové části – ty můžeme prezentovat samostatně nebo v určitém pořadí.
3. Rozlišuje mezi následujícími druhy tréninku představ:
  1. transformace pohybové představy do mentálního jazyka,
  2. vytvořit vnitřní pohled na pohybovou akci,
  3. vytvořit vnější pohled na pohybovou akci.

Mulder, Zijlstra, Zijlstra & Hochstenbach (2004) tyto zásady doplnili tvrzením, že ideomotorický trénink může být efektivní, pokud si subjekt dokáže představit pohyb, který chce vykonávat, extrémně živým způsobem. Nejúčinněji je dosaženo zlepšení v oblasti motorického učení nebo sportovní výkonnosti při střídání ideomotorického tréninku s praktickým pohybovým tréninkem.

#### 2.3.4 Úloha imaginace v procesu ideomotorického učení

Představivost je základním předpokladem ideomotorického učení. Každý jedinec je individuálně odlišně schopen si intenzivně a živě představit pohyby a pohybové akce (Morris, Spittler & Watt, 2005). Kvalita úrovně schopnosti imaginace ovlivňuje míru, v níž uživatel vnímá ideomotorickou představu jako efektivní. Určující roli zde zaujímá skutečnost, jak přesná je představa o provedení pohybu, jaký druh psychologického výcviku používáme, a jak často (Mayer & Hermann, 2014). Schopnost imaginace tedy ovlivňuje i účinnost samotného postupu ideomotorického učení (Short, 2005). Hall, Buckolz & Fishburne (1992) potvrdili, že při vysoké úrovni schopnosti představivosti stačí samotný pokyn ke spuštění představy. Naproti tomu při nízké schopnosti představivosti nemá tato metoda velký úspěch. Z toho plyne předpoklad, že ideomotorický trénink může být efektivní pouze u člověka s vysokou úrovní představivosti. Nicméně není

to pouze praxe, která všeobecně ukazuje, že při odpovídajícím úsilí při rozvoji a diferenciaci pohybového konceptu mohou ideomotorický trénink efektivně využívat i osoby s nižší schopností imaginace. Thomaschke, Kunchulia & Dreisbach (2015) zkoumali vztah mezi představivostí, ideomotorickým tréninkem a očekáváním účinnosti ideomotorického tréninku z hlediska výkonnosti. Přitom vycházíme z předpokladu, že používání ideomotorického tréninku, včetně frekvence jeho používání, je primárně spojeno s důvěrou ve vlastní účinnou realizaci této techniky. Očekávání účinnosti pro dlouhodobou efektivitu ideomotorického tréninku může být významnější než samotná úroveň představivosti.

Bandura (1977) vychází při svém šetření z předpokladu, že očekávání účinnosti ideomotorického tréninku bude korelovat s mentální kapacitou sportovce a skutečným využitím ideomotorického tréninku. Studie 74 sportovců provozujících různá sportovní odvětví ukázala, že čím více byli sportovci přesvědčeni o účinnosti ideomotorického tréninku, tím více ideomotorický trénink používali. Očekávaná účinnost je vlastně rozhodujícím faktorem, zda vůbec bude ideomotorický trénink použit. Faktor úrovně schopnosti představivosti tedy není jediný, který ovlivní efektivitu ideomotorického učení nebo tréninku. Dalším důležitým faktorem, který může ovlivňovat efektivitu ideomotorického tréninku je úroveň aktivace nervového systému. V závislosti na obsahu ideomotorického tréninku a aktuálního psychického stavu existují negativní i pozitivní souvislosti. Zlepšení schopnosti imaginace je podle Cumminga a Ste-Marie (2001) možné, ale časově náročné.

### 2.3.5 Mechanismy účinku ideomotorické imaginace

Účinky ideomotorické imaginace se projevují rovněž periferně. Aby bylo možné vysvětlit, jak myšlenky ovlivňují pohybovou

činnost, byla provedena celá řada výzkumů. Cílem těchto studií bylo prokázat, že centrální procesy probíhající při ideomotorickém tréninku odpovídají pohybům, které se skutečně uplatňují při pohybové akci. Z tohoto důvodu byla srovnávána elektromyografická (EMG) aktivita ve svalech při představě pohybu a při skutečném pohybu. První takovou studii předložil Carpenter již v roce 1894. Měla dokázat, že v intenzivní pohybové představě jsou aktivovány svalové potenciály, jako při skutečném pohybu (Mayer & Hermann, 2014). Jacobson (1932) měřil elektrický potenciál v odpovídajících svalových skupinách během ideomotorické intervence. Ve skutečném pohybu byl elektrický potenciál větší než při ideomotorické představě, a to pouze ve svalech účastnících se v reálném pohybu. Jacobson tak dokázal, že změna svalové inervace je spojena se specifickým pohybem. V dalším podobném průzkumu opět Jacobson zjistil, že změna svalové inervace je spojena se specifickým pohybem. V dalším podobném zkoumání zjistil, že představa rytmických pohybů vyvolává rytmický průběh akčních potenciálů ve srovnání s představou acyklických pohybů, které produkují jen krátký nástup akčních potenciálů (Mayer & Herrmann, 2014).

Bird (1984) ve studii, v níž pracoval s pěti atlety, zaznamenal a porovnal výsledky elektromyografie při reálném pohybu v praktickém tréninku a při imaginaci. Vzniklé grafy byly podobné, i když při imaginaci nabýval akční potenciál nižších hodnot. Bird (1984) dále poukazuje na skutečnost, že v ideomotorickém tréninku spolu s měřením elektromyografického signálu lze rozpoznat chyby v pohybovém konceptu techniky provedení a následně je korigovat. Stopy EMG, které jsou odlišné od správného průběhu pohybu, mohou rovněž indikovat stres. Podobné výsledky jsou zaznamenány při elektromyografické (EMG) aktivitě obličejových svalů při prezentaci různých emocí nebo volních procesů (Rychtecký, 1978). Výzkum aktivity EMG při prezentaci sportovních

pohybů má podobné výsledky. Bakker, de Lange, Stevens, Toni & Bloem (2007) zjistili, že čím intenzivnější a živější představa je, tím pozorujeme větší frekvenci akčních potenciálů v zainteresovaných svalech během mentálního tréninku.

Ideomotorická intervence se projevuje rovněž kardiovaskulárními doprovodnými účinky, které lze diagnostikovat podobnou změnou akčních potenciálů jako při praktickém pohybu. Doba trvání ideomotorického cvičení a skutečného pohybu i odezva autonomního nervového systému odpovídá požadavkům na praktickou pohybovou aktivitu (srdeční frekvence, krevní tlak). Stejně tak představa fyzicky náročné pohybové akce vyvolává podobné fyziologické změny. White (2004) tvrdí, že čím intenzivnější a živější představa, tím více periferních účinků můžeme měřit. Decety, Jeannerod, Durozard & Baverel (1993) provedl šetření s běžci, kteří nejprve běželi každé 3 min v různém tempu (5, 8 a 12 km/h). Potom se snažili svůj výkon zopakovat v ideomotorické představě (i se zvukem běžeckého trenážéru). Představovali si, jak běžít v různých tempech. Fyziologické změny sice nedosáhly takových hodnot jako při samotném výkonu, ale hodnoty narůstaly podle stupňování fyziologické zátěže. Fyziologické změny v průběhu ideomotorického tréninku vznikají vegetativně, čímž je potvrzena funkční rovnocennost představované pohybové akce a praktického cvičení.

Další z autorů, kteří se zabývali kardiovaskulární reakcí na imaginovanou pohybovou aktivitu je Mulder & Hochstenbach (2003), kteří upozorňují fakt, že následky ideomotorického tréninku ve fyziologických ukazatelích může být obtížné sledovat. Schopnost individuální intenzivní představy zřejmě spouští fyziologickou odpověď, ale zde mohou přispět také motivačně-emoční faktory subjektu, který si představuje pohyb. Wang & Morgan (1992) zkoumali fyziologické korelace ideomotorického



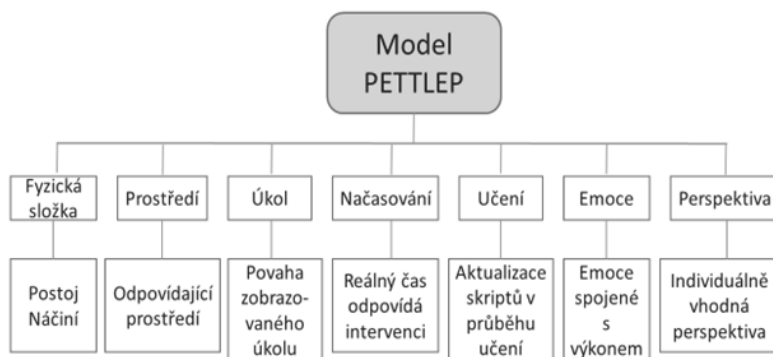
tréninku z perspektivy „vnitřní“ a z perspektivy „pozorovatele“. Při vyvolání představy z „vnitřní“ perspektivy se mění DF, SF a TK odpovídajícím způsobem. Při perspektivě „pozorovatele“ se kardiovaskulární ukazatele také mění, ale méně. Uvedené studie rovněž naznačují, že stejný centrální proces probíhá při ideomotorické představě jako při samotném praktickém cvičení. Dosud však žádná teorie nedokázala zcela uspokojivě vysvětlit účinnost ideomotorického tréninku (Immenroth, Eberspächer & Hermann, 2008).

### 2.3.6 Statická versus dynamická pohybová imaginace

Statická imaginace pohybových dovedností je aplikována většinou v relaxovaném stavu a v klidových podmínkách, při nichž je subjekt schopen lépe vytvářet představy. Tento model byl využíván přibližně od 20. let 20. století a někteří vědci ho zastávají dodnes (Seifert, Seifert & Schmit, 2004).

V roce 2001 představili sportovní psychologové Holmes & Collins model PETTLEP, který je založen na sedmi komponentách zajišťujících, že pohybová imaginace se stává dynamickou a je více podobná reálnému pohybovému výkonu. Několik studií testuje model PETTLEP a porovnává jeho účinnost s tradičnějšími metodami (Smith, Wright, Allsopp & Westhead, 2007; Wakefield & Smith, 2009).

Jednotlivé složky modelu PETTLEP konceptualizují pohybovou praxi a pohybovou imaginaci jako kontinuální proces. Holmes & Collins (2001 a 2002) předpokládají, že co největší přiblížení se reálnému pohybovému výstupu, tím účinnější pravděpodobně pohybová imaginace bude.



Obrázek 15. Schéma modelu PETTLEP (zpracováno podle Wakefield & Smith, 2012).

### Složka 1.: Fyzická složka (Physical)

Fyzická složka charakterizuje vztah pohybové odpovědi subjektu a sportovní situace, která nastává. Veškeré smyslové vnímání by mělo být identické při imaginaci i při reálném provedení pohybu. Především je kladen důraz na kinestetické vnímání. Zde je zapotřebí se vrátit k Langově bioinformační teorii (1979), z níž vyplývá, že pohybová imaginace není statickou vlastností, ale ovlivňuje ji celá řada faktorů. Jedná se o individuální schopnost lidského mozku vytvářet představy. Své obrazy může sice subjekt popsat, může se snažit popsat jejich živost a další vlastnosti, ale nikdo jiný nedokáže obraz vidět tak, jak ho vidí právě on. Dalším intervenujícím faktorem, který má významný podíl na kvalitě provedení imaginace, je zkušenost s konkrétní pohybovou dovedností, popř. pohybovou aktivitou.

### Složka 2.: Prostředí (Environment)

Vztahuje se k místu, kde je imaginace aplikována. Důležitá je znalost prostředí, což opět souvisí se zkušeností s danou pohybovou aktivitou. V současné době je relativně snadné pořídít záznam a ten zprostředkovat za pomoci moderních technologií.

### Složka 3.: Úkol (Task)

Pohybová úloha, resp. její obsah by měl být přizpůsoben specifické úrovni sportovce v různých aspektech výkonu. Elitní sportovec se zaměřuje na detail pohybové dovednosti, zatímco začátečník se zaměřuje na bazální pohyby. Např. zkušený tenista se při úderu koncentruje na pohyb zápěstí při dokončení úderu, zatímco začátečník především řeší zásah raketou do míčku.

### Složka 4.: Načasování (Timing)

Tato složka je společná pro statickou pohybovou imaginaci a dynamickou. Existuje jakási časová ekvivalence mezi ideomotorickým tréninkem a skutečným reálným praktickým provedením. Tato časová shoda je považována za další důkaz funkční ekvivalence mezi představovaným a praktickým provedením (Mayer & Hermann, 2014).

Decety, Jeannerod & Prablanc (1989) zkoumali soubor probandů, jimž jedné skupině byla předložena ideomotorická intervence a druhé nebyla. Probandi měli absolvovat cestu se zavázanými očima o délce 5, 10 a 15 m. Experimentální skupině byla předložena ideomotorická intervence, která měla vliv na přesnost provedení pohybu pravděpodobně tím, že byla vytvořena lepší představa o pohybu na trati. Nebyl zjištěn žádný rozdíl mezi představovaným průběhem pohybu a reálným průběhem pohybu. To

Ize vysvětlit jednak tím, že čas potřebný pro praktickou realizaci pohybu byl získán během ideomotorické intervence. Alternativně by mohl být stejný mechanismus aplikován také opačně, což by vysvětlovalo časovou srovnatelnost. V další studii Decety & Michael (1989) zkoumali časovou shodu v praktickém a duševním procesu kreslení a psaní. Subjekty měly napsat větu a nakreslit kostku. Jednou prakticky a jednou v představách. Toto bylo sledováno pro obě ruce a pro různé velikosti psaní a kreslení. Byla zaznamenána shoda mezi ideomotorickým a skutečným pohybem. Aby dokázali hypotézu, že praktické a mentální implementace jsou řízeny stejným mechanismem, provedli Decety a Jeannerod (1996) experiment s virtuální realitou. Bylo zkoumáno, do jaké míry lze Fittsův zákon potvrdit při provádění imaginace pohybových akcí.

Maruff, Wilson, De Fazio, Cerritelli, Hedt & Currie (1999) potvrdili výsledky Decetyho & Jeanneroda (1996). V jejich výzkumu srovnávali přesnost pohybu dominantní a nedominantní ruky a potvrdili, že existuje vysoká korelace času při praktickém a ideomotorickém tréninku zejména u dominantní ruky. Gentili, Papanxanthis & Pozzo (2006) provedli další experiment s načasováním pohybů v ideomotorickém tréninku a skutečně prováděnými pohyby paží s různými zátěžemi (1 kg a 1,5 kg). Opět se prokázalo, že délka trvání pohybových představ i praktického cvičení byla téměř totožná. Fusco, Iasevoli, Ioso, Gallotta, Padua & Tucci (2019) udávají, že zkušení sportovci provádějí představovanou pohybovou činnost stejně rychle nebo rychleji než reálně. Domnívají se, že ve zpomaleném snímku by bylo možné korigovat chyby.

### Složka 5.: Učení (Learning)

Tato složka bere v úvahu změnu dovedností úrovně interpreta vlivem motorického učení a průběžnou aktualizaci imaginačních

pokynů při nástupu změny v reálném výkonu. Tak, jak postupuje motorické učení, ale také fyzický rozvoj, tak je nutné pozměňovat představy. Bez této aktualizace by mohla pohybová imaginace způsobovat stagnaci. Holmes & Calmes (2008) upozornili na další možnost získávání pohybové zkušenosti, a tím je pozorování.

### Složka 6.: Emoce (Emotions)

Učení se pohybovým dovednostem, jejich opakování nebo případnou soutěž můžeme označit za emocionálně prožívanou zkušenost. Význam emocí prožívaných při pohybové aktivitě je nezanedbatelný. Nutno přiznat, že ne všechny emoce, které takto prožíváme, jsou pozitivní. Holmes & Calmes (2001) v rámci modelu PETTLEP doporučují, aby si jedinec podrobující se ideomotorické intervenci pokusil představit také emoce, které obvykle prožívá v určité situaci.

### Složka 7.: Perspektiva (Perspective)

Otázka perspektivy již rovněž byla v našem textu zmíněna. Z vlastní praxe vím, že v tomto směru opět existuje značná interindividuální rozdílnost. Je možné si obrazy představovat z vnitřní perspektivy (jedinec sám provádí pohyb) nebo z vnější perspektivy (vidí sám sebe z pohledu třetí osoby nebo vidí třetí osobu). Imaginace vnitřní perspektivou má větší nervovou odezvu, protože představa způsobuje větší proprioreceptivní odezvu. Domnívám se, že při výběru sehraje roli jednak individuální schopnost imaginace, ale rovněž zkušenost a dovednostní úroveň subjektu.

## 3. kapitola

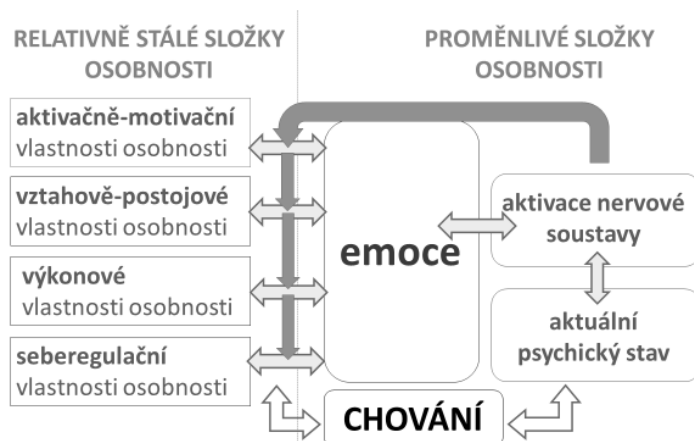
# Přehled vybraných výzkumných šetření

Tato část publikace má za úkol seznámit čtenáře s výsledky šetření provedených v laboratoři lidské motoriky Centra tělesné výchovy a sportu Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni. Výzkumy se zaměřují na určení vztahu pohybového výkonu a aktuálního psychického stavu jedince, který ovlivňuje celou řadu faktorů ovlivňujících výkon. Cílem je poukázat na skutečnost, že aktuální psychický stav má značný vliv na využití našeho psychického potenciálu a fyzických kapacit. Zabýváme se rovněž možnostmi zefektivnění pohybového výkonu za pomoci změny kognitivního nastavení jedince před, popř. v průběhu pohybového výkonu. Každý výzkum má svůj specifický cíl. Obecně můžeme cíl našeho zkoumání definovat jako snahu předložit důkazy o existenci vlivu psychického nastavení jedince na jeho pohybový výkon a naopak pro určitý typ a obtížnost senzomotorického úkolu je vhodné jiné psychofyzilogické nastavení. Všechna výzkumná šetření byla provedena za účasti studentů tělesné výchovy na Fakultě pedagogické Západočeské univerzity v Plzni, kteří byli autorce nápomocni při sběru dat a jako probandi.

Jak již bylo řečeno, naše chování ovlivňuje celá řada faktorů. Vybrané faktory ovlivňující naše chování jsme se snažili v našem zkoumání postihnout. Předložené výzkumy mají velmi podobný design. Naší snahou je jednak zmapovat existující vztahy mezi

fyzickou a psychickou stránkou jedince v průběhu motorického učení a jednak přímo upozornit na možnosti využití určitého typu ovlivnění kognice v průběhu procesu řízení pohybové aktivity tak, abychom naše svěřence nejen edukovali, ale také je všestranně připravili k podávání výkonu. Způsob ovlivnění aktuálního psychického stavu prostřednictvím vědomého ovlivnění mysli může jednotlivci pomoci nejen v případě podávání senzomotorického výkonu, ale rovněž v životních situacích, které vyžadují koncentraci, rychlé rozhodování, přesnost úsudku a vytvoření relevantní představy. K našemu zkoumání přistupujeme s vědomím, že je nutné počítat nejen s interindividuálními odlišnostmi, nýbrž také s intraindividuálními změnami, které mohou nastupovat relativně rychle. Aktuální psychický stav je ovlivňován celou řadou vnitřních i vnějších, neustále interagujících faktorů. Psychický stav a následné chování aktuálně ovlivňují především emoční procesy, které rozhodují o využití relativně stálých složek osobnosti. Mezi ty řadíme aktivačně-motivační vlastnosti osobnosti, vztahově-postojové, výkonové, seberegulační a dynamické vlastnosti osobnosti (Vágnerová, 2016) (viz obrázek 16). Aktivačně-motivační vlastnosti představují potřeby a zájmy a z nich pramenící tendence k činnosti. Vztahově postojové vlastnosti v sobě zahrnují postoje, světónázor a morální vlastnosti. Výkonové vlastnosti představují vlohy, které podmiňují schopnosti a další pracovní vlastnosti a odolnost k zátěži. Seberegulační vlastnosti v sobě zahrnují sebehodnocení, volní vlastnosti a regulaci dynamických vlastností, temperament.

Emoční stav ovlivňuje aktivační úroveň nervového systému, především její rychle proměnlivou složku, čili aktivační odpověď nervového systému na podnět. Emoce tak ovlivňují výběr řešení, které má svou kognitivní složku zakotvenou především ve výkonových vlastnostech osobnosti. Naopak zkušenosti, znalosti a dovednosti vybavené z paměti ovlivňují emoční stav. Takto bychom mohli



Obrázek 16. Schematické znázornění konceptu osobnosti (převzato z Vágnerová, 2016).

stručně a zjednodušeně vysvětlit působení faktorů výsledného chování jedince.

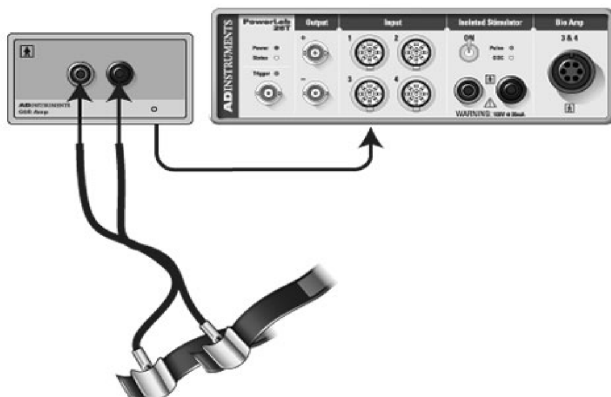
Domníváme se, že pochopení některých psychických procesů spojených s prováděním pohybové akce, může pomoci rozklíčovat některé problémy spojené s pohybovým výkonem jak u elitních sportovců, tak při provozování výkonnostního, rekreačního sportu nebo ve výuce školní tělesné výchovy.

### 3.1 Výsledky šetření založených na zkoumání dynamiky změn elektrodermální aktivity

K účelům výzkumů uvedených v této publikaci bylo využito měření elektrodermální aktivity využili přístroj ADInstrument ML116



### 3. Přehled vybraných výzkumných šetření



Obrázek 17. Schématické znázornění měřícího přístroje ADInstrument Power Lab spolu se zesilovačem ML 116 GRS Amp a s elektrodami. Dostupné z [www.adinstrument.com](http://www.adinstrument.com).

GSR Amp. Tento přístroj je vybaven softwarem PowerLab Chart a Power Scope, který je schopen zaznamenat a vyhodnotit časovou řadu dat kožně-galvanické reakce, kterou reprezentuje kožní vodivost mezi dvěma elektrodami umístěnými na distálních článcích ukazováku a prsteníku nedominantní ruky. Měření předchází kalibrace přístroje na individuální nulu. Zvýšení nebo naopak snížení vodivosti na povrchu kůže nastává zvýšením nebo snížením její vlhkosti, způsobenou aktivitou buněk kožních potních žláz. Kožní vodivost se mění díky subjektivní aktivitě autonomního nervového systému, speciálně jejího sympatického nervového systému.

Přístroj ML116 GSR Amp je zcela izolován a svým provedením odpovídá standardu IEC 60601-1. Snímání kožní vodivosti zajišťují bipolární prstové elektrody, které jsou k prstům přichyceny

páskami se suchým zipem. Tato proměnná je využívána k objektivizaci aktivity autonomního nervového systému, což umožňuje analyzovat reakci subjektu na podnět.

### 3.1.1 Změny elektrodermální vodivosti v průběhu senzomotorického testu

Jako první v pořadí uvádíme rozsáhlejší výzkum, který hodnotí problematiku vztahu senzomotorického výkonu a aktivační úrovně nervového systému všestranněji. Jedná se o deskriptivní výzkum, jehož cílem je zachytit a popsat vztah proměnné motorického výkonu a elektrodermální vodivosti jakožto ukazatele aktivace a porovnání obou proměnných s dalšími faktory, u nichž předpokládáme, že by mohly ovlivnit nejméně jednu z obou výše jmenovaných proměnných.

Jedním z možných intervenujících faktorů jsme stanovili temperament jedince. Buckingham (2008) prezentoval studii, která se opírá především o Robinsonovu teorii (1983), jež se zabývala opakovaným měřením elektrodermální aktivity v klidových podmínkách. Podobně jako Robinson (1983) také Buckingham (2002; 2008) zjišťoval korelační koeficienty opakovaných měření (test-retest) elektrodermální aktivity v klidových podmínkách. Ukázalo se, že nejnižší reliabilita opakovaného měření dlouhodobější hladiny kožně-galvanického odporu (SCL – skin conductance level), byla zjištěna ve skupině choleriků a flegmatiků ( $r = 0,89$ ), nejvyšší byl zjištěn u sangviniků ( $r = 0,97$ ). Reliabilita test-retest NS-SCR (non specific skin conductance response – okamžitá kožně-galvanická odpověď) byla o něco nižší. Nejnižší vykazovali sangvinici ( $r = 0,69$ ) a nejvyšší melancholici ( $r = 0,88$ ). Domníváme se, že temperamentový typ by mohl ovlivnit rovněž výkon senzomotorickém testu.

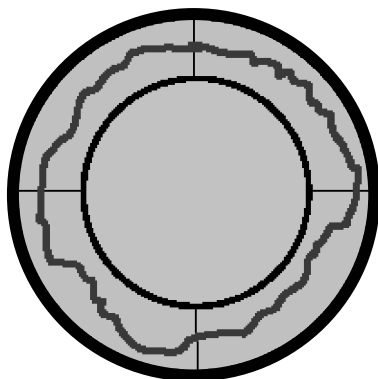
Druhým faktorem, který jsme se ve výzkumu snažili zachytit, je výkonová motivace ve sportu nazývaná ego-task orientace. Tento faktor poukazuje na skutečnost, zda je testovaný subjekt orientován především na podání co nejlepšího výkonu, či na vlastní prožívání úspěchu/neúspěchu. Ego-task orientace silně ovlivňuje právě vnímání úspěchu či neúspěchu, účel a cíl provozované sportovní činnosti, volba správné strategie použité pro dosažení výkonu, vnímání schopností, zájmů a zábavy jedince.

Třetím faktorem, který by podle našeho názoru mohl mít značný vliv na provedení neznámého senzomotorického úkolu, jsou intelektové předpoklady. Vzhledem k zaměření této práce posuzujeme tzv. generální faktor obecné inteligence jako jakýsi kapacitní předpoklad pro celkovou výkonnost (Spearman, 1927). Vztahem obecné inteligence a motorické docility se zabýval Valach (2008), který ve svém výzkumu uvádí, že probandi s vyšším hrubým skóre dosaženým v testu obecné inteligence jsou schopni se rychleji naučit pohybovou dovednost za pomoci observačního učení bez vnější zpětnovazební korekce.

#### **Metodika výzkumu**

##### **① Popis výzkumného souboru**

Výzkumný soubor tvořilo 110 testovaných osob ( $n = 110$ ) ve věkovém rozmezí 20–26 let. Z celkového počtu bylo 52 žen a 58 mužů. Všechny testované osoby byly studenty Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni. V den testování byli zdraví a subjektivně svůj celkový stav hodnotili jako dobrý. Z pohledu zkušenosti s pohybovým výkonem a motorickým učením jsme zvolili soubor relativně homogenní, neboť všichni probandi byli studenti oboru tělesná výchova sport a splnili podmínky přijímacího řízení potřebné k přijetí ke studiu na tento obor.



Obrázek 18. Příklad trajektorie dráhy záznamového zařízení přístroje pro supportní kreslení; šedá křivka – trajektorie úspěšného pokusu (Benešová, 2011).

## 2 Popis testu supportní kreslení

Jedná se o test, který již byl v minulosti použit, avšak nebyl standardizován. Pro účely tohoto výzkumu byl modifikován a standardizován. Testovaná osoba ovládá za pomoci dvou kliček zařízení, které v dvojrozměrném prostoru (ortogonální soustava) posouvá hrot záznamového zařízení. Jednou rukou točí kličkou, která způsobuje pohyb záznamového zařízení na vodorovné ose ( $x$ ), druhou rukou ovládá kličku, která způsobuje pohyb záznamového zařízení na svislé ose ( $y$ ). Úkolem testované osoby je za součinnosti obou rukou, vepsat co nejrychleji do připraveného mezikruží trajektorii, která bude vedena ve vnitřním poli připraveného mezikruží (viz obrázek 18). Hlavními kritérii testu jsou: rychlost provedení a přesnost změny bimanuálních pohybů při změně směru trajektorie (hrot záznamového zařízení nesmí vyjet z mezikruží). Experimentátor zaznamenává čas, za který proband vykreslí jednotlivé čtvrtiny mezikruží.

Měření času každé čtvrtiny mezikruží má několik důvodů:

1. V pilotní fázi výzkumu byla tato data využita k výpočtu vnitřní konzistence testu ( $R = 0,89$ ). Zaznamenány byly také výsledky dvou časoměřičů, a tím byly získány údaje o objektivitě testu ( $R_0 = 0,92$ ). Můžeme tvrdit, že test je relativně konzistentní a objektivní.
2. V každé čtvrtině mezikruží je nutno změnit směr otáčení některé z klíček přístroje, tudíž se jedná o drobnou nápravu pro TO.
3. Znalost doby trvání každé čtvrtiny nám pomohlo lépe se orientovat na křivce EDA a zatím pouze empiricky kontrolovat, projevovale-li se úspěšnost či neúspěšnost při provádění testu ve změnách elektrodermální aktivity.

Testování zahrnovalo tři opakování – retesty. Zaznamenán byl čas každého retestu. Mezi jednotlivými retesty byly krátké přestávky dle individuálních potřeb TO. Pokud došlo k nesprávné bimanuální souhře a záznamové zařízení opustilo mezikruží, byl pokus považován za nesplněný.

Do závěrečného statistického zpracování výsledků výzkumu byly zahrnuty naměřené časy trajektorií celého mezikruží. Podle výkonů v posledním retestu byli probandi celého souboru rozděleni do čtyř skupin; do skupiny 1 spadali probandi s nejlepšími výsledky, naopak skupinu 4 tvořili probandi s výsledky nejhoršími. K rozdělení probandů do skupin bylo použito průměrné hodnoty celého souboru v položce čas třetího retestu ( $SK_3$ ) a směrodatné odchylky této položky.

### ③ Popis testu zrcadlové kreslení

Jedná se o jednu z nejstarších zkoušek používaných v psychologii. Z hlediska podnětového je tento test neverbální zkouškou

a z hlediska výkonu se jedná o poměrně náročnou motorickou situaci, která staví pokusnou osobu do percepčního konfliktu. Principem testu je obkreslení geometrické figury – šesticípé hvězdy s vyloučením obvyklé senzorické kontroly. Pokusná osoba má zakrytý přímý výhled na ruku s elektronickou tužkou a místo toho může pohyb ruky sledovat pouze v zrcadle v převráceném pohledu. Z výsledků tohoto testu můžeme usuzovat na úroveň schopnosti koordinace „ruka-oko“ při deformované zpětné vazbě a schopnost učít se pohybové dovednosti v nestandardních podmínkách pokusem a omylem nebo racionálním rozbořením podmínek prováděné činnosti. Test obsahuje jeden zácvičný pokus a po něm pět retestů, při nichž je každé opuštění předkresleného obrazce hodnoceno jako chyba a doprovázeno zvukovým znamením. Pro vyhodnocení testu jsme brali v úvahu čas dosažený v každém retestu a počet chyb dosažený v prvním a pátém retestu.

Přístroj (viz obrázek 19) je připojen k personálnímu počítači standardním sériovým rozhraním. Vyšetření se provádí za pomoci software, který je schopen okamžitě a přesně vyšetření vyhodnotit. Elektronickou verzi testu vypracoval Ing. Jan Dvořák.

#### 4 Popis použitých dotazníkových metod

Pro určení temperamentu jsme použili test EPI (Eysenckův osobnostní dotazník). Dotazník se skládá z 57 otázek s dichotomickou odpovědí ano/ne. 9 otázek sytí lži skóre, 24 otázek dimenzi „neuropsychické stability/labily“ a 24 otázek sytí míru „extroverze“. Výhodu této metody spatřujeme právě ve dvojrozměrném stanovení temperamentového typu. Každá z dimenzí je hodnocena zvlášť. Test je volně dostupný on-line (např. na: <http://temperament.wladik.net/>).

### 3. Přehled vybraných výzkumných šetření



Obrázek 19. Technická část přístroje pro měření výkonu v testu zrcadlové kreslení (Benešová, 2011).

Pro určení typu výkonové orientace ve sportu tzv. ego-task orientace jsme využili dotazníku TEOSQ (Duda, 1989). Dotazník se skládá ze 13 otázek, z nichž 6 sytí dimenzi „ego“ a 7 otázek sytí dimenzi „task“. Respondenti si odpovědi vybírají vždy ze čtyř možností: *a) ano vždy, b) většinou, c) většinou ne a d) nikdy*. Odpověď „*a) ano vždy*“ byla hodnocena čtyřmi body v dimenzi, do níž položka náležela. Stejným principem byly bodovány ostatní odpovědi, tzn. odpověď *b)* znamenala získání tří bodů, za *c)* dvou a *d)* jednoho bodu v příslušné dimenzi. Bodové hodnocení každé

dimenze jsme zprůměrovali a vydělili průměrný bodový skóre dimenze „ego“ průměrným bodovým skóre dimenze „task“ (E/T). Probandi, jejichž poměr bodového skóre bylo větší než 1, jsou více orientováni na „ego“. Tito jedinci kladou důraz na porovnání s ostatními a především je zajímá, jak uspěli v porovnání s ostatními. Probandi, jejichž poměr bodového skóre byl menší než 1, jsou orientováni na „task“ to znamená, že se především zajímají, zda úkol provádějí správně, baví je se učit nové věci a zajímá je, zda se zlepšují.

Obecnou inteligenční schopnost jsme objektivizovali pomocí Testu intelektového potenciálu (T.I.P.) (Říčan, 1971). Jedná se o neverbální test založený na doplnění správné varianty tří po sobě následujících obrázků. Úkolem probanda je volba čtvrtého obrázku, který logicky do řady patří. V testu jde o vyvozování jednotlivých vztahů (úlohy jsou založeny na abstraktních vztazích) a jsou zde minimalizovány úlohy založené na prostorovém faktoru (Valach, 2008). Test obsahuje 29 úkolů. Celková délka administrace testu je omezena na 12 minut.

#### 5 Statistické zpracování dat

Abychom mohli rozdělit výzkumný soubor do skupin podle výkonu, využili jsme aritmetický průměr a směrodatnou odchylku. Způsob rozdělení do skupin jsme stanovili takto: skupinu 1 tvořili probandi, jejichž dosažený čas posledního uskutečněného retestu každého z testů spadl do intervalu hodnot od 0 do  $(M-SD)$ ; skupinu 2: od hodnot  $(M-SD)$  včetně, do  $M$ ; skupina 3: od hodnoty  $M$ , včetně, do hodnoty  $(M+SD)$  a skupina 4: od hodnoty  $(M+SD)$ , včetně a větší. Průměry jednotlivých skupin jsme použili rovněž ke grafickému porovnání výsledků.

Vztahy jednotlivých proměnných jsme zhodnotili pomocí faktorové a korelační analýzy. Korelační koeficienty byly stanoveny



s použitím Spearmanova korelačního koeficientu  $r_s$ . Věcnou významnost jsme určili za pomoci koeficientu determinace  $r_s^2$ . Při  $r_s^2 \geq 0,1$ , hovoříme o významném efektu (Sigmundová & Sigmund, 2012).

Ke zhodnocení meziskupinových rozdílů jsme použili Kruskal-Wallisův test. Věcná významnost byla stanovena podle vzorce 1.

$$\eta^2 = \frac{H}{n - 1}$$

vzorec 1, kde  $H$  – vypočtené kritérium testu,  $n$  – rozsah souboru

Je-li hodnota  $\eta^2 \geq 0,14$  – hovoříme o velkém efektu, při  $0,06 \leq \eta^2 \leq 0,13$  hovoříme o středním efektu (Thomas & Nelson, 2001).

Porovnání skupiny mužů a žen jsme provedli Mann-Whitneyovým  $U$  testem. Věcnou významnost posoudili Cohenovým  $d$  (viz vzorec 2).

$$d = \frac{M1 - M2}{SD}$$

vzorec 2, kde  $M1$  – aritmetický průměr dané proměnné prvního souboru,  $M2$  – aritmetický průměr dané proměnné druhého souboru,  $SD$  – hodnota směrodatné odchylky celého souboru.

Je-li hodnota Cohenova  $d$  v intervalu  $0,2 \geq d \geq 0,49$  – hovoříme o malé velikosti efektu (věcné významnosti),  $0,5 \geq d \geq 0,79$  – hovoříme o střední velikosti efektu, při  $d \geq 0,8$  – hovoříme o velké velikosti efektu (Thomas & Nelson, 2001).

Pro výpočty statistickými metodami byl použit program STATISTICA 11.0.

6 Testovací prostředí, podmínky měření a popis proměnných  
Testování se uskutečnilo v laboratoři zátěžové diagnostiky Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni. Po celou dobu jsme se snažili zajistit standardní podmínky pro všechny testované osoby. Místnost byla vždy řádně vyvětrána, byl v ní klid, přiměřené osvětlení a stabilní teplota. Po příchodu do laboratoře se proband posadil k měřicímu stolku a byly mu připevněny elektrody pro měření EDA. Poté byl seznámen s administrací testů supportní kreslení a zrcadlové kreslení. Rovněž byly probandům vysvětleny zásady správné manipulace s rukou, na níž jsou připevněny elektrody. Po uplynutí dvou minut od připevnění elektrod, provedl examinátor kalibraci přístroje měřícího EDA a odstartoval testování.

Přehled zkratk proměnných:

<b>KL_EDV_PR</b>	průměrná hodnota klidové elektrodermální vodivosti
<b>ZK1_CH</b>	počet chyb dosažených v prvním retestu testu zrcadlového kreslení
<b>ZK1_CAS</b>	čas dosažený v prvním retestu testu zrcadlového kreslení
<b>ZK1_EDV_PR</b>	průměrná hodnota elektrodermální vodivosti naměřené v prvním retestu testu zrcadlového kreslení
<b>ZK5_CH</b>	počet chyb dosažených v pátém retestu testu zrcadlového kreslení
<b>ZK5_CAS</b>	čas dosažený v pátém retestu testu zrcadlového kreslení
<b>ZK5_EDV_PR</b>	průměrná hodnota elektrodermální vodivosti naměřené v pátém retestu testu zrcadlového kreslení

### 3. Přehled vybraných výzkumných šetření

<b>SK1</b>	čas dosažený v prvním retestu testu supportní kreslení
<b>SK1_EDV_PR</b>	průměrná hodnota elektrodermální vodivosti naměřené v prvním retestu testu supportního kreslení
<b>SK2</b>	čas dosažený v druhém retestu testu supportní kreslení
<b>SK2_EDV_PR</b>	průměrná hodnota elektrodermální vodivosti naměřené ve druhém retestu testu supportního kreslení
<b>SK3</b>	čas dosažený ve třetím retestu testu supportní kreslení
<b>SK3_EDV_PR</b>	průměrná hodnota elektrodermální vodivosti naměřené ve třetím retestu testu supportního kreslení
<b>EXTRO</b>	úroveň extroverze
<b>NEURO</b>	úroveň neuropsychické stability/lability
<b>E_T</b>	poměr zjištěného průměrného skóre ego/task orientace
<b>TIP</b>	bodové skóre testu intelektového potenciálu

Abychom mohli dobře vyhodnotit výkon v testu zrcadlové kreslení, vytvořili jsme proměnnou  $X_{ZK}$ , kterou jsme získali výpočtem ze vzorce 3.

$$X_{ZK1} = \frac{F_{ZK1} \cdot T_{ZK1}}{100}$$

$$X_{ZK5} = \frac{F_{ZK5} \cdot T_{ZK5}}{100}$$

vzorec 3, kde  $F_{ZK1}$  a  $5$  označuje počet chyb v retestu 1 a 5 a  $t_{ZK1}$  a  $5$  označuje čas potřebný ke splnění úkolu.

## Výsledky a diskuse

### ① Faktorová analýza

Ke zjištění vzájemných vztahů mezi jednotlivými proměnnými byl použit třífaktorový model metody hlavních komponent faktorové analýzy. Z výsledků faktorové analýzy vyplývá, že existuje vzájemná závislost mezi proměnnými  $X_{ZK1}$  a  $X_{ZK5}$ , které manifestují výkon v prvním a pátém retestu zrcadlového kreslení. Tento vztah vyjadřuje faktor č. 1.

Faktor č. 2 sytí závislost mezi průměry elektrodermální vodivosti během testování.

Faktor č. 3 sytí závislost mezi jednotlivými retesty testu supportní kreslení.

Nebyl nalezen žádný faktor společný všem třem skupinám proměnných ani kovariačním proměnným (extroverze, neuroticismus, ego-task orientace a testu intelektového potenciálu).

### ② Korelační analýza

Korelační analýzu jsme provedli, abychom pochopili vztahy mezi proměnnými. Zjistili jsme poměrně zajímavé vztahy, které uvádíme v tabulce 3. Signifikantní závislost jsme zaznamenali mezi nezávisle proměnnou pohlaví a výkony v retestech supportního kreslení. Vysoká míra závislosti se projevila mezi jednotlivými retesty supportního kreslení. V případě testu zrcadlového kreslení existuje vysoká míra závislosti v prvním měření u počtu chyb a dosaženého času v testu. Signifikantně spolu korelují proměnné dosaženého času v obou měřeních testu zrcadlové kreslení a prvního retestu zrcadlového kreslení a všech tří retestů supportního kreslení. Tyto výsledky doprovází rovněž vysoká věcná významnost (koeficientu determinace). Dále jsme se zaměřili na zhodnocení

### 3. Přehled vybraných výzkumných šetření

Tabulka 3. Přehled korelačních koeficientů a koeficientů determinace mezi výkony v jednotlivých retestech obou testů a pohlavím (zdroj vlastní).

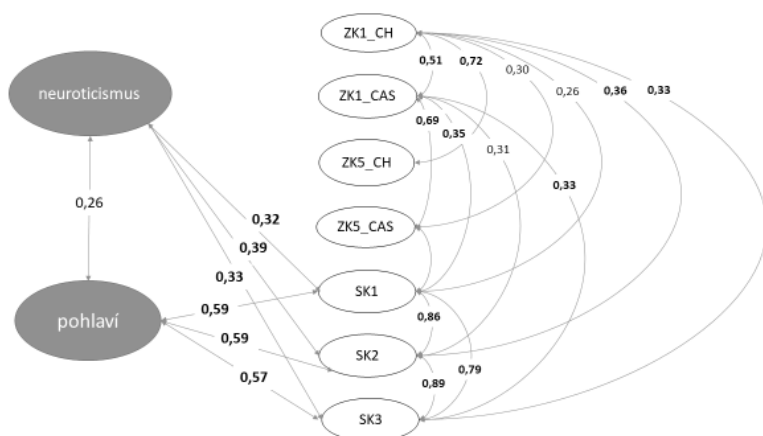
	ZK1_CH		ZK1_CAS		ZK5_CH		ZK5_CAS		SK1		SK2		SK3	
	$r_s$	$r_s^2$	$r_s$	$r_s^2$	$r_s$	$r_s^2$	$r_s$	$r_s^2$	$r_s$	$r_s^2$	$r_s$	$r_s^2$	$r_s$	$r_s^2$
<b>POHLAVÍ</b>	0,2	0,04	0,04	0	0,14	0,02	0,07	0	<b>0,59</b>	<b>0,35*</b>	<b>0,59</b>	<b>0,35*</b>	<b>0,57</b>	<b>0,32*</b>
<b>ZK1_CH</b>			<b>0,51</b>	<b>0,26*</b>	<b>0,72</b>	<b>0,52*</b>	0,3	0,09	0,26	0,07	<b>0,36</b>	<b>0,13*</b>	<b>0,33</b>	<b>0,11*</b>
<b>ZK1_CAS</b>					0,1	0,01	<b>0,69</b>	<b>0,48*</b>	<b>0,35</b>	<b>0,12*</b>	<b>0,31</b>	<b>0,1*</b>	<b>0,33</b>	<b>0,11*</b>
<b>ZK5_CH</b>							0,14	0,02	0,13	0,02	0,27	0,07	0,23	0,05
<b>ZK5_CAS</b>									0,32	0,1	0,26	0,07	0,28	0,08
<b>SK1</b>											<b>0,86</b>	<b>0,74*</b>	<b>0,79</b>	<b>0,62*</b>
<b>SK2</b>													<b>0,89</b>	<b>0,79*</b>

$\alpha \leq p \leq 0,05$

\* vysoká věcná významnost

vztahu temperamentových dimenzí a výkonů v jednotlivých testech. V path-diagramu (graf 1) jsou znázorněny statisticky i věcně významné korelační vztahy mezi nezávisle proměnnými: pohlavím, neuropsychická stabilita/labilita a výkony v testech. Pokud se týká dimenze extroverze, nebyla zjištěna signifikantní závislost mezi touto proměnnou a výkony v testech.

Vysoká míra závislosti se projevila mezi úrovní neuroticismu a výkony v jednotlivých pokusech testu supportní kreslení. Signifikantní korelační vztah se projevila rovněž mezi úrovní neuroticismu a pohlavím. Tento vztah má střední věcnou významnost. Skutečnost, zda probandem byl muž nebo žena, pravděpodobně ovlivnila výkon v testu supportní kreslení. Toto zjištění může mít souvislost také s faktem, že u žen byla zjištěna v průměru vyšší úroveň neuropsychické lability než u mužů.



Graf 1. Přehled signifikantních korelačních vztahů mezi proměnnými pohlaví, neuroticismus a výkony v testech zrcadlové a supportní kreslení. Tučně jsou označeny korelační koeficienty, které jsou jak statisticky tak věcně významné (zdroj vlastní).

Mezi proměnnými určujícími úroveň extroverze, ego-task orientaci a intelektový potenciál a výkony v obou motorických testech jsme nezaznamenali signifikantní míru závislosti.

Poměrně vysoká míra závislosti byla nalezena mezi naměřenými hodnotami elektrodermální vodivosti (viz tabulka 4). To poukazuje na podobné interindividuální změny této proměnné v průběhu měření. V případě této proměnné jsme vysokou míru korelační závislosti mezi jednotlivými měřeními předpokládali. Rovněž faktorová i korelační analýza poukazovala na existenci těchto vztahů. Mezi proměnnými, které charakterizují výkon, temperamentové dimenze, ego-task orientaci nebo inteligenční

### 3. Přehled vybraných výzkumných šetření

Tabulka 4. Přehled korelačních koeficientů a koeficientů determinace mezi hodnotami průměrné elektrodermální vodivosti (zdroj vlastní).

	ZK1_EDV_PR		ZK5_EDV_PR		SK1_EDV_PR		SK2_EDV_PR		SK3_EDV_PR	
	$r_s$	$r_s^2$	$r_s$	$r_s^2$	$r_s$	$r_s^2$	$r_s$	$r_s^2$	$r_s$	$r_s^2$
KL_EDV_PR	0,33	0,11*	0,32	0,10*	0,33	0,11*	0,34	0,12*	0,37	0,14*
ZK1_EDV_PR	1		0,87	0,76*	0,55	0,30*	0,66	0,44*	0,76	0,58*
ZK5_EDV_PR			1		0,6	0,36*	0,67	0,45*	0,72	0,52*
SK1_EDV_PR					1		0,86	0,74*	0,8	0,64*
SK2_EDV_PR							1		0,94	0,88*

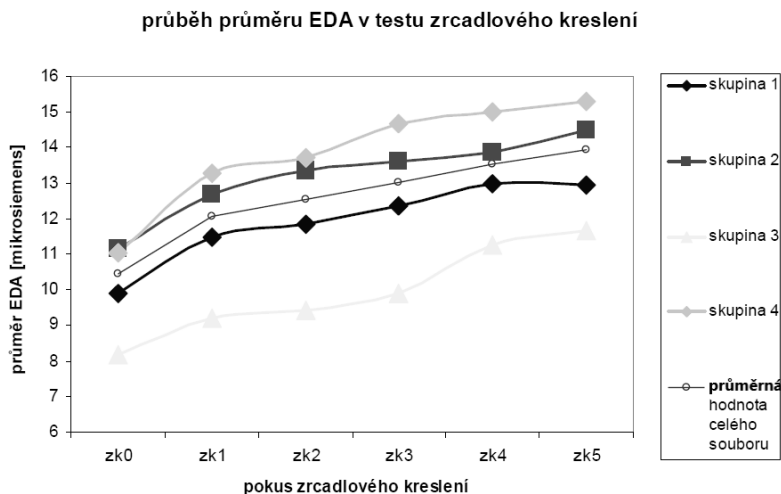
$p \leq \alpha \leq 0,05$

\* vysoká věcná významnost

schopnost a průměrnou elektrodermální vodivosti, jsme neznamenali signifikantní míru závislosti.

⑤ Vyhodnocení dat získaných v průběhu testu zrcadlové kreslení  
 Při zhodnocení dat celého souboru v testu zrcadlové kreslení jsme se rozhodli vzít v úvahu hodnoty průměrné elektrodermální vodivosti a výkonů ve všech retestech. Pro demonstraci výkonu jsme použili pouze proměnnou naměřený čas v každém z retestů, protože existuje korelační vztah mezi počtem chyb a časem dosaženým v prvním a pátém měření testu. Vyhodnotili jsme vztah mezi průměrem elektrodermální vodivosti a naměřeným časem v nultém až pátém retestu (viz graf 2).

Graf 2 znázorňuje, jak se měnila proměnná průměr elektrodermální vodivosti v průběhu testování. Z grafu 2 jednoznačně vyplývá, že u úspěšnějších skupin 1 a 2 (s nadprůměrným výkonem) se průměr elektrodermální vodivosti pohybuje okolo průměrné hodnoty



Graf 2. Grafické znázornění průměru elektrodermální vodivosti jednotlivých skupin v průběhu jednotlivých retestů zrcadlového kreslení (zdroj vlastní).

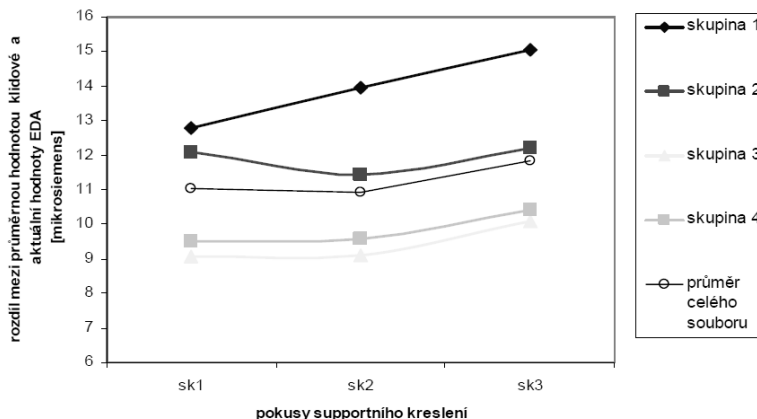
celého souboru. U skupiny 1, jako u jediné skupiny, je znatelný mírný pokles hodnoty průměru elektrodermální vodivosti mezi čtvrtým a pátým retestem. Domníváme se, že to je známka jisté stabilizace v dovednosti, která u skupiny 1 nastala již v aplikovaném zácviku. Ostatní probandi by pravděpodobně potřebovali více opakování, aby dosáhli tohoto jevu. V případě testu zrcadlového kreslení nemůžeme hovořit o signifikantním meziskupinovém rozdílu u proměnné průměr elektrodermální vodivosti. Domníváme se, že tento jev nastal především proto, že senzomotoricky náročný test více akcentoval regulaci aktivace směrem k její střední úrovni.

Při neformálním rozhovoru s probandy, kteří dosáhli velmi dobrých výkonů, jsme zjistili, že valná většina nekontrolovala pohyby



### 3. Přehled vybraných výzkumných šetření

grafické znázornění relativních průměrných hodnot EDA v průběhu jednotlivých pokusů supportního kreslení



Graf 3. Grafické znázornění průměru elektrodermální vodivosti jednotlivých skupin v průběhu jednotlivých retestů testu supportního kreslení (zdroj vlastní).

ruky s elektronickou tužkou v převrácené zpětné vazbě v zrcadle, nýbrž představovali si obrazec šesticípé hvězdy a podle této představy korigovali pohyb ruky po podložce.

④ Vyhodnocení dat v průběhu testu supportní kreslení  
Zhodnocením dat celého souboru v testu supportní kreslení poukazuje na skutečnost, že test byl zaměřen především na rychlost provádění pohybů založených na bimanuální koordinaci.

Celý soubor jsme opět podle známého klíče rozdělili do čtyř skupin. Skupiny byly vytvořeny podle času dosaženého ve třetím retestu.

Z obrázku jednoznačně plyne potvrzení empiricky získaného předpokladu, že test supportní kreslení není příliš náročný na neuromuskulární koordinaci, ale více se projeví stupeň probandovi zaujatosti úkolem a stupeň angažovanosti v něm. Nejlepších výsledků dosahovali v případě testu supportního kreslení probandi s nejvyšší, kontinuálně, pokus od pokusu rostoucí průměrnou hodnotou elektrodermální vodivosti. Významné meziskupinové rozdíly byly diagnostikovány ve výkonech jednotlivých retestů supportního kreslení u všech skupin. Skupina 3 vykazovala nejnižší průměrnou hodnotu elektrodermální vodivosti, ale průměrný výkon jejích členů byl zaznamenán jako třetí nejhorší. Ani v případě testu supportní kreslení nemůžeme potvrdit signifikantní rozdíly mezi skupinami u proměnné elektrodermální vodivosti. Signifikantní rozdíl proměnné průměr elektrodermální vodivosti jsme potvrdili pomocí Mann-Whitneyova testu mezi skupinou 1 (s nejlepšími výkony) a skupinou 3 (s nejnižší elektrodermální vodivostí), věcná významnost byla Cohenovým  $d$  stanovena jako střední.

#### 5 Zhodnocení výsledků z pohledu temperamentu

Zaujal nás vztah mezi proměnnými pohlaví, neuroticismus a výkony v testu supportní kreslení. Abychom se pokusili tyto závislosti objasnit, provedli jsme nejprve analýzu rozložení četností výzkumného souboru z pohledu obou temperamentových dimenzí. Ze souboru byli vybráni probandi, jejichž hrubé skóre v Eysenckově osobnostním dotazníku se v obou dimenzích pohybovalo od 0 do 9 a od 15 do 24 (viz tabulka 5).

Z tabulky 5 i grafu 4 jednoznačně vyplývá, že v našem souboru je zastoupen největší podíl stabilních a extrovertních probandů. Pokud se týče neuropsychické lability (neuroticismus) je u žen zastoupena vyšší měrou než u mužů.

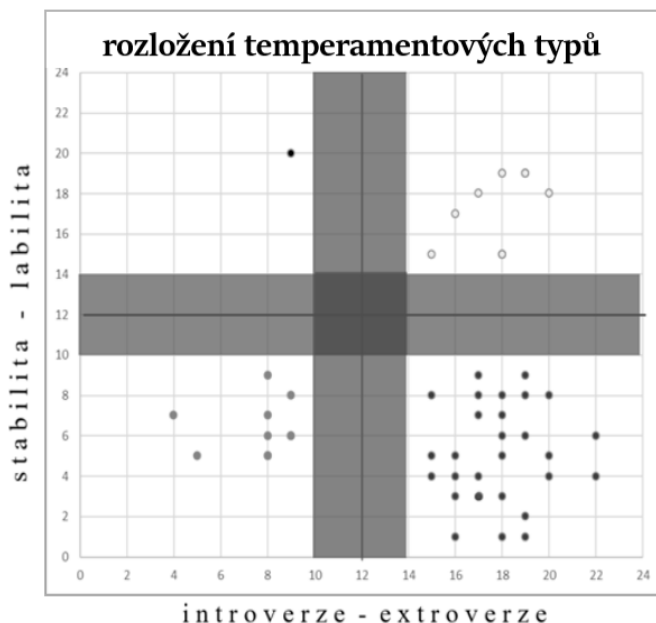
### 3. Přehled vybraných výzkumných šetření

Tabulka 5. Rozdělení absolutních a relativních četností souboru podle hrubého skóre dosaženého v dotazníku EPI (zdroj vlastní).

	muži (n = 58)		ženy (n = 52)	
	abs. četnost	rel. četnost	abs. četnost	rel. četnost
<b>labilní</b>	3	5,20 %	14	27 %
<b>stabilní</b>	34	58,60 %	21	40,30 %
<b>nevyhranění</b>	21	36,20 %	17	32,70 %
<b>extrovertní</b>	30	51,70 %	24	46,10 %
<b>introvertní</b>	7	12,10 %	9	17,30 %
<b>nevyhranění</b>	21	36,20 %	19	36,60 %

Mann-Whitneyovým testem byly zhodnoceny rozdíly mezi introverty a extroverty a mezi stabilními a labilními probandy. Signifikantní rozdíly se projeví pouze u výkonů v jednotlivých retes-tech supportního kreslení a dimenze neuroticismu. Tento trend jsme zaznamenali již v počáteční korelační analýze a částečně má souvislost s pohlavím. Ostatní proměnné naměřené v našem souboru nejsou ovlivněny temperamentovou dimenzí extroverze ani neuroticismu.

Probandy, kteří jsou v některé z dimenzí nevyhranění (hrubé skóre některé z dimenzí se pohybuje mezi 10 a 14), jsme vyřadili. Mezi vyhraněnými temperamentovými typy zůstalo 50 probandů, a to 30 sangviniků (19 mužů a 11 žen), 10 flegmatiků (3 muži a 7 žen), 9 cholericů (3 muži a 6 žen) a pouze jedna žena z celého souboru vykazovala vyhraněný melancholický temperamentový



Graf 4. Rozdělení temperamentových typů výzkumného souboru. V levém horním rohu je skupina choleriků, v pravém horním rohu choleriků, v dolním levém rohu flegmatiků a v dolním pravém rohu sangviniků. Oblast modře vyplněného kříže znázorňuje nevyhraněný temperamentový typ (zdroj vlastní).

typ (viz graf 4). Ostatní probandi nejméně v jedné z temperamentových dimenzí dosáhli nevyhraněného hrubého skóre. Vzhledem ke skutečnosti, že ve výzkumném souboru silně převládají sangvinici, je velmi obtížné stanovit validní závěry. Přes nevyrovnané rozložení temperamentových typů byly zhodnoceny proměnné výkonů a elektrodermální vodivosti v jejich průběhu. Kruskal-Wallisovým testem jsme objevili signifikantní meziskupinové

### 3. Přehled vybraných výzkumných šetření

Tabulka 6. Výsledky meziskupinového porovnání skupin jednotlivých temperamentových typů Kruskal-Wallisovým testem a k němu vztážená věcná významnost (zdroj vlastní).

	H (3, N = 50)	p-level	$\eta^2$
ZK1_CH	2,6	0,46	0,05
ZK1_ČAS	1,23	0,74	0,02
ZK1_EDV_PR	6,36	<b>0,09</b>	<b>0,13*</b>
ZK5_CH	2,06	0,56	0,04
ZK5_ČAS	0,64	0,89	0,01
ZK5_EDV_PR	9,17	0,03	0,18
SK1	5,15	0,16	<b>0,1*</b>
SK1_EDV_PR	6,53	<b>0,09</b>	<b>0,13*</b>
SK2	7,15	<b>0,07</b>	<b>0,15**</b>
SK2_EDV_PR	5,31	0,15	<b>0,11</b>
SK3	5,44	0,14	<b>0,11*</b>
SK3_EDV_PR	4,75	0,19	<b>0,1*</b>

$p \leq \alpha \leq 0,01$

\* střední efekt

\*\* velký efekt

rozdíly mezi temperamentovými typy u průměru elektrodermální vodivosti prvního a pátého retestu zrcadlového kreslení a u prvního retestu supportního kreslení.

Nejlepších výkonů v testu zrcadlové kreslení dosahovali melancholici a sangvinici, nejhorších flegmatici. Nejméně střední effect size byl zjištěn u všech proměnných týkajících se testu supportního kreslení. Můžeme říci, že v našem souboru existuje rozdíl mezi

skupinami temperamentového typu jak ve výkonech v testech, tak v průměrné hodnotě elektrodermální vodivosti.

Pokud se týče průměru elektrodermální vodivosti nejnižší průměrné hodnoty byly zjištěny u melancholiků a flegmatiků. Toto zjištění vzhledem k ostatním výsledkům i rozložení souboru z hlediska temperamentových dimenzí nemůžeme zobecnit.

#### 6 Zhodnocení výsledků z pohledu ego-task orientace

Podobně jsme se snažili posoudit výsledky z pohledu ego-task orientace. Soubor jsme rozdělili na probandy orientované více na ego a probandy orientované více na task. 26 probandů vykazuje orientaci na ego a 61 probandů vykazuje orientaci na task, 23 probandů není zaměřeno ani na ego ani na task, jsou z tohoto pohledu vyrovnání. Porovnáním těchto dvou skupin nebyly nalezeny meziskupinové rozdíly.

#### 7 Zhodnocení výsledků z pohledu obecných intelektových předpokladů

Výsledky předchozích analýz nedosahovaly signifikantních hodnot, ale jistý trend bylo možno pozorovat. Při posouzení možného vlivu obecných intelektových předpokladů jsme soubor rozdělili podle průměrné hodnoty na tři skupiny. Skupina „nadprůměrných“ dosahovala v testu intelektových předpokladů nadprůměrného hrubého skóre, skupina „průměrných“ průměrného hrubého skóre a skupina „podprůměrných“ vykazovala podprůměrné hodnoty. Nutno upozornit, že se jedná o hodnoty vztaheny k našemu výzkumnému souboru, který je opět z pohledu obecného intelektového potenciálu poměrně homogenní. Přesto jsme našli Kruskal-Wallisovým testem signifikantní meziskupinový rozdíl u některých proměnných výkonů v senzomotorických testech (viz tabulka 7). Statisticky významné rozdíly na hladině významnosti  $\alpha \leq 0,1$  byly zjištěny u počtu dosažených chyb v prvním

### 3. Přehled vybraných výzkumných šetření

Tabulka 7. Výsledky meziskupinového porovnání skupin vzniklých podle hodnocení v testu intelektového potenciálu (T.I.P.) Kruskal-Wallisovým testem a k němu vztažená věcná významnost (zdroj vlastní).

	H (2, N = 110)	p-level	$\eta^2$
ZK1_CH	10,32	<b>0,06</b>	<b>0,095*</b>
ZK1_ČAS	4,74	<b>0,09</b>	0,043
ZK5_CH	5,15	<b>0,08</b>	0,047
ZK5_ČAS	1,35	0,51	0
SK1	1,32	0,51	0
SK2	5,7	<b>0,06</b>	0,052
SK3	8,96	<b>0,01</b>	<b>0,082*</b>

$p \leq \alpha \leq 0,01$

\* střední efekt

i pátém retestu a času prvního retestu testu zrcadlového kreslení a druhého a třetího retestu testu supportní kreslení. Věcná významnost byla nalezena pouze středního významu u počtu chyb prvního retestu testu zrcadlového kreslení a posledního pokusu testu supportního kreslení.

Výsledky poukazují na možný vztah obecné inteligence s počátečním řešením náročného senzomotorického úkolu a využití zkušenosti při řešení úkolu zaměřeného na rychlost.

#### 8 Shrnutí výsledků výzkumného šetření a diskuse

Proměnné jednotlivých výkonů testu supportní kreslení vykazují vysokou korelační závislost na pohlaví. Muži vykazují vyšší úroveň výkonů v testu supportní kreslení než ženy. Rovněž jsme

zjistili signifikantní korelační vztah mezi pohlavím a neuroticismem a výkony v jednotlivých retestech supportního kreslení (viz graf 1).

Provedli jsme porovnání skupiny mužů a skupiny žen (tabulka 8). Signifikantní rozdíly byly zjištěny v případě počtu chyb v prvním retestu zrcadlové kreslení, všech tří retestů testu supportního kreslení a v temperamentové dimenzi neuroticismu. V případě senzomotorických výkonů byla zjištěna rovněž velmi vysoká věcná významnost, v případě proměnné neuroticismu byla zjištěna střední věcná významnost rozdílu mezi muži a ženami.

Domníváme se, že rozdíly, které byly zjištěny mezi výkony mužů a žen v jednotlivých testech, odpovídají výzkumem prokázaným gender rozdílům fyziologie mozku a evolučního vývoje lidského druhu. Při podrobném rozboru studií zabývajících se touto problematikou, bylo zjištěno, že při stejné činnosti zapojují muži jiné části mozku než ženy. Při řešení úkolu dospějí oba ke stejnému výsledku, avšak každý za použití jiných mozkových center a jiných postupů.

Gender diferencí a mužskou převahou v prostorové orientaci se nejčastěji zabývá Kimura (1992) a odvozuje ji z evolučního tlaku působícího přes půl milionu let lidského vývoje. Oba mozky mají stejný tvar s početnými gyry. Mužský mozek je průměrně o něco větší (1 300g) než ženský (1 100g). Mnohé výzkumy ukázaly, že velikost mozku nemusí korelovat s inteligencí. Delgado a Prieto (2004) uvádějí, že muži jsou výkonnější v pravo-levém rozlišování, odhalování skrytých obrazců, mentální rotaci (představovaná manipulace s trojrozměrnými předměty) a především se lépe orientují v prostoru. Tuto mužskou výhodu nelze kompenzovat formálním vzděláváním, rozdíly v řešení prostorových úloh přetrvávají po celý život. Další zkoumání se zabývala matematickými



### 3. Přehled vybraných výzkumných šetření

Tabulka 8. Výsledky porovnání skupin žen a mužů Mann-Whitneyovým testem, Cohenovým d a porovnání průměrů a směrodatných odchylek jednotlivých proměnných (zdroj vlastní).

	součet pořadí		U	Z	p-level	Cohen d	M ± SD	
	ženy	muži					ženy	muži
KL_EDV_PR	2908	3196	1485,5	0,13	0,89	0,01	0,67 ± 2,71	0,64 ± 2,71
ZK1_CH	3240	2864	1153,5	2,12	<b>0,03</b>	0,44	29,71 ± 31,92	18,26 ± 17,98
ZK1_CAS	2959	3146	1435	0,44	0,66	0,31	121,9 ± 84,49	100,7 ± 53,37
ZK1_EDV_PR	2768	3337	1390	0,71	0,48	0,15	11,72 ± 7,32	12,84 ± 7,94
ZK5_CH	3137	2968	1257	1,50	0,13	0,32	11,79 ± 11,93	8,36 ± 9,55
ZK5_CAS	3007	3097	1386,5	0,73	0,47	0,08	63,83 ± 28,33	61,58 ± 29,22
ZK5_EDV_PR	2764	3341	1386	-0,7	0,47	0,12	14,30 ± 9,99	15,45 ± 9,25
SK1	3919	2186	475	6,18	<b>0,00</b>	<b>1,15*</b>	85,21 ± 35,39	56,49 ± 14,69
SK1_EDV_PR	2593	3511	1215,5	-1,7	0,08	0,28	10,50 ± 7,60	12,56 ± 6,83
SK2	3918	2187	476	6,18	<b>0,00</b>	<b>1,28*</b>	66,92 ± 18,94	46,68 ± 12,60
SK2_EDV_PR	2670	3434	1292,5	-1,3	0,20	0,24	10,80 ± 7,09	12,51 ± 6,88
SK3	3882	2222	511,5	5,97	<b>0,00</b>	<b>1,12*</b>	59,54 ± 20,66	42,30 ± 10,03
SK3_EDV_PR	2671	3433	1293,5	-1,3	0,20	0,26	11,53 ± 7,72	13,45 ± 7,14
EXTRO	2825	3280	1447	-0,4	0,71	0,08	13,98 ± 4,36	14,31 ± 3,68
NEURO	3341	2764	1053	2,72	<b>0,01</b>	<b>0,56**</b>	11,00 ± 5,14	8,33 ± 4,34
E_T	2608	3496	1230,5	-1,7	0,10	0,25	0,88 ± 0,27	0,94 ± 0,21
T.I.P.	3050	3055	1344	0,98	0,33	0,23	23,60 ± 3,00	22,84 ± 3,52

p ≤ α ≤ 0,05

\* vysoká věcná významnost

\*\* střední věcná významnost

schopnostmi, ale zde se neprokázaly konzistentní rozdíly mezi pohlavími (Benbow, Lubinski, Shea & Eftekhari-Sanjani, 2000).

Chlapci vykazovali vyšší incidenci matematických poruch učení. Děvčata vykazují lepší výsledky ve verbálních funkcích. Výzkum zobrazovací technikou PET (pozitronovou emisní tomografií) přece jen odhalil vyšší kladný vztah mezi metabolismem glukózy v obou temporálních lalocích a matematickým uvažováním u mužů; u žen žádná taková oblast nebyla v mozku zjištěna.

Podle Baron-Cohenovy teorie (2003) má každá osoba, bez ohledu na pohlaví, určitý „typ mozku“. Někteří jedinci mají spíše „ženský mozek“, protože empatizují více než systematizují, druzí naopak mají spíše „mužský mozek“. Existují však také tzv. „vyrovnané mozky“; takto vybavení jedinci dokáží jak empatizovat, tak systematizovat. Studie provedené na Cambridge University prokázaly, že již velmi záhy po narození se chlapci déle dívají na mechanickou konstrukci zavěšenou v prostoru a dívky na lidské obličej. Později se chlapci zajímají o mechanické hračky, o systémy. Rádi věci sestavují, rádi si hrají s hračkami, které mají jasnou funkci. Muži více vyhledávají povolání, v nichž se konstruují systémy – matematika, fyzika, inženýrství apod. Děvčata již od dvanácti měsíců věku reagují empatičtěji na smutek či zoufalství druhých lidí. Ženy dokáží citlivěji reagovat na výraz tváře, umí lépe dekodovat neverbální komunikaci, jsou schopny interpretovat drobné nuance tónu hlasu či výrazu tváře (Baron-Cohen, 2003).

Rozdíly mezi „ženským“ a „mužským“ mozkem jsou do jisté míry způsobeny rozdíly kulturního prostředí. Z mnoha studií vyplývá, že jsou rozdíly, mohou být způsobeny částečně i biologicky. Vilain a Reisert (2004) prokázali, že mozek se během nitroděložního vývoje vyvíjí a organizuje u každého pohlaví jinak a především daleko dříve než se začnou syntetizovat a uvolňovat pohlavní hormony.

Rozdíly jsou tedy dány i geneticky, přičemž princip genetických rozdílů je dán ženským složením pohlavních chromozomů XX a mužským XY; to je skutečnost, která způsobuje rozdíl ve skladbě proteinů u muže a ženy.

Podle Vinaře (2006) je lateralizace mozku a dominance jedné z hemisfér závislá na koncentraci testosteronu in utero. Vysoká koncentrace testosteronu brzdí růst dominantní levé hemisféry, což vede k tomu, že pravá hemisféra se může více vyvíjet. Muž s touto nitroděložní historií je velmi nadaný, zvláště ve schopnosti prostorové orientace, vyniká v matematice a hudbě (Geschwind & Galaburda, 1985). S touto teorií pravděpodobně rovněž souvisí nález, že chlapci s vyšším IQ než 130 nemají tak vysokou koncentraci salivárního testosteronu jako chlapci s IQ 70–130 (Ostatníková, Dohnanyova, Matseje, Putz, Laznibatová & Celec, 2001).

Měření objemů jednotlivých částí mozku pomohlo částečně rozkrýt další anatomické a funkční rozdíly mezi mozky mužů a žen. Např. objem frontální kůry, kterou pokládáme za sídlo vyšších kognitivních funkcí. Ukázalo se, že určité části frontálního laloku jsou větší u žen než u mužů, podobně jako některé části limbické kůry, které regulují afektivní reaktivitu. Větší parietální kůra se objevuje právě u mužů, protože tato část mozku je zodpovědná za prostorovou orientaci. U mužů je větší amygdala, která zprostředkovává reakci na podněty, jež mohou být signálem ohrožení (Cahill, 2005). Ženy mají vyšší hustotu neuronů v části temporální kůry, která zajišťuje vnímání a porozumění řeči, tedy ve Wernickeově centru.

Vinař (2006) předpokládá, že muži zvládají lépe akutní stres, zatímco ženy chronickou stresovou zátěž. Dostatečná koncentrace serotoninu zajišťuje duševní vyrovnanost a spokojenost žen.

U mužů se dominantně vyplavuje dopamin, který působí především na vegetativní nervový systém.

Pokud se týče zjištěných signifikantních rozdílů mezi muži a ženami v dimenzi neuroticismu byla tato skutečnost rovněž již vícekrát potvrzena (Djudiyah, Sulastiana, Harding & Sumantri, 2016). Lynn & Martin (1997) zveřejnili studii, v níž porovnávají dimenze extroverze, neuroticismu a psychoticismu u 37 národností. U všech národů vykazovaly ženy vyšší neuroticismus než muži. V případě, tehdy ještě souboru československých mužů a žen, byl zjištěn průměrný neuroticismus 13,1 u mužů a 15,0 u žen. V našem souboru však průměrná hodnota neuroticismu činí 8,33 u mužů a 11,0 u žen. Toto zjištění vysvětluje výzkum Aldingera a kol. (2014), který uvádí, že úroveň neuroticismu se mění s věkem, přičemž od mládí do přibližně věku 30 let neuroticismus klesá, mezi 30. a 60. rokem stoupá a později opět dochází k poklesu. Náš soubor tvoří probandi, kteří se nacházejí v etapě rané dospělosti, všem bylo méně než 26 let. Tento fakt může být důvodem, proč jsou získané hodnoty v dimenzi neuroticismu poměrně nízké.

## Závěry

Shrneme-li poznatky získané naším šetřením, můžeme vyvodit tyto závěry:

- Pro úspěšné řešení pohybového úkolu (zrcadlové kreslení), který klade vysoké nároky na senzomotorickou přesnost v komplikované percepční situaci (převrácená zpětná vazba), je vhodná střední aktivační úroveň. Muži dosahovali lepších průměrných výsledků ve výkonech testu zrcadlové kreslení, a to jak v počtu chyb, tak v dosaženém času. Tento rozdíl není signifikantní.

### 3. Přehled vybraných výzkumných zšetření

- Pro úspěšné vykonání pohybového úkolu (supportní kreslení), který klade vysoké nároky na senzomotorickou rychlost, je vhodná vyšší aktivační úroveň. Existuje statistický i praktický rozdíl mezi výkony mužů a žen, který je možno vysvětlit gender rozdíly.
- Ženy vykazují oproti mužům signifikantně vyšší neuroticismus než muži, který může rovněž ovlivnit výkon zaměřený na rychlé kognitivní vyhodnocení náročné situace a rychlé provedení změny bimanuálního pohybu.
- Rozdílné vztahy mezi úrovní výkonu v testech zrcadlového a supportního kreslení a průměrnou hodnotou elektrodermální vodivosti v průběhu jednotlivých pokusů podporuje hypotézu, že pro různé senzomotorické výkony je vhodná rozdílná aktivace nervového systému a že koordinačně náročný pohybový výkon vyžaduje aktivaci střední. Pohybový úkol založený na rychlosti jeho provedení vyžaduje aktivační úroveň vyšší. Tento předpoklad se nepodařilo statisticky potvrdit.
- V našem souboru byly zaznamenány meziskupinové rozdíly jednotlivých temperamentových typů v případě testu supportní kreslení jak v úrovni výkonů, tak ve velikosti elektrodermální odpovědi (průměr elektrodermální vodivosti). Toto zjištění nelze zobecnit vzhledem k nerovnoměrnému rozložení četností zastoupení temperamentových typů.
- Nebyl zjištěn vliv úrovně ego-task orientace při učení se neznámé pohybové úloze.
- Obecný intelektový potenciál může ovlivnit výkon i učení složité motorické dovednosti.

### 3.1.2 Vliv zvýšení obtížnosti senzomotorického testu bimanuální koordinace na změny elektrodermální vodivosti

Cílem této studie je zjistit, zda zvyšování obtížnosti vykonávaného pohybového úkolu s jistými nároky na vnímání, myšlení, pozornost a paměť ovlivňuje aktivaci nervového systému a naopak.

Byl použit test bimanuální koordinace – supportní kreslení, který je podrobně popsán v kapitole 3.1.1. Tento test byl modifikován tak, aby v každém ze tří retestů byly zvýšeny nároky na přesnost provedení bimanuálních pohybů. Skutečnost, že zvyšováním obtížnosti senzomotorického úkolu se prodlužuje čas potřebný k dosažení cíle, zkoumal již v roce 1954 Fitts. Vytvořil prediktivní model lidského pohybového chování, Fittsův zákon. Bernstein, (2003) označuje pohybovou koordinaci jako proces vytřídění nadbytečných pohybů z celkového motorického projevu a nalezení optimálního časově efektivního algoritmu pro vysoký stupeň kontroly pohybu. Jedná se o úkony každodenní sebeobsluhy (zavazování tkaniček, používání příboru apod.) nebo zcela specializovaná aktivita – pracovní činnosti různého druhu, hraní na hudební nástroj a sportovní dovednosti. Bangert, Reuter-Lorenz, Walsh, Schachter & Seidler (2010) a Bellis & Wilber (2001) definovali ve svých textech faktory, které ovlivňují úroveň bimanuální koordinace. Takovým faktorem je např. předešlá zkušenost s bimanuální činností, věk a pohlaví. Podle Eliassena, Baynes & Gazzaniga (1999) a Oakese, Brown & Warren (2009) závisí účinnost bimanuální koordinace na integritě corpus callosum, které pomáhá při koordinaci pohybové aktivity z protilehlých stran těla. Zapojení více než jedné končetiny k provádění funkčních, cílených akcí je pravděpodobně jednou z nejdůležitějších specificky lidských schopností (Obhi, 2004). Bimanuální pohyby mohou být buď symetrické či asymetrické. Zpracování a příprava

pohybové odpovědi na asymetrický bimanuální úkol trvá déle než na úkol symetrický (Blinch, Franks, Carpenter & Chua, 2017).

## Metody výzkumu

### ❶ Popis souboru

Testovaný soubor tvořilo 84 osob ( $n=84$ ). Všichni probandí byli studenty Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni. Z tohoto počtu bylo 42 žen a 42 mužů ve věku 21,4 roku ( $\pm 2,78$  roku) (Ballý, 2016). Soubor byl vytvořen na základě dostupnosti a dobrovolnosti (Hendl, 2004).

### ❷ Popis senzomotorického testu bimanuální koordinace

– supportní kreslení

Pro určení úrovně bimanuální koordinace jsme zvolili test supportní kreslení, jenž byl použit již v minulosti. Jedná se o fyzicky nenáročný test, který je pro účely tohoto výzkumu vhodný především kvůli eliminaci pocení z důvodu zvýšení intenzity pohybu.

Pro náš výzkum jsme si zvolili tři obtížnosti testu, jež jsou dány postupným zmenšováním mezikruží. V prvním měření byla šířka mezikruží 15 mm, ve druhém 12 mm a ve třetím 9 mm. Hlavními kritérii jsou přesnost a rychlost provedení (Ballý, 2016).

### ❸ Statistické zpracování dat

K účelu grafického porovnání jednotlivých proměnných byly použity deskriptivní statistické charakteristiky aritmetický průměr a směrodatná odchylka. Pro posouzení změn proměnných zjištěných v jednotlivých měřeních zvyšující se obtížnosti v testu supportní kreslení byl použit neparametrický Friedmanův test pro více závislých souborů. Hladina statistické významnosti byla stanovena:  $\alpha \leq 0,05$ .

K posouzení rozdílu mezi chybuujícími a nechybuujícími jedinci byl použit neparametrický Mann-Whitney test pro dva nezávislé soubory. Hladina statistické významnosti byla stanovena:  $\alpha \leq 0,1$ . Pro výpočet Friedmanova testu a Mann-Whitneyova U testu byl použit program STATISTICA 11.0.

Pro ověření spolehlivosti statistického zpracování výsledků jsme v případě Friedmanova testu použili výpočet statistické významnosti  $\eta^2$  podle vzorce 4 a pro Mann-Whitney U test bylo použito Cohenovo  $d$  (Thomas, Nelson, 2001) podle vzorce 2.

$$\eta^2 = \frac{\chi^2}{N \cdot d \cdot f}$$

vzorec 4, kde  $\chi^2$  – hodnota kritéria testu,  $N$  – rozsah souboru,  $df$  – stupně volnosti.

Pokud je kritérium statistické významnosti  $\eta^2 > 0,01$ , hovoříme o malém efektu, je-li  $\eta^2 \geq 0,06$ , považujeme efekt za střední,  $\eta^2 \geq 0,14$  označuje velký efekt (Morse, 1999).

**4** Testovací prostředí, podmínky měření a popis proměnných  
Testování se uskutečnilo v laboratoři zátěžové diagnostiky Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni. Po celou dobu jsme se snažili zajistit standardní podmínky pro všechny testované osoby. Místnost byla vždy řádně vyvětrána, byl v ní klid, přiměřené osvětlení a teplota. K testování jsme potřebovali počítač se softwarem zaznamenávajícím časové řady kožní vodivosti a stopky, na kterých byl měřen čas jednotlivých pokusů. Po příchodu do laboratoře se proband posadil k měřicímu stolku a nasadili jsme mu elektrody pro měření elektrodermální vodivosti. Poté byl seznámen s testem supportní kreslení a zásadami správné manipulace s rukou, na které měl nasazené elektrody. Snažili jsme se tak co nejvíce eliminovat možnost vyvinutí tlaku



### 3. Přehled vybraných výzkumných šetření

na elektrody. Po uplynutí dvou minut od připevnění elektrod, provedl examinátor kalibraci přístroje měřícího elektrodermální vodivost a odstartoval testování. U všech obtížností byl, kromě časové řady hodnot kožní vodivosti, zaznamenáván čas, za který proband obkreslí celé mezikruží a počet chyb.

Měřením elektrodermální vodivosti jsme získali jednak proměnnou průměr časové řady naměřených hodnot a proměnnou, kterou jsme nazvali velikost průměrné změny elektrodermální vodivosti, a to tak, že v každém pěti sekundovém intervalu jsme zjistili variační rozpětí a z takto získaných hodnot jsme vypočítali aritmetický průměr (viz vzorec 5).

$$PVZ = \frac{\sum_1^n R}{n}$$

vzorec 5, kde  $R = (x_{\max} - x_{\min})$  v konkrétním čase

Přehled zkratk proměnných:

<b>SK1</b>	výkon v prvním měření testu supportního kreslení; šířka mezikruží 15 mm, hodnocena je rychlost provedení (sekunda)
<b>SK2</b>	výkon v druhém měření testu supportního kreslení; šířka mezikruží 12 mm, hodnocena je rychlost provedení (sekunda)
<b>SK3</b>	výkon ve třetím měření testu supportního kreslení; šířka mezikruží 9 mm, hodnocena je rychlost provedení (sekunda)
<b>PR_EDV1-3</b>	průměrná hodnota elektrodermální vodivosti v průběhu prvního – třetího měření testu supportní kreslení (mikroSiemens)
<b>PVZ_EDV1-3</b>	průměrná velikost změny elektrodermální vodivosti v průběhu prvního – třetího měření testu supportní měření (mikroSiemens)

## Výsledky

K interpretaci rozdílů mezi závislými proměnnými SK1-3, PR\_EDV 1-3, PVZ\_EDV1-3 jsme použili tabulky 9, 10 a 11, které obsahují informaci o průměrné hodnotě a směrodatné odchylce každé z proměnných.

Nejprve jsme posoudili rozdíly ve výkonech zvyšující se obtížnosti testu supportního kreslení (viz tabulka 9).

Tabulka 9. Přehled průměrných časů naměřených v retestech supportního kreslení 1–3 a jejich směrodatných odchylek (zdroj vlastní).

	Průměr ± SD
SK1	68,83 ± 17,48
SK2	71,25 ± 14,06
SK3	86,40 ± 19,59

Výsledek Friedmanova testu [ $\chi^2(N = 84, df = 2) = 95,40181, p < 0,00$ ] dokladuje, že existuje signifikantní rozdíl ve výkonech nejméně u jednoho měření testu supportního kreslení. Z tabulky je patrné, že průměrné hodnoty dosaženého času u všech tří měření supportního kreslení se zvyšují. Hodnota effect size  $\eta^2 = 1,16$  dokazuje, že téměř s jistotou není výsledek ovlivněn možnostmi statistiky.

Dalším krokem bylo porovnat průměrné hodnoty časových řad elektrodermální vodivosti v průběhu provádění testu.

### 3. Přehled vybraných výzkumných šetření

Tabulka 10. Přehled průměrných hodnot elektrodermální vodivosti naměřených v průběhu retestů supportního kreslení 1–3 a jejich směrodatných odchylek (zdroj vlastní).

	<b>Průměr ± SD</b>
<b>PR_EDV_1</b>	2,45 ± 3,76
<b>PR_EDV_2</b>	3,03 ± 5,64
<b>PR_EDV_3</b>	4,26 ± 6,60

Také v tomto případě jsme zaznamenali statisticky významný nárůst průměrných hodnot elektrodermální vodivosti u všech tří měření (viz tabulka 10), což opět podporuje výsledek Friedmanova testu [ $\chi^2$  (N = 84, df = 2) = 18,88095, p < 0,00]. Hodnota effect size  $\eta^2 = 0,23$  označuje vysokou věcnou významnost.

Hodnota průměrné velikosti změny elektrodermální vodivosti nabývá se zvyšující se obtížností testu supportní kreslení signifikantně nižších hodnot, jak dokazuje výsledek Friedmanova testu ( $\chi^2$  (N = 84, df = 2) = 51,52381, p < 0,00). Hodnota  $\eta^2 = 0,63$  značí opět velmi vysoký efekt zvýšení obtížnosti testu na snížení hodnot proměnné průměrná velikost změny elektrodermální vodivosti (viz tabulka 11).

Tabulka 11. Přehled průměrných hodnot elektrodermální vodivosti naměřených v průběhu retestů supportního kreslení 1–3 a jejich směrodatných odchylek (zdroj vlastní).

	<b>Průměr ± SD</b>
<b>PVZ_EDV_1</b>	0,92 ± 0,68
<b>PVZ_EDV_2</b>	0,84 ± 0,71
<b>PVZ_EDV_3</b>	0,64 ± 0,39

V dalším kroku nás zajímalo, zda existuje rozdíl v rychlosti provedení testu, v průměrné hodnotě elektrodermální vodivosti (PR\_EDV) a průměrné velikosti změny elektrodermální vodivosti (PVZ\_EDV) mezi chybujícími a nechybujícími jedinci. Celkový počet chybujících v prvním měření testu zrcadlového kreslení je 7 probandů, tj. 8,3 %, ve druhém měření 12 (14,3 %) a ve třetím 36 probandů (42,9 %).

Signifikantní rozdíly mezi nechybujícími a chybujícími probandy byly zjištěny v případě proměnné SK<sub>2</sub>, PVZ\_EDV<sub>2</sub> a PVZ\_EDV<sub>3</sub>. Věcná významnost potvrdila střední efekt v případě výkonů u druhého měření testu supportní kreslení (SK<sub>2</sub>),  $d_{SK_2} = 0,58$ . Střední efekt vlivu chybování byl zjištěn rovněž u proměnné průměrná velikost změny elektrodermální vodivosti ve třetím měření testu supportního kreslení (PVZ\_EDV<sub>3</sub>),  $d_{PVZ\_EDV_3} = 0,51$ . Věcná významnost nepotvrdila efekt chybování v případě proměnné průměrná velikost změny elektrodermální vodivosti ve druhém měření testu supportní kreslení (PVZ\_EDV<sub>2</sub>).

Vzhledem ke skutečnosti, že se našeho výzkumu zúčastnili muži i ženy, jsme se museli zajímat, zda se neobjevily rozdíly mezi oběma pohlavími. V rychlosti provedení testu byly objeveny statisticky i věcně velmi významné rozdíly mezi muži a ženami, přičemž muži byli rychlejší. V případě počtu chyb jsou výkony mužů a žen srovnatelné s výjimkou druhého měření (SK<sub>2</sub>), kde udělali pouze dva muži jednu chybu, zatímco devět žen chybovalo jednou a jedna dvakrát. V prvním i třetím měření testu supportního kreslení chybovaly ženy méně než muži.

Informace o vlivu pohlaví na pohybový výkon jsou známy z různých klinických výzkumů, ale nejsou dosud uspokojivě vysvětleny (Shetty et al., 2014). O pohlavních rozdílech v lidských poznávacích a motorických dovednostech, které mohou být částečně

způsobeny organizačními, či aktivačními účinky pohlavních hormonů v mozku se zmiňuje Hampson (1990). Estrogen má souvislost s různými fázemi menstruačního cyklu, vysoká hladina gonadálních steroidů přítomných v luteální fázi cyklu může vysvětlovat proměnlivou výkonnost u žen. Rovněž jsou dokumentovány pohlavní rozdíly v morfologii corpus callosum (Utamsing & Holloway, 1982), na jehož integritě závisí účinnost bimanuální koordinace (Eliassen, Baynes & Gazzaniga, 2009). Podrobnější rozbor gender rozdílů je uveden již v předešlé podkapitole.

Dále je třeba upozornit, v souvislosti se zjištěnými rozdíly mezi muži a ženami, na rozdíl mezi chybuujícími a nechybuujícími jedinci. Byl zjištěn statisticky i věcně významný rozdíl mezi chybuujícími a nechybuujícími v rychlosti provedení druhého měření testu supportního kreslení (SK<sub>2</sub>). Důvod, proč došlo k tomu, že muži chybovali ve druhém měření testu méně často, však není zcela jasný.

Pokud se týče změn elektrodermální vodivosti, opět byly zjištěny statisticky i věcně významné rozdíly jak v hodnotách průměrné elektrodermální vodivosti, tak v hodnotách průměrné velikosti změn elektrodermální vodivosti zaznamenané v jednotlivých obtížnostech testu supportního kreslení. Předpoklad, že se zvyšováním obtížnosti senzomotorického úkolu roste také aktivita autonomního nervového systému, a tím úroveň některých kognitivních funkcí, podporuje zjištěná velikost rozdílů v proměnné průměr elektrodermální aktivity (PR\_EDV<sub>1-3</sub>). Hodnoty této proměnné rovnoměrně narůstají, stejně tak roste jejich rozptyl.

Průběh naměřených hodnot u jednotlivých měření testu supportního kreslení u proměnné průměrná velikost změny elektrodermální vodivosti (PVZ\_EDV<sub>1-3</sub>) je klesající. Prakticky to znamená, že průběh křivky vzniklé časovou řadou dat kožní vodivosti

v závislosti na obtížnosti úkolu zaznamenává menší výkyvy. Tento jev přičítáme reakci na zvýšení náročnosti úkolu z hlediska přesnosti vykonávání bimanuálních pohybů, a tím zvýšení požadavku na koncentraci subjektu.

Pokud se týče statisticky i věcně významných rozdílů v hodnotách průměrů elektrodermální vodivosti zjištěných mezi skupinou chybujících a nechybujících probandů, objevuje se zde rovněž trend vyhlazení křivky hodnot kožní vodivosti v průběhu třetího měření supportního kreslení. Jinými slovy klesá hodnota proměnné průměrná velikost změny elektrodermální vodivosti ve třetím měření testu (PVZ\_EDV3).

## **Závěry**

Výzkumné šetření potvrdilo naše očekávání, že zvyšování obtížnosti senzomotorického testu bimanuální koordinace má významný vliv na senzomotorický výkon, stejně jako na změny aktivity autonomního nervového systému. Skutečnost, že se zvýšením obtížnosti se významně prodlužuje doba provedení testu i chybovost, potvrzuje, že bylo správně zvoleno stupňování obtížnosti z pohledu porovnání výkonů v jednotlivých měřeních a dokonce se projevilo i ve změnách hodnot obou proměnných elektrodermální vodivosti. Se zvyšováním obtížnosti senzomotorického testu stoupá průměrná hodnota elektrodermální vodivosti a naopak hodnota proměnné průměrná velikost změny elektrodermální vodivosti klesá. Tuto skutečnost připisujeme nárůstu aktivace nervového systému, zvýšení koncentrace a pozornosti v průběhu senzomotorického výkonu. Pokles rozptylu elektrodermální vodivosti v průběhu testování poukazuje na jistý nárůst zaměření koncentrace na senzomotorický úkol. Jak již bylo interpretováno, projevily se signifikantní rozdíly ve

výkonech, resp. v rychlosti provedení testu, mezi muži a ženami. Rozdíl mezi oběma pohlavími nebyl identifikován v proměnných týkající se elektrodermální vodivosti.

U chybujiících a nechybujiících jedinců nebyly zaznamenány rozdíly v rychlosti provedení testu ani v průměrných hodnotách elektrodermální vodivosti. Statisticky i věcně významný rozdíl byl zjištěn v případě třetího měření u proměnné průměrná velikost změny elektrodermální vodivosti. Zde je třeba říci, že druhý stupeň obtížnosti senzomotorického testu ještě nebyl dostatečný, aby se jednoznačně projevil vliv obtížnosti na úspěšnost v testu a průběžných změnách aktivity autonomního nervového systému.

Z výsledků tohoto výzkumu můžeme vyvodit tyto závěry:

- Zvyšování obtížnosti senzomotorického testu se projeví v délce jeho provedení, aktivace nervového systému se zvyšuje, změny v aktivaci nervového systému se zmenšují,
- Předpokládáme, že zvýšení obtížnosti senzomotorického testu vedlo ke zpřesnění bimanuální koordinace upravením pohybového programu dle okamžité zpětné vazby. Tato skutečnost způsobuje zvýšení nároků na smyslové vnímání (zrakové a proprioreceptivní) senzomotorického výkonu,
- Platnost této studie je omezena na studenty ve věku 20–25 let.

#### 3.1.3 Vliv držení těla na změny elektrodermální vodivosti

Cílem tohoto výzkumu je zjistit, zda setrvání po určitý časový okamžik v podřízené pozici těla či v pozici síly, dojde ke změně aktivace nervového systému. Při tvorbě designu tohoto výzkumu jsme vycházeli především z poznatků, které ve svých publikacích

uvádí americká socioložka Amy Cuddy (Cuddy, Fiske & Glick, 2007 a 2008; Carney, Cuddy & Yap, 2010; Cuddy, Wilmuth & Carney, 2012). Z těchto příspěvků vyplývá, že určitý způsob držení těla předurčuje jedince k tomu, jak bude vnímán okolím, jak bude aktivní, a tudíž také jak bude úspěšný a naopak.

Zajímavé jsou také výsledky ostatních studií, které odhalily, že uchazeči u přijímacích pohovorů nebo studenti častěji nevědomě hodnotí důvěryhodnost a sebejistotu přednášející osoby než samotnou odbornost a předávané informace (Scholten & Sherman, 2006; Lenton, Bruder, Slabu & Sedikides, 2013). Vyplývá to z faktu, že 55 % informací si lidé předávají pomocí neverbální komunikace a jen 45 % verbálně (Mehrabian, 2009). Cuddy (2012) hovoří především o síle osobnosti, která nepodléhá nadvládě a manipulaci druhých.

Carney, Cuddy & Yap (2010) zkoumali hladinu dvou klíčových hormonů, testosteronu a kortizolu, ve slinách. Předpokládali, že v pozicích síly (power position) se zvýší hladina testosteronu a klesne hladina stresového hormonu kortizolu (De Waal, 1998; Keltner, Gruenfeld & Anderson, 2003). O lepším řízení a kontrole nad vlastním tělem a myslí a vnímání pozitivních pocitů při poloze těla v pozici síly hovoří rovněž Keltner, Gruenfeld & Anderson (2003) a o zlepšení kognitivních funkcí v této poloze hovoří Smith, Jostmann, Galinsky & Van Dijk (2008). Silní jedinci jsou aktivní, častěji se zapojují do akce (Galinsky, Gruenfeld & Magee, 2003; Keltner, Gruenfeld & Anderson, 2003) a často vykazují chování, v němž podstupují riziko (Anderson & Galinsky, 2006; Davis et al., 2009).

Držení těla odpovídá aktuálnímu psychickému stavu. Prožíváme-li pozitivní emoce, které nám zprostředkují pocit síly, moci a sebejistoty, držíme přirozeně hlavu vzpřímenou, ramena stažena

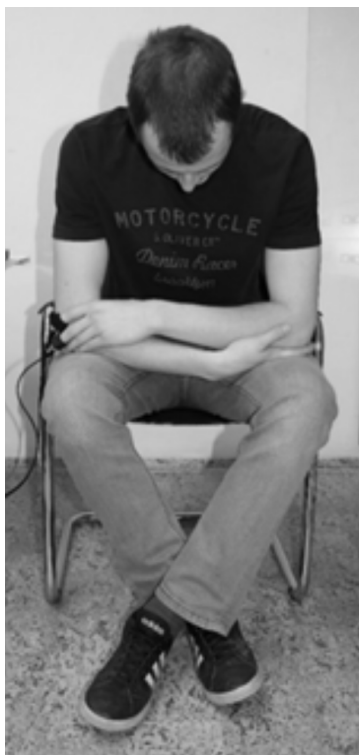


dozadu a dolů, dýcháme pravidelně, náš hlas je silný, apod. (Cuddy, 2008, 2016). Přesvědčení o osobní síle má ve skutečnosti sklony kolísat, zejména pokud se k nám svět chová nevlídně. Dokonce i člověk, který dosáhl určitých úspěchů, znejistí po několika výrocích naprosto cizích lidí. Tento proces může spustit celý řetězec událostí. Ztráta síly v jedné oblasti života změnil celou postoj ke světu. Následuje ztráta důvěry ve své možnosti, zmizí motivace, naděje, ctižádostivost a člověk si najednou začne připadat slabý a bezmocný. Pocit bezmoci nás nutí hodnotit náročnou situaci jako hrozbu a navozuje pocit úzkosti, což se opět projeví ve způsobu držení našeho těla. Stresovaný a vyčerpaný jedinec má tendenci se choulit do sebe s hlavou skloněnou směrem dolů, často kříží horní nebo dolní končetiny. Chronická i akutní úzkost oslabuje naše nejdůležitější kognitivní funkce, čímž zasahuje do činnosti prefrontálního kortexu, který se stará o to, aby naše myšlení a jednání bylo v souladu s našimi vnitřními pocity a cíli. Když propadneme pocitu bezmoci, opustí nás schopnost bystře uvažovat a mozek nedokáže vyřešit stresující a složitou situaci. Všechny tyto pocity podřívají to, co psychologové označují jako exekutivní funkce, kterými jsou například logické uvažování, pružnost myšlení, kontrola pozornosti a další (Cuddy, 2016). Předpokládáme, že můžeme-li měřit změny v koncentraci hormonů ve slinách, potom bychom měli změřit rovněž změny kožní vodivosti.

## Metody výzkumu

### ① Výzkumný soubor

Testovaný soubor se skládá z 65 testovaných osob ( $n = 64$ ), z toho bylo 32 mužů a 32 žen. Testované osoby byly vybírány na základě dobrovolnosti a nebylo stanoveno žádné kritérium, které by jejich výběr omezovalo. Všechny testované osoby byly zdravé a v době testování se cítily dobře.



Obrázek 20. Ilustrační snímek pozice „low power“ L1 (převzato z Chocholoušková, 2019).

## 2 Popis jednotlivých pozic těla

Pro výzkum jsme zvolili pět pozic těla. Dvě pozice představovaly „low power“ (L1 a L2), dvě „high power“ (H1 a H2) pozice. Jedna pozice byla tzv. neutrální (NEUT). První měřenou pozicí byla neutrální pozice, která záměrně nebyla blíže specifikována nastavením končetin a těla do jednotlivých poloh. Zadáno bylo pouze stanovisko, které určovalo, aby se v této pozici proband cítil uvolněný a jeho tělo zaujímalo pohodlný sed. Tato pozice byla zařazena na začátek, abychom zamezili případnému ovlivnění vyplývající z pozic následujících.

### 3. Přehled vybraných výzkumných šetření



Obrázek 21. Ilustrační snímek pozice „high power“ H1 (převzato z Chocholoušková, 2019).

První pozice „low power“ L1 (viz obrázek 20) odpovídá svým charakterem pozicím vyjadřující bezmoc. Testovaný sedí na židli, tělo i hlava v předklonu. Hrudník, hlava a trup se „choulí do sebe“, zabírají co nejmenší prostor. Lokty se opírají o stehna a ruce jsou semknuty do obranné pozice. Nohy jsou na zemi a v úrovni kotníků překříženy (Chocholoušková, 2019).

V první pozici „high power“ H1 (viz obrázek 21) jsme změnou polohy končetin přenastavili tělo do způsobu pozice vyjadřující sílu a moc. Testovaný sedí vzpřímeně na připravené židli. Jeho



Obrázek 22. Ilustrační snímek pozice „low power“ L2 (převzato z Chocholoušková, 2019).

ramena jsou zatažena dozadu a hrudník se rozpíná do prostoru. Jedna paže je volně umístěna na podložce, která je nepatrně vzdálena od probanda. Cílem je zajistit rozprostření hrudníku do co největšího prostoru. Druhá paže je spuštěná za opěrkou židle směrem k podlaze.

Rovněž dolní končetiny jsou nastaveny tak, aby zabíraly více prostoru, dolní končetiny jsou mírně roznoženy a chodidla volně položena na podlaze.

### 3. Přehled vybraných výzkumných šetření



Obrázek 23. Ilustrační snímek pozice „high power“ H2 (převzato z Chocholoušková, 2019).

Pozice L2 (obrázek 22) je druhou pozicí ze skupiny pozic méněcennosti vyjadřujících bezmoc. Proband je testován ve stoje, kdy jeho tělo je schoulené a pohled směřuje k zemi. Hlava je v předklonu, paže svěšené k podlaze s překříženými dlaněmi. Nohy jsou také překříženy na úrovni lýtek. Tato pozice byla v řadě studií spojena s výrazy, jako jsou provinění, smutek, strach (Carney, Cuddy & Yap, 2005).

Pozice „high power“ H2 (obrázek 23) již na první pohled působí silně a vnímáme ji jako vítěznou pozici. Tělo je vzpřímené, brada

mírně zvednutá, pohled směřuje vzhůru. Jedna paže je nad hlavou ve vítězném gestu se semknutou pěstí a flexí v lokti. Druhá paže je mírně pokrčená a opřená v bok. Nohy jsou mírně rozkročeny (Chocholoušková, 2019).

### ③ Statistické zpracování dat

Pro hodnocení proměnné elektrodermální vodivosti v různých pozicích těla byl využit výpočet aritmetického průměru naměřené časové řady získané po dobu 90 s setrvání v předem určené pozici těla.

Pro zhodnocení rozdílů mezi závislými proměnnými L1\_MEAN, H1\_MEAN, L2\_MEAN, H2\_MEAN jsme zvolili neparametrickou jednocestnou Friedman ANOVA. Neparametrická metoda byla vhodná zejména proto, že normalita rozložení četností některých proměnných nebyla prokázána. Ke statistickému zpracování byl použit program STATISTICA 11.0.

Pro praktické ověření zjištěných výsledků jsme použili výpočet věcné významnosti (effect size) podle vzorce 4.

### ④ Testovací prostředí, podmínky měření a popis proměnných

Testování probíhalo v laboratoři Centra tělesné výchovy a sportu Fakulty pedagogické ZČU v Plzni, kde byly vytvořeny standardní výzkumné podmínky. Testované osoby byly zvány do místnosti jednotlivě, aby se zamezilo ovlivnění probandů observačním učením, a také tak byly eliminovány rušivé podněty z vnějšího okolí. Každý z účastníků testování postupně zaujal předepsanou pozici těla a setrval v ní po dobu 90 s. Měřením jsme získali tyto proměnné:

**NEUT\_MEAN** průměr časové řady elektrodermální vodivosti  
neutrální pozice

<b>L1_MEAN</b>	průměr časové řady elektrodermální vodivosti pozice „low power“ L1
<b>H1_MEAN</b>	průměr časové řady elektrodermální vodivosti pozice „high power“ H1
<b>L2_MEAN</b>	průměr časové řady elektrodermální vodivosti pozice „low power“ L2
<b>H2_MEAN</b>	průměr časové řady elektrodermální vodivosti pozice „high power“ H2

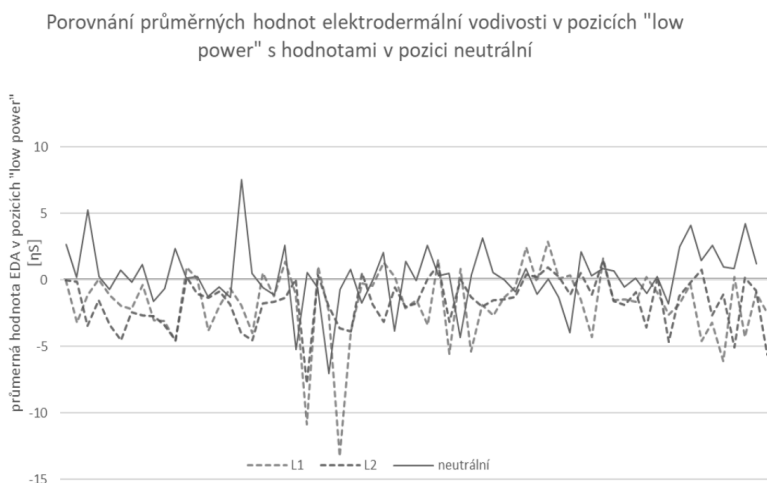
Hodnoty průměru elektrodermální vodivosti jsou udávány v mikro Siemensch [ $\eta$ S].

### Výsledky a diskuse

Pro přehlednější interpretaci výsledků uvádíme hodnoty průměrů elektrodermální vodivosti a směrodatných odchylek neutrální pozice a pozic „low power“ a „high power“ (viz tabulka 12).

Tabulka 12. Přehled průměrných hodnot a směrodatných odchylek proměnné průměr elektrodermální vodivosti u pozice neutrální, „low power“ L1, „low power“ L2, „high power“ H1 a „high power“ H2.

Pozice těla	Mean $\pm$ SD
<b>NEUT_MEAN</b>	0,19 $\pm$ 2,41
<b>L1_MEAN</b>	-1,77 $\pm$ 2,72
<b>L2_MEAN</b>	-1,70 $\pm$ 1,86
<b>H1_MEAN</b>	1,13 $\pm$ 1,63
<b>H2_MEAN</b>	1,61 $\pm$ 2,24



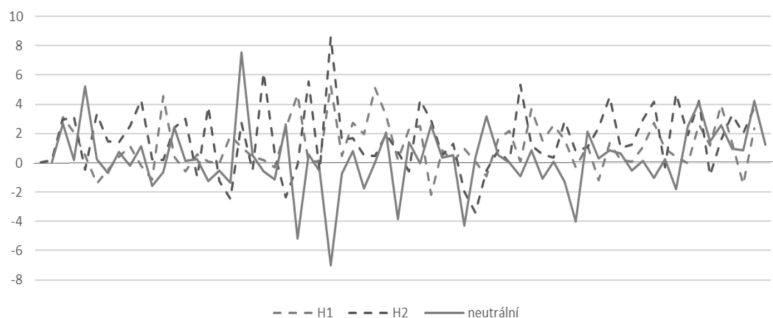
Graf 5. Grafické porovnání průměrů elektrodermální vodivosti v pozici „low power“ s neutrální pozicí u jednotlivých probandů.

Z tabulky 12 jednoznačně vyplývá, že průměrné hodnoty elektrodermální vodivosti v pozici „low power“ v průměru poklesly proti neutrální pozici, a to o  $1,96 \text{ nS}$  v případě pozice L1 a o  $1,86 \text{ nS}$  v případě pozice L2. Naopak v pozicích „high power“ průměr elektrodermální vodivosti vzrostl proti neutrální pozici o  $0,94 \text{ nS}$  a o  $1,42 \text{ nS}$ .

Z uvedeného grafu 5 vyplývá, že v případě pozice „low power“ L1 poklesla průměrná hodnota elektrodermální vodivosti po zaujetí pozice u 81,3 % probandů, u 12 probandů (tj. 18,3 %) tato hodnota nepatrně vzrostla. U pozice „low power“ L2 jsme pokles průměrné hodnoty elektrodermální vodivosti zaznamenali u 87,5 % probandů.



Porovnání průměrných hodnot elektrodermální  
vodivosti v pozicích "high power" s hodnotami v pozici  
neutrální



Graf 6. Grafické porovnání průměrů elektrodermální vodivosti v pozici „high power“ s neutrální pozicí u jednotlivých probandů (zdroj vlastní).

Z grafu 6 vyplývá, že většina probandů vykazala nárůst průměrné hodnoty elektrodermální vodivosti u pozic „high power“ oproti neutrální pozici. Konkrétně je to 67,2 % probandů v pozici „high power“ H1 a 75,4 % probandů v pozici „high power“ H2.

Statistickou významnost rozdílů průměrů elektrodermální vodivosti v pozicích „low power“ a „high power“ dokazuje výpočet Friedman ANOVA  $\chi^2(N = 64, df = 3) = 96,13, p < 0,000$ . Věcná významnost byla rovněž zhodnocena jako velmi vysoká ( $\eta^2 = 0,5$ ).

Graf 7 znázorňuje boxplot porovnání průměrů a směrodatných odchylek průměrů časových řad elektrodermální vodivosti jednotlivých testovaných pozic.

## Kognitivní funkce a pohybový výkon



Graf 7. Porovnání průměrných hodnot a hodnot směrodatných odchylek elektrodermální vodivosti v jednotlivých pozicích těla (zdroj vlastní).

Chtěli bychom upozornit na několik skutečností, které mohly mít vliv na získané hodnoty v rámci výzkumu. Při měření elektrodermální aktivity hraje roli celá řada faktorů. Některé z nich lze postihnout, ovlivnit popř. eliminovat (např. teplota a vlhkost prostředí laboratoře, osvětlení, síla přitlaku elektrod k prstům). Zároveň na měření mají vliv také faktory nepostihnutelné (např. stav zavodnění subjektu, individuální potivost během testování, aktuální psychický stav subjektu apod.).

Domníváme se, že částečně byla tato rizika eliminována kalibrací přístroje na individuální nulu, takže docházelo k malému zkreslení. Dále je nutné zmínit, že soubor nebyl tvořen reprezentativním vzorkem. Jednalo se o výběr vytvořený na základě dostupnosti a dobrovolnosti. Výzkumný soubor je tvořen studenty Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni, čili můžeme říci, že byl homogenní z hlediska věku. Mezi muži a ženami nebyly shledány

rozdíly v průměrných hodnotách elektrodermální vodivosti v jednotlivých pozicích držení těla.

Pokud zaujali pozici bezmoci „low power“ došlo k poklesu aktivity nervového systému a naopak při nastavení těla do pozice „high power“, došlo k jejímu nárůstu. Tyto změny jsou statisticky i věcně velmi významné. V případě pozice H1 je vhodné si povšimnout skutečnosti, že toto nastavení demonstuje pozice, které byly v dřívějších dobách vyžadovány například na základních školách. Pravděpodobně již dříve si učitelé všimli, že jakmile jejich žáci zaujmou vzpřímené držení těla, následuje řada pozitivních změn. U žáků vzroste pozornost, dokáží se lépe soustředit, jsou bystřejší a vnímavější vůči okolním podnětům.

## Závěry

Cílem předloženého výzkumu bylo zjistit, zda a popř. jak působí odlišné pozice těla na aktivaci autonomního nervového systému. Dokázali jsme, že držení těla může významně ovlivnit aktivaci nervového systému jedince. Vzhledem k tomu, že aktivace nervového systému ovlivňuje naši vigilanci, pozornost, ale také emoční procesy, představuje držení těla poměrně závažnou proměnnou, která ovlivňuje náš aktuální psychický stav. A také naopak, aktuální psychický stav ovlivňuje naše držení těla (Veenstra, Schneider & Koole, 2016). Změny psychofyzilogického stavu jsou rozhodující pro řízení probíhajících emocí (Critchley, Mathias & Dolan, 2001). Změna pozice těla může tak výrazně změnit náladu jedince (Pepper, Harvey & Hamiel, 2019).

Správné držení těla, které odpovídá držení hrudníku a hlavy v „high power“ pozicích, je předpokladem správného postavení páteře, které ovlivňuje práci dechových svalů (Jung, Lee, Kang,

Kim & Lee, 2016; Han, Park, Kim, Choi & Lyu, 2016). Zatímco pozice „low power“ se vyznačují klopením hlavy a zvětšením hrudní kyfózy, což je poloha těla považovaná za nesprávné držení těla. Z těchto faktů se můžeme domnívat, že správné, fyziologické držení těla může jedince předurčovat k aktivaci, vyšší pozornosti, sebevědomí a svádí nás to k návratu ke starému, jednoduchému, ale funkčnímu heslu starověkých Řeků „mens sana in corpore sano“ čili „ve zdravém těle zdravý duch“.

Domníváme se, že tyto poznatky je nutno dále zkoumat a především prakticky aplikovat do lidských činností jako je učení, pracovní činnosti nebo sport.

### **3.2 Šetření založená na imaginaci pohybového výkonu**

V šetřeních založených na vytvoření představy pohybového výkonu jsme použili řízenou imaginaci jednak jako jednorázovou intervenci v reálných podmínkách a jednak jako ideomotorický trénink, pravidelně se opakující po dobu tří měsíců. Při představování si konkrétních pohybových akcí, které subjekt sám provádí, vycházíme z poznatku, že kdykoli vykonáváme pohyb, mentální reprezentace pohybu předchází spuštění pohybu. Představa je propojena s mentální reprezentací účinku pohybové akce a naopak. Chce-li jedinec později dosáhnout pohybového cíle (optimální provedení pohybového úkolu), pouhá představa tohoto pohybu může stačit k přímému vyvolání příslušného pohybu. Hoffmann (2002) toto považuje za důkaz situační závislosti vztahů mezi akcí a účinkem. Percepční reprezentace akčních efektů jsou funkčně zapojeny do plánování akcí. Někteří autoři hovoří o motoricko-vizuálním primingu aneb účinky (efekty) jsou selektivní pro podněty, které sdílejí vlastnosti s plánovanou činností. Plánování akcí přímo ovlivňuje vnímání. Studie motoricko-vizuálního

primingu jsou často uváděny jako podpora ideomotorické teorie (např. Stoet & Hommel, 1999; Kunde & Wühr, 2006).

Chtěli jsme ověřit, že metakognitivní vytvoření představy o budoucí pohybové aktivitě má vliv na následující pohybový výkon.

#### 3.2.1 Vliv ideomotorické intervence v senzomotorickém testu „balancování předmětu“

Cílem našeho šetření je posoudit vliv ideomotorické intervence při prvních pokusech pohybového úkolu, který je zaměřen na schopnost „balancování s předmětem“.

Rovnováhová schopnost je motorickou schopností, kterou považujeme za geneticky podmíněnou. Pokud sledujeme extrémní výkony některých jedinců, je nutno uvést, že je rovněž schopností dobře trénovatelnou. Obecně dělíme rovnováhu na statickou a dynamickou. Statická se projevuje v udržování polohy těla (někdy i velmi neobvyklé) ve vyvážené pozici na místě, např. stoj na jedné noze nebo stoj při zmenšení oporné plochy, třeba na kladině nebo na bruslích. Dynamickou rovnováhou označujeme stav, kdy vyváženou polohu těla udržujeme za pohybu, např. jízda na bruslích, chůze po slackline, skoky na kladině, apod. Speciální typ rovnováhové subschopnosti se projevuje, vyvažujeme-li vnější předmět tak, abychom ho udrželi v rovnováze na některé části našeho těla. Tento stav nazýváme „balancování s předmětem“.

Aktuální rovnováhový výkon je zcela jistě podmíněn celou řadou vnitřních a vnějších faktorů. Za vnitřní faktory považujeme stav pohybového aparátu, fyzická i psychická únava, motivace k provádění činnosti (zaujatost úkolem). Vnější faktory mohou

představovat např. klimatické podmínky, hlučnost prostředí a další vnější rušivé vlivy.

## Metody výzkumu

### ❶ Popis souboru

Výzkumný soubor tvořilo 60 osob ve věku 21–35 let ( $n = 60$ ). Experimentální skupina čítala 30 probandů ( $n_e = 30$ ), kontrolní skupina rovněž 30 probandů ( $n_k = 30$ ). Soubor vznikl na základě dostupnosti a dobrovolnosti.

### ❷ Popis senzomotorického testu Balancování s tyčí

Popis testu Balancování s tyčí: Test je založen na schopnosti probanda udržet na dlani dřevěnou tělocvičnou tyč ve vertikální poloze co nejdéle v rovnováze. Proband sedí po celou dobu testu na židli, nohy jsou položeny volně na zemi. Sám si umístí tyč do dlaně s tím, že prsty jsou po celou dobu testu rozevřeny. V momentě, kdy proband pouští druhou rukou tyč, je zahájeno měření času. V momentě pádu tyče nebo dotkne-li se tyč jiného předmětu, pokus je ukončen. Maximální délka testu je 60 s. Čas je zaznamenáván s přesností 0,1 s (Hranáč, 2017). Pokud je proband schopen udržet tyč v rovnovážné poloze po tuto dobu, pokus je ukončen. Test obsahuje celkem pět pokusů. První pokus považujeme za pretest a poslední pokus považujeme za posttest. Pretestem jsme posoudili vstupní dovednost probandů z obou skupin. Před posledním pokusem, posttestem, se probandi experimentální skupiny podrobili ideomotorické intervenci. Probandi spadající do kontrolní skupiny po pretestu odpočívali nebo s nimi byl veden neformální rozhovor. Se stejným časovým odstupem, jako skupina experimentální, zahájili posttest.

#### ③ Statistické zpracování dat

K zhodnocení rozdílů mezi kontrolní a experimentální skupinou jsme provedli neparametrickým porovnáním nezávislých souborů Mann-Whitneyovým testem, ke grafickému porovnání změny ve výkonech v pretestu a posttestu byl použit korelační diagram. Ke zhodnocení statistické významnosti byl využit program STATISTICA 11.0. Věcná významnost byla posouzena za pomoci výpočtu Cohena  $d$  podle vzorce 2.

#### ④ Testovací prostředí, podmínky měření a popis proměnných

Ideomotorická intervence byla aplikována pomocí předem připravené nahrávky, abychom zajistili alespoň částečnou podobnost představ našich probandů. Byla jim zprostředkována předem připravená audionahrávka, která nejprve obsahovala krátké zklidnění mysli a poté sugesci vytvářející představu úspěšně vykonávaného pohybového úkolu. Proband nahrávku vyslechl vleže se zavřenýma očima. Intervence obsahuje sugesci vytvářející představu, že probandova schopnost udržet tyč na dlani v rovnovážné poloze je na vysoké úrovni, že se mu při balancování daří, a aby si představoval sám sebe, jak cvičení skvěle zvládá. Sugescie je předkládána klidným hlasem, který plyne velmi pomalým tempem. Intervence je ukončena mobilizační pasáží, která má za úkol probanda zaktivovat a připravit k opakovanému provedení testu. Nahrávka trvá 9 minut a 52 sekund. Po té se proband podrobí posttestu (Hranáč, 2017).

K meziskupinovému porovnání výkonů v testu Balancování s tyčí byly použity tyto proměnné:

**BT\_1** průměrná hodnota výkonů dosažených v pretestu po vyřazení nejhoršího a nejlepšího dosaženého výkonu, čas v sekundách.

- BT\_2** průměrná hodnota výkonů dosažených v posttestu po vyřazení nejhoršího a nejlepšího dosaženého výkonu, čas v sekundách.
- BT\_Z** hodnota velikosti rozdílů mezi pre- a posttestem, čas v sekundách.

### Výsledky a diskuse

Nejprve jsme porovnali absolutní četnosti probandů, kteří zaznamenali v posttestu zlepšení nebo zhoršení. Devět probandů z kontrolní skupiny se zhoršilo, a to v průměru o 2,95 s. V případě experimentální skupiny došlo ke zhoršení pouze u jednoho probanda, u něhož jsme zaznamenali zhoršení o 0,23 s. Žádný z probandů kontrolní skupiny nedosáhl maximálního výkonu v posttestu, tj. neudržel tyč v rovnovážné poloze po dobu 60 s. V experimentální skupině tohoto výkonu dosáhlo 6 probandů, z čehož jeden z probandů dosáhl maximálního výkonu jak v pretestu, tak v posttestu.

Z tabulky vyplývá, že v pretestu (BT\_1) dosáhla experimentální skupina v průměru o 1,91 s lepších výsledků, ale tento rozdíl, v porovnání se skupinou kontrolní, není signifikantní. Výsledky posttestu poukazují na výrazné zlepšení u experimentální skupiny. Signifikantní meziskupinový rozdíl nacházíme jak v proměnné velikost zlepšení (BT\_Z), tak v průměrech výkonů dosažených v posttestu (BT\_2).

Vedle statistického zhodnocení výsledků bylo provedeno rovněž posouzení věcné významnosti. V případě meziskupinových rozdílů u posttestu (BT\_2) byla prokázána malá věcná významnost ( $d_{BT_2} = 0,48$ ) a v případě velikosti rozdílů mezi pretestem a posttestem (BT\_Z) byla prokázána velmi vysoká věcná významnost ( $d_{BT_Z} = 0,95$ ).



### 3. Přehled vybraných výzkumných šetření

Tabulka 13. Porovnání aritmetických průměrů, směrodatných odchylek a statistická významnost rozdílů mezi experimentální a kontrolní skupinou získaná Mann-Whitneyovým U-testem (zdroj vlastní).

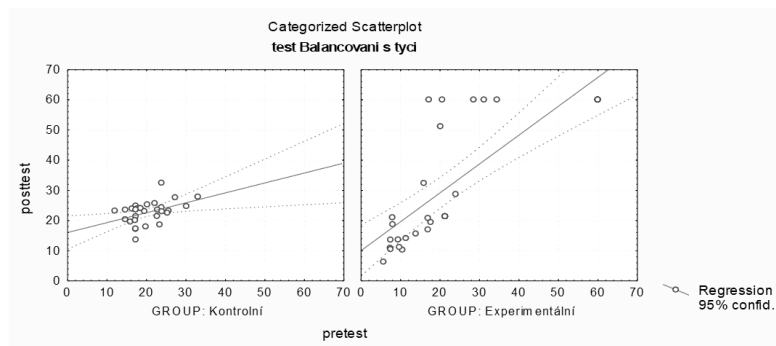
	aritmetický průměr		směrodatná odchylka		p-value
	kontrolní sk.	experiment. sk.	kontrolní sk.	experiment. sk.	
	$n_k = 30$	$n_e = 30$	$n_k = 30$	$n_e = 30$	
<b>BT_1</b>	20,37	22,28	4,84	16,71	0,55
<b>BT_2</b>	22,73	31,35	3,66	20,7	<b>0,03*</b>
<b>BT_Z</b>	2,99	12,48	5,27	13,03	<b>0*</b>

\*  $p \leq \alpha \leq 0,05$

Dále je nutno upozornit na skutečnost, že při testování byl v experimentální skupině zjištěn vyšší rozptyl výkonů. Vzhledem k tomu, že tento jev se projevil jak v pretestu, tak posttestu, neuvážujeme, že tento jev by způsobila ideomotorická intervence.

V grafu 8 je zaznamenán vztah proměnných získaných v pretestu a posttestu. Z grafu jednoznačně vyplývá, že probandi z kontrolní skupiny vykázali konzistentní výkony v pretestu i posttestu. Probandi skupiny experimentální vykazují v posttestu výrazné zlepšení (viz graf 8).

Diagramy je proložena regresní přímka naznačující odhad relací mezi proměnnými v intervalu confidence 95 %. Můžeme říci, že odhadovaný výkon v následujícím opakování testu experimentální skupiny by rostl rychleji než u skupiny kontrolní.



Graf 8. Korelační diagramy kontrolní a experimentální skupiny znázorňující vztah proměnných získaných v pretestu a posttestu. Údaje jsou uvedeny v sekundách (zdroj vlastní).

## Závěry

Domníváme se, že naše šetření dokazuje, že vědomě řízená imaginace ovlivňuje senzomotorický výkon v rámci motorického učení v testu Balancování s tyčí. Za podstatný důkaz vlivu ideomotorické intervence v průběhu motorického učení považujeme především zlepšení mezi pretestem a posttestem (BT\_Z) u probandů experimentální skupiny, a to statisticky i věcně potvrzeným rozdílem mezi výkony kontrolní a experimentální skupiny v posttestu, tak rozdílem v počtu probandů, kteří vykázali zlepšení mezi pre- a posttestem. Výsledky našeho výzkumu dokazují, že uvědomované vytvoření správné pohybové představy o prováděném senzomotorickém úkolu vede k většímu zlepšení v procesu motorického učení než při pouhém opakování pohybové dovednosti.

Náš výzkum zatím nelze generalizovat na celou populaci, ale podporuje výsledky ostatních výzkumů, na něž se odkazujeme

v úvodu. Připravujeme další šetření, která by prokazovala vliv ideomotorické intervence v průběhu motorického učení u motorických úloh zaměřených na využívání jiné pohybové schopnosti než je schopnost udržet předmět v rovnováze. Další etapou je přenos výsledků našich studií do praxe, a to především do školní praxe a sportovního tréninku.

#### 3.2.2 Vliv ideomotorické intervence na výkon v modifikovaném testu střelby sedmimetrových hodů hráček házené

Cílem našeho šetření je ověřit, zda jednorázová imaginační intervence ovlivní výkon v přesnosti střelby sedmimetrového hodu u extraligových hráček házené.

Házenou řadíme mezi kolektivní sportovní hry brankové, tzv. invazního typu. To znamená, že vymezené hřiště je společné pro všechny hráče. Děj utkání je založen na snaze útočícího družstva dopravit míč do brány soupeře při dodržení pravidel házené (Tůma a Kadlec, 2002). Průběh hry na nejvyšší úrovni je velmi dynamický. Hráč nepřetržitě přijímá velké množství podnětů, na něž co nejrychleji reaguje. V utkání jsou kladeny vysoké nároky především na kognitivní funkce – úroveň kvality a rychlosti smyslového čítí, myšlení, pozornost a zvládnání emocí. To vše probíhá ve vysoké intenzitě fyzického zatížení. V tréninkové činnosti je kladen důraz na kondiční přípravu, především na rozvoj rychlostně silových schopností, na nácvik techniky herních dovedností a jejich užití v herních kombinacích a herních systémech.

Podle Mayera a Hermanna (2014) mohou být pohybové představy využity ke zrychlení motorického učení, při jeho optimalizaci, stabilizaci a automatizaci nově naučených pohybových celků,

k regulaci emocí v průběhu pohybové akce (např. strach) nebo k posílení sebevědomí a sebedůvěry. Výsledky průzkumu efektivity pohybové imaginace ukazují, že existuje jeho zásadní účinek v procesu nácviku nebo chcete-li tréninku nových pohybových dovedností. Vytváření představ však nemůže nahradit praktickou část tréninku, ale může ho vhodně doplnit. Kombinace imaginace a praktického tréninku má největší dopad na výkon.

Blízko k našemu tématu má výzkum Gaggioli, Morganti, Mondoni, & Antonietti (2013), kteří posuzovali nácvik dvoukrokového rytmu zakončeného basketbalovou střelbou (dvojtakt). Prokázali, že jedinci, kteří prováděli po dobu čtyř týdnů jak imaginační trénink, tak trénink pohybový, dosáhli signifikantního zlepšení v kvalitě provedení pohybové dovednosti proti jedincům, kteří trénovali pouze fyzicky. Náš výzkumný soubor tvoří prvoligové hráčky, které házenou hrají minimálně 8–10 let a mají dokonale zvládnuté házenkářské herní činnosti jednotlivce, mezi něž technika střelby sedmimetrového hodu bezesporu patří. Předpokládáme, že i jednorázová psychologická intervence v podobě motorické imaginace, může zvýšit přesnost umístění sedmimetrového hodu.

## Metody výzkumu

### ❶ Výzkumný soubor

Výzkumný soubor tvořilo 16 dospělých hráček házené ( $n = 16$ ), které se pravidelně zúčastňují soutěže v prvoligové soutěži České republiky házené žen ve věku 18–33 let. Všechny testované osoby se pravidelně zúčastňují tréninkové i soutěžní činnosti házenkářského klubu HC Plzeň. Výzkumný soubor byl náhodně rozdělen na experimentální ( $n_e = 8$ ) a kontrolní skupinu ( $n_k = 8$ ).

#### 2 Popis senzomotorického testu vlastní konstrukce

Do levého horního rohu házenkářské brány byl umístěn terč, který měl podobu čtverce o velikosti 35 x 35 cm s vnitřním otvorem 30 x 30 cm (viz obrázek 24). Hráčky měly za úkol ze značky sedmimetrového hodu, z klidu vstřelit házenkářský míč do terče tak, aby míč prošel terčem do brány. Střely byly provedeny házenkářským míčem pro ženy, který má obvod 54–56 cm (Drozdová, 2018). Test obsahoval vždy deset střel.

#### Popis intervenčního opatření

Ideomotorická intervence představovala nahrávku, která obsahovala část relaxační a část imaginační. Hráčky použily vlastní sluchátka a v lehu na zádech intervenci vyslechly. V relaxační části byla testovaným osobám předkládána sugesce, aby došlo ke zklidnění, zkoncentrování se a ponoření se do sebe. V imaginační části byla předkládána sugesce, v níž si hráčky představovaly, jak zasahují terč v brance zcela přesně a úspěšně plní zadaný pohybový úkol. Intervenční nahrávka trvala 4 minuty a 17 vteřin. Poté vstaly, dle vlastního uvážení se zmobilizovaly a provedly posttest. Kontrolní skupina si vyslechla stejně dlouhou nahrávku bez ideomotorické intervence. Abychom zvýšili průkaznost tohoto experimentu, test jsme opakovali se stejným souborem dvakrát. První testování proběhlo v říjnu 2018, druhé v lednu 2019.

#### 3 Statistické zpracování dat

Ke statistickému zpracování byly použity hodnoty modus a medián jako míry centrální tendence, a k porovnání meziskupinových rozdílů neparametrický Mann-Whitney U test. Hladina významnosti  $\alpha$  byla stanovena na 0,05 ( $\alpha \leq 0,05$ ). Věcná významnost našeho testování byla určena pomocí Cohenova  $d$  (vzorec 2).

#### 4 Testovací prostředí, podmínky měření a popis proměnných

Testování proběhlo opakovaně ve stejném prostoru, v hale, v níž



Obrázek 24. Ilustrační foto podmínek testu (převzato z Drozdová, 2018).

probíhají standardně tréninky házenkářského družstva. Ideomotorická intervence měla rovněž standardní podobu nahrávky použité pro všechny probandy experimentální skupiny.

K testování naší hypotézy jsme použili těchto proměnných:

- |                   |  |
|-------------------|--|
| <b>Pretest 1</b>  | výsledek vstupního testování střelby sedmimetrových hodů na terč v prvním testovacím období  |
| <b>Posttest 1</b> | výsledek výstupního testování střelby sedmimetrových hodů na terč v prvním testovacím období |
| <b>Pretest 2</b>  | výsledek vstupního testování střelby sedmimetrových hodů na terč ve druhém testovacím období |

<b>Posttest 2</b>	výsledek výstupního testování střelby sedmimetrových hodů na terč ve druhém testovacím období
<b>Rozdíl 1</b>	zjištěný rozdíl mezi pretestem a posttestem v prvním testovacím období
<b>Rozdíl 2</b>	zjištěný rozdíl mezi pretestem a posttestem ve druhém testovacím období

## Výsledky

V tabulce 14 jsou uvedeny absolutní četnosti zásahů terče ze sedmimetrového hodu každé testované osoby obou skupin, experimentální i kontrolní, v obou měřeních.

Již na první pohled vyplývá z tabulky 14, že probandi experimentální skupiny se vždy zlepšili. Výjimkou je pouze testovaná osoba číslo 2, která při druhém měření (pretest 2 a posttest 2) podala shodný výkon v pretestu i posttestu. V kontrolní skupině došlo při prvním testování ve dvou případech ke zhoršení výkonu a ve dvou případech byly výkony probandů shodné v pretestu i posttestu. Čtyři probandi se zlepšili. Při testování druhém se zlepšily pouze tři hráčky z kontrolní skupiny, jedna podala výkon shodný a čtyři se zhoršily.

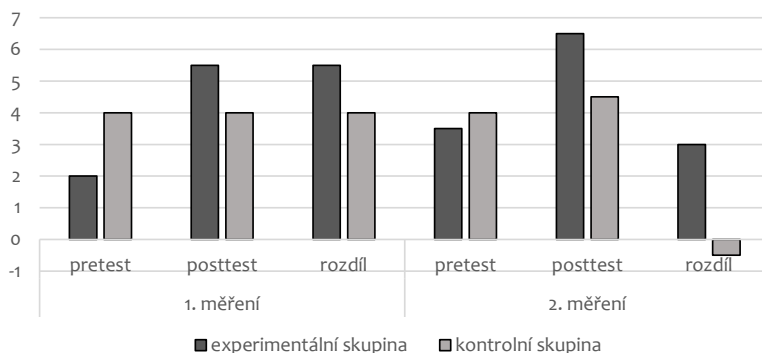
Při porovnání hodnot mediánů kontrolní a experimentální skupiny (graf 9), zjistíme, že kontrolní skupina v pretestu prvního i druhého měření dosahuje vyšších hodnot. V posttestu je tomu právě naopak. Pokud porovnáme tyto míry centrální tendence v případě rozdílu mezi pretestem a posttestem, je zřejmé, že zlepšení probandů z experimentální skupiny, proti probandům ze skupiny kontrolní, je značné.

Tabulka 14. V tabulce jsou uvedeny počty úspěšných střel každé z testovaných osob získané v pretestu, posttestu a zlepšení nebo zhoršení mezi pretestem a posttestem u experimentální a kontrolní skupiny (zdroj vlastní).

Experim. sk.	pretest	posttest	rozdíl	pretest	posttest	rozdíl
	1	1	1	2	2	2
proband 1	2	5	3	3	7	4
proband 2	5	8	3	4	4	0
proband 3	4	6	2	3	8	5
proband 4	1	4	3	3	6	3
proband 5	2	5	3	4	7	3
proband 6	2	6	4	2	5	3
proband 7	3	5	2	6	7	1
proband 8	2	7	5	4	6	2
Kontrolní sk.	pretest	posttest	rozdíl	pretest	posttest	rozdíl
	1	1	1	2	2	2
proband A	2	2	0	4	3	-1
proband B	6	5	-1	3	5	2
proband C	2	4	2	3	4	1
proband D	4	5	1	5	5	0
proband E	4	3	-1	4	5	1
proband F	2	3	1	4	2	-2
proband G	4	4	0	6	5	-1
proband H	5	6	1	7	4	-3



### porovnání mediánů experimentální a kontrolní skupiny



Graf 9. Porovnání mediánu u experimentální a kontrolní skupiny v pretestu, posttestu a rozdílu mezi pretestem a posttestem z prvního i druhého testování (zdroj vlastní).

Statistické zhodnocení získaných dat ukazuje na signifikantní rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou v posttestu prvního i druhého měření. Při porovnání rozdílů mezi pretestem a posttestem u skupiny experimentální a kontrolní je opět signifikantní (viz tabulka 13). Rovněž praktická nebo, chcete-li věcná, významnost porovnání rozdílů proměnných posttestu a rozdílu mezi pretestem a posttestem obou skupin prvního i druhého měření, je vysoká (viz tabulka 15).

Obecně je výkon hráčů a hráček házené ovlivňován mnoha faktory. V našem experimentu jsme se snažili nastavit naprosto shodné podmínky v průběhu provádění testu. V hale byla přiměřená hluchnost, stejné osvětlení, zhruba stejná teplota během prvního a druhého měření a hráčky byly shodně instruovány o průběhu testu. Hráčky se mohly interindividuálně lišit v technice provedení,

Tabulka 15. Statistické zhodnocení rozdílů výkonů experimentální a kontrolní skupiny v testu Mann-Whitney U testem a praktické (věcné) zhodnocení Cohenovým d (zdroj vlastní).

	součet pořadí		U	Z	p-level	Cohen d
	experim. sk	kontrolní sk.				
<b>1. pretest</b>	56	80	20	-1,26	0,21	0,69**
<b>1. posttest</b>	89	47	11	2,2	<b>0,03*</b>	<b>1,14***</b>
<b>1. rozdíl</b>	99	37	1	3,25	<b>0*</b>	<b>1,59***</b>
<b>2. pretest</b>	56	80	20	-1,26	0,21	0,65**
<b>2. posttest</b>	93	43	7	2,62	<b>0,01*</b>	<b>1,33***</b>
<b>2. rozdíl</b>	94	42	6	2,73	<b>0,01*</b>	<b>1,35***</b>

$p \leq \alpha \leq 0,05$

\* rozdíl je signifikantní

\*\* rozdíl má střední věcnou významnost

\*\*\* rozdíl má vysokou věcnou významnost

stejně jako se pravděpodobně odlišují ve schopnosti motorické imaginace. Rovněž tento faktor jsme se snažili postihnout. Hráčky vyplnily Dotazník živosti pohybové imaginace VMIQ-2 (Vividness of Movement Imagery Questionnaire), který do českého jazyka přeložili a standardizovali Kavková a Vičar (2014). Jednalo se pouze o doplňkové šetření, abychom eliminovali možnost, že by se především v experimentální skupině vyskytla hráčka, která by měla významně omezenou schopnost motorické imaginace. Žádná z hráček našeho souboru nedosahovala kritických hodnot uvedených v manuálu dotazníku VMIQ-2 (Kavková a Vičar, 2014), což znamená, že všechny testované osoby disponují přiměřenou schopností imaginace.

## Závěry

Meziskupinové rozdíly v posttestu jsou jak statisticky, tak věcně velmi významné (viz tabulka 15). Domníváme se, že můžeme potvrdit, že v našem souboru došlo vlivem ideomotorické intervence ke značnému zlepšení. Test byl uskutečněn v tréninkových podmínkách. Na hráčky nebyl vyvíjen psychický tlak související s utkáním a jeho vývojem. Také úspěšnost sedmimetrových hodů našeho testu nemusí korelovat s úspěšností vstřelených branek ze sedmimetrových hodů v soutěži, kde hraje roli také brankář a další aspekty. Domníváme se, že pokud bychom popsany experiment zopakovali s podobně vyspělými hráčkami házené, získali bychom stejné výsledky.

Účinnost dlouhodobého ideomotorického tréninku v podobě pohybové imaginace na reálný pohybový výkon jedince je prokazována po celou řadu let v mnoha studiích. Nám se podařilo prokázat, že i jednorázová imaginační intervence významně ovlivní kvalitu pohybového výkonu. Máme důvod se domnívat, že správná představa pohybové dovednosti, koncentrované, cílené plánování a představování si provádění úspěšné pohybové akce, ovlivní aktivaci nervového systému (Munzert, 2011), sebevědomí a sebedůvěru.

### 3.2.3 Vliv ideomotorické intervence při dynamometrickém měření stisku ruky

Cílem tohoto výzkumu je dokázat, že jednorázová ideomotorická intervence ovlivní silový výkon probanda. Předpokládáme, že po ideomotorické intervenci dosáhnou probandi experimentální skupiny významného zlepšení v dynamometrickém testu.

Reiser, Büsch & Munzert (2011) uvádí, že účinky ideomotorického tréninku jsou vysoké v případě čistě fyzicky náročných pohybových výkonů. Yue & Cole (1992) prokázali ve studii, která zkoumala maximální svalovou kontrakci, že ideomotorický trénink vede ke srovnatelnému zlepšení maximální izometrické síly jako běžný silový trénink. Smith & Thelen (2003) uvádí, že trénink fyzického výkonu může zpětně ovlivnit kvalitu ideomotorického tréninku. Ranganathan, Siemionow, Liu, Sahgal & Yue (2004) dokazuje také efekt zvýšení svalové síly flexoru lokte za pomoci ideomotorického tréninku, který probíhal po dobu 12 týdnů. Tento trénink probíhal nejen, že si probandi vizualizovali posilovací cvik, ale působením na proprioreceptivní smyslovou modalitu se snažili dosáhnout maximální kontrakce svalů, které umožňují flexi loketního kloubu. Zijdewind, Toering, Bessem, Van der Laan, & Dieckers (2003) uvádí tento účinek při plantární flexi kotníku, ačkoli nebyly tyto účinky příliš výrazné. Představy, které obsahují kinestetické informace, vedou k většímu efektu než při využití čistě vizuálních představ. K protichůdným výsledkům dospěli Herbert, Dean & Gandevia (1998), kteří neprokázali významné zvýšení svalové síly oproti kontrolní skupině ve studii osmitýdenního ideomotorického programu. Reiser (2005) vysvětluje, že je třeba nacvičit pokyn k vyvolání představy („Představte si, že budete produkovat maximální svalovou kontrakci“), v níž důsledně poukazujeme na myšlenku kinestézie. V této studii byl zkoumán vliv ideomotorického tréninku na max. sílu během čtyř týdenního tréninku. Před, během a po tréninkové fázi byla zaznamenána relativní síla (max. izometrická síla vztahovaná na tělesnou hmotnost). Nejsilnější tréninkový efekt se dostavil na počátku výcviku. Zvýšení síly bylo interpretováno jako zvýšení svalové aktivity, tedy jako úprava centrálního programu pohybového vzorce.

## Metodika výzkumu

### ① Výzkumný soubor

Výzkumný soubor tvořilo 40 dospělých ( $n=40$ ) fitness cvičenců ve věku 18 až 50 let. Cvičenci pravidelně navštěvují fitness studio. Výzkumný soubor jsme náhodně rozdělili na experimentální skupinu ( $n_e=20$ ) a kontrolní skupinu ( $n_k=20$ ). Náhodným rozdělením tohoto vzorku se stalo, že v experimentální skupině se vyskytuje 8 žen a v kontrolní pouze 3 ženy.

### ② Popis testu ruční dynamometrie

Ruční dynamometrie je test velmi jednoduchý a má za úkol objektivizovat dynamickou sílu stisku ruky. Test byl proveden pomocí pružinového přístroje, který zaznamená maximální velikost síly stisku ruky (viz obrázek 25). Test byl celkem opakován třikrát. Výsledky dynamometrického testování jsou uvedeny v newtonech (N). Cílem prvního pokusu bylo seznámit se s dynamometrem a vyzkoušení si maximálního stisku. Výsledky jsme sice zaznamenali, ale nevyhodnotili. Druhý pokus jsme tedy považovali za pretest a třetí pokus za posttest. Za zlepšení považujeme vyšší hodnotu staticko-silového výkonu zaznamenaného na dynamometru v newtonech, za zhoršení naopak.

Před druhým pokusem byli probandí obou skupin shodně instruováni takto: „*Ve stoje uchopte svou dominantní rukou dynamometr. Zmáčkněte maximální silou dynamometr, ne déle než 2 vteřiny. Odevezďte přístroj*“. Instrukci vždy probandí dostali zprostředkovaně za pomoci audio nahrávky. Před třetím retestem obdrželi probandí z kontrolní skupiny instrukci, aby svůj výkon zopakovali a skupina experimentální obdržela tuto instrukci: „*Nyní se posad'te, vydechněte, zavřete oči a představte si, že přístroj zmáčknete mnohem větší silou než při předchozím pokusu. Až budete připraveni, postavte se a proveďte test.*“ Poté probandí přistoupili ke třetímu retestu.



Obrázek 25. Ilustrační fotografie digitálního měřicího přístroje pro ruční dynamometrii (zdroj vlastní).

### 3 Statistické zpracování dat

Statisticky i věcně jsme zpracovávali především velikost změny mezi pretestem a posttestem. Pro určení statistické významnosti jsme použili neparametrický Mann-Whitneyův U test a pro věcné zhodnocení jsme použili procentuálního vyjádření a výpočet Cohenova  $d$  (vzorec 2).

### 4 Testovací prostředí, podmínky měření a popis proměnných

Testování bylo vedeno podle metodiky PETTLEP, tzn. v přirozeném prostředí tělocvičny, v níž proband běžně cvičí, ve cvičebním oblečení. Rovněž byla v okolí přiměřená hluchnost i teplota.

Ke zhodnocení výsledků šetření byly využity tyto proměnné:

<b>Pretest</b>	výkon v pretestu testu ruční dynamometrie [N]
<b>Posttest</b>	výkon v posttestu testu ruční dynamometrie [N]
<b>Rozdíl</b>	rozdíl mezi hodnotou výkonu dosaženou v pretestu a posttestu [N]

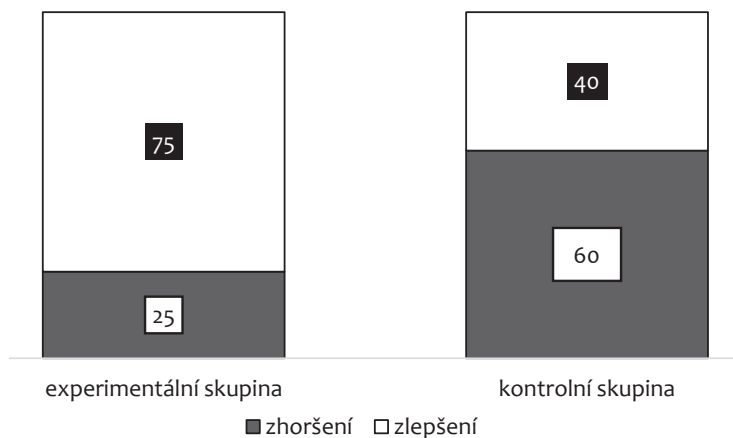
### Výsledky a diskuse

Všichni probandi test vykonali bez problémů, dobrovolně a s porozuměním. Získali jsme velmi zajímavé výsledky. Za prvé jsme porovnali absolutní četnost výskytu probandů, jejichž výsledky posttestu byly horší než výsledky pretestu, znamená to, že se probandi v testu zhoršili (viz graf 10). V experimentální skupině se vyskytuje 5 osob, které dosáhly v posttestu v průměru o 1,32 N horších výsledků než v pretestu. V kontrolní skupině se jednalo o 12 probandů, kteří se mezi pretestem a posttestem zhoršili, a to v průměru o 3,07 N. Tomuto trendu odpovídá také průměrná velikost změny mezi pretestem a posttestem, která v případě experimentální skupiny činí +2,37 N. V případě kontrolní skupiny tato změna představovala -0,68 N. Experimentální skupina se v průměru mezi pretestem a posttestem zlepšila, zatímco probandi kontrolní skupiny se v průměru zhoršili.

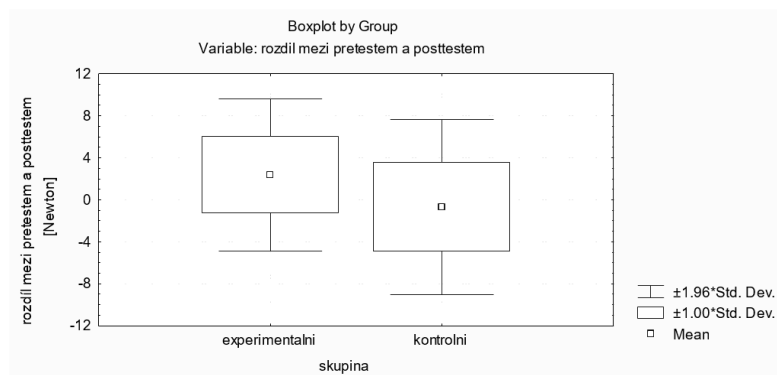
Statistické posouzení rozdílu změny mezi pretestem a posttestem u experimentální a kontrolní skupiny Mann-Whitneyovým U testem ukazuje na signifikantní rozdíl ( $U = 2,18$ ;  $p = 0,03$ ) (viz graf 11). Rovněž věcná významnost tohoto rozdílu je velmi vysoká ( $d = 3,6$ ).

V experimentální skupině se vyskytuje osm žen a v kontrolní pouze tři. Z tohoto důvodu dosahovala kontrolní skupina v průměru lepších výsledků v pretestu i v posttestu. Tyto rozdíly nebyly signifikantní. Experimentální skupina se v průměru zlepšila,

procentuálního zastoupení probandů, kteří se v testu zlepšili nebo zhoršili



Graf 10. Grafické znázornění procentuálního zastoupení probandů experimentální a kontrolní skupiny, kteří se v testu ruční dynamometrie zlepšili nebo zhoršili (zdroj vlastní).



Graf 11. Box plot znázorňující rozdíl mezi pretestem a posttestem u experimentální a kontrolní skupiny (zdroj vlastní).



kontrolní skupina se v průměru zhoršila. Pokud se týče gender rozdílů, v pretestu i posttestu vykazují muži signifikantně lepších výsledků než ženy (pretest:  $p = 0$ ; posttest:  $p = 0$ ), což je očekávatelné a přirozené. Pokud jsme porovnali rozdíl ve výkonu mezi pretestem a posttestem u mužů a žen, nebyl zjištěn rozdíl mezi muži a ženami. Naopak, muži i ženy vykazovali velice podobnou změnu mezi pretestem a posttestem v závislosti na zařazení do skupiny.

#### **Závěry**

Domníváme se, že jednorázová intervence měla velký vliv na výkon probandů z experimentální skupiny v posttestu. Pohybová představa pravděpodobně pozitivně ovlivnila u většiny probandů koordinaci agonistů a antagonistů, které se podílejí na vyvinutí maximálního stisku ruky. Rovněž vytvoření představy a mentální příprava k vyvinutí maximální síly zřejmě způsobí větší koncentraci na výkon a zvýšení volního úsilí.

Závěrem je možno konstatovat, že i jednorázová intervence zaměřená na imaginování maximálního silového výkonu, který prezentuje stisk dominantní ruky, má významný pozitivní vliv na následný výkon.

#### **3.2.4 Vliv ideomotorického tréninku techniky skoku dalekého u dětí 12–13 let**

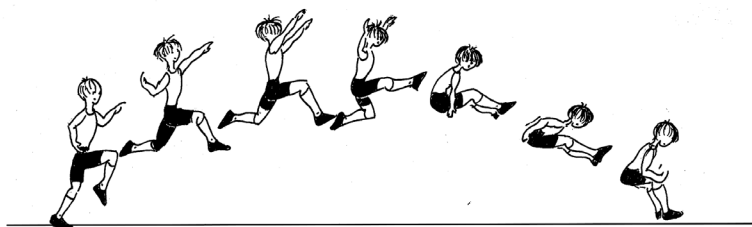
Cílem tohoto experimentu je zjistit, zda tříměsíční ideomotorický trénink ovlivní techniku provedení skoku dalekého u dětí ve věku 12–13 let.

Lehká atletika se právem nazývá královna sportů. Podstata jejích disciplín vychází z přirozené lokomoce člověka a přirozených pohybových dovedností. Úspěšnost jedince je do značné míry založena na úrovni jeho pohybových schopností a pohybových předpokladech. Obecně se lehká atletika rozděluje na běžecké a technické disciplíny. Běžecké disciplíny zahrnují sprinty, středně dlouhé tratě, dlouhé tratě a překážkové běhy. Podle délky tratě se liší technika běhu a zatížení atleta. Technické disciplíny zahrnují skoky horizontální (skok daleký a trojskok) a skoky vertikální (skok do výšky a skok o tyči), hody (oštěpem, diskem a kladivem) a vrh koulí. Dětské kategorie mají upravené disciplíny podle věku. Za velmi přínosné považujeme oddálení specializace a v dětských kategoriích trénují sportovci všechny disciplíny s ohledem na věkové zvláštnosti. Specializaci se začínají sportovci věnovat až v adolescenci. Předpokládáme, že ideomotorický trénink techniky skoku dalekého skrčným způsobem u dětí ve věku 12 až 13 let, ovlivní techniku reálného provedení této atletické pohybové dovednosti.

## Metody výzkumu

### 1 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor tvořilo 30 dětí ( $n = 30$ ) ve věku 12 – 13 let, které jsou zařazeny do atletického tréninku, který probíhá třikrát týdně. Z celkového počtu dětí bylo 16 dívek a 14 chlapců, kteří byli rovnoměrně rozděleni do skupin. 15 dětí čítala kontrolní skupina ( $n_k = 15$ ) a 15 dětí čítala experimentální skupina ( $n_e = 15$ ). Kontrolní skupina trénovala dle dosavadních zvyklostí. Experimentální skupina byla podrobena ideomotorickému tréninku po dobu tří měsíců.



Obrázek 26. Kinogram optimální techniky skoku dalekého skrčnou technikou (zdroj vlastní).

#### ② Způsob hodnocení techniky skoku dalekého

Na začátku a na konci šetření se děti podrobily hodnocení techniky skoku do dálky, které provedli dva nezávislí experti. Experti vycházeli z optimálního provedení techniky skoku dalekého skrčným způsobem.

Rozběh je zahajován z nulové rychlosti a je stupňován až k rychlosti maximální. Těsně před odrazem dochází ke zkrácení posledního kroku o 5–20 % a došlapu na odrazové prkno. Odraz je proveden z celého chodidla. Během odrazu vystoupá těžiště těla a neodrazová noha provádí švihový pohyb ostrým kolenem vpřed. Odrazová noha se v okamžiku kulminace těžiště přidává k noze švihové. V momentě, kdy začne skokan klesat, předklání trup a připravuje se na doskok. Obě nohy pokračují společným švihem vpřed až do natažení. Paže jsou po odrazu dynamicky předpaženy a doprovází celé provedení skoku dalekého v opačném směru než nohy, tj. z předpažení do zapažení (viz obrázek 26). Experti sledovali tato uzlová místa pohybové dovednosti: 1) skloubení rozběhu a odrazu, letová fáze a doskok. Kritéria hodnocení jsou uvedena v tabulce 16.

Tabulka 16. Kritéria hodnocení skoku dalekého skrčnou technikou (zdroj vlastní).

Známka	Technické provedení skoku dalekého skrčnou technikou		
	Rozběh + odraz	Letová fáze	Doskok
1	rozběh je stupňovaný, rytmický, odraz v max. rychlosti, z celého chodidla, odrazová noha provádí „zahrábnutí“, švihová noha ostrým kolénem dynamicky švihne dopředu a vzhůru	po odrazu těžiště stoupá šikmo vzhůru, skokan se narovná, odrazová noha se přidává k noze švihové, obě nohy jsou pokrčeny v kolenou, v závěru letové fáze se trup předklání, bérce jsou předkopnuty a paže zapaženy	doskok je stabilní na hýždě, nedochází k přepadnutí ani vpřed ani vzad
2	rozběh je stupňovaný, rytmický odraz v max. rychlosti, odrazová noha neprovádí zkrácení kroku, švihová noha švihá dynamicky vzhůru, pohyb není však proveden v dostatečném rozsahu	kulminace těžiště nastává brzy po odrazu, švihová noha je nízko, trup neprovede dynamické předklonění, předkopnutí je pomalé	doskok je stabilní na hýždě nebo pokrčené nohy, může dojít k přepadnutí vpřed nebo do strany
3	rozběh není stupňovaný, ale je rytmický, odraz neprobíhá z celého chodidla, ale pouze ze špičky, pohyb švihovou nohou probíhá v malém rozsahu nebo pomalu	kulminace těžiště probíhá ihned po odrazu, pohyb švihové nohy je pomalý a v malém rozsahu, trup se nenarovná ani nepředkloní, předkopnutí je v malém rozsahu	doskok je nestabilní na pokrčené nohy, následuje přepadnutí vpřed nebo do strany

### 3. Přehled vybraných výzkumných šetření

4	rozběh není stupňovaný, je nerytmický, odraz je proveden ze špičky, k pohybu švihovou nohou nedochází	těžiště nestoupá, ale jeho pohyb probíhá pouze v před, celá letová fáze je velmi plochá, skok je nízký	doskok je nestabilní na natažené nohy, následuje přepadnutí vzad
5	rozběh není stupňovaný, je nerytmický, před odrazem drobný	letová fáze je velmi krátká, v pozici švihové nohy přednožené a odrazové nohy zanožené	doskok je nestabilní, často jen na švihovou nohu

Každému dítěti expertní hodnotitelé přidělili za provedení každého uzlového místa známku v rozmezí 1–5. Znamka 1 znamenala provedení výborné, bez chyb, 5 naopak zcela nevyhovující (viz tabulka 17). Tyto tři známky byly zprůměrovány. Děti provedly dva pokusy a vždy se počítal ten lepší. Obě expertní známky byly rovněž zprůměrovány (Benešová, 2020).

#### ⑤ Způsob vedení ideomotorického tréninku

Ideomotorickému tréninku se děti z experimentální skupiny věnovaly 10 minut po každém fyzickém tréninku. Experiment byl proveden v přechodném období, v němž není technický trénink zařazován a hlavní důraz je kladen na rozvoj pohybových schopností. Každá ideomotorická intervence obsahovala relaxační část a část imaginační. Relaxační část zajistila zklidnění a zkoncentrování se. Imaginační část měla za úkol vytvořit v mysli každého dítěte správnou představu a byla jim předkládána rozfázovaná pohybová akce správné techniky skoku dalekého. Ideomotorický trénink vedl trenér (Benešová, 2020).

#### ④ Statistické zpracování dat

Ordinální data byla vyhodnocena za pomoci absolutní i relativní četnosti. Statistická významnost byla zhodnocena znaménkovým testem, který hodnotí signifikantnost rozdílu získaných známek v pretestu a posttestu.

### Výsledky a diskuse

V tabulkách 17 a 18 jsou uvedena data získaná expertním hodnocením probandů z obou skupin v pretestu a posttestu. Ve skupině experimentální se 7 probandů zlepšilo o jeden stupeň, 4 probandi se zlepšili o dva stupně a 4 probandi nezměnili svůj výkon. Je třeba poznamenat, že dva ze čtyř probandů, kteří nezaznamenali zlepšení, byli již v pretestu hodnoceni známkou 1, tudíž zlepšení nebylo možné. V kontrolní skupině se 1 proband zhoršil o jeden stupeň, 3 probandi se zhoršili o jeden stupeň a 11 probandů nezměnilo svoji techniku provedení skoku dalekého. Rovněž v kontrolní skupině se nacházeli dva probandi, kteří již v pretestu provedli skok daleký způsobem blížící se optimu a nemohli se tedy v posttestu zlepšit.

Výsledky znaménkového testu rovněž poukazují na signifikantní změnu v hodnocení posttestu u experimentální skupiny, zatímco skupina kontrolní zaznamenala změnu, která nemá statistický význam (viz tabulka 19).

Vzhledem k tomu, že jsme probandy rozdělili do skupin náhodně ještě před zahájením experimentu, došlo k situaci, že experimentální skupina v pretestu dosahovala horšího hodnocení než skupina kontrolní. Proto jsme porovnali hodnotu modu a mediánu každé ze skupiny v pretestu a v posttestu. Pokud se týče mediánu, nebyl zjištěn mezi skupinami rozdíl. V pretestu dosahovaly obě skupiny

### 3. Přehled vybraných výzkumných šetření

Tabulka 17. Hodnocení skupiny experimentální. (zdroj vlastní)

proband	pretest	posttest	zlepšení
1	3	2	1
2	2	1	1
3	1	1	0
4	2	2	0
5	4	4	0
6	4	3	1
7	3	2	1
8	2	1	1
9	1	1	0
10	5	4	1
11	4	2	2
12	3	1	2
13	4	2	2
14	2	1	1
15	4	2	2

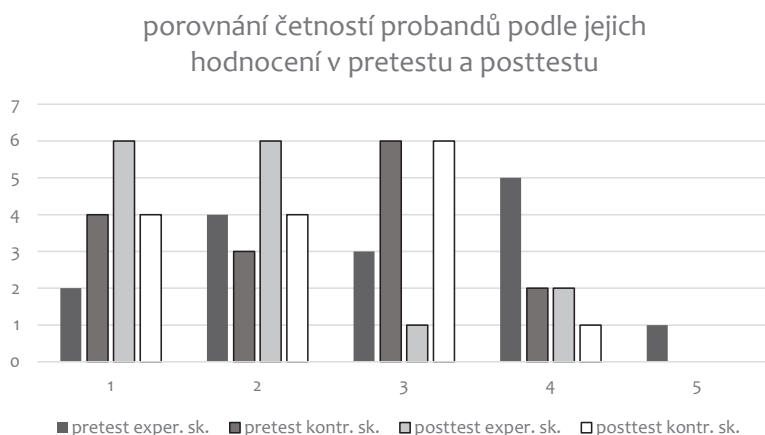
Tabulka 18. Hodnocení skupiny kontrolní. (zdroj vlastní)

proband	pretest	posttest	zlepšení
A	4	4	0
B	3	2	1
C	3	3	0
D	4	3	1
E	1	1	0
F	1	2	-1
G	1	1	0
H	2	2	0
I	3	3	0
J	2	1	1
K	3	3	0
L	3	3	0
M	1	1	0
N	3	3	0
O	2	2	0

Tabulka 19. Výsledky znaménkového testu experimentální a kontrolní skupiny (zdroj vlastní).

Skupina	N	Z	p-level
Experimentální	15	3,05	0,003*
Kontrolní	15	0,5	0,617

\*  $p \leq \alpha \leq 0,05$



Graf 12. Porovnání četností dosaženého hodnocení v pretestu i posttestu probandů experimentální i kontrolní skupiny (zdroj vlastní).

hodnotu mediánu hodnocení techniky skoku do dálky 3 a v posttestu 2. V případě nejvyššího výskytu hodnot (modu), jednalo se u experimentální skupiny v pretestu o hodnotu 4 a v posttestu o hodnoty 1 a 2, zatímco kontrolní skupina vykazovala modus v pretestu i posttestu hodnotu 3 (viz graf 12).

K diskusi se nabízí rovněž věk, v němž se nacházejí zkoumaní probandí. 12–13 let je obdobím nástupu pubescence. Dochází k rychlému růstu a hormonálním změnám, což má vliv jednak na motorický projev dítěte, ale rovněž na jeho duševní stav. Toto období je označováno za období přestavby motoriky, což může být rovněž důvodem mírného zkreslení výsledků. Děti přistupovaly k ideomotorickému tréninku nejprve jako zábavné části tréninkové jednotky. Během přibližně jednoho týdne přestaly



v průběhu intervence vtipkovat a skutečně se koncentrovaly na předkládané sugesce a mnohé zřejmě pochopily, že jak relaxační, tak imaginační část ideomotorického tréninku je posouvá dále v jejich atletickém tréninku.

## Závěry

Získané výsledky podporují názor Mayera & Hermanna (2014), že ideomotorický trénink může být využit ke zrychlení motorického učení, při jeho optimalizaci, stabilizaci a automatizaci nově naučených pohybových celků. Výsledky průzkumu efektivity ideomotorického tréninku ukazují, že existuje jeho zásadní účinek v procesu nácviku také pohybových dovedností, které ještě nejsou dokonale zvládnuty. Důležité však je, aby pohybová představa byla správná. Ideomotorický trénink však nemůže nahradit praktickou část tréninku, ale může ho vhodně doplnit. Kombinace ideomotorického a praktického tréninku má na výkon největší dopad. Výsledky poukazují na skutečnost, že ideomotorickým tréninkem je možné kvalitativně zlepšit provedení pohybové dovednosti.

K ideomotorickému tréninku jsme zvolili skrčný způsob skoku dalekého, který je stěžejní technickou atletickou disciplínou již od nejnižších mládežnických kategorií. Naším záměrem bylo experiment aplikovat na probandy v dětském věku. Chtěli jsme, aby děti již měly zkušenost s atletickým tréninkem, měly představu o provedení dovednosti, ale ještě nebyly podrobeny specializovanému tréninku technických disciplín. Přesto se objevili v každé skupině dva probandi, kteří techniku skoku dalekého skrčným způsobem měli zvládnutou v kvalitě provedení blížící se optimu. 73 % probandů z experimentální skupiny zaznamenalo zlepšení v hodnocení na stupnici 1–5, nikdo se nezhoršil. Ve skupině

kontrolní se zlepšilo pouze 20 %, většina probandů (73 %) svůj výkon nezměnila a 7 %, čili jeden proband, se zhoršil. Tento výsledek byl potvrzen i statisticky.

Náš výzkum ukázal, že ideomotorický trénink ovlivní technické provedení skoku dalekého. Domníváme se, že zařazení ideomotorické intervence do atletického tréninku zlepší správnou představu o technice prvku, v němž je nutné skloubit vyvinutí maximální rychlosti s přesností pohybového řetězce při skoku dalekém.

### 3.2.5 Vliv přímého primingu na výkon v testu statické síly horních končetin

Cílem tohoto výzkumu je posoudit, zda je možno externí informací ovlivnit výkon v testu statického silového výkonu.

Naše chování, pozornost, duševní i fyzický výkon je možno změnit několika slovy, ale třeba také výrazem obličeje. Běžné gesto, kterým nevědomě nebo vědomě doplňujeme informaci či myšlenku, může mít také dopad na jedince v našem okolí. Proces podněcující příjemce k určitému typu chování, se nazývá priming. Koukolík (2003) považuje priming za mechanismus zpracovávání informace a za jistý druh nevědomé, implicitní paměti, která není přístupná vědomé pozornosti. Priming můžeme rozdělit na přímý a nepřímý. Přímý priming má za úkol jednoznačně stimulovat příjemce primingu k určité činnosti. Příkladem je reklama, která nám jasně říká, jaký výrobek si mám koupit. Nepřímý priming má za cíl určitým způsobem ovlivnit emoční stav jeho příjemce, tak aby byla větší pravděpodobnost, že zvolí určitý typ chování. Takovým příkladem může být experiment, který provedli Kay, Wheeler, Barg & Ross (2004). Dvě skupiny lidí měly popsát dva

objekty, které měly před sebou na obrázku. První skupina popisovala předměty, které měly souvislost s obchodem a uzavřením smlouvy (kufřík a plnicí pero). Druhé skupině předložili neutrální obrázky (velrybu a papírového draka). Poté, co probandi popsali obrázky, které vidí před sebou, dostali za úkol rozdělit mezi sebe a examinátora částku 10 dolarů. 91 % probandů z druhé skupiny, čili skupiny popisující neutrální obrázky, rozdělilo částku na dva rovné díly. Ze skupiny probandů ovlivněných obchodními obrázky, se takto zachovalo pouze 33 % osob. Ostatní částku rozdělili tak, aby jim zůstala větší část. Takových experimentů byla provedena celá řada a mnohé z nich jsou velmi zajímavé, nicméně většinou se týkají psychologie nákupu. Je pravda, že již jsou popsány také experimenty, které dokazují, že sledování násilí, způsobuje zvýšení agresivity probandů, apod. Domníváme se, že vědomě využívat primingový efekt by bylo vhodné rovněž při podněcování chuti žáka k učení se.

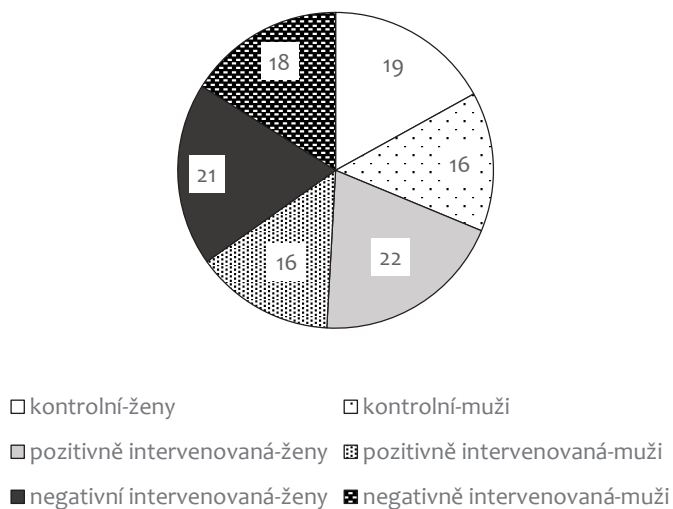
Předpokládáme, že skupina cvičenců, která bude pozitivně ovlivněna, dosáhne v posttestu zlepšení a skupina negativně primována zhoršení.

## Metody výzkumu

### ① Výzkumný soubor

Výzkumný soubor tvoří probandi ve věku 15–24 let. Výzkum probíhal na půdě Gymnázia Plasy a Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni. Testovaný soubor čítal 112 osob ( $n=112$ ), z toho bylo 50 mužů a 62 žen. Testované osoby byly náhodně rozděleny do tří skupin. Kontrolní skupina čítá 35 osob, skupinu probandů, kteří byli pozitivně intervenováni, tvoří 39 osob a skupinu, jejíž probandi byli negativně intervenováni, 38 osob (viz graf 13).

## rozdělení probandů do skupin



Graf 13. Grafické znázornění rozdělení četností probandů v jednotlivých skupinách (zdroj vlastní).

### 2 Popis testu výdrž ve shybu a použité intervence

Test výdrž ve shybu diagnostikuje sílu horních končetin ve statické poloze. Testovaná osoba přistoupí k dosažné hrazdě, kterou se uchopí nadhmatem nebo podhmatem a bez povelů zaujme pozici ve shybu s bradou nad žerdí. V tom okamžiku jsou spuštěny stopky. Pokud má testovaný hrazdu v takové výšce, že není schopen zaujmout výchozí pozici sám, může být do výchozí pozice vysazen nebo použije podložku, která je následně odstraněna, aby při případném pádu nedošlo k úrazu. V okamžiku, kdy testovaná osoba zaujme pozici ve shybu s bradou nad žerdí, examinátor spouští stopky. Test je ukončen, jakmile proband opustí pozici

ve shybu s bradou nad žerdí, klesne-li brada na úroveň žerdi nebo pod ní (Měkota & Blahuš, 1983).

Všichni probandí absolvovali pretest, před nímž dostali pouze informaci, jak mají test provádět. S odstupem jednoho až dvou týdnů následoval posttest. Kontrolní skupina posttest zopakovala za zcela stejných podmínek průběhu testování jako v pretestu. Druhá skupina byla pozitivně intervenována, primována. Pozitivní intervenci provedl sám examinátor před zahájením testování. Probandům bylo sděleno, že budou provádět test podruhé, a že se určitě zlepší. Informace o zlepšení jim byla několikrát zopakována, naposledy před zahájením testu. V průběhu testu nebyli probandí povzbuzováni stejně, jako v pretestu. Třetí skupině byl aplikován negativní priming. Před testováním probandům examinátor několikrát opakoval, že jejich výkon bude určitě horší a že „dnes to určitě nepůjde“. Naposledy je informace zopakována opět před zahájením posttestu. Examinátor se snažil doprovodit slovní informací výrazem obličeje. V případě pozitivní intervence se snažil být energický a tvářit se příjemně a vesele. V případě negativní intervence se snažil vypadat unaveně, znuděně a zamračeně (Munzlingerová, 2020, Švarc, 2020).

#### ③ Statistické zpracování dat

Ke zhodnocení dat jsme použili analýzu četností a porovnání průměrů. K hodnocení statistické významnosti rozdílů závislých proměnných v rámci jednotlivých skupin jsme použili Wilcoxonův test, který hodnotí rozdíl mezi pretestem a posttestem.

#### ④ Popis proměnných

**VVS\_1** pretest testu výdrž ve shybu, čas ve vteřinách

**VVS\_2** posttest testu výdrž ve shybu, čas ve vteřinách

**ZPP** změna zjištěná mezi pretestem a posttestem, čas ve vteřinách

Tabulka 20. Procentuální vyjádření podílu probandů, kteří se zlepšili, zhoršili nebo zaznamenali stejný výkon mezi pretestem a posttestem testu výdrž ve shybu (zdroj vlastní).

	zlepšení	zhoršení	shodný výkon
<b>Skupina kontrolní</b> ( $n_k = 35$ )	37,1 %	54,3 %	8,6 %
<b>Skupina pozitivně intervenována</b> ( $n_p = 39$ )	87,2 %	10,3 %	2,5 %
<b>Skupina negativně intervenována</b> ( $n_n = 38$ )	21 %	73,7 %	5,3 %

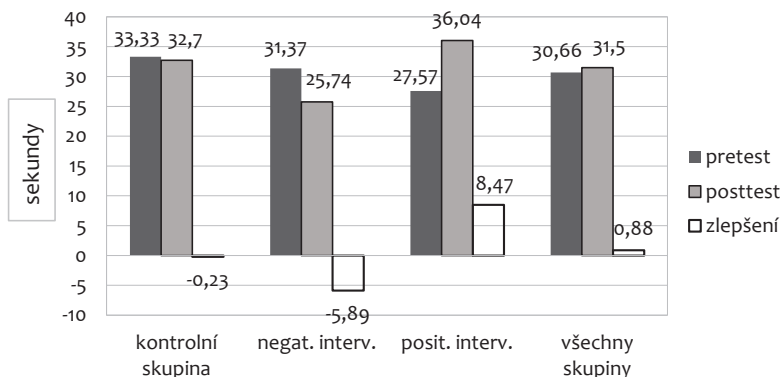
## Výsledky a diskuse

Nejprve jsme porovnali absolutní četnosti probandů, kteří se v posttestu zlepšili, zhoršili anebo nezaznamenali zlepšení nebo zhoršení. V kontrolní skupině se zhoršilo devatenáct probandů, zlepšilo třináct a stejný výkon zaznamenali tři probandi. Ve skupině, která byla pod vlivem negativního primingu, došlo ke zlepšení u osmi probandů, zatímco zhoršení bylo zaznamenáno u dvaceti osmi probandů. U skupiny ovlivněné pozitivním primingem došlo ke zlepšení u třiceti čtyř probandů a pouze u čtyř došlo ke zhoršení.

Analýza četností probandů, kteří se v testu zhoršili nebo zlepšili, ukazuje, že pozitivní či negativní priming ovlivnil výkon probandů v posttestu testu výdrž ve shybu. Pozitivní priming se projevil u 87 % probandů zlepšením výkonu, negativní u 74 % probandů zhoršením výkonu.

### 3. Přehled vybraných výzkumných šetření

porovnání průměrných výkonů pretestu a posttestu výdrže ve shybu u jednotlivých skupin



Graf 14. Porovnání aritmetických průměrů kontrolní skupiny, skupiny pozitivně intervenované a skupiny negativně intervenované u výkonu v pretestu, posttestu testu výdrže ve shybu a rozdílu mezi pretestem a posttestem. Hodnoty jsou uvedeny v sekundách (zdroj vlastní).

K porovnání průměrů pretestu, posttestu a zlepšení mezi pretestem a posttestem v jednotlivých skupinách jsme využili grafického porovnání. Z grafu 13 je patrné, že kontrolní skupina v průměru vykázala rozdíl mezi pretestem a posttestem velmi malý. Skupina pozitivně intervenovaná se v průměru v posttestu zlepšila a skupina negativně intervenovaná se v průměru zhoršila.

Rovněž graf 14 jednoznačně graficky podporuje interpretaci našich výsledků. Pozitivně intervenovaná (primovaná) skupina zaznamenala výrazný nárůst zlepšení, skupina intervenovaná negativním primingem zaznamenala výrazné zhoršení v posttestu testu výdrž ve shybu. Kontrolní skupina zaznamenala jen drobné průměrné zhoršení v posttestu.

Tabulka 21. Výsledky Wilcoxonova testu u jednotlivých skupin (zdroj vlastní).

Skupina	N	T	Z	p-level
Kontrolní	35	230,5	0,89	0,37
Negativně interv.	38	116,5	3,4	0*
Pozitivně interv.	39	63,5	4,45	0*

\*  $p \leq \alpha \leq 0,05$

## Závěry

Z výsledků tohoto experimentu vyplývá, že přímý verbální priming může značně ovlivnit výkon v testu statické síly. Domníváme se, že vstupní informace o očekávaném zlepšení či zhoršení výkonu ovlivní aktuálně vytvářenou představu konkrétního výkonu a následně plánování pohybu. Kromě dalšího pravděpodobného dopadu na současnou vnitřní motivaci a volní vztah k dané činnosti jedince, může verbální intervence před zahájením pohybového výkonu vést ke změně sebehodnocení jedince (Švátora, 2016).

Výsledky tohoto výzkumu dokazují, že pozitivní verbální priming cvičence přináší pozitivní vliv na výkon většiny cvičenců a naopak negativní působení na cvičence přináší negativní vliv na budoucí výkon většiny cvičenců.



## Diskuse

Pohybové chování považujeme za zprostředkovatele lidské interakce s okolním prostředím. Ovlivňuje to, jak se nám daří v mnoha psychomotorických či senzomotorických úkonech. Od těch nejpřirozenějších, jako je řeč a lokomoce, až po složité, jako je sebeobsluha, pracovní úkony, grafomotorika, hra na hudební nástroj, sportovní výkon, apod. Provádění těchto činností určuje, jak nás vnímají ostatní, i to, jak je jedinec úspěšný, a to již od předškolního období života, kdy dochází k první konfrontaci s ostatními.

Dále musíme počítat s mezipohlavními rozdíly při senzomotorických výkonech, obzvláště v počátečním stadiu motorického učení. Nemáme nyní na mysli otázku fyzické síly, ale způsob řešení daného úkolu, což může částečně souviset také s rozdíly v tělesné konstituci. Rozdíly ve způsobu řešení senzomotorické situace jsou pravděpodobně způsobeny gender rozdíly fungování mozku a také prokazatelně vyšší neuropsychickou labilitou žen v porovnání s muži. To může způsobit vyšší anxiozitu při řešení neznámého senzomotorického úkolu a zaměření se více na přesnost provedení než na jeho rychlost. Při shrnutí našich výzkumů jsme zaznamenali, že soubor žen vykazoval větší rozptyl proměnných týkající se výkonů. Čili rozdíly výkonů v souboru žen jsou větší než rozdíly v souboru mužů. Pokud se týče možností ovlivnění senzomotorického výkonu pomocí ideomotorické intervence vedoucí k vytvoření správné pohybové představy, nebyly shledány rozdíly mezi muži a ženami.

Další jen zdánlivě dobře postihnuteľnou proměnnou je věk probanda. Vědci předpokládají, že imaginace se vyvíjí velmi brzy, k čemuž nás vedou i naše empirické zkušenosti. Malé děti se pohybovým dovednostem učí nápodobou, která je založena na kinestetické představě. Děti dokáží dokonce poměrně koordinčně náročné pohybové akce zopakovat, jsou-li jim adekvátně předloženy. Hlavním problémem je opět skutečnost, že kromě interindividuálně odlišné schopnosti imaginace, zde hraje ještě podstatnější roli interindividuálně odlišné stadium jak psychického, mentálního, tak také fyzického vývoje. (Gabbart, 2009; Caeynberghs, 2009; Hayek, 2009). Munzert (2001) poukazuje na skutečnost, že již ve věku deseti let mohou být vytvořeny podrobné a živé představy sportovních pohybů. Praktické zkušenosti však dokazují, že již děti asi od šesti let mohou úspěšně nacvičovat pohybové dovednosti. V předškolním a mladším školním věku je velmi důležité podpořit především spontánní pohybovou aktivitu, protože právě neorganizovanou, nebo chcete-li spontánní, pohybovou aktivitou rozvíjíme u dětí nejen představivost, ale také fantazii, kreativitu a rychlé rozhodování. Spontánní pohybovou aktivitou si děti vytváří rejstřík základních pohybových programů, na něž v budoucnosti navazuje v nácviku speciálních pohybových dovedností.

## Závěr

Cílem této publikace bylo upozornit na velmi úzkou souvislost úrovně kognitivních procesů, aktuálního psychického stavu a úrovně senzomotorického výkonu. Pro přehledné zhodnocení výsledků jednotlivých šetření uvádíme tabulku 22, která přináší přehled důležitých zjištění vyplývajících z našich výzkumů.

Tabulka 22. Stručný přehled získaných poznatků provedených výzkumných šetření.

Výzkumné šetření	Získané poznatky
Změny elektrodermální vodivosti v průběhu senzomotorického výkonu	Existují signifikantní i praktické rozdíly mezi výkony mužů a žen, je-li výkon zaměřený na rychlost provedení úkolu zaměřeného na bimanuální koordinaci. Pro různé typy senzomotorických výkonů je vhodná různá úroveň aktivace. Senzomotorické úkoly zaměřené více na přesnost vyžadují intraindividuální úroveň aktivace nižší a úkoly zaměřené více na rychlost naopak vyžadují aktivační úroveň vyšší. Temperamentový typ může mít vliv jak na úspěšnost (rychlost, chybovost) provedení senzomotorického úkolu, tak na úroveň aktivace nervové soustavy.

<p>Vliv zvýšení obtížnosti senzomotorického testu bimanuální koordinace na změny elektrodermální vodivosti</p>	<p>Zvýšení obtížnosti senzomotorického testu se projeví prodloužením délky trvání testu bimanuální koordinace.</p> <p>Zvyšováním obtížnosti senzomotorického testu se snižuje množství i velikost výkyvů elektrodermální vodivosti v průběhu testování.</p>
<p>Vliv držení těla na změny elektrodermální vodivosti</p>	<p>Držení těla má signifikantní vliv na úroveň aktivace nervové soustavy.</p> <p>V pozicích moci (high power) se aktivace nervové soustavy signifikantně zvyšuje proti klidovému měření.</p> <p>V pozicích oslabení (low power) se aktivace nervové soustavy signifikantně snižuje proti klidovému měření.</p>
<p>Vliv ideomotorické intervence na výkon v senzomotorickém testu udržení rovnováhy předmětu</p>	<p>Jednorázová ideomotorická intervence v podobě vědomě řízené představy úspěšně provedeného pohybového úkolu, má pozitivní přínos v provedení rovnováhového testu Balancování s tyčí.</p>
<p>Vliv ideomotorické intervence na výkon v modifikovaném testu střelby sedmimetrových hodů hráček házené</p>	<p>Jednorázová ideomotorická intervence v podobě vědomě řízené představy úspěšně provedeného pohybového úkolu, má pozitivní přínos v provedení testu střelby sedmimetrových hodů vlastní konstrukce.</p>
<p>Vliv ideomotorické intervence při dynamometrickém měření silové schopnosti ruky</p>	<p>Jednorázová ideomotorická intervence v podobě vědomě řízené představy o zvýšení vyvinutí síly stisku dynamometru vede ke zlepšení v testu dynamometrie stisku dominantní ruky.</p>

Vliv ideomotorického tréninku techniky skoku dalekého u dětí ve věku 12–13 let	Tříměsíční ideomotorický trénink techniky skoku dalekého skrčnou technikou má vliv na techniku provedení u dětí ve věku 12–13 let. Ideomotorický trénink byl proveden jako doplněk kondičního tréninku.
Vliv přímého primingu na výkon v testu statické svalové síly	Přímý verbální priming může ovlivnit výkon v testu statické síly. Pozitivní priming způsobí zlepšení, negativní priming způsobí zhoršení.

Závěrem této publikace bychom chtěli upozornit na fakta, která se objevila ve většině námi vedených šetřeních. Na prvním místě jsou to interindividuální rozdíly. V humanitních oborech nelze zjištěná data generalizovat na celou populaci. Každý jedinec má jiné předpoklady, jinak rozvinuté schopnosti, jiné vlastnosti, jiné zkušenosti a dovednosti, a to určuje způsob, jakým se rozhodne řešit úkol, jakou zvolí strategii řešení, jak naplánuje odpověď a jak plán zrealizuje. Všimli jsme si, že přestože meziskupinové rozdíly se jevíly jako signifikantní a dokonce i věcně významné, vždy se v dané skupině objevili jedinci, kteří nezareagovali v trendu většiny, ale třeba úplně opačně. Tuto skutečnost musíme neustále předpokládat a vždy mít, jako pedagog, v záloze další situace, v nichž tito jedinci budou moci úkol realizovat. Výběr řešení do určité míry rovněž ovlivňuje aktuální psychický stav a v případě pohybové odpovědi, také stav fyzický. Domníváme se, že úbytkem přirozeného pohybu především v dětském věku, dochází k vzniku deficitu nejen v úrovni pohybové kompetence, ale rovněž k deficitu celé řady sensorických, percepčních a mnoha dalších kognitivních předpokladů. Nedostatek podnětů, které vyžadují pohybovou odpověď, se následně projevuje pohybovým

diskomfortem a případnou neschopností efektivně řešit pohybové úkoly. Tyto nepříjemné stavy způsobují, že takový subjekt vnímá pohybovou aktivitu jako negativně zabarvenou emoční situaci, což se projevuje snahou se takové situaci vyhnout. Vyřazení pohybové aktivity z denního režimu má za následek celou řadu zdravotních a psychických problémů inaktivního jedince. Rozborem některých pedagogicko-psychologických situací chceme ukázat tělovýchovným pedagogům směr cesty, na jejímž konci by, podle našeho názoru, měla být především vnitřní motivovanost svěřence k pravidelnému a radostnému provozování pohybové aktivity, popř. v pozdějším věku dosažení individuálně-maximálního výkonu, ale také pochopení individuálních možností využití svého komplexního potenciálu.

## Referenční seznam

- Abuelnor, A.A. (2007). *Organisation of the nervous system*. Dostupné z <https://slideplayer.com/slide/17026587/>.
- Adámek, M. (2014). *Neuropedagogika*. Dostupné z <https://web2.mlp.cz/koweb/00/04/09/89/42/neuropedagogika.pdf>
- Adams, J.A. (1971). A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavioral*, 3, 111–150.
- Aldinger, M., Stopsack, M., Ulrich, I., Apple, K., Reinelt, E., Wolff, S., Grabe, H.J., Lang, S., & Barnow, S. (2014). Neuroticism developmental courses—implications for depression, anxiety and everyday emotional experience; a prospective study from adolescence to young adulthood. *BMC Psychiatry*, 14(210), 1–13. Dostupné z <http://www.biomedcentral.com/1471-244X/14/210>
- Ambler, Z. (2006). *Základy neurologie*. 6. vydání. Praha: Galén.
- Anderson, C., & Galinsky, A.D. (2006). Power, optimism, and the proclivity for risk. *European Journal of Social Psychology*, 36, 511–536. Dostupné z <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ejsp.324>.
- Anderson, M.C., & Levy, B. (2009). Suppressing unwanted memories. *Current Directions in Psychological Science*, 18, 189–94.
- Anochin, P.K. (1970). *Kibernetičeskije aspekty v izutchenii raboty mozga*. Moskva, Medicina.
- Arent, S.M., & Landers, D.M. (2003). Arousal, Anxiety, and Performance: A Reexamination of the Inverted-U Hypothesis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74(4), 436–444. Dostupné z <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02701367.2003.10609113>.

- Asaad, W.F., Rainer, G., & Miller, E.K. (1998). Neural Activity in the Primate Prefrontal Cortex during Associative Learning. *Neuron*, 21, 1399–1407.
- Avikainen, S., Forss, N., & Hari, R. (2002). Modulated activation of the human SI and SII cortices during observations of hand action. *NeuroImage*, 15(3), 640–646.
- Baddeley, A.D., & Hitch, G.J. (1994). Developments in the concept of working memory. *Neuropsychology*, 8, 485–93. Dostupné z <https://doi.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F0894-4105.8.4.485>.
- Bakker, M., de Lange, F. P., Stevens, J. A., Toni, I., & Bloem, B. R. (2007). Motor imagery of gait: A quantitative approach. *Experimental Brain Research*, 179(3), 497–504.
- Balgo, R. (1998). *Bewegung und Wahrnehmung als System: systemisch-konstruktivistische Positionen in der Psychomotorik*. Schondorf: Hoffman.
- Ballý, M. (2016). Vliv obtížnosti senzomotorického úkolu na aktivaci nervové soustavy. [Diplomová práce, ZČU FPE v Plzni]. Dostupné z <https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/24125/1/DP%20-%20komplet.pdf>.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84, 191–215.
- Banks, S.J., Bellerose, J., Douglas, D., & Jones-Gotman, M. (2012). Bilateral skin conductance responses to emotional faces. *Applied Psychophysiology Biofeedback*, 37(3), 145–152. Dostupné z <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22407530/>.
- Baron-Cohen, S. (2003). *The Essentials difference: men, women and the extreme male brain*. Penguin: Basic Books.
- Bays, P.M., & Wolpert, D.M. (2007). Computational principles of sensorimotor control that minimize uncertainty and variability. *Journal of Physiology*, 578, 387–396. Dostupné z <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2075158/>.
- Benbow, C.P., Lubinski, D., Shea, D.L., & Eftekhari-Sanjani, H. (2000). Sex differences in mathematical reasoning ability at



- age 13: their status 20 years later. *Psychological Science* (11)6, 474–488. Dostupné z <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11202492/>.
- Benešová, D. (2011). Dynamika změn aktivační úrovně jako komponenta motorické docility. [Disertační práce, FTVS UK]. Dostupné z <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/35291/140006304.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Benešová, D. (2012). Aktivační úroveň v průběhu testu bimanuální koordinace. *Studia Kinanthropologica*, 13(1), 12–19. Dostupné z [https://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/tv/studia\\_kinanthropologica/documents/magazine/SK\\_vol\\_13\\_2012\\_1.pdf](https://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/tv/studia_kinanthropologica/documents/magazine/SK_vol_13_2012_1.pdf)
- Benešová, D. (2020). Vliv ideomotorického tréninku na zvýšení výkonu v technických disciplínách v atletice. [Diplomová práce, ZČU FPE v Plzni]. Dostupné z [https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/40313/1/DP\\_BenesovaDenisa.pdf](https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/40313/1/DP_BenesovaDenisa.pdf).
- Bernstein, N.A. (1967). *The Co-ordination And Regulation of Movements*. Oxford: Pergamon.
- Bernstein, B. (2003). *Class, codes and control. Volume IV. The structuring of pedagogic discourse*. Abingdon: Routledge. Dostupné z <https://doi.org/10.4324/9780203011263>
- Bird, E. I. (1984). EMG quantification of mental rehearsal. *Perceptual and Motor Skills*, 59(3), 899–906.
- Botek, M., Neuls, F., Klimešová, E., & Vyhnanek, J. (2017). *Fyziologie pro tělovýchovné obory (Vybrané kapitoly, část 1)*. UPOL: Olomouc. Dostupné z
- Bouscein, W. (2012). *Electrodermal Activity: Methods of Electrodermal Recording*. New York: Plenum Press.
- Brass, M., Bekkering, H., & Prinz, W. (2001). Movement observation affects movements execution in a simple response task. *Acta Psychologica*, 106(1–2), 8–22.
- Braus, D.F. (2004). *Ein Blick ins Gehirn. Moderne Bildgebung in der Psychiatrie*. Stuttgart: Thieme Verlagsgruppe.
- Brodal, P. (2013). *Sentral nerve systemet*. (5 Utgave). Oslo: Universitetsforlaget AS.

- Brownell, K.D., Marlatt, G.A., Lichtenstein, E., & Wilson, G.T. (1986). Understanding and preventing relapse. *American Psychologist*, 41(7), 765–782.
- Buckingham, R.M. (2002). Extraversion, neuroticism and the four temperament of antiquity: An investigation of physiological reactivity. *Personality and Individual Differences*, 32, 225–246.
- Buckingham, R.M. (2008). Extraversion and neuroticism: Investigation of resting electrodermal activity. *Australian Journal of Psychology*, 60, 152–159.
- Bunlon, F., Marshall, P.J., Quandt, L.C., & Bouquet, C.A. (2015). Influence of action-effect associations acquired by ideomotor learning on imitation. *PLoS ONE*, 10(3). Dostupné z [https://www.researchgate.net/publication/273775276\\_Bunlon\\_F\\_Marshall\\_PJ\\_Quandt\\_LC\\_Bouquet\\_CA\\_2015\\_Influence\\_of\\_action-effect\\_associations\\_acquired\\_by\\_ideomotor\\_learning\\_on\\_imitation\\_PLoS\\_ONE\\_103\\_e0121617\\_doi101371journal\\_pone0121617](https://www.researchgate.net/publication/273775276_Bunlon_F_Marshall_PJ_Quandt_LC_Bouquet_CA_2015_Influence_of_action-effect_associations_acquired_by_ideomotor_learning_on_imitation_PLoS_ONE_103_e0121617_doi101371journal_pone0121617).
- Cacioppo, J.T., & Gardner, W.L. (1999). Emotion. *Annual Review of Psychology*, 50, 191–214.
- Cacioppo, J.T., Larsen, J.T., Smith, N.K., & Berntson, G.G. (2004). *The affect system. What lurks below surface of feelings?* National Foundation Grant No. BCS-00863. Dostupné z <https://www.researchgate.net/publication/254734244>
- Calbet, J. (2018). Hebb's rule with an analogy. *Psychology and Neuroscience*. Dostupné z <https://neuroquotient.com/en/pshychology-and-neuroscience-hebb-principle-rule>
- Carney, D., Cuddy, A. J. C., & Yap, A. (2010). Power posing: Brief nonverbal displays affect. Neurocrine levels and risk tolerance. *Psychological Science*, 21(10), 1363–1368.
- Cattaneo L., & Rizzolatti G. (2009). The mirror neuron system. *Archives of Neurology*, 800–66:557–60.
- Cecchi, A. (2014). Cognitive penetration, perceptual learning, and neural plasticity. *Dialectica*, 68(1), 63–95.

- Clark, A. (2013). Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 36, 181–204.
- Colombo-Dougovito, A.M. (2016). The role of dynamic system theory in motor development research: how does theory inform practice and what are the potential implications for autism spectrum disorder? *International Journal on Disability and Human Development*, 16(2), 141–155. Dostupné z [https://www.researchgate.net/publication/306042451\\_The\\_role\\_of\\_dynamic\\_systems\\_theory\\_in\\_motor\\_development\\_research\\_How\\_does\\_theory\\_inform\\_practice\\_and\\_what\\_are\\_the\\_potential\\_implications\\_for\\_autism\\_spectrum\\_disorder](https://www.researchgate.net/publication/306042451_The_role_of_dynamic_systems_theory_in_motor_development_research_How_does_theory_inform_practice_and_what_are_the_potential_implications_for_autism_spectrum_disorder)
- Craighero, L., Fadiga, L., & Rizzolatti, G. (1998). Visuomotor Priming. *Visual Cognition*, 5(1/2), 109–125.
- Cratty, B.J. (1973). *Movement behavior and motor learning*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Critchley, H.D., Mathias, C.J., & Dolan, R.J. (2001). Neuroanatomical basis for first- and second-order representations of bodily states. *Nature Neuroscience*, 4, 207–212.
- Critchley, H.D., & Nagai, Y. (2012). How emotions are shaped bodily states. *Emotion Review*, 4(2), 163–168.
- Cuddy, A. J. C., Fiske, S. T., & Glick, P. (2007). The BIAS Map: Behaviors from intergroup affect and stereotypes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 92(4), 631–648.
- Cuddy, A. J. C., Fiske, S. T., & Glick, P. (2008) Warmth and competence as universal dimension of social perception: The stereotype content model and the BIAS map. *Advances in Experimental Social Psychology*, 40, 61–149. Dostupné z <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065260107000020>.
- Cuddy, A. J. C., Wilmuth, C. A., & Carney, D. (2012). The benefit of power posing before a high-stakes social evaluation. *Harvard Business School Working Paper*, 13(9). Dostupné z <https://dash.harvard.edu/handle/1/9547823>.

- Cuddy, A.J.C. (2016). *Tady a teď*. Praha: Paseka.
- Cumming, J.L., & Ste-Marie, D.M. (2001). The cognitive and motivational effects of imagery training: A matter of perspective. *Sport psychologist*, 15(3), 276–288.
- Currie, G., & Ravenscroft, I. (1997). Mental stimulation and motor imagery. *Philosophy of Science*, 64, 161–180.
- Čáp, J., & Mareš, J. (2001). *Psychologie pro učitele*. Praha: Portál.
- Čihák, R., & Grimm, M. (2004). *Anatomie*. Praha: Grada Publishing as.
- Davies, M., & Stone, T. (1998). Folk psychology and mental simulation. *Royal Institute of Philosophy Supplements*, 43, 53–82.
- Davis, J. F., Krause, E. G., Melhorn, S.J., Sakai, R. R., & Benoit, S. C. (2009). Dominant rats are natural risk takers and display increased motivation for food reward. *Neuroscience*, 162(1), 23–30.
- Delgado, A.R., & Prieto, G. (2004). Cognitive mediators and sex-related differences in mathematics. *Intelligence*, 32, 1, 25–32.
- De Waal, F. (1998). *Chimpanzee politics: Power and sex among apes*. Baltimore: Johns.
- Decety, J., & Michel, F. (1989). Comparative analysis of actual and mental movement times in 2 graphic tasks. *Brain and Cognition*, 11(1), 87–97.
- Decety, J., Jeannerod, M., & Prablanc, C. (1989). The timing of mentally represented actions. *Behavioral Brain Research*, 34(1–2), 35–42.
- Decety, J., Jeannerod, M., Durozard, D., & Baverel, G. (1993). Central activation of autonomic effectors during mental stimulation of motor action in man. *The Journal of Physiology*, 461, 549–563.
- Decety, J., & Jeannerod, M. (1996). Mentally simulated movements in virtual reality: Does Fitts's law hold in virtual reality? *Behavioural Brain Research*, 72, 127–134.
- Decety, J., & Jackson, P.L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 3(2), 71–100.

- Decety, J., & Grezes, J. (2006). The power of simulation: imagining one's own and others behavior. *Brain Research*, 1079, 4–14.
- Decety, J., & Lamm, C. (2009). Empathy versus personal distress: Recent evidence from social neuroscience. In J. Decety & W. Ickes (Eds.) *Social neuroscience. The social neuroscience of empathy* (199–213). Cambridge: The MIT Press.
- Diamond, A. (2013). Executive function. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168. Dostupné z <https://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev-psych-113011-143750>.
- Diedrichsen, J., & Kornysheva, K. (2015). Motor skill learning between selection and execution. *Trends in Cognitive Sciences*, 19, 227–233.
- Djudiyah, D., Sulastiana, M., Harding, D., & Sumantri, S. (2016). Gender differences in neuroticism on college students. ASEAN CONFERENCE 2nd Psychology & Humanity ©Psychology Forum UMM, February 19–20, 2016. Dostupné z [http://mpsi.umm.ac.id/files/file/Asean %20Conference %202016/723 %20- %20728 %20 Djudiyah %20Dahlan-1.pdf](http://mpsi.umm.ac.id/files/file/Asean%20Conference%202016/723%20-%20728%20Djudiyah%20Dahlan-1.pdf)
- Duda, J. L. (1989) Relationship between task and ego orientation and the perceived purpose of sport among high school athletes. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11, 318–335.
- Drozdová, P. (2019). Využití ideomotorického tréninku v házené žen. [Bakalářská práce, ZČU FPE v Plzni]. Dostupné z [https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/39111/1/Bakalarska%20prace\\_Petra%20Drozdova.pdf](https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/39111/1/Bakalarska%20prace_Petra%20Drozdova.pdf)
- Duffy, E. (1962). *Activation a behavior*. Wiley.
- Dylevský, I. (2007). *Obecná kineziologie*. Praha: Grada Publishing as.
- Dylevský, I. (2009). *Speciální kineziologie*. Praha: Grada Publishing as.
- Eberspächer, H., Immenroth, M., & Mayer, J. (2002). Sportpsychologie – ein zentraler Baustein im modernen Leistungssport. *Leistungssport*, 32, 5–10.

- Eberspächer, H., Mayer, J., Hermann, H.-D., & Kuhn, G. (2005). Olympia Sonderförderung Sportpsychologie. *Leistungssport*, 35(1), 38–41.
- Eberspächer, H. (2012). *Mentales Training*. München: Stiebner Verlag.
- Edelman, G.M. (1992). *Bright Air, Brilliant Fire: On the Matter of the Mind.*; New York: Basic Books.
- Edelman, G.M. (2006). *Second Nature. Brain Science and Human Knowledge*. New Haven: Yale University Press.
- Elam, K. K., Carlson, J. M., DiLalla, L. F., & Reinke, K. S. (2010). Emotional faces capture spatial attention in 5-year-old children. *Evolutionary Psychology*, 8(4), 754–767.
- Elbert, T., & Rockstroh, B. (2004). Reorganization of human cerebral cortex: the range of changes following use and injury. *The Neuroscientist*, 10(2), 129–141.
- Engelkamp, J., & Pechmann, T. (1993). Kritische Anmerkungen zum Begriff der mentalen Repräsentation. In J. Engelkamp & T. Pechmann (Eds.). *Mentale Repräsentation*. Bern: Huber.
- Eliassen, J.C., Baynes, K., & Gazzaniga, M.S. (1999). Direction information coordinated via the posterior third of the corpus callosum during bimanual movements. *Experimental Brain Research*, 128, 573–577.
- Ernst, M., & Bulthoff, H. (2004). Merging the senses into a robust percept. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 162–169.
- Eskenazi, T., Grosjean, M., Humphreys, G.W., & Knoblich, G. (2009). The role of motor simulation in action perception: a neurological case study. *Psychological Research*, 73, 477–485.
- Eysenck, M.W., & Keane, M.T. (2008). *Kognitivní psychologie*. Praha: Academia.
- Farah, M.J. (1984). The neurological basis of mental imagery: A componential analysis. *Cognition*, 18, 245–272.
- Farah, M.J. (1989). The neural basis of mental imagery. *Trends Neurosciences*, 12(10), 395–399.

- Fernandes, E.V. (2004). *Učení a jeho problémy. Emoce, mozek, mysl a činnost*. Litomyšl: vlastním nákladem Klíma.
- Féry, Y.-A. (2003). Differentiating visual and kinesthetic imagery in mental practice. *Canadian Journal of Experimental Psychology/ Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 57(1), 1–10.
- Finke, R. A., & Shepard, R. N. (1986). *Visual functions of mental imagery*. In K. R. Boff, L. Kaufman, & J. P. Thomas (Eds.). *Handbook of perception and human performance*, Vol. 2. *Cognitive processes and performance* (1–55). John Wiley & Sons.
- Fiske, S.T., & Taylor, S.E. (1991). *Social Cognition*. New York: Mc Graw-Hill.
- Fitts, P.M., Weinstein, M., Rappaport, M., Anderson, N., & Leonard, J.A. (1956). Stimulus correlates of visual pattern recognition: a probability approach. *Journal of Experimental Psychology*, 51(1), 1–11.
- Flanagan, J.R., Bowman, M.C., & Johansson, R.S. (2006). Control strategies in object manipulation tasks. *Current Opinion in Neurobiology*, 16, 650–659.
- Förster, J., & Liberman, N. (2007). Knowledge activation. In A.W. Kruglanski & E.T. Higgins (Eds.). *Social psychology: Handbook of basic principles* (201–231). New York: Guilford Press.
- Fox, N.A., Bakermans-Kranenburg, M.J., Yoo, K.H., Bowman, L.C., Cannon, E. N., Vanderwert, R.E., Ferrari, P F., & Van IZendoorn, M.H. (2016). Assessing human mirror activity with EEG mu rhythm: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 142(3), 291–313.
- Franěk, M. (2009). Priming aktivující sociální stereotypy a výkon v mentálním testu. *E-psychologie*, 3(2). Dostupné z <https://e-psycholog.eu/clanek/47>.
- Friston, K. (2010). The free-energy principle: A unified brain theory? *Nature Reviews Neuroscience*, 11(2), 127–18.
- Frith, C.D., Blakemore, S.J., & Wolpert, D.M. (2000). Abnormalities in the awareness and control of action. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*,

- 355(1404), 1771–1788. Dostupné z <https://doi.org/10.1098/rstb.2000.0734>
- Fusco, A., Iasevoli, L., Iosa, M., Gallotta, M.C., Padua, L., & Tucci, L. (2019) Dynamic motor imagery mentally simulates uncommon real locomotion better than static motor imagery both in young adults and elderly. *PLoS ONE*, 14(6). Dostupné z <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218378>.
- Gabrieli, J.D.E. (1998). Cognitive neuroscience of human memory. *Annual Review Of Psychology*, 49, 87–115.
- Gaggioli, A., Morganti, L., Mondoni, M., & Antonietti, A. (2013). Benefits of Combined Mental and Physical Training in Learning a Complex Motor Skill in Basketball. *Psychology*, 4(9), 1–6. Dostupné z [https://www.scirp.org/pdf/PSYCH\\_2013090311300739.pdf](https://www.scirp.org/pdf/PSYCH_2013090311300739.pdf).
- Galinsky, A. D., Gruenfeld, D. H., & Magee, J. C. (2003). From power to action. *Journal of Personality and Social Psychology*, 87, 327–339.
- Galizia, G., & Lledo, P.-M. (2013). *Neurosciences – From Molecule to Behavior*. Heidelberg: Springer Spektrum.
- Gallahue, D.L., Ozmun, J.C., & Goodway, J. (2012). *Understanding Motor Development: Infants, Children, Adolescents, Adults*. 7th ed. New York: McGraw-Hill.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 119(2), 593–609.
- Gentili, R., Papaxanthis, C., & Pozzo, T. (2006) Improvement and generalization of arm motor performance through motor imagery practice. *Neuroscience*, 137, 761–772.
- Geschwind, N., Galaburda, A.M. (1985). Cerebral lateralization: Biological mechanism, associations and pathology I. A hypothesis and program for research. *Archives of Neurology*, 42, 428–459.
- Gisler, W.S. (2008). Visual perception and the statistical properties of natural scenes. *Annual Review of Psychology*, 59, 167–192.



- Goodman, N. (1976). *Languages of Art*, 2nd edition, Indianapolis: Hackett.
- Goodman, N. (2007). *Nástin teorie symbolů*. Praha: ACADEMIA.
- Gottlieb, G. (1998). Normal occurring environmental and behaviour influences on gene activity: From central dogma to probabilistic epigenesis. *Psychological Review*, 105, 792–802
- Gottlieb, G. (2002). Developmental-Behavioral Initiation of Evolutionary Change. *Psychological Review*, 109, 211–218.
- Gottlieb, G. (2007). Probabilistic Epigenesis. *Developmental Science*, 10, 1–11.
- Granacher, U., Gruber, M., Strass, D., & Gollhofer, A. (2007). The impact of senzomotor training in elderly men on maximal and explosive force production capacity. *Deutsche Zeitschrift für Medizin*, 58, 446–451.
- Gross, R. (2012). *Psychology: The Science of Mind and Behaviour*. Hachette: Hoder Education UK.
- Grush, R. (2004). The emulation theory of representation: motor control, imagery and perception. *Behavioral and Brain Sciences*, 27, 377–442.
- Guillot, A., Collet, C., Nguyen, V.A., Malouin, F., Richards, C., & Doyon, J. (2008). Brain activity during visual versus kinesthetic imagery: an fMRI study. *Human Brain Mapping*, 30, 2157–2172.
- Haken, H., Kelso, S., & Bunz, H. (1985). A theoretical model of phase transitions in human hand movements. *Biological Cybernetics*, 51(5), 347–356. Dostupné z [https://www.researchgate.net/publication/19184092\\_A\\_Theoretical\\_Model\\_of\\_Phase\\_Transitions\\_in\\_Human\\_Hand\\_Movements](https://www.researchgate.net/publication/19184092_A_Theoretical_Model_of_Phase_Transitions_in_Human_Hand_Movements)
- Hall, C.R., & Pongrac, J. (1983). *Movement Imagery Questionnaire*. London: University of Western Ontario.
- Hall, C.R., Buckolz, E., & Fishburne, G.J. (1992). Imagery and the acquisition of motor skills. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 17, 19–27.

- Han, J., Park, S., Kim, Y., Choi, Y., & Lyu, H. (2016). Effects of forward head posture on forced vital capacity and respiratory muscles activity. *Journal of physical therapy science*, 28(1), 128–131. Dostupné z <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4755989/>
- Hanin, Y.L. (1980). A study of anxiety in sport. In: W.F. Straub (Ed.). *Sport Psychology: An Analysis of Athletic Behavior* (236–249). Ithaca: Movement Publications.
- Hanin, Y.L. (Ed.). (2000). *Emotions in sport*. Human Kinetics.
- Haywood, K.M., & Getchell, N. (2014). *Life Span Motor Development*, 6th ed. Champaign: Human Kinetics.
- Hebb, D.O. (1949). *The organization of behavior; a neuropsychological theory*. Wiley.
- Henderson, S.E., Sugden, D.A., & Barnett, L. (2007). *The Movement Assessment Battery for Children-2*. London: Pearson.
- Henry, F.M., & Rogers, D.E. (1960). Increased response latency for complicated movements and a „memory drum“ theory of neuromotor reaction. *Research Quarterly of the American Association for Health, Physical Education, & Recreation*, 31, 448–458.
- Herbert, R.D., Dean, C., & Gandevia, S.C. (1998). Effects of real and imagined training on voluntary muscle activation during maximal isometric contractions. *Acta Physiologica Scandinavica*, 163(4), 361–368.
- Heyes, C. (2001). Causes and consequences of imitation. *Trends in Cognitive Sciences*, 5, 253–261.
- Hick, W.E. (1952). On the rate of gain of information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 4(4:1), 11–26.
- Hnilica, K. (2010). *Stereotypy, předsudky, diskriminace: (pojmy, měření, teorie)*. Vyd. 1. Praha: Karolinum.
- Hoffmann, F. (2002). Symptomatische Therapie. In M. Schmidt & F. Hoffmann (Eds.). *Multiple Sklerose* (182–236). München: Urban & Fischer.

- Hohwy, J. (2012). Attention and conscious perception in the hypothesis testing brain. *Frontiers in Psychology*, 3(1), 1–14.
- Holmes, P. S., & Collins, D. J. (2001). The PETTLEP approach to motor imagery: A functional equivalence model for sport psychologists. *Journal of Applied Sport Psychology*, 13, 60–83.
- Holmes, P. S., & Collins, D. J. (2002). Functional equivalence solutions for problems with motor imagery. In I. Cockerill (Ed.). *Solutions in sport psychology* (120–140). London: Thompson.
- Holmes, P., & Calmels, C. (2008) A neuroscientific review of imagery and observation use in sport. *Journal of Motor Behavior*, 40, 433–445.
- Hranáč, P. (2017). Vliv relaxace na senzomotorický výkon. [Diplomová práce, ZČU FPE v Plzni]. Dostupné z <https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/27089/1/diplomova%20prace%20relaxace%20hranac.pdf>
- Hrbáčková, K., Vávrová, S., Hladík, J., Švec, V., & Novotná, J. (2010). *Kognitivní a nonkognitivní determinanty rozvoje autoregulace učení studentů*. Brno: Paido.
- Huang, T., Lin, B.M., Markt, S.C., Stampfer, M.J., Laden, F., Hu, F.B., Tworoger, S.S., & Redline, S. (2018). Sex differences in the associations of obstructive sleep apnoea with epidemiological factors. *European Respiratory Journal*, 51(3), 1702421.
- Hyder, F., Rothman, D.L., & Bennett, M.R. (2013). *Cortical energy demands of signaling and non-signaling components in brain are conserved across mammalian species and activity*.
- Chartrand, T.L., & Bargh, J.A. (1999). The chameleon effect: The perception-behavior link and social interaction (PDF). *Journal of Personality and Social Psychology*. 76 (6), 893–910.
- Cherry, K. (2020). Priming and the Psychology of Memory. Dostupné z <https://www.verywellmind.com/priming-and-the-psychology-of-memory-4173092>
- Chocholoušková, V. (2019). Vztah pozice těla a autonomní nervové soustavy. [Diplomová práce, ZČU FPE v Plzni]. Dostupné

- z [https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/39170/1/Diplomova %20prace\\_final.pdf](https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/39170/1/Diplomova%20prace_final.pdf)
- Immenroth, M., Eberspächer, H., & Hermann, H.-D. (2008). *Training kognitiver Fertigkeiten. Enzyklopädie der Psychologie*. Göttingen: Hogrefe.
- Irmiš, F. (2007). *Temperament a autonomní nervový systém. Diagnostika, psychodiagnostika, konstituce, psychofyziologie*. Praha: Galen.
- Jacobson, E. (1931). Electrical measurements of neuromuscular state during mental activities. II. Imagination and recollection of various muscular acts. *American Journal of Physiology*, 94, 22–34.
- Jacobson, E. (1932). Electrophysiology of mental activities. *American Journal of Physiology*, 44, 677–694.
- Janiszewski, Ch., & Wyer, R.S. (2014). Content and process priming: A review. *Journal of Consumer Psychology*, 24(1), 96–118.
- Jawinski, P., Kirsten, H., Sander, C., Spada J., Ulke, Ch., Huang, J., Burkhardt, J, Scholz, M., Hensch, T., & Hegerl, U. (2019). Human brain arousal in the resting state: a genome-wide association study. *Molecular Psychiatry*, 24, 1599–1609. Dostupné z <https://www.nature.com/articles/s41380-018-0052-2.pdf>
- Jeannerod, M. (1994). The representing brain: Neural correlates of motor intention and imagery. *Behavioral and Brain Sciences*, 17, 187–245.
- Jeannerod, M. (1995). Mental imagery in the motor context. *Neuropsychologia*, 33, 1419–1432.
- Jeannerod, M. (2001). Neural stimulation of action: A unifying mechanism for motor cognition. *NeuroImage*, 14, 103–109.
- Jeffery, K.J., & Burgess, N. (2006). A metric for the cognitive map: found at last? *Trends in Cognitive Sciences*, 10(1), 1–3.
- Jiang, Y.V., & Sisk, C.A. (2019). Habit-like attention. *Current Opinion in Psychology*, 29, 65–70.

- Jones, B.E. (2003). Arousal systems. *Frontiers in Bioscience*, 8, 438–451.
- Jung, S.I., Lee, N.K., Kang, K.W., Kim, K., & Lee, D.Y. (2016). The effect of smartphone usage time on posture and respiratory function. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(1), 186–189.
- Kahneman, D., & Miller, D. T. (1986). Norm theory: Comparing reality to its alternatives. *Psychological Review*, 93(2), 136–153.
- Kamata, A., Tenenbaum, G., & Hanin, Y.L. (2002). Individual zone of optimal functioning (IZOF): A probabilistic estimation. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 24(2), 189–208.
- Kamm, K., Thelen, E., & Jenssen, J.L. (1990). A dynamical approach to Motor development. *Physical Therapy*, 70, 763–775.
- Kandel, E., & Kupfermann, I. (1996). Von den Nervenzellen zur Kognition, Kapitel V (18). In E.R. Kandel, J.H. Schwartz & T.M. Jessell (Eds.). *Neurowissenschaften – Eine Einführung* (327–353). Heidelberg, Berlin, Oxford: Spektrum Akademischer Verlag.
- Karban, R. (2015). *Plant Sensing and Communication*. Chicago and London: The University of Chicago Press, pp: 31–44.
- Karni, A., Meyer, G., Jezzard, P., Adams, M.M., Turner, R., & Ungerleider, L.G. (1995). Functional MRI evidence for adult motor cortex plasticity during motor skill learning. *Nature*, 377, 155–158.
- Kassat, G. (1998). *Ereignis Bewegungslernen – Vom Dschungel der Lerntheorien zur Praxis des Bewegungslernens*. Rödinghausen: Fitness-Contur-Verlag.
- Kavková, V., & Vičar, M. (2014). *Příručka pro využití imaginace pro sportovní psychology a trenéry: dotazník živosti pohybové imaginace (VMIQ-2)*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014.
- Kay, A.C., Wheeler, S.C., Bargh, J.A., & Ross, L. (2004). Material priming: The influence of mundane physical objects on situational construal and competitive behavioral choice. *Organizational behavior and human decision processes*, 95(1), 83–96.

- Keltner, D., Gruenfeld, D. H., & Anderson, C. (2003). Power, approach, and inhibition. *Psychological Review*, 110(2), 265–284.
- Kelso, S. (2003). Cognitive coordination dynamics. In W. Tschacher & J.-P. Dauwalder (Eds.). *The dynamical system approach to cognition* (45–67). Dostupné z [https://www.researchgate.net/publication/291195410\\_COGNITIVE\\_COORDINATION\\_DYNAMICS](https://www.researchgate.net/publication/291195410_COGNITIVE_COORDINATION_DYNAMICS).
- Kilinc, M., Calderon, D.P., Tabansky, I., Martin, E.M., & Pfaff, D.W. (2016). Elementary Central Nervous System Arousal. *Neuroscience in the 21st Century*, 1–33. Dostupné z [https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-1-4614-6434-1\\_79-4](https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-1-4614-6434-1_79-4)
- Kimura, D. (1999). *Sex and cognition*. London: MIT Press.
- Kleim, J.A., Hogg, T.M., Van den Berg, P.M., Cooper, N.R., Bruneau, R., & Remple, M. (2004). Cortical synaptogenesis and motor map reorganization occur during late, but not early, phase of motor skill learning. *The Journal of Neuroscience*, 24, 628–633.
- Klein, G., & Crandall, B. (1996). Recognition-primed decision strategies. Dostupné z [https://www.researchgate.net/publication/235112159\\_Recognition-Primed\\_Decision\\_Strategies](https://www.researchgate.net/publication/235112159_Recognition-Primed_Decision_Strategies)
- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.
- Kolář, P. (2016). *Ideomotorické funkce ve sportu*. Dostupné z [http://is.muni.cz/el/1451/jaro2016/np2410/Ideomotorické\\_funkce.pdf](http://is.muni.cz/el/1451/jaro2016/np2410/Ideomotorické_funkce.pdf)
- Kording, K., & Wolpert, D.M. (2006). Bayesian decision theory in sensorimotor control. *Trends in Cognitive Sciences*, 10, 319–326.
- Kornhuber, H.H. (1971). Motor function of cerebellum and basal ganglia: the cerebello cortical saccades (ballistic) clock, the cerebellonuclear hold regulator, and the basal ganglia ramp (voluntary speed smooth movements) generator. *Kybernetik*, 8, 157–162.
- Kosslyn, S.M. (1994). *Image and Brain: The resolution of the imagery debate*. Cambridge: MIT Press.
- Koukolík, F. (2003). *Já: o vztahu mozku, vědomí a sebeuvědomování*. Praha: Karolinum.

- Koukolík, F. (2006). *Sociální mozek*. Praha: Karolinum.
- Krakauer, J., Pine, Z., Ghilardi, M. F., & Ghez, C. (2000). Learning of visuomotor transformations for vectorial planning of reaching trajectories. *Journal of Neuroscience*, 20, 8916–8924.
- Králíček, P. (2011). *Úvod do speciální neurofyzologie*. Praha: Galén.
- Kukleta, M., & Šulcová, A. (2003) Texty k přednáškám z neurověd. 1. vyd. Brno: LF MU. Dostupné z <http://www.med.muni.cz/fyziol/texty20.rtf>
- Kulišťák, P. (2011). *Neuropsychologie*. Praha: Portál
- Kunde, W., & Wühr, P. (2006). Sequential modulations of correspondence effect across spatial dimensions and tasks. *Memory and Cognition*, 34(2), 356–367.
- Kupka, M., Malůš, M., Kavková, V., & Němčík, P. (2014). Terapeutické a osobní růstové možnosti techniky omezené zevní stimulační: léčebné využití terapie tmou a floatingu. Olomouc: UPOL. Dostupné z [https://www.researchgate.net/profile/M\\_Kupka/publication/325066069\\_Terapeuticke\\_a\\_osobni\\_rustove\\_moznosti\\_tech\\_niky\\_omezene\\_zevni\\_stimulace\\_Lecebne\\_vyuziti\\_terapie\\_tmou\\_a\\_floatingu/links/5fd8af41299bf140880f93f9/Terapeuticke-a-osobni-rustove-moznosti-techniky-omezene-zevni-stimulace-Lecebne-vyuziti-terapie-tmou-a-floatingu.pdf](https://www.researchgate.net/profile/M_Kupka/publication/325066069_Terapeuticke_a_osobni_rustove_moznosti_tech_niky_omezene_zevni_stimulace_Lecebne_vyuziti_terapie_tmou_a_floatingu/links/5fd8af41299bf140880f93f9/Terapeuticke-a-osobni-rustove-moznosti-techniky-omezene-zevni-stimulace-Lecebne-vyuziti-terapie-tmou-a-floatingu.pdf).
- Langner, R., & Eickhoff, S. B. (2013). Sustaining attention to simple tasks: A meta-analytic review of the neural mechanisms of vigilant attention. *Psychological Bulletin*, 139(4), 870–900.
- Latash, M.L., Scholz, J.P., & Schoner, G. (2002). Motor control strategies revealed in the structure of motor variability. *Exercise and Sport Sciences Review*, 30(1), 26–31.
- Law, C.T., & Gold, J.I. (2009). Reinforcement learning can account for associative and perceptual learning on a visual-decision task. *Nature Neuroscience*, 12, 655–663.
- Le Doux, J.E. (1996). *The emotional brain*. New York: Simon and Schuster.

- Lenton, A.P., Bruder, M., Slabu, L., & Sedikides C. (2013). How does „being real“ feel? The experience of state authenticity. *Journal of personality*, 81(3), 276–289.
- Liew, J. (2011). Effortful control, executive functions, and education: bringing self-regulatory and social-emotional competencies to the table. *Child Development Perspective*, 6, 105–11. Dostupné z <https://srcd.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1750-8606.2011.00196.x>.
- Lotze, M., & Cohen, L.G. (2006). Volition and imagery in neurorehabilitation. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 19(3), 135–140.
- Lusardi, M.M., & Bowers, D.M. (n.d.). Motor control, motor learning, and neural plasticity in orthotic and prosthetic rehabilitation. Dostupné z <https://musculoskeletalkey.com/motor-control-motor-learning-and-neural-plasticity-in-orthotic-and-prosthetic-rehabilitation/>
- Lynn, R., & Martin, T. (1997). Gender Differences in Extraversion, Neuroticism, and Psychoticism in 37 Nations. *The Journal of Social Psychology*, 137(3), 369–373. Dostupné z [https://www.researchgate.net/publication/14018323\\_Gender\\_Differences\\_in\\_Extraversion\\_Neuroticism\\_and\\_Psychoticism\\_in\\_37\\_Nations](https://www.researchgate.net/publication/14018323_Gender_Differences_in_Extraversion_Neuroticism_and_Psychoticism_in_37_Nations).
- Macpherson, F. (2017). The relationship between cognitive penetration and predictive coding. *Consciousness and Cognition*, 47, 6–16.
- Maheshwari, R., Sukul, R., Gupta, Y., Gupta, M., Phougat, A., Dey, M., Jain, R., Srivastava, G., Bhardwaj, U., & Dikshit, S. (2011). Accommodation: Its relation to refractive errors, amblyopia and biometric parameters. *Nepalese Journal of Ophthalmology*, 3(2), 146–150. Dostupné z <https://doi.org/10.3126/nepjoph.v3i2.5267>
- Makino, H., Hwang, E. J., Hedrick, N. G., & Komiyama, T. (2016). Circuit Mechanisms of Sensorimotor Learning. *Neuron*, 92(4), 705–721.



- Maruff, P., Wilson, P.H., De Fazio, J., Cerritelli, B., Hedt, A., & Currie, J. (1999). Asymmetries between dominant and non-dominant hands in real and imagined motor task performance. *Neuropsychologia*, 37(3), 379–384.
- Mattar, A. A., & Gribble, P. L. (2005). Motor learning by observing. *Neuron*, 46(1), 153–160.
- Mayer, J., & Hermann, H.-D. (2014). *Mentales Training (Grundlagen und Anwendung in Sport, Rehabilitation, Arbeit und Wirtschaft)*. Berlin: Springer.
- McNamara, D.S., Levinstein, I.B., & Boonthum, C. (2004). iSTART: Interactive strategy training for active reading and thinking. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36, 222–233. Dostupné z <https://link.springer.com/content/pdf/10.3758/BF03195567.pdf>
- Mehrabian, A. (2009). *Silent Messages“ – A Wealth of Information About Nonverbal Communication (Body Language)*. Personality & Emotion Tests & Software: Psychological Books & Articles of Popular Interest. Los Angeles: self-published.
- Meijer, O.G., & Roth, K. (Eds.). (1988). *Complex movements Behavior. The motor-action controversy*. Amsterdam: Elsevier Science Publisher.
- Meinel, K., & Schnabel, G. (1987). *Bewegungslehre – Sportmotorik*. Berlin: Volk und Wissen.
- Měkota, K., & Blahuš, P. (1983). *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha: SPN.
- Merkunová, A., & Orel, M. (2008). *Anatomie a fyziologie člověka: Pro humanitní obory*. Praha: Grada.
- Mitz, A.R., Godschalk, M., & Wise, S.P. (1991). Learning-dependent neuronal activity in the premotor cortex: activity during the acquisition of conditional motor associations. *The Journal of Neuroscience*, 11, 1855–1872.
- Morris, T., Spittle, M., & Watt, A.P. (2005). *Imagery in sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Moruzzi, G., & Magoun, H.W. (1949). Brain stem reticular formative and activation of the EEG. *Electroencephalogr. Clin. Neuro.* 1, 4, 55–73.
- Morse, D. T. (1999). WInsize2: a Computer Program for Determining Effect Size and Size for Statistical Significance for Univariate, Multivariate, and Nonparametric Tests. *Educational and Psychological Measurement*, 59(3), 518–531.
- Most, S. B., Scholl, B. J., Clifford, E. R., & Simons, D. J. (2005). What You See Is What You Set: Sustained in attentional Blindness and the Capture of Awareness. *Psychological Review*, 112(1), 217–242.
- Mulder, T., Geurts, A.CH. (1993). Recovery of motor skill following nervous system disorders: a behavioral emphasis. *Bailliere's Clinical Neurology*, 2, 1–13.
- Mulder, T., & Hochstenbach, J. (2003). Motor control and learning: implications for neurological rehabilitation. In: R.J. Greenwood (Ed.). *Handbook of neurological rehabilitation* (143–157). New York: Psychology Press.
- Mulder, T., Zijlstra, S., Zijlstra, W., & Hochstenbach, J. (2004). The role of motor imagery in learning a totally novel movement. *Experimental Brain Research*, 154, 211–217.
- Mulder T. (2007). Motor imagery and action observation: cognitive tools for rehabilitation. *Journal of neural transmission*, 114(10), 1265–1278.
- Mulder, T., Hochstenbach, J., Van Heuvelen, M.J.G., & Den Otter, A.R. (2007). Motor imagery: the relationship between age and imagery capacity. *Human Movement Science*, 26, 203–211.
- Munzert, J. (2001). Bewegungsvorstellungen – Bewegungshandlungsvorstellungen. In D. Hackfort (Hrsg.). *Handlungspsychologische Forschung für die Theorie und Praxis der Sportpsychologie* (s 49–63). Köln: bps.
- Munzert, J., Lorey, B. & Zentgraf, K. (2009). Cognitive motor processes: The role of motor imagery in the study of motor representation. *Brain Research Reviews*, 60, 306–326.

- Munzlingerová, T. (2020). Vliv přímého primingu v silovém cvičení. [Diplomová práce, ZČU FPE v Plzni]. Dostupné z [https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/40647/1/BP\\_Munzlingerova\\_P19Bo136P.pdf](https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/40647/1/BP_Munzlingerova_P19Bo136P.pdf).
- Myslivoček, J. (1989). *Nervová soustava: Funkce, struktura a poruchy činnosti*. Praha: Avicenum.
- Myslivoček, J. (2009). *Základy neurověd*. Praha: Triton.
- Naito, E., (2002). Internally simulated movement sensations during motor imagery activate cortical motor areas and the cerebellum. *Journal of Neuroscience*, 22, 3683–3691.
- Nakonečný, M. (1997). *Encyklopedie obecné psychologie*. Praha: Academia.
- Neath, I., & Surprenant, A.M. (2003). *Human memory: An introduction to research, data, and theory*. (2. vydání). Wadsworth, Cengage Learning.
- Newell, K.M. (1986). Constraints on the development of coordination. In M. Wade & H.T. Whiting (Eds.). *Motor development in children: Aspects of coordination and control* (341–360). Dordrecht: Martinus Nijhoff.
- Nudo, R.J., Milliken, G.W., Jenkins, W.M., & Merzenich, M.M. (1996). Use-dependent alterations of movement representations in primary motor cortex of adult squirrel monkeys. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 16, 785–807.
- Obhi, S. (2004). Bimanual coordination: An unbalanced field of research. *Motor Control*, 8, 111–120.
- Öhman, A., Soares, S.C., Juth, P., Lindström, B., & Esteves, F. (2012). Evolutionary derived modulations of attention to two common fear stimuli: Serpents and hostile humans. *Journal of Cognitive Psychology*, 24(1), 17–32.
- Olivier, N., & Rockmann, U. (2003). Theoretische Ansätze der Sportmotorik. In N. Olivier & U. Rockmann, *Grundlagen der Bewegungswissenschaft und -lehre*. Schorndorf: Hofmann.

- Orel, M., & Facová, V. (2009). *Člověk, jeho mozek a svět*. Praha: Grada Publishing as.
- Orel, M., & Procházka, R. (2017). *Vyšetření a výzkum mozku*. Praha: Grada Publishing as.
- Ostatníková, D., Dohnanyiova, M., Mataseje, A., Putz, Z., Laznibatová, J., & Celec, P. (2001). Fluctuations of salivary testosterone level in relation to cognitive performance. *Homeostasis*, 41, 51–53.
- Pasupathy, A., & Miller, E.K. (2005). Different time courses of learning-related activity in the prefrontal cortex and striatum. *Nature*. 433(7028), 873–876. Dostupné z <https://www.nature.com/articles/nature03287>.
- Paivio, A. (1985). Cognitive and motivational functions of imagery in human performance. *Canadian Journal of Applied Sports Science*, 10, 22–28.
- Pearce, A.J., Thickbroom, G.W., Byrnes, M.L., & Mastaglia, F.L. (1999). Functional reorganisation of the corticomotor projection to the hand in skilled racquet players. *Experimental Brain Research*, 130, 238–243.
- Pearson, D., Rouse, H., Doswell, S., Ainsworth, C., Dawson, O., Simms, K., Edwards, L., & Faulconbridge, J. (2008). Prevalence of imaginary companions in the normal child population. *Child: care, health and development*, 27(1), 13–22.
- Pélisson, D., Alahyane, N., Panouillères, M., & Tilikete, C. (2010). Sensorimotor adaptation of saccadic eye movements. *Neuroscience & Biobehavioral Review*, 34(8), 1103–1120.
- Peper, E., Harvey, R., & Hamiel, D. (2019). Transforming thoughts with postural awareness to increase therapeutic and teaching efficacy. *NeuroRegulation*, 6(3), 153–169.
- Peřinová R. (2016). *Motorická docilita v osvojování herních dovedností*. Brno: MU.
- Pessoa, L. (2005). To what extent are emotional visual stimuli processed without attention and awareness? *Current Opinion in Neurobiology*, 15, 188–196.

- Petrov, A.A., Doshier, B.A., & Lu, Z.L. (2005). The dynamics of perceptual learning: an incremental reweighting model. *Psychological Review*, 112, 715–743.
- Pfaff, D., Westberg, L., & Kow, L. (2005). Generalized arousal of mammalian central nervous system. *The Journal of Comparative Neurology*, 493, 86–91.
- Pfaff, D., Ribeiro, A., Matthews, J., & Kow, L. (2008). Concepts and mechanisms of generalized central nervous system arousal. *Annals of the New York Academy of Sciences*;1129, 11–25.
- Piaget, J., & Inhelderová, B. (2013). *Psychologie dítěte*. Praha: Portál.
- Pitt, D. (2000). Mental representation. In E.N. Zalta (ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Dostupné z <https://plato.stanford.edu/entries/mental-representation/>
- Plháková, A. (2003). *Učebnice obecné psychologie*. Praha: Academia.
- Poděbradská, R. (2017). Funkční poruchy pohybového systému. [Habilitační práce, MUNI, FSpS]. Dostupné z [https://is.muni.cz/do/rect/habilitace/1451/233788/habilitacni\\_prace/Habilitacni\\_prace\\_-\\_Radana\\_Podebradska.pdf](https://is.muni.cz/do/rect/habilitace/1451/233788/habilitacni_prace/Habilitacni_prace_-_Radana_Podebradska.pdf).
- Popovic, M. (2019). *Biomechanotronics*. Academic Press.
- Porro, C.A., Cettolo, V., Francescato, M.P., & Bavalardi, P. (2002). Ipsilateral involvement of primary motor cortex during motor imagery. *European Journal of Neuroscience*, 12(8), 3059–3063.
- Prinz, W., & Hommel, B. (2002). Common mechanisms in perception and action—Introductory remarks. In W. Prinz & B. Hommel (Eds.). *Common mechanisms in perception and action: Attention & performance XIX* (3–5). Oxford: Oxford University Press.
- Procházka, J., Vaculík, M., Součková, M., & Leugnerová, M. (Eds.) (2015). *Encyklopedie psychologie práce*. Brno: Masarykova univerzita.
- Procházka, R., & Sedláčková, Z. (2015). *Vybrané kapitoly z psychofyziologie*. Olomouc: Univerzita Palackého.

- Pylyshyn, Z.W. (1999). Is vision continuous with cognition? The case for cognitive impenetrability of visual perception. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 341–423.
- Raboch, J., & Zvolský, P. (2001). *Psychiatrie*. 1. vydání. Praha: Galén.
- Radil, T. (1978). *Spánek a bdění*. Praha: Academia.
- Ram, N., & Grimm, K. (2007). Using simple and complex growth models to articulate developmental change: Matching theory to method. *International Journal of Behavioral Development*, 31(4), 303–316.
- Ranganathan, V.K., Siemionow, V., Liu, J.Z., Sahgal, V., & Yue, G.H. (2004). From mental power to muscle power-gaining strength by using the mind. *Neuropsychologia*, 42, 944–956. Dostupné z [http://pds15.egloos.com/pds/200910/18/78/Gaining\\_strength.pdf](http://pds15.egloos.com/pds/200910/18/78/Gaining_strength.pdf).
- Reiser, M. (2005). Kraftgewinne durch Vorstellung maximaler Muskelkontraktionen. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 12(1), 11–12. Dostupné z [https://www.researchgate.net/publication/228117518\\_Kraftgewinne\\_durch\\_Vorstellung\\_maximaler\\_Muskelkontraktionen](https://www.researchgate.net/publication/228117518_Kraftgewinne_durch_Vorstellung_maximaler_Muskelkontraktionen).
- Reiser, M., Büsch, D., & Munzert, J. (2011). Strength Gains by Motor Imagery with Different Ratios of Physical to Mental Practice. *Frontiers in Psychology*, 2, 194. Dostupné z <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2011.00194/full>.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V. & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 3, 131–141.
- Rizzolatti, G., & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annual Review of Neuroscience*;27, 169–192.
- Rizzolatti, G., & Fabbri-Destro, M. (2008). „The mirror system and its role in social cognition“. *Current Opinion in Neurobiology*, 18(2), 179–184.

- Robertson, I.H., & O'Connell, R.G. (2010). Vigilant and attention. In A.C. Nobre & J.T. Coull. *Attention and Time*. Oxford: Oxford University Press.
- Robinson, D. L. (1983). An analysis of human EEG responses in the alpha range of frequencies. *International Journal of Neuroscience*, 22, 81–98.
- Rosenbaum, D.A. (1991). *Motor control*. Academic Press, New York.
- Ruby, P., & Decety, J. (2003). What you believe versus what you think they believe: A neuroimaging study of conceptual perspective-taking. *European Journal of Neuroscience*, 17(11), 2475–2480.
- Ruiz, M.C., Raglin, J.S., & Hanin, Y.L. (2015): The individual zones of optimal functioning (IZOF) model (1978–2014): Historical overview of its development and use. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 15(1), 41–63.
- Rychtecký, A. (1978). Diagnostics of volitional effort of the sportsman in motorial activity. *International Journal of Sport Psychology*, 9, 176–190.
- Rychtecký, A., & Fialová, L. (1998). *Didaktika školní tělesné výchovy*. Praha: Karolinum.
- Říčan, P. (1971). *Test intelektového potenciálu (T.I.P.)*. Bratislava: Psychodiagnostické a didaktické testy.
- Salcman, V. (2015). *Erforschung von Synergien der Sehfunktionen und der menschlichen äusser Bewegungsausdrücke*. Köln: GUC – Verlag der Gesellschaft für Unternehmensrechnung und Controlling m.b.H.
- Sanders, C. W., Sadoski, M., van Walsum, K., Bramson, R., Wiprud, R., & Fossum, T. W. (2008). Learning basic surgical skills with mental imagery: Using the simulation centre in the mind. *Medical Education*, 42, 607–612.
- Sedláková, M. (2004). *Vybrané kapitoly z kognitivní psychologie. Mentální reprezentace a mentální modely*. Praha: Grada Publishing as.

- Seidl, Z., & Obenberger, J. (2004). *Neurologie pro studium i praxi*. Praha: Grada Publishing as.
- Seifert, A.L., Seifert, T., & Schmidt, P. (2004). *Aktivní imaginace: Práce s fantazijními obrazy a jejich vnitřní energií*. Praha: Portál.
- Sekuler, R., & Blake, R. (2006). *Perception*. University of Virginia: McGraw-Hill Companies.
- Seki, K., Perlmutter, S. I., & Fetz, E. E. (2003). Sensory input to the primate spinal cord is presynaptically inhibited during voluntary movement. *Nature neuroscience*, 6(12), 1309–1316.
- Shin, J.A. (2010). Structural priming and L2 proficiency effects on bilingual syntactic processing in production. *영어학*, 10(3), 499–518.
- Schmidt, R.A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, 225–260.
- Schmidt, R.A. (1991). *Motor learning and performance. From principles to practice*. Champaign: Human Kinetic.
- Schmidt, R.A., & Lee, T.D. (2005). *Motor Control and Learning: A Behavioural Emphasis (4th ed.)*. Champaign: Human Kinetics.
- Scholten, M., & Sherman, S. J. (2006). Tradeoffs and theory: The double-mediation model. *Journal of Experimental Psychology: General*, 135(2), 237.
- Schoups, A., Vogels, R., Qian, N. & Orban, G. (2001). Practising orientation identification improves orientation coding in V1 neurons. *Nature*. 2001; 412:549–553.
- Schwieter, J.W., Wilck, A.M., Altarriba, J., & Heredia, R.R. (2019). *The Handbook of the Neuroscience of Multilingualism*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Sigmundová, D., & Sigmund, E. (2012). Statistická a věcná významnost a použití koeficientů „effect size“ při hodnocení dat o pohybové aktivitě. *Tělesná kultura*, 35(1), 55–72.
- Sigmundsson, H., Trana, L., Polman, R. S., & Haga, M. (2017). What is Trained Develops! Theoretical perspective on Skill Learning. *Sport*, 5(2), 38.



- Singer, B.J. (1972). Matter and Time. *Southern Journal of Philosophy*, 10(2), Solodkin, A., Hlustik, P., Chen, E.E., & Small, S.L. (2004). Fine modulation in network activation during motor execution and motor imagery. *Cerebral Cortex*, 14, 1246–1255.
- Singer, I. (2001). *Feeling and imagination: The vibrant flux of our existence*. Rowman & Littlefield.
- Sirigu, A., Duhamel, J. R., Cohen, L., Pillon, B., Dubois, B., & Agid, Y. (1996). The mental representation of hand movements after parietal cortex damage. *Science*, 273(5281), 1564–1568.
- Slavík, J., Janík, T., Najvar, P., & Knecht, P. (2017). *Transdisciplinárni didaktika: o učitelském sdílení znalostí a zvyšování kvality výuky napříč obory*. Brno: Masarykova univerzita.
- Slavík, J., Chrz, V., & Štěch, S. (2014). *Tvorba jako způsob poznávání*. Praha: Karolinum.
- Slepička, P., Hátlová, B., & Hošek, V. (2009). *Psychologie sportu*. Praha: Karolinum.
- Smith, E.E., & Jonides, J. (1999). Storage and executive processes in the frontal lobes. *Science*, 283, 1657–61. Dostupné z <https://science.sciencemag.org/content/283/5408/1657>.
- Smith, L., & Thelen, E. (2003). Development as a dynamic system. *Trends in Cognition Science*, 7, 343–348.
- Smith, P. K., Jostmann, N. B., Galinsky, A. D., & Van Dijk, W. W. (2008). Lacking power impairs executive functions. *Psychological science*, 19(5), 441–447. Dostupné z [https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1111/j.1467-9280.2008.02107.x?casa\\_token=KaQnlQL6O4UAAAAA%3AjvZFxAhimKmNvoyttbT9hdoPGUpUgEp72gpM7KeNOXVzVxvq\\_QO1nvZHQGYofd4qocQTnfkPo\\_I](https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1111/j.1467-9280.2008.02107.x?casa_token=KaQnlQL6O4UAAAAA%3AjvZFxAhimKmNvoyttbT9hdoPGUpUgEp72gpM7KeNOXVzVxvq_QO1nvZHQGYofd4qocQTnfkPo_I).
- Sowell, E.R., Peterson, B.S., Thompson, P.M., Welcome, S.E., Henkenius, A.L., & Toga, A.W. (2003). Mapping Cortical Change Across the Human Life Span. *Nature Neuroscience*, 6, 309–315.
- Spearman, C. (1927). *The abilities of man: their nature and measurement*. (415 s.) New York: Macmillan.

- Spitzer, J.D. (1996). Ensuring succesful performance improvement interventions. *Performance Improvement*, 35(9), 26–27.
- Sporns, O. (2012). *Discovering the Human Connectome*. Cambridge: The MIT Press.
- Stern, J.C. (2000). Toward a coherent theory of enviromentally significant behavior. *Journal of Social Issues*, 56, 407–427.
- Sternberg, R.J. (2009). *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál.
- Stiles, W.B., Barkham, M., Mellor-Clark, J., & Connell, J. (2008). Effectiveness of cognitive-behavioral, person-centred, and psychodynamic therapiest in UK primary-care routine practice: Replication in a large sample. *Psychological Medicine*, 38(5), 677–688.
- Stinear, C.M., Byblow, W.D., Steyvers, M., Levin, O., & Swinnen, S.P. (2006) Kinesthetic, but not visual, motor imagery modulates corticomotor excitability. *Exp Brain Res* 168:157–164.
- Stippich, C., Ochmann, H., & Sartor, K. (2002). Somatotopic mapping of the human primary sensorimotor cortex during motor imagery and motor execution by functional magnetic resonance imaging. *Neuroscience Letters*, 331(1), 50–54.
- Stoet, G., & Hommel, B. (1999). Action planning and the temporal binding of response codes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25(6), 1625–1640.
- Stuchlík, A. (2017). Hipokampus – náš „Atlas světa“. *Vesmír*, 96, 566. Dostupné z <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2017/cislo-10/hipokampus-nas-atlas-sveta.html>
- Sullivan, S.E., & Bhagat, R.S. (1992). Organizational Stress, Job Satisfaction and Job Performance: Where Do We Go From Here? *Journal of Management*, 18(2), 353–374.
- Sweller, J., *Instructional Design in Technical Areas*, Camberwell, Victoria, Australia: Australian Council for Educational Research (1999).
- Sweller, J., & Sweller, S. (2006). Natural Information Processing Systems. *Evolutionary Psychology*. Dostupné z <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/147470490600400135>.

- Švarc, N. (2020). Vliv verbální intervence na výkon v testu svalové síly. [Diplomová práce, ZČU FPE v Plzni]. Dostupné z [https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/40606/1/Nikolas %20Svarc %20BP.pdf](https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/40606/1/Nikolas_%20Svarc_%20BP.pdf).
- Švátora, K. (2016). Vliv vstupní informace na výkon v testu zrčadlové kreslení a následné sebehodnocení. [Diplomová práce, ZČU FPE v Plzni]. Dostupné z [https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/24104/1/Diplomova\\_prace\\_Svatora\\_Karel.pdf](https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/24104/1/Diplomova_prace_Svatora_Karel.pdf).
- Talley, L., & Temple, S. (2015). „How Leaders Influence Followers Through the Use of Nonverbal Communication“. *Leadership & Organizational Development Journal*, 36(1), 69–80.
- Taylor, P.J., O’Driscoll, M.P., & Binning, J.F. (2006). A new integrated Framework for training needs analysis. *Human Resource Management Journal*, 8(2), 29–50.
- Teich, A.F., & Qian, N. (2003). Learning and adaptation in a recurrent model of V1 orientation selectivity. *Journal of Neurophysiology*, 89, 2086–2100.
- Thayer, R.E. (1990). *The biopsychology of mood and arousal*. Oxford: University Press.
- Thelen, E., & Smith, L.B. (1994). *A Dynamic Systems Approach to the Development of Cognition and Actio*. Cambridge: The MIT Press.
- Thomas, J.R., & Nelson, J.K. (2001). *Research Methods in Physical Activity*. Champaign: Humanics Kinetics.
- Thoroughman, K.A., & Shadmehr, R. (2000) Learning of action through adaptive combination of motor primitives. *Nature*, 407, 742–747.
- Todorov, E. (2004). Optimality principles in sensorimotor control. *Nature Neuroscience*, 7(9), 907–915.
- Thomaschke, R., Kunchulia, M., & Dreisbach, G. (2015). Time-based event expectations employ relative, not absolute, representations of time. *Psychonomic bulletin & review*, 22(3), 890–895.
- Trojan, S. (2003). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing as.

- Tůma, M., & Tkadlec, J. *Házená*. Praha: Grada, 2002. ISBN 80-247-0219-3.
- Uherík, A. (1965).
- Uherík, A. (1978). *Psychofyzilogické vlastnosti člověka*. Bratislava: Psychodiagnostické a didaktické testy n.p.
- Vágnerová, M. (2016). *Obecná psychologie*. Praha: Karolinum.
- Valach, P. (2008). Tvorba gymnastických pohybových dovedností v procesu motorického učení. MU FSpS v Brně. Disertační práce.
- Valero-Cuevas, F. J., Venkadesan, M., & Todorov, E. Structured variability of muscle activations supports the minimal intervention principle of motor control. *Journal of Neurophysiology*, 102, 59–68 (2009).
- Van der Gaag, C., Minderaa, R.B., & Keysers, C. (2007). Facial expressions: What the mirror neuron system can and cannot tell us. *Social Neuroscience*, 2, 179–222.
- Veenstra, L., Schneider, I. K., & Koole, S. L. (2017). Embodied mood regulation: the impact of body posture on mood recovery, negative thoughts, and mood-congruent recall. *Cognition and Emotion*, 31(7), 1361–1376.
- Véle, F. (1997). *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing.
- Vinař, O. (2006). Supplementum 2. *Psychiatrie*, 10, 59–62.
- Vinšová, E. (1993). *Základy psychofyzilogie stresu: Základy fyziologie pohybu, Díl 1*. Policejní akademie ČR.
- Vogt S. (2002). Visuomotor couplings in object-oriented and imitative actions. In: A.N. Meltzoff & W. Prinz (Eds.). *The imitative mind: development, evolution, and brain bases* (206–220). Cambridge: Cambridge University Press.
- Von Foester, H., & Schroeder, P. (1993). Introduction to natural magic. *System Research*, 10(1), 65–69.
- Výrost, J., & Slaměník, I. (Eds.). (2008). *Sociální psychologie*. 2. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Grada Publishing as.

- Wagner, M. J., & Smith, M. A. (2008). Shared internal models for feedforward and feedback control. *Journal of Neurosciences*, 28, 10663–10673.
- Wakefield, C. J., & Smith, D. (2009). Impact of differing frequencies of PETTLEP imagery on netball shooting. *Journal of Imagery Research in Sport and Physical Activity*, 4, Article 7.
- Wakefield, C. J., & Smith, D. (2011). From strength to strength: A single-case design study of PETTLEP imagery frequency. *The Sport Psychologist*, 25, 305–320.
- Wakefield, C., & Smith, D. (2012). Perfecting Practice: Applying the PETTLEP Model of Motor Imagery. *Journal of Sport Psychology in Action*, 3(1), 1–11.
- Wang, Y., & Morgan, W. P. (1992). The effect of imagery perspectives on the psychophysiological responses to imagined exercise. *Behavioural brain research*, 52(2), 167–174.
- Watzl, S. (2011). The nature of attention. *Philosophy compass*, 6(11), 842–853.
- White, A., & Hardy, L. (1998). An in-depth analysis of the uses of imagery by high level slalom canoeists and artistic gymnasts. *The Sport Psychologist*, 12, 387–403.
- White, C. J. (2004). Destination image: to see or not to see?. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 16(5), 309–314.
- Wei, G., Luo, J. (2010). Sport expert's motor imagery: functional imaging of professional motor skills and simple motor skills. *Brain Research*, 1341, 52–62.
- Weinberg, R. (2008). Does imagery work? Effect on performance and mental skills. *Journal of Imagery research in Sport and Physical Activity*, 3(1). Dostupné z [https://www.researchgate.net/publication/274235136\\_Does\\_Imagery\\_Work\\_Effects\\_on\\_Performance\\_and\\_Mental\\_Skills](https://www.researchgate.net/publication/274235136_Does_Imagery_Work_Effects_on_Performance_and_Mental_Skills).

- Wiemeyer, J. (1996). „Je mehr ich denke, desto schlechter werde ich!“ Bewußtsein – „Motor“ oder „Bremse“ des Bewegungslernens? *Psychologie und Sport* 3(3), 92–108.
- Wolpert, D.M., Ghahramani, Z., & Flanagan, J.R. (2001). Perspectives and problems in motor learning. *Trends in Cognition Science*, 5, 487–494.
- Wolpert, D.M., Diedrichsen, J., & Flanagan, J.R. (2011). Principles of sensorimotor learning. *Nature Review Neuroscience*, 12(12), 739–751.
- Wright, D.J., Wakefield, C., & Smith, D. (2014). Using PETTLEP imagery to improve music performance: A review. *Musicae Scientiae*, 1–16. Dostupné z [https://www.researchgate.net/publication/270814101\\_Using\\_PETTLEP\\_imagery\\_to\\_improve\\_music\\_performance\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/270814101_Using_PETTLEP_imagery_to_improve_music_performance_A_review)
- Wright, C., Hogard, E., Ellis, R., Smith, D., & Kelly, C. (2008). Effect of PETTLEP imagery training on performance of nursing skills: pilot study. *Journal of Advanced Nursing*, 63(3), 259–265. Dostupné z <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2008.04706.x>
- Xiao, L.Q., Zhang, J.Y., Wang, R., Klein, S.A., Levi, D.M., & Yu, C. (2008). Complete transfer of perceptual learning across retinal locations enabled by double training. *Current Biology*, 18, 1922–1926.
- Yan, Y., Rasch, M.J., Chen, M., Xiang, X., Huang, M., Wu, S., & Li, W. (2014). Perceptual training continuously refines neuronal population codes in primary visual cortex. *Nature Neuroscience*, 17, 1380–1387.
- Yang, T., & Maunsell, J.H. (2004) The effect of perceptual learning on neuronal responses in monkey visual area V4. *Journal of Neuroscience*, 24, 1617–1626.
- Yerkes, R.M., & Dodson, J.D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18, 459–482.

- Yue, G., & Cole, K.J. (1992). Strength increases from the motor program: comparison of training with maximal voluntary and imagined muscle contractions. *Journal of Neurophysiology*, 67, 1114–1123.
- Zehr, E.P., & Sale, D.G. (1994). Ballistic movement: Muscle activation and neuromuscular adaptation. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 19(4), 363–378.
- Zijdewind, I., Toering, S.T., Bessem, B., Van der Laan, O., & Dieckers, R.L. (2003). Effects of imagery motor training on torque production of ankle plantar flexor muscles. *Muscle Nerve*, 28(2), 168–173. Dostupné z <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mus.10406/abstract?systemMessage=Wiley+Online+Library+will+be+unavailable+on+Saturday+14th+May+11+3A00-14+3A00+BST+ %2F+06+ %3A00-09+ %3A00+EDT+ %2F+18+ %3A00-21+ %3A00+SGT+for+essential+maintenance.Apologies+for+the+inconvenience>.
- Zubek, J. P. (Ed). (1969). *Sensory Deprivation: Fifteen Years of Research*. New York: Appleton-Century-Crofts.

# Souhrn

Tato publikace si klade za cíl popsat lidský pohybový výkon v kontextu probíhajících kognitivních procesů a poukázat na některé, relativně jednoduché možnosti, jak v tělovýchovném procesu motorický výkon jedince ovlivnit, popř. jak ovlivnit proces motorického učení.

Lidský výkon má mnoho podob. Obecně výkon chápeme jako něco hmatatelného, pozorovatelného a měřitelného. Je nutné si však uvědomovat, že do výkonu se promítá celá řada aspektů lidské osobnosti, které výkon více či méně ovlivňují a které nemůžeme postihnout. Lidský pohyb je zjevným a vysoce individuálním projevem každého jedince. Skutečnost, že se v provádění pohybového výkonu interindividuálně odlišujeme, je způsobena jednak stavbou těla, somatotypem, stupněm rozvoje motorických schopností a stavem trénovanosti, získanými zkušenostmi a dovednostmi, ale také kvalitou percepce, způsobem vyhodnocení vjemu, způsobem nalezení adekvátní odpovědi na danou percepční situaci, úrovní představivosti, schopnosti koncentrace, apod. Kromě vnitřních intervenujících faktorů, existují také vnější činitelé, které mohou ovlivnit aktuální psychický stav jedince, a tím změnit aktuální možnosti podávání motorického výkonu.

První část publikace obsahuje kapitoly, které se zabývají shrnutím poznatků týkajících se propojení nervového řízení pohybů a vnějšího pohybového projevu. Jsou zde rozebrána základní teoretická východiska, která byla využita při vytváření designu



uvedených výzkumů ve druhé části publikace. Výzkumy poukazují na skutečnost, že většina probandů reagovala na aplikovanou externí intervenci podle jejího zaměření, která byla aplikována jednorázově či opakovaně. Intervenční opatření se týkala držení těla, pohybové imaginace nebo externí informace o očekávání následného výkonu probanda.

Závěrem je vhodné poznamenat, že je nutné si neustále uvědomovat, že v pedagogickém procesu nelze poznatky zcela generalizovat, brát v úvahu individuální potřeby jedince a těm pedagogický proces přizpůsobovat.

## Summary

This aim of the presented publication is to describe human movement in the context of ongoing cognitive processes, and to highlight some relatively simple options how to influence the motor performance of the individual in the process of physical education, or how to influence the motor learning process.

Human performance has many forms. In general, performance is perceived as something tangible, observable, and measurable. However, it is always necessary to be aware of the fact that human performance reflects a wide variety of human personality aspects that have more or less impact on the performance, and we cannot affect these aspects. Human movement is an apparent and highly individual manifestation of every individual. The fact that we inter-individually differ when performing physical performance is caused partly by our anatomy, somatotype, degree of development of motor skills, training status, acquired experience and skills, but also by the quality of perception, manner of evaluation of perception, method of finding an adequate answer to a given perceptual situation, level of imagination, ability to concentrate, and the like. In addition to internal intervening factors, there are also external factors which can affect the current mental state of the individual, thus change their current possibilities of motor performance.

The first part of our publication contains chapters addressing the summary of knowledge related to the interconnection between

neural control of movements and exhibition of external movement. These chapters discuss the basic theoretical background used in the formation of design of the research work described in the second part of the publication. The research work highlights the fact that the most probands responded to the applied external intervention according to its focus, which was applied once, or repeatedly. The intervention measures related to body postures, movement imagination, or external information about the expected follow-up performance of probands.

In conclusion, it should be noted that it is always necessary to be aware of the fact that knowledge cannot be completely generalised, but particular needs of individuals should be taken into account in the pedagogical process, which should be adapted according to these needs.

# Věcný rejstřík

## A

adaptace 1, 2, 39, 58, 72, 81  
akční potenciál 24, 25, 50, 74,  
111, 112  
aktivace, aktivační úroveň 3,  
5, 7, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 23,  
25, 29, 30, 31, 32, 35, 38, 39,  
40, 41, 42, 44, 46, 47, 48, 53,  
74, 78, 83, 88, 89, 90, 96,  
97, 102, 103, 110, 119, 122, 136,  
148, 149, 150, 158, 159, 171,  
172, 187, 188, 211, 212  
amygdala 16, 17, 147

## B

bazální ganglia 10, 11, 12, 19,  
97  
bimanuální koordinace 14,  
137, 150, 151, 157, 158, 159,  
211, 212  
biosignál 24, 33, 43  
biofeedback viz zpětná vazba

## C

cerebellum viz mozeček  
corpus callosum 14, 18, 150, 157

## D

docilita 80, 123  
dotazník živosti pohybové  
imaginace 186  
dynamometrie ruční 187, 189,  
190, 191, 192, 212

## E

ego-task orientace 123, 127,  
132, 134, 142, 149  
elektrodermální  
- aktivita 3, 42, 43, 44, 45,  
120, 122, 125, 157, 170  
- vodivost 122, 130, 132, 134,  
135, 136, 138, 140, 141, 142,  
149, 150, 152, 153, 154, 155,  
156, 157, 158, 159, 166, 167,  
168, 169, 171, 211, 212  
elektromyografie 111  
emoce 8, 16, 25, 26, 29, 30,  
34, 44, 46, 52, 61, 66, 84, 88,  
107, 111, 117, 160, 171, 179, 180

## F

funkce  
- fatické 61

- gnostické 37, 85
  - ideokinetické 37
  - ideomotorické 37, 96
  - kognitivní 10, 11, 31, 32, 33, 49, 69, 74, 147, 157, 160, 161, 179
  - exekutivní 31, 37, 61, 62, 161
- Fittsův zákon 78, 116, 150
- G**
- gender rozdíly 144, 149, 157, 193, 209
- H**
- habituace 66
- Haninův model 47
- Hickův zákon 78
- hipokampus 17, 18
- homeostáza 5, 6, 7, 15, 23
- hormon 7, 15, 16, 38, 39, 146, 157, 160, 161
- hypotalamus 11, 14, 15, 16, 38
- CH**
- chování
- pohybové 1, 32, 34, 49, 58, 70, 72, 73, 86, 97, 150, 209
- I**
- imagen 62, 91
- imaginace 3, 49, 50, 63, 85, 86, 88, 89, 90, 93, 95, 96, 97, 98, 103, 104, 105, 107, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 172, 178, 180, 186, 187, 210, 249
- K**
- kognitivní penetrace 62, 63
- komputační model
- představivosti 101
- korová oblast 16, 17, 18, 20, 49
- kortex, šedá mozková kůra 10, 11, 13, 16, 18, 31, 38, 62, 76, 81, 82, 83, 96, 98, 161
- L**
- limbický systém 10, 14, 16, 19, 29, 30, 57
- logogen 62, 91
- M**
- mentální reprezentace 4, 51, 55, 61, 78, 87, 88, 89, 90, 91, 95, 98, 103, 172
- metakognice 64
- mezimozek 10, 11, 14, 16
- mícha
- páteřní 7, 8, 10, 18
  - prodloužená 8, 9, 10
- model PETTLEP 113, 114, 117
- mozeček (cerebellum) 9, 10, 11, 12, 13, 14, 38, 97
- mozek 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 25, 27, 28, 29, 30,

34, 35, 49, 50, 60, 65, 71, 72,  
73, 74, 75, 87, 92, 94, 95, 97,  
98, 102, 104, 106, 114, 144,  
146, 147, 157, 161, 209  
mozkové hemisféry 18, 20  
mozkový kmen 8, 14, 16, 29,  
30, 36, 38, 39, 40  
myšlení 4, 19, 26, 35, 41, 47,  
49, 50, 64, 73, 83, 93, 94,  
150, 161, 179

## N

nervová tkáň 4, 25, 28  
nervová vlákna  
- senzorická 22, 38  
- senzitivní 22  
- eferentní 6, 16, 22, 23, 56  
- aferentní 6, 22, 23, 56  
nervový systém  
- centrální 5, 6, 7, 9, 10, 16,  
20, 22, 23, 29, 31, 33, 34, 35,  
36, 40, 50, 69, 74, 82, 83, 99  
- periferní 5, 6, 22, 23, 33  
- somatický 5, 23  
- autonomní 5, 23, 26, 45,  
112, 121, 122, 157, 158, 159,  
171  
nervový vzruch 4, 6, 10, 14, 21,  
23, 29, 30, 74, 82  
neuromediátor 21  
neuroplasticita 25, 27, 28, 65  
neuopřenašeč viz  
neuromediátor

## P

paměť  
- emoční 17  
- implicitní 202  
- nevědomá viz implicitní  
- pohybová 10, 37, 58  
- pracovní 61, 93  
- verbální 61  
- vizuálně-prostorová 61  
percepce viz vnímání  
percepční zúžení 78  
podmiňování 44, 66  
pravděpodobnostní  
epigeneze 70, 71, 73  
predikce 58, 69, 78, 79  
procesy  
- kognitivní 2, 3, 4, 5, 20, 32,  
34, 39, 47, 49, 50, 51, 52,  
57, 64, 83, 87, 88, 96, 211,  
248  
- emoční 4, 51, 74, 119, 171  
- psychické 4, 20, 30, 33, 50,  
62, 65, 68, 120  
- integrační 4  
- percepční 5, 52, 89  
- behaviorální 33  
- motivační 33, 51  
- shora dolů 50, 61, 62  
- zdola nahoru 50  
- senzorické 67  
- motorické 5, 57, 89, 108  
- pohybové viz motorické  
- volní 74, 111

- pohybová reprezentace 106  
 pohybový vzorec 10, 11, 188  
 pozice těla 13, 159, 162, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 171  
 pozornost 2, 31, 39, 40, 42, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 61, 62, 63, 69, 78, 87, 88, 91, 150, 158, 161, 171, 172, 179, 202  
 pozorování, observace 84, 88, 97, 103, 104, 107, 117  
 praktické funkce 61  
 priming 87, 88, 89, 98, 172, 173, 202, 203, 205, 206, 207, 208, 213  
 psychofyziologie 3, 25, 29, 32, 33, 44, 67
- R**  
 retikulární formace 8, 9, 20, 29, 30, 36, 38, 39
- S**  
 střední mozek 8, 9, 10  
 supportní kreslení 124, 130, 131, 132, 133, 137, 138, 139, 141, 143, 144, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158  
 symbolické funkce 60
- T**  
 talamus 12, 14, 16, 17, 39  
 temperament 119, 122, 126, 138
- teorie  
 - bioinformační 100, 114  
 - duálního kódu 99  
 - funkční ekvivalence 101  
 - pozornostně-aktivační 100  
 - restriční 102  
 - symbolického učení 99  
 - trojitého kódu 100
- test  
 - balancování s tyčí 174, 175, 178, 212  
 - bimanuální koordinace 137, 150, 151, 158, 212  
 - intelektového potenciálu 128, 131, 132, 143  
 - ruční dynamometrie 187, 189, 191, 192, 212  
 - supportní kreslení 124, 130, 131, 132, 133, 137, 138, 139, 141, 143, 144, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157  
 - výdrž ve shybu 204, 205, 206, 207  
 - zrcadlové kreslení 125, 130, 131, 132, 135, 136, 141, 143, 144, 148, 149, 156
- U**  
 učení  
 - asociativní 65, 66, 75, 103  
 - ideomotorické 85, 86, 108, 109, 110

- instrumentální podmiňování 66
- motorické 2, 3, 28, 50, 64, 67, 68, 70, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 88, 97, 104, 107, 109, 116, 117, 119, 120, 178, 179, 201, 209, 248
- neasociativní 65, 66
- observační 80, 83, 88, 123, 166
- operantní podmiňování 66
- percepční 74, 75
- pohybové viz motorické
- „pokus-omyl“ 75, 81

## V

Varolův most 8, 9

VMIQ-2 viz dotazník živosti  
pohybové imaginace

vnímání 3, 4, 7, 25, 31, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 60, 62, 63, 74, 75, 78, 87, 88, 89, 92, 93, 94, 98, 102, 108, 114, 123, 147, 150, 159, 160, 172, 248

## Z

zpětná vazba 7, 33, 36, 79, 82, 97, 126, 137, 148, 159  
zpětnovazební informace 55, 58, 64, 68, 80, 81, 82  
zrcadlové kreslení viz test  
zrcadlové kreslení  
zrcadlové neurony 60, 80, 83, 84, 85, 104, 106





## **Kognitivní funkce a pohybový výkon**

Daniela Benešová

Vydání publikace bylo schváleno Vědeckou redakcí  
Západočeské univerzity v Plzni.

Recenzenti:

doc. PaedDr. Jan Slavík CSc.

doc. MUDr. Švíglerová Jitka Ph.D.

prof. PhDr. Hana Válková, CSc.

Grafický návrh obálky:

Tereza Kovářová

Typografická úprava:

Jakub Pokorný

Vydala:

Západočeská univerzita v Plzni

Univerzitní 2732/8, 301 00 Plzeň

Vytiskl:

Polypress s.r.o.

Truhlářská 486/15, 360 17 Karlovy Vary

První vydání, 256 stran

Pořadové číslo: 2351, ediční číslo: 55-033-20

Plzeň 2020

ISBN 978-80-261-0998-3