

Univerzita Palackého v Olomouci

Filozofická fakulta  
Katedra Psychologie

**EXEKUTIVNÍ A KOGNITIVNÍ FUNKCE U  
DOSPĚLÝCH – STANOVENÍ ORIENTAČNÍCH  
NOREM PRO TEST HANOJSKÉ VĚŽE**

Executive and Cognitive Functions among Adults –  
Orientational Standard Determination for Tower of Hanoi Test

**Magisterská diplomová práce**

**Autor:** Bc. Michala Plassová  
**Vedoucí práce:** PhDr. Radko Obereignerů, Ph.D.

Olomouc  
**2012**

## Prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem magisterskou diplomovou práci na téma: „Exekutivní a kognitivní funkce u dospělých - stanovení orientačních norem pro test Hanojské věže“ vypracovala samostatně pod odborným dohledem vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V.....dne.....

Podpis.....

## OBSAH

ÚVOD.....	5
<b>TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>6</b>
<b>1. EXEKUTIVNÍ FUNKCE.....</b>	<b>6</b>
1.1 VYMEZENÍ EXEKUTIVNÍCH FUNKCÍ.....	6
1.2 VÝVOJ KOGNITIVNÍCH FUNKCÍ.....	10
1.3 SOUVISEJÍCÍ KOGNITIVNÍ FUNKCE .....	12
1.4 POZORNOST .....	12
1.5 PAMĚŤ.....	15
1.5.1 MODELY PAMĚTI.....	16
1.5.2 SENZORICKÁ PAMĚŤ .....	16
1.5.3 RECENTNÍ PAMĚŤ.....	18
1.5.4 PRACOVNÍ PAMĚŤ .....	18
1.6 EXEKUTIVNÍ FUNKCE A SYNDROM ZÁVISLOSTI .....	18
<b>2. FRONTÁLNÍ LALOKY.....</b>	<b>22</b>
2.1 NEUROANATOMICKÁ (FUNKČNÍ) ORGANIZACE .....	22
2.2 FYLOGENEZE A ONTOGENEZE FRONTÁLNÍCH LALOKŮ .....	23
2.3 FUNKCE FRONTÁLNÍHO LALOKU.....	24
2.4 MOTORICKÁ A PREMOTORICKÁ KŮRA.....	25
2.5 PREFRONTÁLNÍ KŮRA .....	26
2.5.1 DORZOLATERÁLNÍ PREFRONTÁLNÍ-SUBKORTIKÁLNÍ OBVOD.....	27
2.5.2 ORBITOFRONTÁLNÍ-SUBKORTIKÁLNÍ OBVOD .....	28
2.5.3 MEDIÁLNÍ PREFRONTÁLNÍ-SUBKORTIKÁLNÍ OBVOD .....	28
2.6 PORUCHY FRONTÁLNÍCH LALOKŮ.....	29
2.7 PLASTICITA MOZKU.....	31
<b>3. MODELY EXEKUTIVNÍCH FUNKCÍ.....</b>	<b>33</b>
3.1 MODEL KONTROLY MECHANISMU POZORNOSTI .....	33
3.2 TEORIE SOMATICKÝCH MARKERŮ.....	34
3.3 GRAFMANOVA TEORIE.....	36
3.4 DUCANŮV MODEL .....	37
3.5 TEORIE PRACOVNÍ PAMĚTI .....	37
<b>4. DIAGNOSTIKA EXEKUTIVNÍCH FUNKCÍ .....</b>	<b>39</b>
4.1 NEUROPSYCHOLOGICKÁ DIAGNOSTIKA.....	39

4.2	STRUKTURÁLNÍ ZOBRAZOVACÍ TECHNIKY FRONTÁLNÍCH LALOKŮ .....	41
4.3	ZÁKLADNÍ PŘÍSTUPY V NEUROPSYCHOLOGICKÉ DIAGNOSTICE.....	41
4.3.1	HALSTEAD-REITAN BATERIE (HRNB).....	42
4.3.2	LURIA-NEBRASKA NEUROPSYCHOLOGICAL BATTERY (LNNB).....	43
4.4	NEUROPSYCHOLOGICKÉ DIAGNOSTICKÉ PROGRAMY.....	44
4.5	PROBLEMATIKA DIAGNOSTIKY EXEKUTIVNÍCH FUNKCÍ.....	45
4.5.1	EKOLOGICKÁ VALIDITA .....	45
4.6	TESTOVÉ METODY K VYŠETŘENÍ EXEKUTIVNÍCH FUNKCÍ.....	46
	<b>VÝZKUMNÁ ČÁST .....</b>	<b>49</b>
<b>5.</b>	<b>VÝZKUMNÝ PROBLÉM A CÍL PRÁCE.....</b>	<b>49</b>
5.1	STANOVENÍ HYPOTÉZ .....	49
<b>6.</b>	<b>POPIS ZVOLENÉHO METODOLOGICKÉHO RÁMCE.....</b>	<b>50</b>
6.1	POPIS POUŽITÝCH PSYCHODIAGNOSTICKÝCH METOD.....	50
6.1.1	TEST VERBÁLNÍ FLUENCE (VF).....	50
6.1.2	KRÁTKÝ TEST VŠEOBECNÉ INTELIGENCE (KAI).....	51
6.1.3	REY-OSTERRIETHOVA KOMPLEXNÍ FIGURY (ROCF).....	52
6.1.4	BECKOVY SEBEPOSUZOVACÍ ŠKÁLY DEPRESIVITY PRO DOSPĚLÉ (BDI – II).....	53
6.1.5	NEMOCNIČNÍ ŠKÁLA ÚZKOSTI A DEPRESE (HADS) .....	54
6.1.6	TEST HANOJSKÉ VĚŽE (TOH).....	54
6.2	METODY ZPRACOVÁNÍ DAT .....	59
<b>7.</b>	<b>VÝZKUMNÝ SOUBOR .....</b>	<b>60</b>
7.1	CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO VZORKU.....	61
<b>8.</b>	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>63</b>
8.1	TESTOVÁNÍ HYPOTÉZY H1: .....	65
8.2	TESTOVÁNÍ HYPOTÉZY H2: .....	66
8.3	TESTOVÁNÍ HYPOTÉZY H3: .....	66
8.4	ORIENTAČNÍ PERCENTIL. NORMY V TESTU HANOJSKÉ VĚŽE PRO DOSPĚLÉ.....	67
8.4.1	ORIENTAČNÍ PERCENTILOVÉ NORMY PRO TŘÍDISKOVOU VERZI.....	67
8.4.2	ORIENTAČNÍ PERCENTILOVÉ NORMY PRO ČTYŘDISKOVOU VERZI .....	70
8.4.3	ORIENTAČNÍ PERCENTILOVÉ NORMY PRO PĚTIDISKOVOU VERZI .....	72
<b>9.</b>	<b>K PLATNOSTI HYPOTÉZ.....</b>	<b>76</b>
<b>10.</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>77</b>
<b>11.</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>86</b>

<b>12. SOUHRN .....</b>	<b>87</b>
<b>LITERATURA.....</b>	<b>90</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>102</b>

## Úvod

Zejména v posledních dvou dekáдах se v oboru neuropsychologie, vědního oboru zabývajícím se studiem vztahu mezi mozkiem a chováním, vášnivě debatuje o pojmu *exekutivní funkce*. V literatuře lze nejčastěji vyhledat popis, který zahrnuje pojmy jako: *vyšší psychické funkce, plánování, vůle, cílené jednání, schopnost řešit problémy, schopnost respektovat pravidla sociálního chování, účelné jednání* a další. Při notné dávce zjednodušení je možno podstatu exekutivních funkcí spatřovat v jakési centrální exekutivě, expresivně v esenci lidství.

Zdá se tedy přímo nutné rozvíjet metody umožňující kvalitní neuropsychologickou diagnostiku, jakožto i rozvoj metod sloužících k rehabilitaci. Jedním ze způsobů, jak na exekutivní funkce komplexně nahlížet a také je prakticky posuzovat, je test Hanojské věže.

Tato diplomová práce je součástí širších výzkumných cílů v rámci grantové výzvy Katedry psychologie Filozofické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Projekt s názvem Test Hanojské věže a nové normy pro efektivní diagnostiku exekutivních funkcí byl vypsan na katedře psychologie pod vedením řešitele PhDr. Radka Obereignerů, Ph.D.

Následující práce, vycházející z oblasti neuropsychologie a exekutivních funkcí, si klade za cíl vytvořit orientační percentilové normy pro tří-, čtyř- a pětidiskovou verzi testu Hanojské věže u dospělých ve věku od 18 do 64 let. Dále byla získána data pro účely dalšího zpracování z následujících psychodiagnostických metod: Test cesty, test Verbální fluence, Krátký test všeobecné inteligence, Beckova škála úzkosti BDI-II, Nemocniční škála úzkosti HADs a Rey-Osterriethova komplexní figura.

# TEORETICKÁ ČÁST

## 1. Exekutivní funkce

Pojem *exekutivní funkce* se v odborné literatuře hojně vyskytuje zejména v posledních dvou dekadách (Burgess, 2004). Četnost výskytu zřejmě úzce souvisí s výzkumem na poli neurologie a neuropsychologie, především s rozpoznáním funkce *frontálních* nebo také *čelních laloků* lidského mozku. Nedaří se však najít shodu mezi autory v teoretickém vymezení pojmu, různí autoři podávají různé definice a rozpor nastává již při základní kategorizaci. Kulišťák (2003) v podstatě naznačuje rozkol odborníků v klasifikaci exekutivních funkcí jako samostatné kategorie, jako součásti kognitivních funkcí a také poukazuje na skupinu odborníků, kteří exekutivní funkce považují za neuropsychologický konstrukt.

V následujících kapitolách se budeme blíže zabývat vymezením exekutivních funkcí, jejich vývojem a souvislostí s kognitivními funkcemi. Podrobněji se také seznámíme s funkcí prefrontální kůry a anatomii již zmíněných frontálních laloků.

### 1.1 Vymezení exekutivních funkcí

Při studiu odborné literatury se čtenář setkává s nejčastějším překladem exekutivních funkcí jako funkcí výkonných či řídicích. Ačkoli neexistuje jednotná definice, a různí autoři definují exekutivní funkce různým způsobem, setkáváme se s jistou shodou autorů v názoru na úloze, kterou exekutivní funkce zajišťují. Častým rysem v zahraniční (Hughesová, 2005) i domácí literatuře (Kouklík, 2002; Orel, Facová 2009) je rozhodující úloha exekutivních funkcí v plánování, tvoření cílů, regulaci chování a částečně i v regulaci sociálního chování a osobnosti.

Kouklík (2002) nabízí poměrně obsáhlou definici. Exekutivní funkce představují soubor kognitivních funkcí, mezi které řadí schopnost plánování, tvorbu analogií, schopnost řešení problémů, schopnost respektovat pravidla sociálního chování, umístování událostí v čase a prostoru, ale také ukládat, zpracovávat a vyvolávat informace z pracovní paměti. Do stejné kategorie řadí exekutivní funkce Emick a Welsh (2005), když je definují

jako kognitivní funkce, které přímo podmiňují úmyslné a cílesměrné chování. Preiss (2006) považuje řídicí funkce za teoretický konstrukt, exekutivní funkce člení také mezi funkce kognitivní. Blíže je popisuje jako multioperační systém zajišťující souhru na neurologické a psychologické úrovni, jehož funkce umožňují jedinci samostatně a účelně jednat.

Mezi autory, kteří exekutivní funkce považují za samostatnou kategorii, nejen součást kognitivních funkcí, nabízí zajímavý pohled Lezaková (2004), která rozlišuje tři základní složky ovlivňující lidské chování: exekutivní funkce, kognitivní funkce a emocionalita. Exekutivní funkce vidí mentální pochody umožňující adaptaci na nové situace a zároveň tvořící základ mnoha kognitivních, emocionálních a sociálních dovedností. Dále rozčleňuje exekutivní funkce na čtyři jednotlivé komponenty: *vůle, plánování, účelné jednání a úspěšný výkon*. Pro lepší pochopení rozdílů mezi kognitivními a exekutivními funkcemi dodává, že otázky zahrnující prvně zmíněné funkce vytvářejí otázky typu: *co*, nebo *kolik*, kdežto exekutivní funkce vytvářejí otázky *zda* a *jak*. S velmi podobnou definicí přichází Orel a Facová (2009), když exekutivní funkce popisují jako nejvyšší formu zpracování informací, zahrnující čtyři elementární komponenty: *vůli, plánování, účelné jednání a efektivní výkon*.

Hughesová (2005) nabízí definici, kdy exekutivní funkce v první řadě asociuje s prefrontálním kortexem. Opět se setkáváme s názorem, že jsou exekutivní funkce komplexní kognitivní konstrukt, zahrnující funkce celé řady procesů. Jde o procesy podporující cílené chování v nových nebo obtížných situacích.

Jiný úhel pohledu na celou problematiku přináší Parkin (1998), když odmítá existenci centrální exekutivy a poukazuje na neúspěch při snaze ji lokalizovat. Výzkumy v oblasti neuropsychologie zejména v posledních dvou desetiletích dokazují citlivost exekutivních funkcí na poškození nejen frontálních laloků, ale také jiných oblastí mozku (Lezaková, 1994). Odborníci obzvláště věnují pozornost poškození dalších oblastí kortikální a subkortikální kůry (Dujardin et al., 2000; in Lezaková, 2004). Bylo zjištěno, že poškození v oblasti jader talamu, ale také anoxické potíže v oblasti limbického systému, mohou způsobovat poruchy exekutivních funkcí (Januzzi, Mc-Khann, 2002; in Lezaková, 2004).

Jakousi předzvěst výše uvedených poznatků můžeme nalézt u Stusse a Bensona (1986), kteří exekutivní funkce označují jako multioperační systém asociovaný s prefrontálními oblastmi v mozku společně s jejich recipročními kortikálními a subkortikálními drahami (Kulišťák, 2003).



Shrnutím výše zmíněného vyplývá, že exekutivní funkce zahrnují širokou škálu procesů úzce souvisejících s kognitivními funkcemi (bez ohledu na fakt, zdali jsou exekutivní funkce popisovány jako součást funkcí kognitivních nebo jako samostatná kategorie). Nápadným rysem těchto funkcí, který se objevuje u většiny autorů (Stuss, Alexander, 2000; Koukolík, 2002; Lezaková, 2004; Hughesová, 2005; Miller, Cummings, 2007; Orel, Facová, 2009), je úzký vztah k plánování a účelnému, nebo cílenému jednání. Snahy lokalizovat exekutivní funkce nás pak odkazují především na oblast frontálních laloků, kortikální a subkortikální kůru a limbický systém (Lezaková, 2004).

Při orientaci v literatuře jsme nemohli nepovšimnout problému, který nastínil již Monsell (1996), také jinak naprosto tristního nedostatku přesvědčivé teorie exekutivních funkcí, která by vysvětlila regulaci značně širokých kognitivních procesů a subprocessů univerzálním kontrolním mechanismem, jež by tak zajišťoval řízení dynamiky lidské kognice (Miyake et al., 2000). Toto mimo jiné vedlo k tomu, že pro účely naší práce máme nejbližší k nazírání exekutivních funkcí tak, jak je pojímá Miyake (et al., 2000). Ten elegantně shrnul nejčastěji postulované exekutivní funkce následovně: *přesouvání* (tzv. „shifting“) *mentálního nastavení, monitorování a aktualizace pamětních reprezentací a inhibice dominantních odpovědí*.

Přesouvání mentálního nastavení zahrnuje přesouvání „tam a zpět“ mezi mnoha úkoly, operacemi nebo mentálním nastavením. Někdy můžeme narazit i na označení „přepínání pozornosti“ (Monsell, 1996). Podle Miyakeho (et al., 2000; Monsell, 1996) je právě přesouvání mentálního nastavení důležité při porozumění selhání kognitivní kontroly pacientů s poškozením mozku v úlohách, jež přesouvání mezi úkoly vyžadují.

Monitorování a aktualizace pamětních reprezentací je exekutivní funkce úzce napojena na takzvanou pracovní paměť (blíže viz. kapitola 3.5.). Ta je často spojována s dorsolaterální částí prefrontální kůry (viz. např. Goldman-Rakic, 1996; Smith, Jonides, 1999; in Miyake et al., 2000).

Funkce aktualizace vyžaduje monitoring a kódování příchozích informací, které se přímo vztahují k řešenému úkolu a následné adekvátní revizi položek držené v pracovní paměti tak, že jsou staré a nepotřebné informace přemístěny novými, relevantními informacemi (Morris, Jones, 1990; Miyake et al., 2000). Jde o aktivní proces dynamické manipulace s obsahem pracovní paměti, který jde mnohem dál než pouhé podržení informací relevantních s úkolem. Z neurologického hlediska je patrný rozdíl v oblastech, kam ukládá informace funkce aktualizace – dorsolaterální prefrontální kůra a kam jsou ukládány informace při jednoduchém, pasivní podržení informací – premotorické oblasti

frontální kůry (Jonides, Smith, 1997; in Miyake et al., 2000). Nicméně jisté komponenty funkce aktualizace bývají spojovány i s frontálním lalokem (Stuss, Eskes, Foster, 1994; in Miyake et al., 2000).

Inhibice dominantní odpovědi je exekutivní funkce, která se týká schopnosti záměrně potlačit dominantní nebo také automatické odpovědi. Přičemž je však tento typ inhibice omezen pouze na kontrolovanou supresi prepotentních odpovědí, která má za úkol snížit aktivační stupeň dosažený pomocí negativní aktivace neurální sítě (Miyake et al., 2000). Logan (1994) se snažil zdůraznit záměrnost celého procesu, celou funkci označoval pojmem „vnitřně generovaným aktem kontroly“ a spojoval ji s frontálními laloky (Miyake et al., 2000).

Friedmanová (et al., 2006) ve své studii 234 mladých dospělých dvojčat zkoumala vztah fluidní, krystalické inteligence a exekutivních funkcí přesouvání mentálního nastavení, monitorování a aktualizace pamětních reprezentací a inhibice dominantních odpovědí, tak jak je definuje Miyake (et al., 2000). Ukázalo se, že existuje statisticky signifikantní korelace mezi Wechslerovou inteligenční škálou pro dospělé (WAIS) a funkcí monitorování a aktualizace pamětních reprezentací (0,69;  $p < 0,001$ ); funkcí inhibice (0,38;  $p < 0,001$ ) a funkcí přesouvání mentálního nastavení (0,23;  $p < 0,003$ ). Nicméně výsledky celé studie naznačují, že vztah tří výše uvedených funkcí k inteligenci je rozdílný. Použitím faktorové analýzy se podařilo prokázat signifikantní vztah pouze mezi inteligencí a funkcí monitorování a aktualizace pamětních reprezentací.

Miyake (et al., 2000) se ve své studii zabýval otázkou nakolik jsou tyto tři exekutivní funkce jednotné a do jaké míry je lze oddělit, přičemž podrobil 137 respondentů testové baterii zahrnující kupříkladu Wisconsinský test třídění karet (WCST) nebo test Hanojské věže (TOH). Výsledek studie naznačuje, že exekutivní funkce mohou být charakterizovány jakožto navzájem oddělitelné funkce, které jsou si však zároveň příbuzné a sdílí základní společné rysy.

Další důvod naší pozornosti dostal autor vzhledem k faktu, že na poli kognitivní psychologie postrádáme jasně vymezených některých základních pojmů, což považujeme za nedostatek, vycházíme-li z premisy, že kupříkladu jasné vymezení exekutivních funkcí je základní podmínkou jejich kvalitní diagnostiky, respektive kvalitní rehabilitace poruch těchto funkcí. Výše uvedené funkce se zdají být relativně jasně vymezené a definovatelné preciznějším způsobem, nežli je tomu kupříkladu u pojmů „plánování“ nebo „schopnost respektovat pravidla sociálního chování“.

Jelikož se domníváme, že exekutivní funkce úzce souvisí s funkcemi kognitivními, budou následující podkapitoly věnovány právě jim. Dále se zaměříme na poznatky získané v souvislosti s rozvojem moderní technologie, především počítačové tomografie, magnetoencefalografie a elektroencefalografie. Autoři (Koukolík, 2000; Kulišťák, 2003) ve spojitosti s neurobiologií a neuropsychologií často zmiňují esenciální význam výzkumu mozkových struktur, funkcí mozku, neuropsychologické diagnostiky a také rehabilitace pacientů. Poznatky z těchto výzkumu, obzvláště oblastmi frontální laloků a prefrontální kůry, se budeme blíže zabývat v druhé kapitole.

## 1.2 Vývoj kognitivních funkcí

Důležitost vývoje frontálního laloku a exekutivních funkcí zdůrazňoval již v roce 1948 Russell (in Stuss, 1992). Preiss (2006, s. 110) se k fylogenezi exekutivních funkcí vyjadřuje následovně: „*Bere se za prokázané, že evoluční procesy formovaly vývoj směrem k integraci a komplexnosti zpracování informací, které přinesly zvýšenou adaptabilitu a flexibilitu. Především prefrontální kortex představuje z vývojového hlediska vrchol této hierarchie, který je z kognitivního hlediska formulován jako nejvyšší podklad pro kognitivní funkce.*“

Ačkoli jsou poznatky o postnatálním zrání mozku často ztížené problémy, jako jsou například existence individuálních anatomických rozdílů nebo problematika podrobení novorozenců výzkumným metodám, existují důkazy o hierarchickém modelu kortikálního zrání. Zrání začíná v primárních motorických a senzorických oblastech a pokračuje přilehlými sekundárními oblastmi. Prefrontální kůra zraje jako poslední (Stuss, Benson, 1986; Chi, Dooling, Gills, 1977; in Stuss, 1992). Blíže o vývoji frontálních laloků pojednáváme v kapitole 2.2.

Vývojem jednotlivých psychologických aspektů exekutivních funkcí se zabírá mnoho studií (například Luria, 1959; Becker, Isaac, Hynd, 1987; in Stuss, 1992). Některé z těchto pozoruhodných prací se soustředí na výzkum specifických funkcí (pozornost, motorické odpovědi), jiné jsou spíše orientované na projevy exekutivních funkcí v testových metodách (Wisconsinský test). Další skupina studií se věnuje abstraktním konceptům, mezi které můžeme řadit například sebeuvědomování (Stuss, 1992). Ontogenetickému vývoji exekutivních funkcí se věnuje Welsh (1991). Vývoj rozděluje do 3 období:

1. Kolem šestého roku dítě objevuje schopnost odolávat rušivým vlivům, což souhlasí s poznatky Humpheryho (1982; in Stuss, 1992), který při svém výzkumu vývoje pozornosti zjistil, že schopnost selektivní pozornosti a schopnosti nedbat rušivých vlivů, lze pozorovat mezi pátým až devátým rokem života dítěte.
2. Zhruba v deseti letech se objevuje schopnost testovat hypotézy a inhibovat impulzivní chování.
3. Konečně kolem 12. roku se u dětí objevují schopnosti plánovat činnost a slovní plynulost.

Stuss a Benson v roce 1986 navrhli, že nejvyšší frontální funkcí je sebereflexe. Zde je vhodné zmínit, že sám Stuss (2000) upozorňuje na fakt, že pojmy *exekutivní funkce* a *frontální funkce* nalézáme v odborné literatuře často jako synonyma pro jedno a totéž, což samozřejmě představuje významný problém v inkonsistenci psychologické i anatomické definice těchto pojmů a jejich možné zaměnitelnosti.

Pro potřeby naší práce oba pojmy jako synonyma nepřijímáme, obzvláště s ohledem na fakt, že exekutivní funkce nejsou z neuroanatomického hlediska lokalizovány pouze v oblasti frontálních laloků, ale lze vystopovat jejich spojitost i s dalšími oblastmi mozku, kupříkladu s již zmíněnými jádry v oblasti talamu a limbickým systémem (Januzzi, Mc-Khann, 2002; in Lezaková, 2004). Domníváme se, že tedy lze frontální funkce a exekutivní funkce odlišit už na základě neuroanatomické lokalizace, proto je nepovažujeme za vzájemně zaměnitelné pojmy.

Největší rozvoj exekutivních funkcí dosahuje dítě zhruba ve věku 9-13 let, kdy zároveň dozrávají frontální laloky (Anderson a Lajoie, 1996). Gallup a Suarez (1986; in Stuss, 1992) zkoumali postupný vývoj sebeuvědomování u dětí a přímo podmínili vývoj těchto funkcí s obdobím rapidního růstu frontálních laloků. Obecně se pak zdá, že existuje významná korelace mezi vývojem exekutivních funkcí a zráním čelních laloků, což svým výzkumem potvrzuje i Fuster (2002), který uvádí, že ontogenetický vývoj exekutivních funkcí má souvislost se zráním prefrontální kůry. Na druhou stranu základní výkonové funkce lze podle studií Scerifa, Cornishe, Wildinga, Driver a Karmiloff-Smitha (2004; in Miller, Cummings, 2007) pozorovat již u dvouletých dětí.

### 1.3 Související kognitivní funkce

V předchozí kapitole jsme nastínili, že exekutivní funkce jsou velmi těžce uchopitelným komplexním jevem a je proto potřeba na ně i komplexně nazírat. Nejedná se o izolovaný jev a jeho úzká spojitost s kognitivními funkcemi, zejména pozorností a pamětí, si z našeho pohledu vyžaduje jejich bližší přiblížení. Následující podkapitola má za úkol ve stručnosti blíže objasnit základní funkce mozkové kůry zajišťující příjem, uchovávání a zpracování informací. Kognitivní nebo též poznávací funkce můžeme popsat jako funkce zajišťující přizpůsobení organismu vnějšímu prostředí, komunikaci s vnějším prostředím, cílené chování (Jirák, Holmerová a kol., 2009). V literatuře nejčastěji nacházíme pod kognitivními funkcemi tyto pojmy: pozornost, vědomí, paměť, řečové funkce, vnímání (percepce) a další.

### 1.4 Pozornost

Ve své dnes již klasické práci definuje Lurija (1982, s. 286) pozornost jako: „*faktor, který zabezpečuje vyčlenění důležitých elementů pro psychickou činnost, jakož i proces, který kontroluje přesný a organizovaný průběh psychické činnosti.*“. Atkinson (2003) pozornost definuje jako: „*schopnost vybírat určité informace pro následné podrobné zpracování a opomíjet jiné informace.*“. Velmi podobnou definici nabízí Plháková (2007, s. 77), která pozornost elegantně definuje jako: „*mentální proces, jehož funkcí je vpouštět do vědomí omezený počet informací, a tak ho chránit před zahlcením velkým množstvím podnětů.*“ Jako hlavní vlastnost pozornosti Plháková (2007) považuje její *selektivitu*, také jinak schopnost útlumu nepodstatného, což se v praxi jeví jako jeden z jejích nejcitlivějších ukazatelů. Další základní vlastnosti pozornosti zmiňuje Svoboda (2006). Mimo selektivity uvádí dalších šest pojmů, tj. schopnost *koncentrace* na omezený počet mentálních obsahů, s čímž lze spojit i termín *kapacita* pozornosti, jakožto počet podnětů, které je jedinec schopen pojmut v daném časovém úseku. Dalším termínem je *distribuce* označující schopnost rozdělení pozornosti mezi různými podněty a činnostmi. Ve výčtu je zahrnuta také *stabilita* (někdy označováno i pod pojmem *tenacita*) pozornosti, která je vyjádřena časovým úsekem, během něhož je jedinec schopen pozornost koncentrovat na daný podnět, zjednodušeně - schopnost udržet záměrně pozornost. V neposlední řadě mezi základní

vlastnosti pozornosti patří také opak stability, tj. *labilita* a kolísání pozornosti, neboli *oscilace*.

V literatuře (například Preiss, 1998) můžeme v souvislosti s tématem pozornosti narazit i na pojem *fluence*, která je popisována jako schopnost přepínat pozornost mezi jednotlivými druhy podnětů. Narozdíl od Svobodovy (2006) distribuce nedochází k rozdělení pozornosti.

Z výše uvedených definic vyvstává úloha pozornosti jako jakéhosi nástroje. Sternberg (2002) dále rozšiřuje myšlenku pozornosti jakožto nástroje, jehož prostřednictvím aktivně zpracováváme omezené kvantum informací z ohromné zásoby údajů v dlouhodobé paměti a informací přijímaných smyslovými systémy, eventuálně informací pocházejících z dalších kognitivních procesů. Moderní výzkumy pozornosti se často věnují neurobiologickému základu pozornosti (Vašina, Diamant, 1998; Lezaková, 2004; Kulišťák, 2003 aj.). Například Kulišťák (2003) zastává názor, že lze pozornost pojímat jako neuropsychologickou funkci díky zjištění neuroanatomického základu bdělosti. Tímto základem jsou podle Moruzziho a Magouna (1949; in Kulišťák, 2003) retikulární formace mozkového kmene. Nicméně nelze lokalizovat centrum pozornosti pouze v jediné oblasti mozku nebo označit za souhrn funkcí mozku jako celku (Kulišťák, 2003). Horáček a Švestka (2002) uvádějí, že mimo aktivity retikulárních formací je bdělost dále asociována s limbickým systémem, hypotalamem nebo tonizujícím kortexem. Jako jisté propojení výše zmíněné definice Sternberga (2002) a Kulišťáka (2003) působí názor Vašiny a Diamanta (1998). Ti vnímají pozornost jako důležitý integrační systém, jehož úkolem je udržovat kortex v bdělém stavu a vytvářet jakési pozadí, na kterém se odehrávají jevy generované informacemi vstupujícími do kortexu specifickými nervovými drahami, tvořenými velkým množstvím neuronů rozptýlených či uspořádaných v jaderných komplexech mozkového kmene. Retikulární formaci následně dělí na dva subsystémy: vzestupný a sestupný systém retikulární formace.

1. **Vzestupný (ascendentní) systém retikulární formace** je tvořen dvěma dalšími podsystémy, a to systémem nesoucím pojmenování ARAS (retikulární aktivační systém), který sahá od prodloužené míchy přes most Varolův, střední mozek až k talamu. A následně druhým systémem s názvem ANDTAS (nespecifický difuzní talamický aktivační systém) vedoucím impulzy z talamu do mozkové kůry. Systémy ARAS a ANDTAS mají úlohu na udržování bdělého stavu a zajišťující přechod ze spánku do bdělého stavu, tzv. probouzecí reakce (Kittnar, 2011).

2. **Sestupný (descendentní) systém** ovlivňuje činnost páteřní míchy, zakončení jeho nervových vláken můžeme lokalizovat na interneuronech motorických okruhů zejména rohů míšních. Facilitační a inhibiční oblast tohoto systému je zodpovědná za řízení svalového tonu (Kittnar, 2011).

Preiss (2006) uvádí, že základním mechanismem pozornosti je výše zmíněný aktivační systém (ARAS), jelikož je zodpovědný za zajištění budivé aktivity (arousal), tj. základní podmínky všech kognitivních funkcí.

K lepšímu pochopení přístupu k pozornosti v současné odborné literatuře lze uvést dvě nejčastěji v literatuře kognitivní neuropsychologie citované teorie. První vychází z respektovaného faktu, že jistá chování jsou spojena s velmi nízkou (nebo žádnou) úrovní pozornosti (také bývají označována za tzv. automatická), kdežto jiná chování vyžadují plnou pozornost a vědomé uvědomování (Treismanová 1986; in Kulišťák, 2003). Autorka se zabývala různými typy zrakového zpracování, přičemž se potvrdilo, že zpracování jednotlivých prvků ve zrakovém poli (jev tzv. „vylopnutí se“) probíhá automaticky, kdežto jiná konstelace prvků (prohledávání prvků „jeden po druhém“) vyžaduje soustředěnou pozornost. Další teorie, kterou nabídl LaBerge (1995; in Kulišťák, 2003), zpracovává pojetí pozornosti jako projev simultánní mozkové nervové aktivity propojený do triangulárního okruhu, spojujícího anatomický a funkční aspekt se vztahem pozornosti k uvědomování a sebeuvědomování. Zmíněnými oblastmi jsou místa neokortexu s vyjádřenou pozorností, zvýšení aktivace v talamu a prefrontální oblasti řízení. LaBerge (1995; in Kulišťák, 2003) předpokládá spojení jednoho místa neokortexu s jiným místem dvěma možnými cestami: přímým a nepřímým spojením vedoucím přes talamus. Přímý spoj, označovaný také jako informační nebo zpracování shora dolů, operuje na hladinách nízké aktivity a velmi krátkého trvání. Je vhodný pro plnění automatických procesů, které tvoří 90% kognitivního zpracování. Druhý spoj, tj. modulační nebo nepřímý, pracuje na úrovni střední aktivity s krátkým až prodlouženým trváním. Je vhodný pro pozornostní zpracování vyvolané novými situacemi, kdy je potřeba další aktivita k vyslání signálů novými a méně „projetými“ cestami.

S rozvojem zobrazovacích technik, zejména pak funkční magnetické rezonance, se kterou pracovali Corbetta a Shulman (2002; in Kulišťák, 2003), se potvrdilo rozdělení pozornostních sítí v mozku. Tyto pozornostní sítě vymezili Posner a Raichle (1996; in Kulišťák, 2003) následovně:

1. **Sít' exekutivní kontroly** – pozoruje chování směřující k cíli, rozpoznává chyby, řeší konflikty a zmírňuje automatické reakce (zahrnuje střední frontální oblasti, přesněji přední část gyrus cinguli, suplementární motorickou oblast a části bazálních ganglií, zvláště pak nukleus caudatus).
2. **Sít' bdělosti** – udržuje bdělí stav a připravenost k reakci. Lokalizovat ji můžeme v pravém frontálním laloku, zejména v horní oblasti BA 6, dále pak v pravém parientálním laloku a v locus coeruleus.
3. **Orientační sít'** – přijímá sensorické, zejména zrakové signály. Lokalizujeme v parientálním laloku, oblasti okulo-motorického systému a gyrus fusiformus.

S rozvojem stále jemnějších zobrazovacích technik se podařilo vymezit tři výše uvedené základní pozornostní sítě. Dalším výzkumem se postupně odhalují mozkové poruchy, zejména v těchto sítích a dalších korových a podkorových oblastech, které se významným způsobem podílí na syndromu ADHD a dalších poruchách (Kulišťák, 2003).

## 1.5 Paměť

*„Jsme tím, co si pamatujeme. Bez paměti mizíme, přestáváme existovat, naše minulost je vymazána. A přece věnujeme paměti jen málo pozornosti, kromě případů, kdy nás opustí. Dělán strašně málo k jejímu procvičení, živění, posilování a ochraně.“ Mark Twain*

Jak trefně postihuje výše uvedený citát paměť, základní předpoklad psychické existence. Plháková (2007) ji definuje jako schopnost zaznamenávat životní zkušenosti a předpoklad schopnosti učit se. Podobně si počíná i Sternberg (2002), když paměť označuje za prostředek umožňující uchopit minulou zkušenost proto, abychom ji mohli využít v přítomnosti. Neurologický pohled na paměť jako modulární systém nebo také soustavu neurokognitivních sítí velkého rozsahu zmiňuje Koukolík (2002).

Dnes se v literatuře paměť nejčastěji dělí na tři fáze, kterými prochází informace. Tyto fáze označujeme jako *vštípení* (kódování), *uchování* (retence) a *vybavení* (reprodukce). Vštípením označujeme transformaci sensorických vstupů do mentálních reprezentací, jež lze uložit do paměti. Pojem retence pak označuje proces podržení nebo



uchování vštípené informace v paměti po různě dlouhou dobu. V poslední fázi dochází k vyhledávání informace v dlouhodobé paměti a jejím vyvoláním zpět do vědomí. Informace mohou být vštípeny i reprodukovány zcela bezděčně nebo se na obou fázích zpracování mohou podílet volní procesy (Plháková, 2007).

### 1.5.1 Modely Paměti

Pohled na lidskou paměť, jakožto dále nečleněnou schopnost, byl v šedesátých letech minulého století vážně narušen návrhem dělení na dlouhodobou a krátkodobou paměť, kterou představovaly dva oddělené systémy (Baddeley, 2002). Zejména v druhé polovině dvacátého století přinesla snaha kognitivních psychologů (tj. snaha uspořádat informace získané studiem lidí trpících amnézií, lidí s mimořádnou pamětí a lidí s pamětí běžnou) ovoce v podobě rozličných přístupů k tomu, jak informace třídit a do jakých modelů ji uspořádat. Waughová a Norman (1965; in Sternberg, 2002) navrhli dvousystémový model paměti: *primární paměť*, která reprezentuje právě užívané informace, a *sekundární paměť*, reprezentující informace trvalé nebo alespoň velmi dlouho trvající (Sternberg, 2002).

Patrně nejslavnější model paměti v roce 1968 navrhli Atkinson a Shiffrin (1968; in Sternberg, 2002). Jejich trojsložkovou paměť popsali následovně: a) **senzorická paměť** se schopností ukládat omezené množství informací přicházejících ze smyslů po značně krátkou dobu; b) **krátkodobou paměť** schopnou podržet kapacitně omezené množství informací po poněkud delší dobu; c) **dlouhodobou paměť** s relativně neomezenou kapacitou, schopnou ukládat informace po velmi dlouhou dobu nebo dokonce časově neomezeně (Sternberg, 2002; Plháková, 2007). My se budeme zabývat pouze těmi částmi paměti, které budeme testovat v empirické části, tj. senzoryčným registrem, recentní pamětí a pamětí pracovní.

### 1.5.2 Senzorická paměť

Senzorická paměť, někdy také označovaná jako senzoryčný registr nebo echoická a ikonická paměť, slouží podle vědců jako počáteční úložiště informací přicházejících ze smyslů a následně vstupujících do krátkodobé a dlouhodobé paměti (Sternberg, 2002).

Plháková (2007) nabízí pro lepší pochopení následující situaci. Stojíme na vlakovém nádraží, čekáme na vlak a letmo se podíváme na tabuli s odjezdy. Něco v tu chvíli upoutá naši pozornost a my se podíváme znovu. Na tabuli je desetiminutové zpoždění. K druhému pohledu nás podle autorky přiměla právě senzoričká paměť, která tuto informaci zpracovala v podobě přesného obrazu ze smyslových podnětů.

V literatuře (Sternberg, 2002; Atkinson, 2003; Plháková, 2007) se objevuje názor, že senzoričká paměť je tvořena jistými „zásobníky“. První z nich, tj. **ikonická paměť**, je diskutovaným (Haber, 2001; in Sternberg, 2002) konstruktem. Našly se však silné důvody podporující její existenci. Nejčastěji bývá vymezena jako zrakový registr uchováající vizuální informace (Sternberg, 2002; Plháková, 2007). Prvotní objev ikonické paměti učinil Sperling (1960; in Sternberg, 2002), když zkoumal otázku, jaký počet informací jsme schopni zakódovat v průběhu velmi krátkého časového úseku. Pokus byl koncipován tak, že byla na obrazovku po dobu 50 milisekund promítnuta řádka písmen a číslic. Úkol pro probandy byl prostý – identifikovat a určit umístění co největšího počtu písmen a číslic. Autor následně zjistil, že testované osoby si vybavovaly v průměru čtyři symboly. Následně docházelo s variací různých proměnných jako například přidružení vysokého, středního a hlubokého tónu. Ze získaných dat pak vyplynulo, že ikonická paměť dokáže podržet přibližně devět položek a že se velice rychle rozpadá. Sperlingovu teorii dále rozpracovali Averbach a Coriell (1961; in Sternberg, 2002), kteří předkládali sledovaným osobám na obrazovce dvě řady osmi náhodně volených písmen po dobu 50 milisekund. Nad jedním místem, kde se po nebo před prezentací mělo objevit písmeno, autoři umístili malou značku. Zkoumané osoby měly za úkol podat zprávu v jednom časovém intervalu pouze o jediném písmenu. Výsledky ukázaly, že přibližně v 75% pokusů byly osoby schopné přesně vybavovat písmena, pokud se značka v podobě čárky objevovala bezprostředně po nebo bezprostředně před prezentací podnětu. Z toho následně plyne, že Sperlingův odhad kapacity ikonické paměti může být konzervativní, jelikož si v nynějším pokusu zkoumané osoby v paměti uchovaly asi 12 ze 16 položek (Sternberg, 2002).

Dalším diskutovaným konstruktem je paměť **echoická**, jež slouží k podržení sluchových podnětů. Se samotným termínem přišel v roce 1967 Neisser Cowan (1984) navrhl dvoufázový systém zpracování akustické informace v echoické paměti, který zahrnuje tzv. předpozornostní senzoričké úložiště, schopné udržet velké množství informace po velmi krátký časový úsek. V tomto úložišti jsou informace zpracovány ve dvou fázích – vstupní fáze trvající 200-400 ms, v druhé fázi jsou informace integrovány do pracovní paměti, kde se rozpadají po 10-20 s.

### 1.5.3 Recentní paměť

Jednu ze stěžejních funkcí pamětního systému, kontrolující obousměrný informační tok do dlouhodobé paměti, zajišťuje krátkodobá paměť. Umožňuje retenci informací odpovídající různým smyslovým modalitám (Plháková, 2007; Sternberg, 2002). Recentní paměť se zabýval Miller (1956; in Sternberg, 2002), který ve své klasické práci uvedl, že kapacitu pro různé typy položek lze vystihnout číslem  $7 \pm 2$ . Položku pak představují například jednoduché prvky, jako jsou číslice, ale za jednotlivou položku lze považovat i celé slovo. Kapacitu paměti lze navýšit sdružováním položek do smysluplných jednotek.

Anglicky se takové jednotky označují jako *chunks*. Ale i při sdružování jednotlivých položek do významu nesoucích jednotek je navýšení kapacity recentní paměti relativní. Informace je možné v paměti podržet díky funkci subsystému fonologické (tj. artikulační) smyčky, která podle Baddeleye (2003) zahrnuje úložiště, umožňující retenci paměťových stop po několik málo sekund a dále proces subvokálního opakování. Plháková (2007) tyto dva subsystémy uvádí pod názvy **fonologický zásobník** a **mechanismus opakování**. Jako další subsystém recentní paměti navíc uvádí **konceptuální paměť**, sloužící pro uchování významů či myšlenky obsažené v psaných textech nebo v mluvené řeči. K otázce délky časového úseku podržení informace pak uvádí, že rychlost rozpadu obsahu recentní paměti se pohybuje mezi 15 až 30 sekundami.

### 1.5.4 Pracovní paměť

Plháková (2007) přirovnává recentní paměť k „pracovnímu stolu“ vědomí, jehož úkolem je dočasně uchovat informace aktuálně používané nebo zpracovávané kognitivním systémem. Více se pracovní paměti budeme zabývat v kapitole 3.5.

## 1.6 Exekutivní funkce a syndrom závislosti

Podle MKN-10 (2006) lze syndrom závislosti definovat jako soubor emočních, kognitivních, behaviorálních a somatických změn, které vznikají v důsledku opakovaného užívání psychoaktivní látky, které přetrvávají po dobu 12 měsíců. Vágnerová (2008) uvádí, že lze závislost chápat jako životní styl, jehož dominantním znakem je preferenční zaměření na tuto látku. V literatuře (MKN-10, 2006; Vágnerová, 2008) lze vyhledat určité

příznaky. Mezi nejznámější patří: silná potřeba látku získat a užívat (bažení, craving); neschopnost kontroly a sebeovládání ve vztahu k této látce; růst tolerance; abstinenci syndrom; potřeba drogy je primární, všechny ostatní zájmy a potřeby jsou omezeny; potřeba konzumovat drogu přetrvává, přestože si je jedinec vědom jejího škodlivého vlivu.

Použijeme-li definici exekutivních funkcí dle Koukolíka (2002) nebo Lezakové (2004), že úloha exekutivních funkcí spočívá v plánování, tvoření cílů, regulaci chování a částečně i v regulaci sociálního chování a osobnosti, lze z výše uvedeného předpokládat, že u osob se syndromem závislosti můžeme nalézt narušení těchto funkcí. Leč níže uvedené výzkumy naznačují, že rozsah narušení může být značně individuální nebo se narušení nemusí projevit vůbec. Kupříkladu Brown a Partington (1942; in Pau et al., 2002) podrobili 371 drogově závislých mužů a 42 nemocničních ošetřovatelů Wechsler-Bellevue inteligenční škále a nezjistili signifikantní rozdíly v žádné ze škál testu, tj v části verbální a performační, přičemž verbální část podává přehled například o pozornosti, úsudku, schopnosti abstraktního myšlení a performační část pak zkouší všeobecnou inteligenci aplikovanou na sociální situaci nebo měří úroveň psychomotorického tempa (Svoboda, 2010).

Na druhou stranu například Amini, Alizade a Rezaee (2012) zkoumali pacienty se závislostí na opiátech, kteří se léčili na teheránské klinice pro léčbu závislosti. Šlo celkem o 74 probandů ve věku 20-50 let, z toho 38 probandů s diagnózou závislosti (průměrný věk 31,29 let, SD=5,3) a 38 probandů v kontrolní skupině (průměrný věk 29,32 let, SD=5,56). Výzkumnou metodou byl Wisconsiný test třídění karet (WCST). Ukázalo se, že probandi měli signifikantně slabší výkon v tomto testu, než probandi v kontrolní skupině. Studie bohužel neuvádí informace o délce abstinence a chybí porovnání a posouzení dalších kognitivních funkcí, nicméně podobné zjištění uvádí i výzkum Verdejo-Garcii (et al., 2007). Tyto výzkumy tedy podporují hypotézu, že syndrom závislosti ovlivňuje exekutivní funkce. Uvedené zjištění ve své práci popsal i Martins (2004).

Pau (et al., 2002) podrobil 30 probandů se závislostí na heroínu (průměrného věku 24,47; SD=4,67; průměrná doba užívání heroínu 4,68 let; průměrná doba abstinence 13,7 měsíců) a 25 probandů v kontrolní skupině (průměrný věk 20,48; SD=5,01) testové baterii obsahující test Porteusovy labyrinty (PMQS), Wisconsiný test třídění karet (WCST) a testy pozornosti. Z výsledků vyplývá, že závislí na heroínu mají mírné problémy s ovládním impulzivity. Během vyšetření měli tendenci být lehkomyšní, postrádali celkový plán pro řešení úlohy a nerespektovali (nebo přímo ignorovali) pravidla. Na druhou stranu se ostatní kognitivní schopnosti (pozornost, mentální flexibilita, abstraktní

uvažování) jevíly nepoznamenané. Dokonce se ukázalo, že neexistuje signifikantní důkaz škodlivosti užívání heroínu na měřené exekutivní funkce, mimo impulzivitu.

Problém mnoha výzkumů (Grant et al., 2000; Pope et al., 2001; Bolla et al., 2002) negativně ovlivňuje fakt, že vliv drogy negativně ovlivňuje mozek ještě 28 dní od posledního užití, také jinak po 28 dnech abstinence. Navíc je výsledek testů často negativně zkresluje samotným abstinenčním syndromem.

Bechara a Damasiová (2002) ve svém výzkumu procesu rozhodování u pacientů se závislostí podrobili 105 dospělých (>18 let) pacientů testové baterii obsahující test Hanojské věže. Vzorek tvořili pacienti s diagnózou závislosti (n=46; průměrný věk 33,5 let, SD=10,6, 17 probandů mělo závislost na alkoholu, 14 na kokainu a 8 na metamfetaminu), kontrolní skupina (n=49; průměrný věk 38,6 let, SD=10,1) a pacienti s ventromediálním poškozením (n=10; průměrný věk 44,9 let, SD=14,9). Ukázalo se, že mezi probandy s diagnózou závislosti neexistovaly žádné signifikantní rozdíly ve výkonu v testech exekutivních a frontálních funkcí, testu inteligence nebo paměti v závislosti na takových demografických ukazatelích, jako jsou druh užívané drogy, délka abúzu, délka abstinence a počet relapsů. Všichni probandi byli podrobeni testu kožně galvanické odpovědi (SCR) z důvodu zjištění somatické aktivity a testu gamblingu (Iowa gambling task, GT). Výsledky ukázaly dvě podskupiny respondentů se závislostí. První podskupina byla nerozeznatelná od kontrolní skupiny ve výsledcích použitých psychologických metod zkoumajících rozhodování. Druhá skupina probandů se závislostí vykazovala narušení v testu gamblingu a dále narušení v testu kožně galvanické reakce, přesněji v části očekávání, což se podobalo výsledku pacientů s ventromediálním poškozením.

Výzkumem deficitů exekutivních funkcí se zabývala i van der Plasová (et al., 2009). V její studii podrobila probandy závislé na alkoholu (n= 33 mužů; 18 žen), kokainu (n=27 mužů; 14 žen), metamfetaminu (n=38 mužů; 17 žen) a zdravou kontrolní skupinu (n=36 mužů; 17 žen), testové baterii zkoumající rozhodování, pracovní paměť, kognitivní flexibilitu a inhibici dominantních odpovědí. Ukázalo se, že probandi se závislostí na kokainu a metamfetaminu vykazovali signifikantně nižší výsledky v testech měřících plánování, pracovní paměť a kognitivní flexibilitu, než tomu bylo u kontrolní skupiny. Nicméně deficity v oblasti pracovní paměti a kognitivní flexibility byly relativně mírné. Zajímavé však je, že nebyl nalezen žádný signifikantní rozdíl ve funkci inhibice u všech skupin respondentů (včetně kontrolní skupiny). Nenašel se ani rozdíl na základě věku, pohlaví nebo vzdělání.

Obecně je zneužívání alkoholických i nealkoholických drog doprovázeno četnými dysfunkcemi centrální i periferní nervové soustavy. Změny normálních neurologických funkcí mohou reflektovat strukturální poškození způsobené zneužíváním drog (Levitan, 1992). Například Sullivan (et al., 2002; in Grant, Adams, 2009) informoval o deficitech v oblasti vizuospeciálních funkcí a pracovní paměti u alkoholiků. Deficity však lze najít vesměs u všech exekutivních funkcí (Grant, Adams, 2009). Verdejo-García (et al., 2004; in Verdejo-García et al., 2006) uvádí, že tyto dysfunkce jsou vázány na ty neurální obvody, kde hraje klíčovou roli prefrontální kortex. Přičemž prefrontální kortex zodpovídá za velmi širokou škálu funkcí, zahrnující exekutivní kontrolu, emocionální regulaci, formulaci a monitorování na cíl orientovaného chování a dalších. Blíže viz kapitola 2.5.

## 2. Frontální laloky

Zájem vědců o oblast frontálních laloků můžeme datovat zhruba do doby dvou posledních století. Jakýsi historický významný mezník spatřujeme v polovině 19. století, kdy byla publikována dnes již proslulá Harlowova studie (Macmillan, 2001; in Miller, Cummings, 2007) o změnách chování v případě pacienta Phinease Cage po úrazu mozku v oblasti orbitofrontálního a frontálního kortexu. S rozvojem histologických a anatomických technik byl zaznamenán nárůst výzkumu na poli experimentální psychologie. V roce 1928 se americký neurolog Frederick Tilney nechal dokonce slyšet, že se dvacáté století stane stoletím frontálních laloků. Nicméně první polovina dvacátého století byla na výzkum v této oblasti mimořádně chudá. Šedesátá léta pak přinesla několik seriózních studií (Penfield, 1954; in Miller, Cummings, 2007; Yakolev, 1968; in Miller, Cummings, 2007). V následující dekádě se objevila pozoruhodná studie Luriji (1970), jež obsahovala inovativní pohled na funkci frontálních laloků. Podhoubím pro růst tvůrčích myšlenek byla dlouholetá klinická praxe s neurologickými pacienty. Výzkumem funkcí frontálních laloků a dalším prohlubováním poznatků ruského neurologa Lurii se stal známým Frank Benson (1996; in Miller, Cummings, 2007). Benson se jako první věnoval výzkumu spojení mezi frontálním lalokem a sociální kognicí. Jeho výzkum založený na pečlivém klinickém pozorování stál v té době poměrně neobvykle na rozhraní neurologického a psychiatrického přístupu (Miller, Cummings, 2007).

V následujících podkapitolách se budeme zabírat poznatky vědců, a to zejména z posledních desetiletí a vůbec moderním pohledem na neuroanatomickou (funkční) organizaci frontálního laloku, jeho ontogenezi, fylogenezi a dále pak poškozením a poruchami této oblasti.

### 2.1 Neuroanatomická (funkční) organizace

Tradičně jsou mezi vědci frontální laloky při pohledu z vnějšku členěny na oblast *motorickou*, *premotorickou* a *prefrontální* (Miller, Cummings, 2007). Kulišťák (2003) při pohledu z vnitřní a střední části udává ještě oblast *limbickou* a *paralimbickou*. Cummings (1993) kromě toho zmiňuje diferencovanost pravého a levého laloku, kdy je levý lalok více specializován pro jazykové funkce a pravý pro sociální kognici a emoce.

Frontální laloky jsou recipročně spojeny s temporální, parietální a okcipitální kůrou. Díky tomuto propojení jsou schopny přijímat sluchové, somatosenzorické a zrakové informace. Rozsáhlé spoje mají frontální laloky s limbickými strukturami, přesněji s jádry amygdaly a hipokampem, které umožňují emoční a afektivní ladění, autonomní regulaci, motivaci, učení a zapamatování, čímž dochází k integraci informací z vnějšího i vnitřního prostředí (Cummings, 1993; Kulišťák, 2003). Benson a Stuss (1986) navrhli funkční přístup dělicí prefrontální kortex na orbitální, dorzolaterální a oblasti cingularis, ty následně dále dělí na menší funkční celky.

V literatuře (např. Tekin, Cummings, 2002; in Miller, Cummings, 2007) pak můžeme nalézt dělení frontálních laloků, které zdůrazňuje jejich úzké spojení se subkortikálními oblastmi. Tekin a Cummings (2002; in Miller, Cummings, 2007) popsali pět rozdílných frontálních subkortikálních systémů: (1) suplementární motorická korová oblast, (2) oblast frontálního zrakového pole, (3) dorzolaterální prefrontální oblast, (4) orbitofrontální oblast a (5) anteriorní cingularis kortex. A také uvedli, že funkční aktivitu každé z těchto oblastí zajišťuje specifický neurochemický systém. Případná poranění či leze jednotlivé oblasti se pak projevují rozdílnými symptomy. Neurologickými poruchami frontálních oblastí se budeme zabývat v kapitole 2.4. Nyní se blíže podíváme na evoluci frontálních laloků.

## **2.2 Fylogeneze a ontogeneze frontálních laloků**

Nahlédnutí do evoluce lidského frontálního neokortexu nám umožňují fosilní pozůstatky, lépe řečeno endokraniální odlitky, tj. odlitky vnitřní dutiny lebky. Ačkoli neexistuje dostatek důkazů pro kvantitativní analýzu vlastní evoluce frontálních laloků na základě těchto fosilních nálezů, lze rozhodně tvrdit, že tyto struktury byly v lidském mozku přítomny už od nejraněji datovaných nálezů. Stopy definitivně dokazující přítomnost neokortexu se podařilo nalézt v endokraniálních odlitcích savců, kteří žili před 70 miliony lety v pozdní době křídové, přičemž je důležité zdůraznit, že se neokortex jako mozková struktura nevyskytoval u jiných obratlovců, a tudíž se usuzuje, že se u savců mohl objevit už v triasu, tj. před 200 miliony lety (Jerison, 1990; in Miller, Cummings, 2007). Koukolík (2002) uvádí důkazy, které přinesl soudobý srovnávací postup používaný na savcích a dalších suchozemských obratlovcích. Tento postup podtrhuje důkazy, že se



mozková kůra začala vyvíjet ve dvou oddělených formacích, a to ve formaci **laterální (olfaktorické) a mediální (hipokampální)**. V průběhu vývoje placentárních savců došlo k velkému nárůstu izokortexu a přibyla další korová funkční pole (Northcutt, Kaas, 1995; in Koukolík, 2002). Primární korové sensorické oblasti, například oblast zraková, sluchová nebo také senzomotorická, byly prokázány u vzájemně velmi vzdálených druhů savců. Základní organizace mozkové kůry savců si je tak i přes rozdíly podobná (Koukolík, 2002). Goldberg (2004) pak označuje frontální laloky za specificky lidské mozkové oblasti. Existují spekulace o výskytu frontálních laloků hominidů, tj. u člověka a jeho nejbližších příbuzných čeledi Hominidae (Hartl, Hartlová, 2004; Miller, Cummings, 2007). Mozek neandrtálce měl objem 1600 ml a vážil 1,5 kg a zdá se jako nepravděpodobné, že by takto velký mozek neměl frontální laloky jako nynější člověk. Tento fakt přináší několik důležitých poznatků, tj. že velikost mozku je velmi důležitá pro odhad kapacity zpracování informace, dále pak, že fylogeneze frontálních oblastí proběhla relativně nedávno (Miller, Cummings, 2007).

Lidský mozek dosahuje „dospělé“ velikosti již kolem šestého roku života dítěte. Motoricky a sensoricky mozek dospívá v prvních dvou letech života člověka, nicméně jiné oblasti dozrávají později. Dorzální prefrontální kortex kupříkladu dozrává až kolem 25 roku života (Giedd, 2004; in Miller, Cummings, 2007). Koukolík (1995) se domnívá, že je dozrávání temenních oblastí spojeno s růstem životních zkušeností. Fuster (2000; in Koukolík) vidí odraz zrání prefrontálního kortexu v období dospívání právě ve vývoji emocí, poznávacích funkcí a morálního vývoje.

### **2.3 Funkce frontálního laloku**

Funkce frontálního laloku byla po dlouhou dobu značně nejasná a mylná. Určité světlo do této problematiky přinesl již zmíněný Harlow (1868), který mapoval změny v chování u pacienta s rozsáhlým poraněním frontálních laloků. Oním známým pacientem byl mladý předák skupiny železničních dělníků Phineas Cage. Jednoho dne utěšňoval kovovou tyčí nálož, přičemž následný výbuch vymrštil 3 cm silnou a 109 cm dlouhou tyč tak, že prošla mladíkovou horní čelistí, očníci a lebeční klenbou z levé strany. Do úrazu byl Cage popsán jako člověk milující svou rodinu, pobožný, čestný muž a „pracant“. Následné změny jeho osobnosti však lze označit za dramatické. Fyzicky a po stránce intelektu si stál Cage dobře, nicméně chování bylo negativně narušeno. Harlowova zpráva ho popisuje

jako neuctivého, vulgárního, neklidného, nerozhodného. Často se nadchl pro jistý plán, který však brzy opustil kvůli plánu jinému. Byl netrpělivý nebo přímo nedůtklivý, pokud byla požadována zdrženlivost, rady přijímal velmi negativně.

Po zjištění takových informací není překvapením, že gyrektomie (odstranění frontálních gyrů) a frontální lobotomie nepřináší nějak významné snížení „psychometrické inteligence“ (Malmo, 1948; in Kulišťák, 2003). Spíše lze tyto informace brát jako další vodítko k přesvědčení, že frontální laloky hrají stěžejní roli v osobnosti a emocích jedince (Miller, Cummings, 2007).

Kůra frontálního laloku je v literatuře často označována za obraz nejvyššího vývoje lidského mozku (Fuster 1999; in Kulišťák, 2003). Tuto kůru lze dále dělit na neuroanatomicky menší oblasti. Názory na funkce těchto celků jsou různé.

Nejzákladnější neurologické funkce, které frontální lalok zajišťuje, jsou pyramidové motorické funkce, kontrola vědomí a čichu (Miller, Cummings, 2007). Kulišťák (2003) se domnívá, že frontální laloky mají funkci jakési exekutivy, řídící všechny systémy mozku. Nyní se podíváme na jednotlivé části frontálních laloků, tj. motorické, premotorické kůry, prefrontální kůry a jejich funkčních systémů, podrobněji.

## **2.4 Motorická a premotorická kůra**

Uběhlo již téměř šedesát let od publikace Woolseyho (Woolsey et al., 1952; in He, Dum, Strick, 1993) klasické studie motorické mapy na makacích. Woolsey věřil, že neexistuje rozdíl mezi motorickou a premotorickou kůrou. Hlavní poznatkem jeho studie pak bylo zjištění, že precentrální motorické pole obsahuje kompletní mapu těla (tamtéž).

Kulišťák (2003) uvádí, že funkcí kůry umístěné v blízkosti precentrálního závitů čelního laloku jsou volní pohyby kosterního svalstva, nicméně rozlišuje funkci motorické kůry jakožto ovládajícího mechanismu provedení jednotlivých pohybů a kůry premotorické, která vybírá jednotlivé pohyby k realizaci. Vztah mezi motorickou a premotorickou kůrou pomohl ujasnit Fulton (1935), když stejně jako Koukolík (2003) považoval každou z oblastí obdařenou jinou formou kontroly nad pohybem. Koordinací svalů při pohybu, kterou zajišťuje motorická kůra, se zabýval Graziano (2008). Pomocí elektrostimulace dráždili mozek opic a podařilo se zjistit, že dráždění motorické kůry u opic vyvolalo komplexní úkon, jako například zavření či otevření dlaně, různé pohyby ústy

a podobně. Navíc dráždění určitých částí motorické kůry vyvolávalo u zvířat specifickou škálu pohybů.

Existuje značné množství důkazů, které zachycují existenci rozličných premotorických oblastí ve frontálním laloku (Muakkase, Strick, 1979; Strick, 1991; in He, Dum, Strick, 1993). He, Dum a Strick (1993), kteří se zabývali organizací premotorických oblastí a primární motorickou kůrou, se domnívají, že premotorické oblasti obsahují reprezentace distálních i proximálních částí těla.

Další známou funkcí, kterou premotorická kůra disponuje je spolupůsobení při přípravě motorických pohybů. Při poruše nebo chybění této oblasti vzniká eferentní motorická afázie (Kulišťák, 2003). Lurija (1982; in Kulišťák, 2003) spatřuje příznak poruchy této části kůry v narušení pohybových návyků, například ve změně pravopisu.

## 2.5 Prefrontální kůra

Kulišťák (2003, s. 118) popisuje vzájemný vztah mezi motorickou, premotorickou a prefrontální kůrou následovně: *„Motorická kůra je odpovědná za provádění pohybů, premotorická kůra za jejich výběr a frontální kůra řídí kognitivní procesy tak, aby byly odpovídající pohyby učiněny v pravý čas a na správném místě. Je to prováděno s pomocí zvnitřněné informace, nebo jako reakce na kontextové podněty.“*

Vlastní název *prefrontální kůra* patrně představil již v roce 1868 Richard Owen (Finger, 1994). Existují hypotézy, že je název odvozen od *prefrontální kosti*, která se vyskytuje u většiny plazů a obojživelníků (tamtéž). Fuster (1999; in Kulišťák, 2003) prefrontální kůru považuje za asociační kůru frontálního laloku, jež má za úkol koordinaci nejpropracovanějších a nových činností organismu. Vzhledem k těmto úkolům bývá nazývána „exekutivou mozku“ či „orgánem kreativity“. Stuss a Knight (2002) připisují prefrontální kůře kognitivní funkce, jako např. používání pracovní paměti tak, aby usměrňovala behaviorální odpovědi a obsahy zaměření pozornosti, dále má za úkol inhibovat nevhodné odpovědi a plánování budoucnosti.

Lurija (1982, s. 216; in Kulišťák, 2003) řadí prefrontální kůru ve svém modelu činností do třetího bloku a vyjadřuje se o ní následovně: *„...je nadřazená nejen sekundárním částem motorické oblasti, ale ve skutečnosti všem ostatním mozkovým strukturám. Její reciproční napojení na níže uložené struktury retikulární formace, které moduluji tonus kůry a také na struktury druhého mozkového bloku, které zajišťují příjem,*

*zpracování a uchování exteroceptivní informace, jí umožňuje řídit celkový stav mozkové kůry a průběh základních forem psychické činnosti.“*

Z hlediska neuroanatomie se prefrontální kůra nachází v přední části frontálního laloku, přesněji před motorickou a premotorickou oblastí. U dospělého člověka zabírá téměř 30% celé mozkové kůry (Fuster, 2000; in Koukolík, 2002).

Cummings (1993) ve svém článku *Frontální-subkortikální obvody a lidské chování* popsal celkem pět obvodů: **motorický obvod** pocházející ze suplementární motorické oblasti, **okulomotorický obvod** z oblasti frontálního zrakového pole a následně pak další tři obvody, které pocházejí z prefrontální kůry, **dorzolaterální prefrontální-subkortikální obvod**, **orbitofrontální-subkortikální obvod** a konečně **mediální prefrontální-subkortikální obvod**. Nyní se na funkční obvody prefrontální kůry blíže zaměříme.

### 2.5.1 Dorzolaterální prefrontální-subkortikální obvod

Cummings (1995; in Koukolík, 2002) uvádí, že obvod začíná na konvexitě (tj. vydutosti) čelních laloků v Brodmanových oblastech 9. a 10. vlákna, odtud poté směřují do dorzolaterální části caput nc. caudati. Následně oblast nc. caudati vysílá vlákna dále k dorzomediální části pars interna globus pallidus a rostrální části s. negra. Cesta, kterou vlákna prochází, se označuje jako **přímá**. Naproti tomu cestou **nepřímou** směřují vlákna přes pars externa globus pallidus k nucleus subthalamicus, posléze do pars interna globus pallidus a do substantia nigra. Palidární a nigrální neurony zmíněného obvodu projikují do nc. ventralis anterior a nc. dorsalis medialis thalami, která následně vysílají vlákna zpětně do prefrontální dorzolaterální kůry. Cummings (1995; in Koukolík, 2003) dodává, že je obvod otevřený. Dorzolaterální prefrontální kůra je zpětnovazebně propojena s kůrou orbitofrontální, dále pak s asociačními částmi kůry parientální, sluchové a zrakové, s. g. cinguli, retrosplenickým kortexem, g. parahippocampalis a presubiculem.

Úkolem obvodu je zprostředkovat exekutivní funkce, zejména pak řešení problémů, zajištění strategického, flexibilního a konceptuálního myšlení, ale také přesouvání pozornosti mezi různými podněty (Koukolík, 2003). Monsell (1996; in Miyake et al., 2000) uvádí, že schopnost přesouvat pozornost mezi jednotlivými úkoly, je velice důležitá pro porozumění selhání kognitivní kontroly u pacientů s poraněním mozku a zároveň autoři modelu kontroly pozornosti SAS (viz. kapitola 3.1) Norman a Shallice (1986; in Miyake et al., 2000) považují tuto schopnost za důležitý aspekt exekutivní kontroly.

Vedle těchto výkonnostních funkcí je úkolem obvodu také motorické programování. Poškozením obvodu dochází k poruše znovuvybavení, což se projevuje v narušení plynulosti řeči i neřečových činností. Tyto poruchy lze blíže diagnostikovat pomocí Wisconsinského testu, kdy jsou nemocní neschopni tvořit domněnky nebo zachovávat nebo přesouvat uspořádané myšlenkové sestavy (Fandrllová, 2007; Koukolík, 2000).

### **2.5.2 Orbitofrontální-subkortikální obvod**

Začátek tohoto obvodu nalezneme v inferolaterální prefrontální kůře (Brodmanova oblast 10), odkud vysílá vlákna do ventromediální části nc. caudatus, která následně vysílá vlákna přímou cestou do dorzomediální oblasti g. pallidus a rostromediální části s. nigra. Nepřímá cesta obsahuje vlákna směřující do pars externa g. pallidus a nc. subthalamicus, jejich projekci do pars interna g. pallidus a do s. nigra. G. pallidus a s. nigra poté vysílají vlákna dále do nc. ventralis ant. a nc. dorsalis medialis talamu, načež je zpětně promítají do orbitofrontální kůry (Cummings, 1995; in Koukolík, 2002).

Diamant a Vašina (1998) připisují této oblasti úlohu při regulaci biologických pudů a vzruchů. Podobné zjištění uvádějí Bogousslavsky a Regli (1990; in Koukolík, 2000), když se podle nich poškození obvodu prokazuje výraznými změnami osobnosti, projevující se poklesem svědomitosti, iniciativy, zájmu, podrážděností, hypomanickými příznaky nebo také beztaktností.

Známý případ pacienta s poškozením orbitofrontálního-subkortikálního obvodu uvádí Cohen (Cohen a kol., 1999; in Koukolík, 2002). Jde o popis muže, jenž prodělal rupturu aneurysmatu, po které nebyl schopen tlumit svou nutkavou potřebu odcizovat auta, přičemž u něj neměla medikace ani terapie žádný efekt. Damasio (2000) označil podobné chování pacienta E. V. R., kterému byl odstraněn menington orbitofrontální oblasti, za **sekundární psychopatii**.

### **2.5.3 Mediální prefrontální-subkortikální obvod**

Obvod začíná v area 24, odkud projikuje k ventrálnímu (limbickému) striatu počítaje nc. accumbens, tuberculum olfactorium a ventromediální části nc. caudatus a

putamen. Do ventrálního striatu vcházejí též vlákna z přilehlých částí limbického systému – amygdaly, hippocampu, entorhinální a perirhinální kůry. Ventrální striatum vysílá vlákna dále do ventrálních a rostralaterálních částí g. pallidus a rostrodorzální části s. nigra a je vzájemně oboustranně propojeno s nc. subthalamicus. Palidární a též nigrální části obvodu vysílají vlákna do paramediálních částí nc. dorsalis medialis thalami, ventrální tegmentální oblasti, nc. habenulae, hypotalamu a konečně amygdaly. Nc. dorsalis medialis thalami uzavírá obvod vláknů, jež vysílá zpětně do přední cingulární kůry.

Detvinsky (1995; in Koukolík, 2002) uvádí, že přední části g. cinguli v blízkosti corpus callosi jsou známy pod názvem **přední exekutivní oblast**, přičemž je lze dále dělit na oblast „afektivní“ (BA 25, rostrální část BA 24 a BA 33) a „kognitivní“ (kaudální oblasti BA 24 a BA 32, motorické úseky g. cinguli v sulcus cinguli).

Poškození v tomto obvodu se projevuje poruchou exekutivních funkcí (Dum, Strick, 1993; in Koukolík, 2002), dopady lze spatřit i v narušení visceromotorické kontroly a vokalizace (Pool a kol., 1991; in Koukolík, 2002). Roli tohoto obvodu v motorice uvádějí i Diamant a Vašina (1998), kteří ji označují za doplňkovou motorickou oblast.

Miller a Cummings (2007) sdružují symptomy, jako potíže udržet informace v mysli, otupení emocí a labilitu, roztěkanost, chabou schopnost organizace a plánování, potíže v sociální oblasti (zejména nevhodné chování) a další do tzv. **syndromu frontálního laloku**. Nejde však o jednu entitu, ale konstelaci nejrůznějších změn chování, které lze pozorovat u pacientů s lézí prefrontálního kortexu.

Damasio a Cummings (1995; in Koukolík, 2002) zjistili, že poškození všech tří subkortikálních obvodů se projevuje tzv. závislostí na prostředí. Projevy pak mohou souviset s poruchami pracovní paměti. Kupříkladu u nemocného s poškozením dorzolaterálního systému se závislost na prostředí projevuje neschopností reprodukce kresby po daném časovém úseku. Nemocní jsou schopni nakreslit kopii, jestliže je přítomný model, nicméně v případě absence modelu perseverují.

## 2.6 Poruchy frontálních laloků

V předchozím textu jsme již nastínili poruchy vázané na specifické oblasti frontálních laloků. Goldberg (2004) uvádí, že jsou frontální laloky díky svým četným spojmům s dalšími částmi mozku velice zranitelné, zejména pak prefrontální oblasti.

Rozmanitost následků souvisejících s poruchou prefrontální kůry je podle Millera a Cummingse (2007) podmíněna souhrou tří faktorů:

1. *Onemocněním, které je příčinou dysfunkce prefrontální kůry – cévní mozková příhoda, frontotemporální demence, nádor, aneurysma, poranění mozku a další.*
2. *Anatomická lokalizace oblasti, kde došlo k poruše, neurochemické změny a rychlost progresu potíží.*
3. *Širokou škálou kontrolních procesů, jež jsou zprostředkovány prefrontálním kortexem.*

Jako příklad pak autoři uvádějí, že neurodegenerace orbitofrontální prefrontální kůry doprovázená frontotemporální demencí se nejprve projevuje potížemi v oblasti emoční regulace a výskytem sociálně nevhodného chování, kdežto například leze v oblasti dorzolaterální prefrontální kůry způsobené cévní mozkovou příhodou střední cerebrální tepny vedou k akutním deficitům exekutivních funkcí.

Mezi další proměnnou hrající svou roli v závažnosti důsledků poranění čelních laloků je věk, ve kterém k poškození došlo. Koukolík (2002) se domnívá, že úrazy frontálních laloků v dětském věku mohou mít mnohem závažnější důsledky než jejich poškození v dospělosti a zároveň podle něj existuje významná korelace mezi rezulátem testů měřících pružnost poznávacích funkcí a úrovní empatie (Thacher, 1991; in Koukolík, 2000; Grattan, Eslinger, 1989, 1990; in Koukolík, 2002).

Provázanost nejrozličnějších problémů ilustrují Knight a Grabowecy (1995; in Kulišťák, 2003) pomocí tzv. „kaskády prefrontálních deficitů“, kterou můžeme vidět v následující tabulce:

**Tab. 1:** Kaskáda prefrontálních deficitů (Knight, Grabowecy, 1995, s. 1368; in Kulišťák, 2003, s. 121-122)

<b>Primární</b>	<b>Sekundární</b>	<b>Terciální</b>
deficity kontroly inhibice	distraktibilita	chování vázané na podnět
deficity detekce nového	narušení vnitřního prostředí	omezená sebejistota rozhodování
	narušená soustředěná a dílčí	perseverace

pozornost	
oslabené aktuální zapamatování událostí	oslabené plánování a uspořádání paměti
	narušená kontrola reality obtížné vytváření nových nápadů
	deficity při tvorbě a hodnocení nekonkrétních scénářů

## 2.7 Plasticita mozku

V předchozí kapitole jsme se seznámili se specifickými poruchami frontálních laloků. Při poškození mozkové tkáně odpovídá mozek mechanismem plasticity (Lebber, 1998; in Kulišťák, 2003).

Již v roce 1947 přišel Hebb (in Johansson, 2000) s domněnkou, že mohou být neuronální kortikální spoje přetvořeny naší zkušeností. Od té doby lze najít mnohé studie (např. Kobb, 1995; in Johansson, 2000), které dokazují chemickou a anatomicou plasticitu cerebrální kůry (Johansson, 2000). Marshall (1985; in Kulišťák, 2003) uvádí, že obsah termínu *plasticita* je značně relativní, jelikož jsou za neuroplasticitu někdy považovány pouze mikroanatomické změny. Jde o změny na úrovni nervové buňky a jejích částí, kdežto jindy se setkáváme s použitím výrazu i v širším slova smyslu, jakožto adaptační kapacity organismu (Lerner, 1984; in Kulišťák, 2003). Goldberg (2004) uvádí, že schopnost plasticity si mozek zřejmě udržuje po celý život, ačkoli se ještě v nedávné minulosti uvažovalo o plasticitě jako o schopnosti charakteristické pouze pro období dětství a dospívání.

Trojan (1997; in Kulišťák, 2003) rozlišuje následující typy plasticity:

1. *Evoluční* – jde o změny nervové tkáně během ontogenetického vývoje.
2. *Reaktivní* – změny zapříčiněné krátkodobou stimulací.
3. *Adaptační* – vznikající při dlouhodobé nebo stálé stimulaci.



4. *Reparační* – probíhají v průběhu strukturální a funkční obnovy poškozené nervové tkáně.

K výše zmíněným typům Walsh (1981; in Kulišťák, 2003) zahrnuje ještě tzv. ekologickou plasticitu, na které lze nalézt výpověď o vlivu prostředí na mozkovou plasticitu u savců. Navíc se vztahuje i k faktu, že je možné ovlivnit stavbu mozku kladným emočním prostředím dříve než učením (Trevarthen, 1990; in Kulišťák, 2003).

Zajímavý výzkum vlivu prostředí na plasticitu mozku uvedli Will a Kelche (1991; in Johansson, 2000) a Johansson, (1996; in Johansson, 2000), kteří dokázali, že krysy, které byly po experimentálním zranění mozku umístěny v obohaceném prostředí, si počínaly lépe, než krysy umístěné ve standardním laboratorním prostředí. Obohacené prostředí představovalo kupříkladu kolečko pro hlodavce, ve kterém mohly krysy běhat a dále pak umožnění sociální interakce. Dokonce i krysy umístěné do obohaceného prostředí až po 15 dnech vykazovaly lepší výsledky než krysy v standardních podmínkách.

### 3. Modely exekutivních funkcí

V současné době existuje několik teoretických modelů, které se pokoušejí objasnit fungování exekutivních funkcí v jejich celistvosti. Následující text se blíže věnuje těm modelům exekutivních funkcí, které v literatuře patří mezi nejčastěji zmiňované. Podrobněji se seznámíme se systémem SAS, hypotézou somatických markerů, teorií pracovní paměti, Grafmanovou teorií a Duncanovým modelem.

#### 3.1 Model kontroly mechanismu pozornosti

Ačkoli teorie Normana a Shallice (1996, in Baddeley, 1997) není empiricky příliš testovaná jako u jiných modelů pozornosti - například automatický model Schneidera a Shiffrina (1977; in Baddeley, 1997), poskytla velmi užitečný podklad pro koncept centrální exekutivní složky pracovní paměti.

Koukolík (2002) mluví o dvou mechanismech monitorujících chování. První z mechanismů (*contention scheduler*) odpovídá za automatické vytvoření správného pořadí akcí, u kterých by simultánní průběh způsobil konflikt. Činnost systému umožňuje automatická a přímá aktivace (*priming*) informací uložených v paměti na základě podnětu z prostředí nebo úvahy. Příkladem činnosti monitorované tímto mechanismem je pak řidič automobilu, který zastavuje na červenou a rozjíždí se na zelenou, aniž by o svém chování uvažoval. Princip uvedeného mechanismu je standardní součástí mnoha počítačových programů, které jsou navrhovány za účelem simulace kognitivní aktivity. Známými tvůrci takových programů jsou Newell a Simon (1972; in Baddeley, 1997).

Druhý mechanismus (*supervisory attention system*, SAS, systém dohledu), jenž umožňuje překročit automatismy mechanismu předchozího, a proto označovaný za mechanismus vyššího řádu, má za úkol provádět supervizi a být činný v mezích pracovní paměti. Zde může být příkladem společensky obvyklé chování při návštěvě cizí pracovny. Začne-li zvonit telefon, nezvedneme jej, ačkoli by předchozí mechanismus vedl k tomu, že bychom telefon zvedli. Původně byl podle Miyake at al. (2000) SAS navrhnuto jako model kontroly pozornosti chování u normálních, ale i neurologických pacientů, nicméně může být považován za model centrální exekutivy.

Norman a Shallice (1986) uvedli několik ukázkových typů situací, kdy rutinní reakce prvního systému nejsou dostačující nebo jsou v dané situaci přímo nevhodné a vyžadují tak svou novostí či nemožností řešit úkol rutinním vzorcem, regulací druhým mechanismem:

1. Situace vyžadující plánování a rozhodování.
2. Nutnost opravy chyb a odstraňování problémů.
3. Situace, kdy je v očekávání nebezpečí.
4. Situace, kdy dochází k překonávání silně navyklé reakce nebo odolání pokušení.

Stuss a kol. (1995; in Koukolík, 2002) teorii dále rozvinuli, přičemž vycházeli z představy, podle které mají kognitivní procesy čtyři složky: (1) kognitivní jednotky nebo také moduly, dále (2) schémata, (3) tvorba pořadí akcí (již zmíněný *contention scheduling*) a konečně (4) systém dohledu (SAS). První tři složky se týkají rutinních činností, systém SAS je odpovědný za úkoly nové a nerutinní a jde o exekutivní systém.

Základní kognitivní operace pak probíhají na modulech, kupříkladu sluchovém nebo zrakovém modulu. Činnost modulů je kontrolována schématy, které představuje síť propojených neuronů. Činnost této sítě je naučená a podobá se rutinnímu programu. Aktivována je vstupem smyslových informací nebo také činností jiných schémat či činností systému dohledu. Činnost schématu může ovlivňovat činnost jiných schémat, včetně těch efektorových. Účelem takové aktivity je dosažení adekvátní odpovědi na podnět. Správnou volbou pořadí jednotlivých akcí (*contention scheduling*) realizují jednotlivá schémata reciproční inhibici v situaci, kdy soutěží o kontrolu chování nebo myšlení (Koukolík, 2002).

## 3.2 Teorie somatických markerů

Hypotéza nebo také teorie somatických markerů vznikla podle Damasia (1979, 1994; in Damasio, 1996) jako jistá odpověď na četná pozorování neurologických pacientů s poškozením v oblasti frontálních laloků. Ve stručnosti šlo o fakt, že pacienti s poškozením v prefrontální kůry, přesněji pak v její ventrální a mediální oblasti, vykazovali závažné zhoršení v takových aspektech osobnosti, jako je kupříkladu nevhodné společenské chování nebo tvoření sociálních a osobnostních úsudků, nicméně za zachování intelektuálních schopností.

Samotná teorie pak vzešla z uvědomění si faktu, že pacienti s ventromediálním poškozením, kteří nevykazovali žádné narušení intelektových schopností, pozornosti, základní pracovní paměti, znalostí nebo řečových schopností, vykazovali problémy s narušením schopnosti vyjadřovat emoce a prožívat emoce v situacích, kdy jsou emocionální prožitky normálně očekávány (Damasio, 1996).

Damasio (2000) pak za somatický marker označil *nepříjemný pocit v útrobach*, který je vyvolán negativní emoční odpovědí na potencionální nepříznivý následek možné reakce na nějaký druh složité situace. Somatický marker pak funguje jako automatický poplašný signál, jehož smyslem je upozornit jedince na možné nebezpečí zvoleného postupu.

Somatický marker, který se projevuje proměnou tělesného stavu, například změnou elektrického kožního napětí nebo srdečního stavu (Koukolík, 2002), vzniká na základě sekundárních emocí, které jsou za pomoci učení propojeny s možnými následky jistého chování v budoucnosti. Rozlišujeme negativní a pozitivní markery. První se pojí s negativním následkem jednání a působí tedy jako výstražné znamení. Druhý působí jako stimul. Správná funkce somatických markerů je nezbytně nutná pro plnohodnotný život. Následkem defektu této oblasti bývá podle Damasia (2000) psychopatie nebo vývojová sociopatie. Obě označení mají dnes spíše historický význam a lze je v kontextu nahradit pojmy antisociální nebo asociální porucha osobnosti (MKN-10, 2006).

Samotný systém pro sekundární emoce se podle Damasia (2000) nachází v předních částech čelní kůry, kde dochází k příjmu somatických markerů. Autor považuje umístění za neuroanatomicky ideální z následujících důvodů:

1. Do prefrontální kůry směřují signály ze všech sensorických oblastí, kde jsou z obrazů tvořeny myšlenky.
2. Prefrontální kůry přijímá signály z bioregulačních center mozku, jmenovitě kupříkladu z amygdaly, jader mozkového kmene nebo přední cingulární kůry a hypotalamu.
3. Prefrontální kůra zabezpečuje kategorizaci individuálních a nahodilých zkušeností v závislosti osobního významu těchto zkušeností pro daného jedince.
4. Prefrontální kůra je, vzhledem ke svému přímému spojení se všemi motorickými třídami a chemickými reakcemi, přímo ideální centrum uvažování a rozhodování.

Bechara a kol. (1999; in Koukolík, 2002) zdůrazňuje funkci ventromediální kůry při spolupráci s amygdalou, přičemž právě poškození amygdal spojuje s poškozením rozhodováním. Pro ilustraci klinického obrazu projevů způsobených narušením funkce somatických markerů lze opět odkázat na již zmíněný případ Phinease Cage.

### 3.3 Grafmanova teorie

Obě výše uvedené teorie spojuje předpoklad vázanosti symbolických reprezentací na parietální, okcipitální a temporální laloky. Popis činnosti prefrontálního kortexu je pak možné přirovnat k operačnímu systému počítače (Koukolík, 2002).

Podle Grafmana (1995; in Koukolík, 2002) by tedy měly existovat základní neuroanatomické, genetické a molekulárněbiologické rozdíly, na jejichž základě by bylo možné objasnit tak zásadní funkční rozdíl těchto oblastí. Zároveň však autor považuje existenci těchto rozdílů za nepravděpodobnou.

Grafman (1995; in Koukolík, 2002) staví svou teorii na předpokladu existence tzv. jednoduchých *jednotek poznání* (*units of knowledge*), které reprezentují jediný informační soubor, jako je například tvar umístěný v prostoru nebo třeba slovo. Podle autora tyto jednotky v průběhu evoluce nejprve reprezentovaly jediný znak podnětu. Prezentaci bylo navíc možné aktivovat pouze na velmi krátký časový úsek. Složitější mozky však zvládly reprezentace série událostí, které bylo možné aktivovat na dobu delší. Jednotky poznání v této složené podobě poté nesou název *komplex uspořádané události* (Structured Event Complex, SEC).

Nejvyšším typem SEC jsou poté manažerské jednotky (*Managerial Knowledge Unit*, MKU), které slouží plánování, sociálnímu chování a práci s poznáním. Grafman (1994; in Koukolík, 2002, s. 367) je definuje jako: „*strukturovanou množinu událostí uloženou v paměti jako jednotku v podobě propozičně/lingvistických výroků, scén v představách nebo reálném čase. Tato jednotka je podkladem reprezentací pro plány, mentální soubory, schémata a akce.*“ Autor dále dodává, že jsou manažerské jednotky poznání vázány na prefrontální kůru a navíc i mezi manažerskými jednotkami existuje hierarchie a specifická kategorizace, která umožňuje, aby tyto jednotky reprezentovaly určité druhy poznání, přičemž je možná i paralelní aktivace omezeného počtu manažerských jednotek.

### **3.4 Duncanův model**

Duncan a kol. (2000) se během svého výzkumu zaměřili na analýzu tzv. g-faktoru, známého ze Spearmanovy teorie obecné inteligence. Zpozorovali, že existuje pozitivní korelace ve výkonnosti v rozdílných kognitivních testech a obecnou inteligencí nebo g-faktorem.

Samotný g-faktor je podle Thurstona (1940; in Duncan a kol., 2000) interpretován jako obecná účinnost či výkonnost souboru všech kognitivních funkcí. Duncan (1990; in Duncan, 2000) se domnívá, že g-faktor odráží relativně omezený soubor neurálních funkcí. V posledních letech bylo zjištěno, že lidé s lézemi frontálních laloků v testech obecné inteligence vykazují nízký g-faktor, z čehož vychází i hypotéza, která spojuje g-faktor se specifickými obvody prefrontálního kortexu.

Vztahem g-faktoru a exekutivních funkcí se v poslední době zabýval Barbey a kol. (2012), který podrobil soubor 182 pacientů s poškozením mozku testovým metodám WAIS (Wechslerova inteligenční škála pro dospělé) a D-KEFS (Delis-Kaplanův systém exekutivních funkcí). Podařilo se prokázat, že g-faktor sdílel stejný neuroanatomický substrát jako verbální porozumění, percepční organizace, pracovní paměť a rychlost zpracování, což podle autorů naznačuje, že g-faktor odráží schopnost efektivní integrace verbální, prostorové, motorické a exekutivní procesy skrze tyto kortikální spoje. Dále se podařilo zjistit, že deficit v oblasti exekutivních funkcí byl u výzkumného souboru spojen s poškozením nalevo laterizovaných oblastí mozku, včetně oblastí, které jsou nezbytné pro proces exekutivní kontroly, tj. frontálními a parietálními laloky. Z toho vyplynulo, že g-faktor a exekutivní funkce sdílí stejnou síť nalevo laterizovaných oblastí mozku, včetně oblastí frontálního a parietálního kortexu a svazku bílých nervových vláken, které tyto oblasti vzájemně spojují do koordinovaného systému. Zdá se, že kognitivní procesy vyššího stupně zásadně závisí na komunikaci mezi frontálním a parietálním kortexem a že g-faktor a exekutivní funkce velmi závisí na sdíleném neurálním substrátu.

### **3.5 Teorie pracovní paměti**

Sternberg (2002) uvádí, že pracovní paměť uchovává tu část dlouhodobé paměti, která je čerstvě aktivovaná, přičemž přesunuje aktivované prvky do místa dočasného uložení, ale

také z něj. Preiss (1998) se domnívá, že krátkodobá paměť slouží jako registr psychické práce. Zde uložené informace následně slouží k řešení aktuálních úloh či situací.

Baddeley & Hitch (1974; in Baddeley, 2002) se zabývali výzkumem recentní a dlouhodobé paměti. Výsledky jejich výzkumu s opakováním číselné řady naznačovaly, že existuje interakce mezi dlouhodobou a recentní pamětí, pročež navrhli změnu jednoduchého a nečleněného konceptu recentní paměti za více komplexní systém paměti pracovní. Pracovní paměť je podle Baddeleye (2002; Sterberg, 2002) tvořena:

1. **Centrální exekutivní složkou**, jejíž činnost je z neuroanatomického hlediska vázána na přední a dorzolaterální části prefrontálního kortexu. Zajišťuje koordinaci mechanismů pozornosti a řízení odpovědí.
2. **Vizuospaciálním náčrtníkem** schopným poměrně krátké retence některých vizuálních a prostorových obrazů.
3. **Fonologickou (artikulární) smyčkou** schopnou podržet paměťové stopy (zvukové řečové i neřečové informace) po několik málo sekund. Patří sem již zmíněný proces subvokálního opakování.

Baddeley a Hitch (1974) hraje systém pracovní paměti hlavní úlohu v procesu zpracování informací s limity v počtu informací, které dokáže zpracovat nebo udržet.

## 4. Diagnostika exekutivních funkcí

Borkowski a Burke (1996; in Morgan, Lilienfeld, 2000) uvádějí, že je obtížné operacionalizovat exekutivní funkce, protože mohou být pozorovány pouze jako změny kognitivních funkcí nižšího stupně, což neumožňuje určit jednoznačného původce exekutivních dysfunkcí. Jak již vyšlo najevo z předchozího textu, exekutivní funkce jsou velmi rozmanité. Lezaková (2004) rozlišuje čtyři základní kognitivní oblasti: plánování, vůle, účelné chování a efektivní výkon. Morgan a Lilienfeld (2000) zdůrazňují, že validní test exekutivních funkcí musí zahrnovat některé nebo všechny z uvedených oblastí.

V této kapitole se budeme blíže zabývat možnými způsoby diagnostiky exekutivních funkcí, zejména pak neuropsychologickou diagnostikou a testovými metodami.

### 4.1 Neuropsychologická diagnostika

Kulišťák (2003) ilustruje možnosti diagnostiky mozku před objevem moderních zobrazovacích technik (viz. kapitola 4.1.1) na příkladu „černé skříňky“, kde není možné pozorovat procesy vnímání, pozornosti, řeči, paměti nebo myšlení. Tehdejší diagnostiku označuje za topickou. Dnes existují rozmanité možnosti v přístupu k diagnostice mozku, od již zmíněných zobrazovacích technik, které umožňují objevovat například poškozenou tkáň nebo rozličné testové metody a diagnostické nástroje, které umožňují určit přítomnost poruchy dané mozkové funkce.

Podle Diamanta a Vašiny (1998) je neuropsychologická diagnostika zaměřena na objektivní vyšetření aktuálního funkčního stavu mozku, jeho činnosti, ale také jeho poruch. Vyšetření směřuje ke komplexnímu vyšetření psychických funkcí v oblasti vnímání, zpracování informací, emocionality, sociálních vztahů jedince nebo také motoriky. K tomu využívá zvláštní neuropsychologické testy a další objektivní metody. Samotnou diagnostiku pak lze dělit na tzv. diagnostiku *transverzální* a *longitudinální*. První typ je vyšetření jednorázové a široce zaměřené, jeho úkolem je zjistit aktuální stav kognitivních funkcí. U druhého typu jde o vyšetření, které se skládá z řady opakovaných krátkých vyšetření sledujících specifickou poruchu a její průběh.

Kulišťák (2003) se domnívá, že hlavním cílem dnešní neuropsychologické diagnostiky je z celé řady postupů, technik a metod poskládat mozaiku, která umožní



vysvětlit, jak se specifická porucha mozkové tkáně projevuje v psychice jedince, či naopak, objasnit případy, kdy při nenarušené struktuře a nezměněných biochemických hodnotách dochází k úplné dezintegraci osobnosti.

Preiss (1998) zahrnuje do nepsychologické diagnostiky poměrně širokou škálu oblastí, přímo pak premorbidní schopnosti, pozornost, paměť, řeč, úroveň intelektu, vnímání, exekutivní funkce, motoriku, tvorbu pojmu, usuzování a konstrukci.

Riegrová (1980; in Kulišťák, 2003) popsala problémy, kterými se neuropsychologie zabývá následovně:

1. Vyšetření pacienta před a po operaci mozku.
2. Postižení paměťových funkcí a funkcí intelektových.
3. Zjištění výsledků působení medikace.
4. Vývoj léčby u záchvatových onemocnění, případně indikaci k operaci a hodnocení výsledků, které operace přinesla.
5. Problematika stavů po zraněních hlavy a po cévních mozkových příhodách.
6. Vývoj, který nastal po transplantaci buněk do mozku, například při Parkinsonově chorobě.
7. Zjištění podílu psychogenního faktoru na patogenezi dlouhodobých neurologických onemocnění.
8. Topická diagnostika poškození mozku pacienta.

V současnosti se v neuropsychologická praxe změnila především s ohledem na technologický rozvoj, což topickou diagnostiku odsouvá do pozadí. A také díky velmi pečlivým diagnostickým metodám umožňující podrobný rozbor stavu pacienta. K praxi dále přibyla rozsáhlá oblast rehabilitace a restituce vyšších psychických funkcí. Zlepšuje se primární lékařská péče pro pacienty, kteří přežívají s rozsáhlejším poškozením mozku (Kulišťák, 2003).

Neinvazivním strukturálním zobrazovacím metodám mozku, zejména pak magnetické rezonanci, počítačové tomografii a také základním diagnostickým metodám, se budeme věnovat v následujících podkapitolách.

## **4.2 Strukturální zobrazovací techniky frontálních laloků**

Objev neinvazivních technik zobrazování mozku představují v posledních 30 letech obrovský pokrok v možnosti diagnostiky neurologických onemocnění a také v porozumění mozku samému, zejména pak jeho funkcím (Miller, Cummings, 2007). Mezi nejběžnější moderní techniky zaměřené na strukturální zobrazení mozku řadí Miller a Cummings (2007) počítačovou tomografii (CT) a magnetickou rezonanci (MRI).

Počítačová tomografie je v podstatě vůbec první neinvazivní technikou zobrazující strukturu tkáně, která se v medicíně začala používat kolem roku 1970. Metoda je založena na průchodu rentgenového záření tkání a detekce patřičným detektorem, který ho převede na počítačem analyzovaný elektrický signál. Následně je utvořen obraz mozku, který je v porovnání s MRI nižšího rozlišení, méně citlivý na případné léze a také kontrast mezi šedou a bílou hmotou mozkovou není příliš dobrý. Nicméně na druhou stranu je vyšetření pomocí CT relativně finančně nenákladné a může být hotové v patnácti minutách. Navíc je citlivější na odhalení nedávného krvácení a na změny v prokrvení mozkové tkáně. Vyšetření dále dokáže odhalit přítomnost minerálů v tkáni (kalcium nebo železo), což MRI neumožňuje. S ohledem na fakt, že je vyšetření pro pacienty s kovovými implantáty nebo kardiostimulátory, pak lze bez pochyby tvrdit, že má tato metoda stále své opodstatnění (Kulišťák, 2003; Miller, Cummings, 2007).

Magnetická rezonance zobrazuje strukturu mozku za pomoci silného magnetického pole a radiových frekvencí. Principem jsou pak změny magnetických vlastností tkáně, které nastávají při jejím umístění do silného stálého magnetického pole. Za použití této metody lze získat obraz mozku s velmi vysokým rozlišením až 1 mm a také je schopna dobře diferencovat šedou a bílou hmotu mozkovou. Navíc je MRI citlivá k těm nejmenším mozkovým lézím, které jsou spojeny s edémem (nahromaděním vody). Nevýhodou metody představují vysoké provozní i pořizovací náklady, kontraindikace v případě těhotenství, ušních implantátů, kardiostimulátorů nebo třeba klaustrofobie (Kulišťák, 2003; Miller, Cummings, 2007).

## **4.3 Základní přístupy v neuropsychologické diagnostice**

Retzlaff a kol. (1992; in Kulišťák, 2003) učinili velmi zajímavý průzkum metod, se kterými neuropsychologové pracují. Požádali 500 členů Mezinárodní neuropsychologické

společnosti po celém světě, aby označili jimi upřednostňované metody v souboru 116 neuropsychologických testů, přičemž cíl vycházel z předpokladu, že se teoretická orientace neuropsychologa odráží v metodách, se kterými pracuje. Vyčleněny byly následující přístupy: eklektický, testování hypotéz, procesový přístup, Halstead-Reitan, Luria a Benson. Výsledky ukázaly, že 34% účastníků se označilo za „eklektiky“, 31% za „testovače hypotéz“, 25% praktikovalo procesní přístup, 20% se přiklánělo k práci Bentona a 3% k teorii Luriji.

Přístupy Halstead-Reitana, Luriji a Bontonským procesovým přístupem se budeme věnovat v následujících třech podkapitolách.

### 4.3.1 Halstead-Reitan baterie (HRNB)

Ward Halstead (1947; in Reitan, Wolfson, 2004) se proslavil především v souvislosti v té době nekonvenčními psychologickými metodami diagnostiky poranění mozku. Halstead po získání doktorátu ve srovnávací psychologii v 1935 založil laboratoř, kde pozoroval pacienty s mozkovou lézí při běžných každodenních situacích ve snaze rozeznat, které aspekty jejich chování se lišily od chování zdravých jedinců. Během svých pozorování zjistil, že lidé s poraněním mozku projevovali velmi pestrá škála různých deficitů a že není možné adekvátně rozeznat a posoudit závažnost těchto problémů.

Kulišťák (2003) tento přístup uvádí také pod pojmem *přístup klinicko-neuropsychologický* a dodává, že reprezentuje psychometrický a kvantitativní přístup. Svoboda (2010) dále popisuje, že existují tři známé formy, pro věk 5-8 let, dále pro starší děti ve věku 9-15 let a konečně pro dospělé.

Baterie obsahuje následující vyšetření: WAIS-R, Trail Making Test, Wepmanův screeningový test afázie, osobnostní dotazník MMPI, vyšetření laterální dominance, test taktilního rozpoznání tvarů, tapping, síla stisku (dynamometr), sensoricko-percepční test, test rytmu, test percepce zvuků řeči, test taktilního výkonu a test kategorií (Svoboda, 2010; Kulišťák, 2003).

Hodnocení baterie, které lze sejmout zhruba za 6-8 hodin, probíhá na několika úrovních, přesněji na úrovni výkonu, vztahů a vzorců mezi dílčími výsledky. Baterie se soustředí i na výskyt specifických patologických znaků či behaviorálních deficitů, dále na srovnávání dvou laterálních stran těla. Celkovou škálu pak tvoří 42 proměnných.

Reitan (Reitan, Wolfson, 2004) uvádí, že celá baterie nebyla ověřena pouze formálním výzkumem, ale byla posouzena na zhruba osmi tisících pacientech s mozkovou lézí a na kontrolních subjektech. Dean (1985; in Reitan, Wolfson, 2004) uvedl, že HRNB představuje vůbec nejprozkoumanější metodu neuropsychologického posouzení, která je rovněž nejvíce používanou metodou ve Spojených státech. Meier (1985; in Reitan, Wolfson, 2004) metodě připisuje celosvětově největší dopad v přístupu ke klinické neuropsychologii.

Připomínky k baterii pak vyjádřili Kolb a Whishaw (1996; in Kulišťák, 2003), když upozorňují, že uspořádání mozku se mění podle pohlaví, laterality, věku, vzdělání a praxe. Také zmiňují možnost řešit zkuškové situace různými strategiemi a tím možnost, že budou zahrnuty odlišné korové oblasti. Navíc lze podle autorů očekávat závislost výkonu na inteligenci. S další praktickou připomínkou přichází Levin (1994; in Kulišťák, 2003), který hovoří o zdlouhavosti zatěžujícího vyšetření, které někdy selhává při sledování klinického průběhu a pak také při plánování rehabilitačních postupů. Podobnou myšlenku vyjadřují i Straussová, Shermanová a Spreen (2006), kteří vyjadřují obavu, že fixní testové baterie mohou být obecně přespřiliš zdlouhavé a nechávající pouze málo místa pro hloubkové testování specifických deficitů.

#### **4.3.2 Luria-Nebraska Neuropsychological Battery (LNNB)**

Přístup označovaný jako *behaviorálně-neurologický* představuje integraci kvalitativně orientovaných technik získávání informací Alexandra Romanoviče Lurii s tradičně americkými psychometrickými procedurami. Test má silnou psychometrickou základnu a poskytuje cennou možnost kvalitativního pozorování vysoce specifických problémů klienta, což by bylo jen těžko možné postihnout za pomoci pouze tradičních psychometrických technik (Goldstein, Beersová, 2003).

Samotná baterie se skládá z 12-ti škál odvozených z práce Luriji (1980; in Goldstein, Beersová, 2003) a práce Christensena (1975; in Goldstein, Beersová, 2003). Svoboda (2010) uvádí, že autory k manuálu jsou Golden, Purish a Hammake a že baterie může být použita k následujícím vyšetřením:

1. Určení mozkového poškození s nejasnou etologií.

2. Zjištění rozsahu lézí a podstaty deficitů k soudně znaleckým cílům a plánování intervencí.
3. Zhodnocení vlivu specifických zásahů či rehabilitačních postupů na neuropsychologické funkce klienta.
4. Zjištění vlivů různých typů mozkového poškození u odlišných populací.
5. Zjišťování teoretických předpokladů ve vztahu mozku k chování, rozšíření nebo případné změně současných modelů mozkové funkce.

Baterie je určena pro osoby starší 15 let a existuje ve dvou formách. První z roku 1980 a druhá z roku 1984. Rozdíl mezi nimi je v počtu otázek (269 otázek v první baterii a 279 ve druhé), ale existují i drobné rozdíly ve způsobu hodnocení, kdy je baterie možno hodnotit ručně, na počítači nebo jsou možné oba způsoby. Nicméně stále platí, že jsou obě formy náročné nejen pro klienta, ale i pro psychologa. Ať již při stanovení výsledků, které se provádějí analýzou profilů škál a mohou se uskutečnit na čtyřech výkladových rovinách, nebo jednoduše časovou náročností (Svoboda, 2010).

#### **4.4 Neuropsychologické diagnostické programy**

Na závěr této kapitoly jsme se rozhodli stručně uvést i fakt, že v posledních letech nabyla velkého významu aplikace diagnostických metod počítačem, což patrně souvisí nejen s rozvojem v oblasti techniky a technologie obecně, ale také s faktem, že neuropsychologické počítačové programy poskytly možnost diagnostikovat i tam, kde běžné metody „tužka-papír“ nelze použít. Příkladem může být diagnostika pacientů se záchvatovitým onemocněním, případně měření psychofyzických parametrů, jako je například reakční čas. Diagnostika pomocí počítačového programu neubírá klasickým testům na významu, naopak přináší další cenné poznatky a informace (Kulišťák, 2003).

U nás je nejznámější program FePsy – The Iron Psyche, který se vyvíjel od roku 1978 pro diagnostiku dětí se záchvatovitým onemocněním. Dalším známým programem je NEUROP-2, který poskytuje širokou škálu neuropsychologické diagnostiky a rehabilitace (Gaál, 2003; Kulišťák, 2003).

## 4.5 Problematika diagnostiky exekutivních funkcí

Základní problém v přístupu k diagnostice a vyšetřování exekutivních funkcí představuje už samotný fakt, že neexistuje jednotná definice tohoto pojmu. Poměrně kontroverzní otázku do neuropsychologie a do studia exekutivních funkcí vnesl Teuber (1972; in Miyake et al., 2000) ve své práci, kde se kriticky zajímal o jednotu a rozdílnost funkcí frontálního laloku, zejména pak o rozsah funkcí, které jsou spojovány s frontálním lalokem, centrální exekutivou nebo modelem SAS (Miyake et al., 2000).

Jak jsme uvedli na začátku této kapitoly, kupříkladu Lezaková (1995; in Morgan, Lilienfeld, 2000) zmiňuje čtyři základní kognitivní oblasti (plánování, vůle, účelné chování a efektivní výkon). Aby test exekutivních funkcí byl validní, tj. skutečně měřil to, co testem chceme měřit (v našem případě exekutivní funkce), musí zahrnovat všechny nebo alespoň některé oblasti, které s komplexem exekutivních funkcí spojujeme (Morgan, Lilienfeld, 2000; Ferjenčík, 2000).

K vyřešení nejen tohoto problému, ale i problémů souvisejících s rolí examinátora při testování, přispívá zvyšování tzv. ekologické validity.

### 4.5.1 Ekologická validita

Hartl a Hartlová (2000, str. 663) definují ekologickou validitu jako: „*ověření shody možnosti přenosu experimentálně získaných údajů do reálného každodenního života člověka*“.

V podobném duchu popisuje ekologickou validitu i Preiss (2006), když tvrdí, že ekologická validita má nabídnout potřebné informace k tomu, aby examinátor mohl určit prognózu pacienta a dokázal stanovit, jak si bude pacient vést v každodenním životě. Mezi takové testy se silným predikčním vztahem k běžnému životu řadí testy paměti nebo zkoušky řeči.

Jak naznačuje Burgess (1998), problém spousty testů exekutivních funkcí spočívá v tom, že jsou konstruovány pro striktní testovou situaci a jejich použití v jakékoli jiné situaci má jen velmi malou klinickou signifikanci a existuje jen málo studií, které se snaží prozkoumat souvislost a odraz kognitivních zdrojů zjištěných v testových situacích na skutečných každodenních situacích. Mezi studie zabývající se touto otázkou patří například

Sivak a kol. (1981; in Burgess, 1998), který zkoumal vztah mezi Porteusovým labyrintem (PMT) a řídičskými dovednostmi.

#### 4.6 Testové metody k vyšetření exekutivních funkcí

V následujícím textu se budeme zabývat testovými metodami, které se v klinické praxi používají pro vyšetření exekutivních funkcí u dospělých. Vzhledem k již dříve uvedené problematice komplexnosti exekutivních funkcí, většina z testů není schopna měřit pouze jednu psychickou funkci, ale zároveň měří i jiné psychické funkce, tudíž se nabízí dělení testových metod podle jiného kritéria. Zdá se, že vhodným kritériem mohou být konkrétní projevy exekutivních funkcí. Dělení na základě tohoto kritéria uvádíme v následující tabulce:

**Tab. 2:** Testy používané k posouzení exekutivních funkcí (Kay, Tasman, 2006; v doplnění Obereignerů, 2009, str. 156, 157)

<b>Funkce</b>	<b>Test</b>	<b>Stručný popis/příklad testu</b>
Abstraktní myšlení	Test přísloví (Gorham, 1956)	Vysvětlení přísloví
Formování konceptu, sociální úsudek	Podobnosti ve Wechslerově inteligenčním testu WAIS-R (Wechsler, 1981)	Co mají společného "stůl" a "knihovna"
Formování konceptu, kognitivní flexibilita (ustanovení a udržení kognitivního zaměření)	Wisconsinský test třídění karet (Berg, 1948)	Přiřadit kartu s určitými symboly podle jednoho z kritérií ke zbývajícím kartám. Kritériem je tvar, barva, počet, v průběhu se dynamicky mění.
Kognitivní flexibilita a psychomotorická rychlost	Test cesty (Trail Making Test), část B (Partington, 1938)	Střídavé spojování číslic a písmen

Kognitivní nastavení a kontrola impulsů, percepční zátěž	Stroopův Color Word Test (Stroop, 1935)	Čtení tří tabulí na čas.
Plánování a kontrola impulsů	Perceptual Maze Test (Elithorn, 1955)	Plánování cesty sítí čar ve tvaru pyramidy. Některá místa jsou zakreslena jako tečky; úkolem je, aby cesta nakreslená do pyramidy obsahovala co nejvíce teček. Zkoušený se nesmí vracet.
Vizuoprostorová pracovní paměť a řešení problémů	Londýnská věž, Hanojská věž	Původně lidové hlavolamy, cílem je přestavění určitého počtu prvků na sebe v podobě věže.
Kognitivní výkonnost	Testy verbální fluence	Úkolem je vymyslet co nejvíce slov začínajících na určité písmeno, např. "B": bláto, batoh, brýle atd.

Již dříve jsme uvedli čtyři komponenty exekutivních funkcí dle Lezakové (2004). Podle těchto komponentů (vůle, plánování, účelné jednání a úspěšný výkon) lze testy exekutivních funkcí dělat na základě zaměření na konkrétní oblast. Také jinak vůli a motivaci můžeme zjišťovat pohovorem, nicméně je důležité odlišit původce volních poruch, kde může být příčina organická, psychická (psychické onemocnění, deprese), nebo také nemotivovanost respondenta ke spolupráci při testu. Na oblasti plánování se zaměřují následující testy: Reyovu-Osterriethova komplexní figura, Porteusovy labyrinty a Testy věží – Londýnská a Hanojská věž. Účelné jednání diagnostikujeme pomocí Tinkertových testů a úspěšný výkon na základě konečného výtvaru a jeho standardních kritérií (Stielová, 2012).

Burgess a kol. (1998) nabízejí zajímavé dělení, vycházející z faktorové analýzy 92 neurologických pacientů a 216 kontrolních subjektů. Pacienti byli podrobeni rozsáhlou škálou neuropsychologických testů. Výsledky analýzy nabídly dělení testů podle tří základních oblastí:



1. **Inhibice** – tato oblast představuje schopnost potlačit automatickou reakci. Je možné použít Trail Making test (část B), Stroopův test, test Verbální fluence a Go-NoGo testy.
2. **Záměrné jednání** – oblast zaměřující se na jednání orientované na cíl, kontrolu tohoto jednání a schopnost toto jednání tvořit. Mezi testy pro danou oblast řadíme Hanojskou a Londýnskou věž.
3. **Exekutivní paměť** – prioritou této oblasti je schopnost přenést pozornost z jednoho pravidla na jiné pravidlo nebo práce s oběma pravidly. Zde testujeme pomocí Wisconsinův testu třídění karet.

Pro účely naší práce nicméně plně nesouhlasíme s Burgessovým řazením testu Verbální fluence, kdy se spíše přikláníme k názoru Troyera (Troyer et al., 1997). Ten se domnívá, že měřenou doménou testu Verbální fluence není inhibice, ale její schopnost generovat verbální odpovědi. Přesněji se pak test zaměřuje na verbální asociační plynulost, pracovní paměť a sémantickou paměť. Autor připouští, že pokud je narušena schopnost inhibice, pak může docházet k perseveracím. Nicméně tuto vlastnost testu označuje jako okrajovou.

Dále pak máme výhrady k striktnímu zařazení testu věží mezi oblast záměrného jednání. Miyake (et al., 2000) si ve své práci o jednotě a rozmanitosti exekutivních funkcí pokládal otázku do jaké míry proband v testu Londýnské nebo Hanojské věže skutečně zapojuje domnělou funkci záměrného jednání, respektive plánování. Autor testu Hanojské věže řadí do oblasti inhibice, jelikož je přesvědčen, že jde o skutečně nutnou podmínku pro řešení této úlohy.

Vzhledem k bohatému počtu nejrůznějších metod a technik, které se dají při vyšetřování exekutivních funkcí využít, uvedeme pro lepší orientaci pouze ty metody, které jsme využili pro účely této práce, tj. Test verbální fluence (VF), Krátký test všeobecné inteligence (KAI), Rey-Osterriethova komplexní figura (ROCF), Beckova sebeposuzovací škála depresivity pro dospělé (BDI – II), Nemocniční škála úzkosti a deprese (HADS) a Test Hanojské věže (TOH). Podrobněji se s těmito technikami seznámíme ve výzkumné části této práce.

## VÝZKUMNÁ ČÁST

### 5. Výzkumný problém a cíl práce

Stěžejním tématem této práce jsou exekutivní funkce, kterým jsme věnovali značný díl teoretické části. Cílem výzkumné práce je pak získat data v následujících testech: test verbální fluence (VF), Krátký test všeobecné inteligence (KAI), Rey-Osterriethova komplexní figura (ROCF), Beckova sebeposuzovací škála depresivity pro dospělé (BDI – II), Nemocniční škála úzkosti a deprese (HADS) a test Hanojská věž. A dále pak vytvořit orientační percentilové normy v testu Hanojské věže pro dospělé ve věku 18-64 let.

#### 5.1 Stanovení hypotéz

V tomto výzkumu byly stanoveny následující tři hypotézy:

H1: Existuje negativní statisticky signifikantní závislost v ukazateli hrubého skóre v reprodukci po 3 minutách v Rey-Osterriethově komplexní figuře (ROCF) a počtem pohybů při administraci čtyřdiskové verze Hanojské věže (ToH).

H2: Existuje pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli hrubého skóre v reprodukci po 3 minutách v Rey-Osterriethově komplexní figuře (ROCF) a v celkovém skóre v testu Hanojské věže (ToH).

H3: Existuje pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli kapacity krátkodobé paměti v Krátkém testu všeobecné inteligence (KAI) a v celkovém skóre v testu Hanojské věže (ToH).

## **6. Popis zvoleného metodologického rámce**

V následujících podkapitolách bude blíže upřesněno, jaké konkrétní metody byly pro účely naší výzkumné práce použity, proč byly vybrány právě tyto metody a jakým způsobem byly vyhodnoceny.

### **6.1 Popis použitých psychodiagnostických metod**

Testová baterie určená ke sběru dat pro výzkumnou část této práce byla složena z následujících testů kognitivních funkcí a emotivity: test Verbální fluence (VF), Krátký test všeobecné inteligence (KAI), Rey-Osterriethova komplexní figura (ROCF), Beckova sebeposuzovací škála depresivity pro dospělé (BDI – II), Nemocniční škála úzkosti a deprese (HADS) a test Hanojské věže (TOH).

Výše uvedené testy byly cíleně zvoleny, aby reprezentovaly všechny základní kognitivní funkce, přesněji pak pozornost, exekutivu, emotivitu, vizuální a auditivní paměť a intelekt. Dalším kritériem pro zvolení jednotlivých metod do testové baterie byla relativně krátká délka a snadnost administrace. Každým z výše uvedených testů se budeme nyní blíže věnovat k podkapitolách 7.1.1-7.1.6.

#### **6.1.1 Test verbální fluence (VF)**

Pro potřeby naší práce jsme zvolili fonémickou variantu testu, přičemž jsme zaznamenávali probandem reprodukováná slova z důvodu kontroly perseverace. Jak již jsme zmínili v kapitole 4.4, test umožňuje sledovat takové domény jako asociační plynulost, pracovní paměť, sémantickou paměť a okrajově i inhibici a zároveň je jeho administrace velmi krátká a nenáročná.

Původ testu je připisován Thurstonově práci z roku 1962. U nás jako první referoval o verbální fluenci Mezera v roce 1988 (Preiss, 2007). V testu je úkolem probanda vyjmenovat během 60 sekund co možná nejvíce slov podle zadaného pravidla. Bartoš (2010; in Mižigar, 2011) se domnívá, že test Verbální fluence leží na jakémsi pomezí mezi

exekutivními a paměťovými schopnostmi a vypovídá také o pozornosti. Autor rozlišuje dvě základní formy slovní produkce, tj. fonémickou a kategoriální. Fonémická (lexikální) varianta zastupuje způsob, kdy je po probandovi žádáno, aby vyjmenoval maximum slov, která začínají na dané písmeno (např. písmeno „N“).

Následuje stejný princip s písmenky K a P. Zaznamenávání výsledku může probíhat dvojím způsobem, examinátor dělá čárky za každé správné slovo nebo může zaznamenávat jednotlivá slova, přičemž u druhé možnosti se nabízí lepší kontrola perseverace a možnost pozdějšího posuzování kvality slov.

Druhá, kategoriální (sémantická) forma produkce je založena na vyjmenování slov, jež jsou součástí examinátorem zvolené kategorie, za příklad zde mohou posloužit zvířata, zelenina, ovoce aj. Skóre u obou variant získáme sečtením všech správně vytvořených slov.

Podle Preisse a kol. (2007) bývá verbální fluence během života člověka relativně dlouhou dobu konstantní. Zpomalovat se začíná až kolem 60. roku a existuje signifikantní rozdíl ve výsledku tohoto testu u žen a mužů po 55. roce věku, kdy ženy podávají lepší výkony.

V současném neuropsychologickém výzkumu existují implikace, že se během testu Verbální fluence zapojují frontální a temporální oblasti mozku (Preiss et al., 2006) a poškození frontálních laloků se projeví ve snížené spontaneitě řeči.

### **6.1.2 Krátký test všeobecné inteligence (KAI)**

Test, který bývá označován také jako Krátký test všeobecné inteligence je řazen mezi výkonnostní testy. Test byl zařazen do baterie pro vyšetření intelektu, základní obecné charakteristiky zpracování informací, dále také patří k časově a administračně nenáročným testům.

Hlavní oblastí jeho využití je především diagnostika a průběžné zjištění obecné psychické výkonnosti. Podrobněji test měří dvě veličiny, základní obecné charakteristiky zpracování informací, tj. rychlost čtení a trvání momentu přítomnosti, tj. doby, během které udržíme informaci pro operační myšlení. Rychlost zpracování informací je poté měřítkem rychlosti vnímání a rozlišování vzorů a rychlosti operací s nimi (Obereignerů, 2012). Druhou veličinou je aktuální úroveň obecné inteligence, tj. faktor G (Lehrl,

Gallwitz, Blaha, 1992; in Obereignerů, 2012). Obereignerů (2012) uvádí, že zjištěná kapacita krátkodobé paměti může být přiřazena k inteligenčnímu kvocientu člověka, jelikož krátkodobá paměť určuje přibližně 70% výkonu v inteligenčních testech.

Test je složen ze dvou časově nenáročných subtestů. V prvním z nich je proband vyzván, aby v co možná nejkratším čase přečetl kartu s řadou náhodně seřazených písmen. Předloženy jsou čtyři karty, čas se zaznamenává do záznamového archu. Druhý subtest spočívá v měření trvání přítomnosti. Proband je požádán, aby z paměti reprodukoval řadu čísel (/písmen), která je mu předčítána examinátorem (tamtéž).

Sběrem dat lze zjistit následující výsledky:

- a) informačně-psychologické kapacity
- b) rychlost zpracování informací
- c) trvání momentu přítomnosti
- d) kapacity krátkodobé paměti
- e) inteligenční kvocient

Normy testu jsou dostupné pro věkovou skupinu od 17ti do 65 let, nicméně lze test použít i mimo tuto věkovou kategorii, pak má hrubé skóre orientační funkci (Lehrl, Gallwitz, Blaha, Fischer, 1992; in Mižigar, 2011).

### **6.1.3 Rey-Osterriethova komplexní figura (ROCF)**

Tento v klinické praxi dobře známý test typu „tužka-papír“ je běžně řazen mezi testy percepční, respektive vizuo-motorické a umožňuje zachytit funkce specifického charakteru, zejména pak oblast vnímání a zapamatování prostorových vztahů, úroveň strukturace percepční aktivity, vizuálně-motorické kontroly a mnestické kapacity (Rey, Osterrieth, 1997).

Materiál testu je velmi prostý, jde o jedinou předlohu. Tu tvoří nezvyklý geometrický obrazec, který nepřipomíná žádný skutečný předmět a může ve skutečnosti působit i svým způsobem bizarním dojmem. Nicméně každý element této kresby má své opodstatnění. Pro sejmутí testu je zapotřebí pouze minimálních grafických dovedností

probanda. Náročnost spočívá spíše ve složitosti uspořádání figury, která vyžaduje jistou úroveň analytické a organizační percepční aktivity (tamtéž).

Na začátku testu byl proband požádán o co nejpřesnější kopii předlohy (formát předlohy je ve velikosti A5). Po jejím dokončení byla předloha i záznamový arch probandovi odebrány. Po následující 3 minuty s probandem jsme vyplnili negativní interferenci, přesněji pak Krátkým testem obecných informačně psychologických veličin. Důvodem byla snaha zařadit jinou než grafickou metodu. Následně jsme probanda požádali, aby geometrický obrazec nakreslil z paměti. Po dokončení úkolu následovala další pauza, nyní v délce 30 minut, kterou jsme také vyplnili negativní interferencí. Zařadili jsme test Verbální fluence a test Hanojské věže. Vzhledem k individuálním odlišnostem jednotlivých probandů nebylo vždy možné zařadit test přesně po uplynutí 30 minut, čas se obvykle pohyboval v rozmezí 25 až 35 minut. Poté jsme probanda znovu vyzvali, aby nakreslil obrazec z paměti.

Při hodnocení ROCF examinátor hodnotí zachycení 18ti prvků, ze kterých se figura skládá. Každý jednotlivý prvek může být hodnocen 0, 0,5, 1 nebo 2 body. Bodování je tedy závislé na posouzení examinátora, hodnotí se například umístění, přesnost zobrazení, případně rozpoznatelnost prvku. Percentilové normy pro dospělé jsou zvláště pro kopii a zvláště pro reprodukci (tamtéž). V této práci používáme normy, které na naši populaci standardizoval Preiss a kol. (2007). Novější normy na naši populaci nejsou k dispozici. Vzhledem k faktu, že jsou však určeny pro muže a ženy od 30ti do 85 let, pak může být vážené skóre mladších probandů mírně nadhodnocené.

#### **6.1.4 Beckovy sebeposuzovací škály depresivity pro dospělé (BDI - II)**

Beckova sebeposuzovací škála deprese, známá také pod pojmem Beckův inventář deprese je screeningovou zkouškou vhodnou do psychologické, psychiatrické praxe a také do výzkumu. Na české úpravě pracovali Preiss a Vacíř (1999) a je jimi považována za široce přijímaný nástroj sloužící k vyšetření hloubky deprese u již diagnostikovaných pacientů, ale také jako detektor přítomnosti deprese u běžné populace.

Škála je složena z 21 otázek, každá z jednotlivých položek se soustředí na některou z následujících oblastí projevů deprese - afektivní, kognitivní, motivační a fyziologické. U každé položky je na výběr ze čtyř možných variant odpovědi, pouze otázky číslo 16 a 18

mají na výběr sedm alternativ možné odpovědi (0, 1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b). Před zahájením testu je proband požádán v úvodních instrukcích, aby zvolil odpověď, která nejlépe vystihuje to, jak se cítí během posledních 14 dní. Následná administrace trvá zhruba 5-10 minut. Vyhodnocení testu spočívá v sečtení bodové hodnoty všech odpovědí, maximum bodů, kterých může proband v testu dosáhnout je 63. Body jsou následně rozděleny do tří kategorií, kdy skóre 0-13 odpovídá minimální depresivní symptomatice, skóre 14-19 značí mírnou závažnost, 20-28 určuje střední symptomy a výsledek v rozmezí 29-63 vypovídá o těžké depresivně (Preiss, Vacíř, 1999). Nevýhodou škály je nadhodnocování u pacientů se somatickým nebo psychickým onemocněním (Obereignerů, 2012).

### **6.1.5 Nemocniční škála úzkosti a deprese (HADS)**

Tato škála byla navržena jako sebesposuzovací nástroj určený pro zjištění anxiety (chorobného stavu úzkosti) a deprese u pacientů, kteří vykazovali somatické a psychické problémy (Herrmann, 1997; in Mykletun et al., 2001; Bjelland et al., 2001; in Mykletun et al., 2001). Zařazena do baterie byla tedy zejména proto, jelikož je vhodná pro pacienty se somatickými nebo psychickými obtížemi.

Samotná škála se skládá ze čtrnácti jednotlivých položek, kde z položek nabízí čtyři možné varianty odpovědi. Proband je požádán, aby na jednotlivé otázky odpověděl spontánně, bez dlouhého přemýšlení. Ze čtrnácti otázek, je sedm s lichým číslováním zaměřeno na anxieta, zbývajících sedm sudých pak na depresi. Každá otázka může být obodována na stupnici 0-3, tj. proband může nejvýše získat 21 bodů. V testu rozlišujeme tři stupně úzkosti a deprese, normální (0-7 bodů), hraniční (8-10 bodů) a patologický (11-21 bodů). Administrace vyžaduje zhruba 5-10 minut (Zigmond, Snaith, 1983).

### **6.1.6 Test Hanojské věže (ToH)**

Test Hanojské věže, patřící mezi tzv. *zkoušky věží*, se často spojuje se jménem francouzského matematika François Edouard Anatol Lucase. Vznik testu se datuje k roku 1883. V odborné literatuře je možné narazit i na další varianty tohoto hlavolamu, známá je kupříkladu Londýnská, Španělská nebo Torontská věž (Lezaková, 2004; Rönnlund et al., 2001). Ačkoli je tedy původ testu datován do druhé poloviny devatenáctého století,

existuje legenda, že za vlády panovníka Fo Fi (zhruba 2700 př. n. l.) byli bráhmanští kněží pověřeni úkolem přesunout 64 zlatých disků po třech diamantových hrotech podle do dnes známých pravidel. Legenda praví, že po dokončení tohoto hlavolamu zanikne svět. Zřejmě díky této legendě lze v literatuře Hanojskou věž najít i pod názvem Bráhmanská věž (Spitznagel, 1971; Obereignerů, 2010).

Welshová a Huizinga (2005) považují Hanojskou věž za komplexní úlohu, která je obecně populární k měření konstruktivních funkcí, které se definují jako schopnost udržet vhodné nastavení řešení problémů zaměřené na dosažení budoucího cíle (Welshová & Pennington, 1988; in Welshová a Huizinga 2005). Jako přínosnou metodu k vyšetření exekutivních funkcí spatřuje Hanojskou věž i Lezaková (2004) a Obereignerů, (2010), zejména pro vztah testu k plánování a pak také ke schopnosti řešit problémy.

Zájem psychologů o tento hlavolam můžeme pozorovat zejména od sedmdesátých let dvacátého století, kdy kupříkladu Simon (1975) publikoval svou práci, jež se skládala z analýzy možných strategií řešení. Přičemž dospěl k názoru, že existují čtyři základní možná řešení tohoto hlavolamu. Optimální řešení v autorově podání je někdy označováno jako *cílová rekurze* a skládá se z následujících kroků: (1) rozpoznání faktu, že prvním dílčím cílem je přesunutí největšího disku do cílové pozice; (2) přesunutí menšího disku z cesty; (3) postavení „sub-pyramidy“ složené z menších disků tak, abychom „otevřeli“ cílový hrot; (4) přesunutí největšího disku do cílové pozice; (5) progresivní opakování těchto kroků s „dalším největším“ diskem do té doby, nežli je dosaženo konečného cíle (Simon, 1975; Welshová, Huizinga, 2005).

V současnosti má test bohaté využití v neuropsychologii, kde slouží k hodnocení integrity frontostriatálního systému a umožňuje zachytit a zmapovat schopnost plánování, ale také kontroly a propojení informací v kognitivních subsystémech (Obereignerů, 2010).

Kulišťák (2003) uvádí, že test souvisí s dorzolaterální prefrontální mozkovou kůrou. Přičemž existují nálezy (Rönnlund, 2001; in Stielová, 2012), které potvrzují nižší výkon v testu Hanojské věže při poškození frontálních oblastí mozku. Citlivost úkolu k frontálním funkcím i jejich dysfunkcím zmiňují i další autoři (např. Stuss & Benson, 1984). Nižší výkon v testu je dále možné pozorovat u pacientů s některým psychiatrickým nebo neurologickým onemocněním (Obereignerů, 2010).

Samotný test se skládá z obdélníkové desky, na které jsou svisle umístěny tři stejně vysoké kolíky držící set různě velkých disků. Pro účely naší práce jsme použili celkem pět disků o velikosti 7,2 cm, 5,8 cm, 4,5 cm, 3,4 cm a 2,8 cm. Velikost disků byla zvolena tak, aby mohl být zadán i pacientům s poruchou jemné motoriky (Obereignerů, 2012).



Typické uspořádání v iniciační fázi je zvoleno tak, že na prvním kolíku je uspořádán určitý počet disků v závislosti na zvolené variantě, tj. v našem případě tři, čtyři nebo pět disků. Uspořádání disků se řídí velikostí, kdy největší disk bývá ve spodu pyramidy a na něj jsou skládány další disky (Anderson, Douglass, 2002).

Úkolem probanda je přesunout disky z prvního kolíku na kolík poslední, přičemž musí dodržet tři jednoduchá pravidla. (1) V každém tahu může být přesunut pouze jeden disk, tj. není možné pohybovat více disky zároveň. (2) Větší disk nesmí být položen na menší. (3) Disk nesmí být položen na stole nebo držen, pohybujeme-li jiným diskem (tamtéž).

Proband je vyzván, aby k řešení dospěl co nejmenším počtem tahů (Preiss, 2006), během přesouvání disků lze pohybovat všemi disky při dodržení výše uvedených pravidel. Minimální počet tahů, kterými může proband dosáhnout požadovaného výsledku, odpovídá vzorci  $2^n - 1$ , kdy  $n$  reprezentuje počet disků, které jsou aktuálně používány (Rönnlund et al., 2001).

Administrace testu podle dostupných empirických údajů trvá zhruba 12 minut čistého času, přičemž je nutné připočítat další 2-3 minuty na vysvětlení pravidel (Obereignerů, 2012).

Pro vyhodnocení jsou sledovány následující ukazatele: čas potřebný k vyřešení úlohy, počet tahů, počet perseverací a počet chyb (porušení pravidla). Přičemž perseverace dále rozlišujeme na pravé a nepravé. Pravá perseverace má podobu přesunutí disku (pohyb) a vzápětí přesunutí toho samého disku do původní pozice. Nepravá perseverace spočívá v pohybu diskem mimo hrot, přičemž však nedojde k přesunutí na jiný hrot, ale proband disk vrátí na původní místo. Z klinického hlediska je mezi oběma druhy perseverace značný rozdíl. Pravá perseverace může být projevem organické poruchy, kupříkladu u demence, kdežto nepravá perseverace je spíše projevem nerozhodnosti. Větší výskyt nepravých perseverací může ukazovat na mírnější formy exekutivních deficitů, eventuálně se vyskytují u některých typů osobnostních struktur (Obereignerů, 2012).

Obereignerů (2012) analyzoval data zkoumaných souborů pomocí statistických nástrojů (SPSS) a zjistil, že jako nejlepší ukazatel Hanojské věže slouží prosté dokončení testu. Následně vytvořil sedmibodovou škálu (0-6 bodů), kterou lze chápat jako celkový skóre testu. Vyhodnocení tohoto skóre spočívá v udělení bodu za prosté dokončení úkolu, následně pak dalšího bodu za dokončení úkolu v daném čase. Blíže viz následující tabulka:

**Tab. 3:** Doporučené hodnoty jednotlivých verzí ToH pro výpočet celkového skóre (Obereignerů, 2012)

Verze testu →	3d	4d	5d
Doporučené hodnoty času pro vyhodnocení	70 s	165 s	230 s

Výslednou hodnotu celkového skóru pak Obereignerů (2012) rozděluje do čtyř kategorií, viz Tabulka č. 4.

**Tab. 4:** Hodnocení poruchy exekutivních funkcí podle celkového skóre ToH

Celkový skór ToH	Hodnocení poruchy exekutivních funkcí
0	Těžká porucha
1	Střední porucha
2	Střední porucha
3	Mírná porucha
4	Mírná porucha
5	Bez poruchy
6	Bez poruchy

Test Hanojské věže se vyskytuje v několika variantách, mimo dřevěné verze existuje kupříkladu i počítačová varianta testu. Výzkumným porovnáním obou variant manipulace (tj. ruční manipulace nebo manipulace za pomoci myši či klávesnice) u zdravé populace, bylo zjištěno, že jsou obě formy rovnocenné. Nicméně výsledky nelze vztáhnout na pacienty s poškozením mozku, zejména pro méně znatelné vizuálně-motorické faktory počítačové verze, která tak může být pro pacienty obtížnější (Mataix-Cols, Bartrés-Faz, 2002; in Stielová, 2012). Stále tedy platí, že dřevěná verze nese výhody klinického přístupu (Obereignerů, 2010).

Hanojská věž je předmětem mnoha výzkumů, avšak jednotlivé výzkumy se rozcházejí již v tak základních ohledech, jako jsou samotná pravidla pro administraci testu nebo se liší v testovém materiálu (Obereignerů, 2012). V současné době jsou dostupné normy testu tří a čtyř diskovou verze pro švédskou populaci (Rönnlund, 2001). V našich podmínkách nyní vznikají normy pro českou populaci a ke konci roku 2012 je chystaný manuál pro administraci a vyhodnocení. Zatím dostupné jsou kupříkladu orientační

percentilové normy pro populaci ve věku 13-18 let, které ve své magisterské diplomové práci vytvořila Stielová (2012) a dále pak orientační percentilové normy pro populaci ve věku 65-75 let, které vytvořil ve své diplomové práci Mižigar (2011). Obě diplomové práce vznikali pod vedením Radka Obereignerů.

Obereignerů (2010) ve své pilotní studii použil test Hanojské věže u pacientů s neurodegenerativním onemocněním. Přesněji šlo o pacienty s Parkinsonovou nemocí (n=10), Alzheimerovou nemocí (n=), Huntingtonovou nemocí nebo frontotemporální lobární degenerací (n=10) a kontrolní skupinu (n=15). Podařilo se zjistit statisticky signifikantní rozdíly v prodlouženém celkovém čase u Parkinsonovy choroby vůči kontrolní skupině, předpokládaným důvodem byly motorické komplikaci, a dále vyšší počet tahů a porušování pravidel u Alzheimerovy nemoci.

Mižigarovi (2011), Stielové (2012) a Brennanovi a kol. (1997; in Sorel, Pennequin, 2007) se podařilo v jejich výzkumech prokázat, že výkon v testu Hanojské věže koreluje s věkem probanda, lépe řečeno – vysoký věk probanda souvisí s poklesem schopnosti plánovat.

Miyake (et al., 2000) uvádí, že je test Hanojské věže v literatuře často spojován se schopností plánovat (Arnett et al., 1997; in Miyake et al., 2000), tj. schopností zahrnující mapování sekvence pohybů vedoucích k řešení úlohy (Morris, Miotto, Feigenbaum, Bullock, Polkey, 1997; in Miyake et al., 2000). Nicméně autorovi se sejmutím testu Hanojské věže na 136 studentech vysoké školy podařilo prokázat, že statisticky signifikantní roli pro úspěšné řešení úlohy hraje inhibice dominantních odpovědí. Při řešení úlohy je potřeba předejít přirozenou tendenci dělat očividné, percepčně kongruentní pohyby diskem. Úspěšné řešení si žádá tvorbu „subcílů“, které jsou často v konfliktu s percepčním řešením hlavolamu (Simon, 1975; in Miyake et al., 2000). Přičemž osoba využívající percepční strategii je spíše vedena zrakem, nežli konceptem (Welshová a Huizinga, 2005). Na druhou stranu Miyake (et al., 2000) připouští, že pokud by účastníci studie použili cílovou rekurzi (Simon, 1975; Welshová, Huizinga, 2005; viz. úvod kapitoly), pak by ToH mohl být méně spojený s funkcí inhibice, a naopak více spojený s funkcí monitorování a aktualizace pamětních reprezentací (tzv. Updating; viz kapitola 1.1). A to do té šíře, kde se tato funkce vztahuje k řízení cílových informací (tzv. „management of goal informatic“) a k pracovní paměti.

Již v kapitole 1.6 jsme zmínili výzkum Bechary a Damasiové (2002), kteří zkoumali proces rozhodování u pacientů se závislostí. Přičemž podrobili 105 dospělých (>18 let) pacientů testové baterii obsahující test Hanojské věže a zjistili, že mezi probandy

s diagnózou závislosti neexistovaly žádné signifikantní rozdíly ve výkonu v testech exekutivních a frontálních funkcí, testu inteligence nebo paměti v závislosti na takových demografických ukazatelích, jako jsou druh užívané drogy, délka abúzu, délka abstinence a počet relapsů. Výsledky ukázaly dvě podskupiny probandů se závislostí, první skupina nerozeznatelná od zdravé kontrolní skupiny a druhá skupina probandů se závislostí, která vykazovala narušení v testu gamblingu (GT) a testu galvanické kožní reakce. Druhá skupina závislých vykazovala v testech podobné znaky jako pacienti s ventromediálním poškozením, což podpořilo hypotézu autorů, že drogová závislost může být asociována s malfunkcí ventromediální kůry. Bohužel studie nenabízí výsledky testu Hanojské věže u zdravé populace k porovnání rozdílu v jednotlivých ukazatelích (času administrace, počtu pohybů, perseverací a chyb) u skupin probandů se závislostí.

## 6.2 Metody zpracování dat

Data získaná v tomto výzkumu byla zpracována podle kritérií a manuálů jednotlivých psychodiagnostických metod, kterým byli probandi v rámci testové baterie podrobeni. Výsledky byly dále zpracovány v aplikaci Microsoft Office Excel 2007.

Konkrétně byly použity tyto metody a postupy:

a) popisná statistika

- průměr
- směrodatná odchylka
- medián
- součet
- počet
- minimum
- maximum

b) výpočet Pearsonova korelačního koeficientu

c) t-test pro signifikantnost korelačního koeficientu a pro vyhodnocování rozdílu mezi vybranými průměry

d) percentilová pořadí

e) F-test pro porovnání vybraných rozptylů

## 7. Výzkumný soubor

Výzkumný soubor pro tuto práci byl vybrán z populace dospělých mužů a žen ve věku od 18ti do 64 let, občanů České republiky. Podle Českého statistického úřadu (2011) bylo ke dni 31. 12. 2011 v České republice 6 967 333 obyvatel ve věku 18 až 64 let, z toho 3 524 150 (50,58%) mužů a 3 443 183 (49,42 %) žen.

Výzkumný soubor byl sestaven z 30ti osob požadované věkové kategorie. Respondenti byli vybráni za pomoci metody příležitostného výběru, přičemž však byla stanovena níže uvedená kritéria. Podle Ferjenčíka (2000) metoda příležitostného výběru nezaručuje reprezentativnost vzorku, jde o metodu, kdy je vzorek konstituován jen z těch členů populace, kteří jsou fyzicky nebo ochotou spolupracovat nejdostupnější.

Pro výběr do výzkumného souboru byla stanovena následující čtyři kritéria: (1) Občanství České republiky; (2) věk 18-64 let; (3) nepřítomnost psychického onemocnění (např. schizofrenie, deprese, úzkosti) s výjimkou diagnózy závislosti na alkoholu nebo nealkoholových drogách; (4) nepřítomnost Alzheimerovy choroby, demence, roztroušené sklerózy, Parkinsonovy choroby, Huntingtonovy choroby, cévní mozkové příhody a diabetu mellitus (I. i II. typu).

Z celkového počtu 30ti osob mělo 15 (50%) osob diagnózu závislosti na alkoholu nebo nealkoholických drogách; blíže se jednotlivým druhům závislosti věnujeme níže.

Z hlediska vzdělání se pak vzorek skládal z 5 (16,66%) osob vysokoškolsky vzdělaných, 7 (23,33%) studentů vysoké školy, 4 (13,33%) osoby vystudovaly střední školu s maturitou (nepokračující ve studiu), 7 (23,33%) osob střední odborné učiliště a konečně zbývajících 7 (23,33%) osob mělo základní vzdělání. Pro lepší přehlednost nyní popíšeme zvlášť osoby bez závislosti a následně popíšeme osoby se závislostí.

15 osob bez závislosti se skládalo z 5ti osob vysokoškolsky vzdělaných, 6 osob bylo studenty vysoké školy, 1 osoba měla ukončenou střední školu s maturitou a 3 osoby měly ukončené střední odborné učiliště. Tito probandi byli informováni o probíhajícím výzkumu ústně nebo pomocí sociálních sítí. Jde obzvláště o studenty oboru psychologie z Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích (6 osob) a dalších humanitních oborů (5 osob). Sběr dat probíhal od března do září 2012.

Diagnózu závislosti mělo již výše zmíněných 15 probandů. Pro získání vzorku jsme oslovili psychiatrickou léčebnu Červený Dvůr, kde se specializují na střednědobou ústavní léčbu závislostí na návykových látkách a patologického hráčství. Kapacita léčebny je 103 lůžek, v současné době má léčebna čtyři oddělení, příjmové detoxikační oddělení a tři

oddělení psychoterapeuticko-režimová (A, B, C). Během ranní komunity nám bylo umožněno oslovit pacienty oddělení A, B a C, představit naše výzkumné plány a požádat pacienty o spolupráci (osobní sdělení Červený Dvůr, 17. září 2012). Sběr dat probíhal během září 2012.

Přihlásilo se 15 dobrovolníků, z toho 8 osob závislých na alkoholu, 5 osob na stimulantu a 2 osoby na opiátech. Zároveň všichni přihlášení dobrovolníci abstinovali déle, než 4 měsíce.

Dále byla 1 osoba se závislostí studentem vysoké školy, 3 osoby se závislostí vystudovaly střední školu s maturitou (nepokračují ve studiu), 4 osoby se závislostí vystudovalo střední odborné učiliště a 7 osob se závislostí mělo základní vzdělání.

Samotné vyšetření trvalo u všech probandů přibližně jednu hodinu, rozděleno bylo do dvou fází, všechny testy z testové baterie byly zadávány individuálně. První fáze byla zahájena sběrem anamnestických údajů. Zaznamenáno bylo pohlaví, věk, vzdělání, rodinná anamnéza, sociální anamnéza, přítomnost nemoci a u skupiny probandů se závislostí také adiktologická anamnéza. Následovalo zadání kopie Rey-Osterriethovi komplexní figury (ROCF), poté byl zadán Krátký test všeobecné inteligence (KAI). Po dokončení testu inteligence proband reprodukoval ROCF figuru z paměti (vzhledem k individuálním odlišnostem jednotlivých probandů zhruba po 2-4 minutách). Dále na řadě byl test Verbální fluence (VF), vyplnění dotazníků Beckovy sebesposuzovací škály depresivity pro dospělé (BDI – II) a Nemocniční škály úzkosti a deprese (HADS).

V druhé fázi následoval test Hanojské věže (ToH) a konečně pak reprodukce z paměti ROCF (zhruba po 25-30 minutách).

## **7.1 Charakteristika výzkumného vzorku**

Výzkumný vzorek se skládal z 30ti probandů (n=30). Jedná se o 15 žen a 15 mužů, z čehož 5 (16,66%) respondentů má ukončené vysokoškolské vzdělání, 7 (23,33%) osob v současné době studuje vysokou školu, 4 (13,33%) mají středoškolské vzdělání s maturitou, 7 (23,33%) osob vystudovalo střední odborné učiliště a konečně posledních 7 (23,33%) osob má základní vzdělání.

Věk probandů se pohyboval v rozmezí 18 až 52 let. Pro lepší přehlednost si jednotlivé hodnoty ilustrujeme Tabulkou č. 4.

**Tab. 5:** Charakteristika výzkumného vzorku, věk (n=30)

<b>Charakteristika výzkumného vzorku</b>	
Počet probandů celkem	30
Počet probandů s diagnózou závislosti (DZ)	15
Počet probandů bez DZ	15
Průměrný věk vzorku	30,07 let (SD=9,61)
Průměrný věk probandů s DZ	32,27 let (SD=9, 43)
Průměrný věk probandů bez DZ	29,9 let (SD=10,51)

## 8. Výsledky

V této práci nebyly zjištěny žádné signifikantní rozdíly mezi výběrovými průměry sledovaných znaků testu Hanojské věže (čas administrace, počet pohybů, počet perseverací, počet chyb), a to u tří-, čtyř- a pětidiskové verze testu mezi skupinou probandů bez diagnózy závislosti a probandů s diagnózou závislosti. Jinými slovy se výběrové průměry jednotlivých znaků liší pouze náhodně, což lze shrnout tak, že mezi skupinou probandů bez diagnózy závislosti a probandů s diagnózou závislosti nebyl nalezen žádný statisticky významný rozdíl v řešení testu Hanojské věže.

*Čas administrace.* Pro ověření rovnosti rozptylu času administrace u tří-, čtyř- a pětidiskové verze testu mezi skupinou probandů bez diagnózy závislosti a probandů s diagnózou závislosti, jsme zvolili metodu F-test v programu Microsoft Office Excel 2007. Přičemž získané hodnoty **F** (uvedené v tabulce č. 6) byly následně porovnány s kritickou hodnotou **F<sub>p</sub>(v<sub>1</sub>, v<sub>2</sub>)**, kde  $p = 0,05$ ,  $v_1 = n_1 - 1$  a  $v_2 = n_2 - 1$  (Reiterová, 2011). Mezi rozptyly obou výběrů nebyl nalezen signifikantní rozdíl.

**Tab. 6:** F-test času administrace ToH u všech probandů (probandi bez dg. závislosti/probandi s dg. závislosti; n=15,15;13,15;12,13)

Verze testu	Počet probandů (nezávislí/závislí)	Získaná hodnota F	F <sub>0,05</sub> (v <sub>1</sub> , v <sub>2</sub> )
3D	n <sub>1</sub> =15, n <sub>2</sub> =15	0,472	2,403
4D	n <sub>1</sub> =13, n <sub>2</sub> =15	0,949	2,533
5D	n <sub>1</sub> =12, n <sub>2</sub> =13	0,156	2,660

Poté co F-test prokázal rovnost rozptylů, jsme vyhodnotili rozdíly průměrů času administrace u tří-, čtyř- a pětidiskové verze testu mezi skupinou probandů bez diagnózy závislosti a probandů s diagnózou závislosti, a to pomocí dvouvýběrového t-testu opět v programu Microsoft Office Excel 2007. Přičemž získané hodnoty **t** (uvedené v tabulce č. 7) byly porovnány s kritickou hodnotou **t<sub>p</sub>(v)**, kde  $p = 0,05$ ,  $v = n_1 + n_2 - 2$  (Reiterová, 2011). Mezi výběrovými průměry nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl.



**Tab. 7:** T-test času administrace ToH u všech probandů (probandi bez dg. závislosti/ probandi s dg. závislosti; n=15,15;13,15;12,13)

Verze testu	Počet probandů (nezávislí/závislí)	Získaná hodnota t	$t_{0,05}(v)$
3D	$n_1=15, n_2=15$	0,994	2,048
4D	$n_1=13, n_2=15$	0,582	2,055
5D	$n_1=12, n_2=13$	0,496	2,068

*Počet pohybů, počet perseverací a počet chyb.* Zde jsme opakovali předešlý postup, tj. porovnali jsme rovnost rozptylů pomocí metody F-test a následně jsme vyhodnotili rozdíly výběrových průměrů pomocí dvouvýběrového t-testu.

Při ověření rovnosti rozptylu počtu pohybů, počtu perseverací a počtu chyb u tří-, čtyř- a pětidiskové verze testu mezi skupinou probandů bez diagnózy závislosti a probandů s diagnózou závislosti, byly získány hodnoty **F** (uvedeny v tabulce č. 8) nižší než kritická hodnota **F<sub>p</sub> ( $v_1, v_2$ )**. Mezi rozptyly obou výběrů tak nebyl nalezen signifikantní rozdíl.

**Tab. 8:** F-test počtu pohybů, počtu perseverací a počtu chyb u všech probandů (probandi bez dg. závislosti/ probandi s dg. závislosti; n=15,15;13,15;12,13)

Verze testu	Počet probandů (nezávislí/závislí)	Získaná hodnota F	$F_{0,05}(v_1, v_2)$
3D	$n_1=15, n_2=15$	0,986	2,403
4D	$n_1=13, n_2=15$	0,885	2,533
5D	$n_1=12, n_2=13$	0,819	2,660

Poté co F-test prokázal rovnost rozptylů jsme vyhodnotili rozdíly průměrů počtu pohybů, počtu perseverací a počtu chyb u tří-, čtyř- a pětidiskové verze testu mezi skupinou probandů bez diagnózy závislosti ( $n_1=15$ ) a probandů s diagnózou závislosti ( $n_2=15$ ), jsme použili dvouvýběrový t-test, získaná hodnota **t= 0,850 <  $t_{0,01}(28)=2,763$** . Mezi výběrovými průměry nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl.

**Tab. 9:** F-test počtu pohybů, počtu perseverací a počtu chyb u všech probandů (probandi bez dg. závislosti/ probandi s dg. závislosti; n=15,15;13,15;12,13)

Verze testu	Počet probandů (nezávislí/závislí)	Získaná hodnota t	$t_{0,05}(v)$
3D	$n_1=15, n_2=15$	0,996	2,048
4D	$n_1=13, n_2=15$	0,924	2,055
5D	$n_1=12, n_2=13$	0,891	2,068

V následujících kapitolách jsou uvedeny výsledky testování jednotlivých hypotéz. Výpočty byly získány pomocí následujících statistických metod v programu Microsoft Office Excel 2007: výpočet Pearsonova korelačního koeficientu, t-test pro signifikantnost korelačního koeficientu a výpočet percentilového pořadí.

## 8.1 Testování hypotézy H1:

*H1: Existuje negativní statisticky signifikantní závislost v ukazateli hrubého skóre v reprodukci po 3 minutách v Rey-Osterriethově komplexní figuře (ROCF) a počtem pohybů při administraci čtyřdiskové verze Hanojské věže (ToH).*

Hypotéza H1 byla ověřena pomocí Pearsonova korelačního koeficientu, tj. statistické metody závislosti (korelace). Pearsonův korelační koeficient byl vypočítán mezi ukazateli hrubého skóre v reprodukci po 3 minutách v Rey-Osterriethově komplexní figuře a počtem pohybů při administraci čtyřdiskové verze Hanojské věže. Výsledný korelační koeficient má hodnotu ( $r$ ) **-0,3626**. Absolutní hodnota korelačního koeficientu byla následně srovnána s tabulkou kritických hodnot korelačního koeficientu (Reiterová, 2003) na hladině významnosti  $p = 0,05$ . Vzhledem k faktu, že 2 (6,66%) probandi čtyřdiskovou verzi testu Hanojské věže nedokončili, byla použita tabulková hodnota ( $r_p$ ) pro 28 osob ( $n=28$ ), tato hodnota je tedy **0,361**; také jinak  $r > r_p$ . Lze tedy tvrdit, že na hladině významnosti  $p = 0,05$  se jedná o statisticky významnou souvislost.

Následně byla absolutní hodnota korelačního koeficientu ( $r$ ) porovnána s tabulkou kritických hodnot korelačního koeficientu na hladině významnosti  $p = 0,01$ . Tabulková hodnota ( $r_p$ ) pro 28 osob ( $n=28$ ) je **0,463**. Jde tedy o případ kdy  $r < r_p$  a nejde tudíž o statisticky významnou souvislost.

Hypotéza H1 byla ověřena a **přijata**, bylo zjištěno, že na hladině významnosti  $p = 0,05$  existuje negativní statisticky signifikantní závislost v ukazateli hrubého skóre v reprodukci po 3 minutách v Rey-Osterriethově komplexní figuře a počtem pohybů při administraci čtyřdiskové verze Hanojské věže.

Jednotlivé hodnoty ukazatelů počtu pohybů v čtyřdiskové verzi testu Hanojské věže a hrubé skóre v reprodukci po 3 minutách v Rey-Osterriethově figuře jsou k nahlédnutí

v Příloze č. 3. Průměrná hodnota hrubého skóre u probandů bez diagnózy závislosti byla 24,1 (medián=22; SD=4,74) a průměrné hrubé skóre u probandů s diagnózou závislosti byla 22,54 (medián=26; SD=7,15).

## 8.2 Testování hypotézy H2:

*H2: Existuje pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli hrubého skóre v reprodukci po 3 minutách v Rey-Osterriethově komplexní figuře (ROCF) a celkovém skóre v testu Hanojské věže (ToH).*

Hypotéza H2 byla ověřena pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. Pearsonův korelační koeficient byl vypočítán mezi ukazateli hrubého skóre v reprodukci po 3 minutách v Rey-Osterriethově komplexní figuře a celkovém skóre v testu Hanojské věže. Výsledný korelační koeficient má hodnotu ( $r$ ) **0,095**. Tato hodnota korelačního koeficientu byla následně srovnána s tabulkou kritických hodnot korelačního koeficientu (Reiterová, 2003) na hladině významnosti  $p = 0,05$ . Tabulková hodnota ( $r_p$ ) pro 30 osob ( $n=30$ ) je **0,349**. Získaný korelační koeficient ( $r$ ) je nižší než tabulková hodnota ( $r_p$ ).

Hypotéza H2 byla ověřena a **nepřijata**, bylo zjištěno, že na hladině významnosti  $p = 0,05$  neexistuje pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli hrubého skóre v reprodukci po 3 minutách v Rey-Osterriethově komplexní figuře a celkovém skóre v testu Hanojské věže. Naměřené hodnoty ROCF a ToH vztahující se k této hypotéze jsou uvedeny v Příloze č. 4.

## 8.3 Testování hypotézy H3:

*H3: Existuje pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli kapacity krátkodobé paměti v Krátkém testu všeobecné inteligence (KAI) a celkovém skóre v testu Hanojské věže (ToH).*

Hypotéza H3 byla ověřena pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. Pearsonův korelační koeficient byl vypočítán mezi ukazateli kapacity krátkodobé paměti v Krátkém testu všeobecné inteligence a celkovém skóre v testu Hanojské věže. Výsledný korelační koeficient má hodnotu ( $r$ ) **0,212**. Tato hodnota korelačního koeficientu byla následně srovnána s tabulkou kritických hodnot korelačního koeficientu (Reiterová, 2003) na hladině významnosti  $p = 0,05$ . Tabulková hodnota ( $r_p$ ) pro 30 osob ( $n=30$ ) je **0,349**. Získaný korelační koeficient ( $r$ ) je nižší než tabulková hodnota ( $r_p$ ).

Hypotéza H3 byla ověřena a **nepřijata**, bylo zjištěno, že na hladině významnosti  $p = 0,05$  neexistuje pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli kapacity krátkodobé paměti v Krátkém testu všeobecné inteligence a celkovém skóre v testu Hanojské věže. Jednotlivé naměřené hodnoty v testu KAI a ToH, které se týkají této hypotézy, jsou k nahlédnutí v příloze č. 5.

## **8.4 Orientační percentilové normy v testu Hanojské věže pro dospělé**

Naše práce si jako hlavní cíl stanovila vytvoření orientačních percentilových norem pro počet pohybů a času administrace tří-, čtyř- a pětidiskové verze testu Hanojské věže pro dospělé ve věku od 18ti do 64 let. Individuálně získaná data probandů byla vyhodnocena pomocí funkce PERCENTRANK v programu Microsoft Office Excel 2007. Dále byly vypočítány korelace mezi ostatními ukazateli testu.

### **8.4.1 Orientační percentilové normy pro třídiskovou verzi**

V tabulkách č. 4 a č. 5 jsou uvedena výsledná percentilová pořadí pro jednotlivé hodnoty času a počtu pohybů nutných k vyřešení úlohy.

**Tab. 10:** Percentilová pořadí pro čas v třídiskové verzi testu Hanojské věže (dospělí, n=30)

<b>Hanojská věž 3d</b>	
Čas	%
106	100%
89	97%
72	93%
64	90%
47	86%
46	83%
38	79%
34	72%
34	72%
31	69%
30	66%
29	62%
28	59%
27	55%
25	52%
24	48%
20	41%
20	41%
19	38%
17	34%
16	24%
16	24%
16	24%
15	21%
11	7%
11	7%
11	7%
11	7%
9	0%
9	0%

**Tab. 11:** Percentilová pořadí pro počet pohybů v třídiskové verzi testu Hanojské věže (dospělí, n=30)

<b>Hanojská věž 3d</b>	
Pohyby	%
16	100%
14	97%
13	90%
13	90%



<b>Korelace mezi časem a perseveracemi</b>	Nebyla zaznamenána žádná perseverace
<b>Korelace mezi časem a chybami</b>	<b>0,396</b>
<b>Korelace mezi pohybem a perseveracemi</b>	Nebyla zaznamenána žádná perseverace
<b>Korelace mezi pohyby a chybami</b>	<b>0,353</b>
<b>Korelace mezi perseveracemi a chybami</b>	Nebyla zaznamenána žádná perseverace

Vyplývá tedy, že v třídiskové verzi testu Hanojské věže byl shledán signifikantní vztah mezi ukazateli pohybu a času; času a počtu chyb a konečně počtem pohybů a počtem chyb. Jednotlivé popisné statistické údaje jsou uvedeny v Příloze č. 6.

### 8.4.2 Orientační percentilové normy pro čtyřdiskovou verzi

V tabulkách č. 7 a č. 8 jsou uvedena výsledná percentilová pořadí pro jednotlivé hodnoty času a počtu pohybů nutných k vyřešení úlohy. Vzhledem k faktu, že dva probandi úlohu nedokončili, je vzorek složen z 28ti osob (n=28).

**Tab. 13:** Percentilová pořadí pro čas v čtyřdiskové verzi testu Hanojské věže (dospělí, n=28)

<b>Hanojská věž 4d</b>	
<b>Čas</b>	<b>%</b>
263	100%
235	96%
198	93%
195	89%
183	85%
151	81%
145	78%
135	74%
128	70%
120	67%
109	63%
98	59%
97	52%
97	52%
68	48%
67	44%
60	41%
59	37%
57	33%

56	30%
55	26%
53	22%
51	19%
45	15%
40	11%
37	7%
30	4%
29	0%

**Tab. 14:** Percentilová pořadí pro počet pohybů v čtyřdiskové verzi testu Hanojské věže (dospělí, n=28)

<b>Hanojská věž 4d</b>	
Pohyby	%
47	100%
46	96%
42	89%
42	89%
39	81%
39	81%
37	74%
37	74%
34	70%
33	67%
31	63%
28	59%
26	56%
25	48%
25	48%
23	37%
23	37%
23	37%
22	33%
19	26%
19	26%
18	22%
17	4%
17	4%
17	4%
17	4%
17	4%
16	0%



Z tabulky č. 7 vyplývá, že nejdelší čas nutný pro administraci čtyřdiskové verze testu Hanojské věže byl 263 vteřin, nejkratší pak 29 vteřin. Tabulka č. 8 ukazuje, že nejvyšší počet tahů nutných k dokončení úlohy byl 47, nejmenší počet tahů 16.

Stejně jako u třídiskové verze byly znovu vypočítány výsledky Pearsonova korelačního koeficientu mezi jednotlivými ukazateli času, pohybu, perseverací a chyb. Nyní však u 28mi respondentů (n=28). Korelační koeficient byl následně porovnán s tabulkou kritických hodnot pro zjištění signifikantnosti korelace. Červeně jsou označeny statisticky významné výsledky na hladině významnosti  $p = 0,05$ , podtržené jsou pak výsledky statisticky významné na hladině významnosti  $p = 0,01$ .

**Tab. 15:** Korelace mezi jednotlivými ukazateli v čtyřdiskové verzi Hanojské věže, dospělí (n=28)

<b>Korelace mezi jednotlivými ukazateli</b>	
<b>Korelace mezi časem a pohybem</b>	<u>0,654</u>
<b>Korelace mezi časem a perseveracemi</b>	0,430
<b>Korelace mezi časem a chybami</b>	0,391
<b>Korelace mezi pohybem a perseveracemi</b>	0,341
<b>Korelace mezi pohyby a chybami</b>	<u>0,599</u>
<b>Korelace mezi perseveracemi a chybami</b>	-0,034

Z tabulky č. 9 vyplývá, že v čtyřdiskové verzi testu Hanojské věže byl shledán signifikantní vztah mezi ukazateli pohybu a času; času a perseveracemi; času a počtem chyb; počtem pohybů a perseveracemi a konečně počtem pohybů a počtem chyb. Jednotlivé popisné statistické údaje jsou uvedeny v Příloze č. 7.

### 8.4.3 Orientační percentilové normy pro pětiskovou verzi

V tabulkách č. 10 a č. 11 jsou uvedena výsledná percentilová pořadí pro jednotlivé hodnoty času a počtu pohybů nutných k vyřešení úlohy. Vzhledem k faktu, že pět probandů úlohu nedokončilo je vzorek složen z 25ti osob (n=25).

**Tab. 16:** Percentilová pořadí pro čas v pětiskové verzi testu Hanojské věže (dospělí, n=25)

<b>Hanojská věž 5d</b>	
Čas	%
300	100%
282	96%
276	88%
276	88%
258	83%
240	79%
239	75%
238	71%
229	67%
223	63%
220	54%
220	54%
217	50%
198	46%
195	42%
190	38%
182	33%
164	25%
164	25%
161	21%
156	17%
134	13%
101	8%
82	4%
59	0%

**Tab. 17:** Percentilová pořadí pro počet pohybů v pětidiskové verzi testu Hanojské věže (dospělí, n=25)

<b>Hanojská věž 5d</b>	
Pohyby	%
86	100%
85	92%
85	92%
65	88%
64	79%
64	79%
63	75%
60	67%

60	67%
55	63%
54	50%
54	50%
54	50%
51	46%
48	42%
45	33%
45	33%
44	25%
44	25%
43	21%
42	8%
42	8%
42	8%
39	4%
33	0%

Z tabulky č. 10 vyplývá, že nejdelší čas nutný pro dokončení úlohy byl 300 vteřin, nejkratší čas pak 59 vteřin. Tabulka č. 11 zase ukazuje, že nejvyšší počet pohybů nutných pro dokončení úlohy byl 89, nejnižší pak 33.

Znovu byly vypočítány výsledky Pearsonova korelačního koeficientu mezi jednotlivými ukazateli času, pohybu, perseverací a chyb. Nyní u 25ti respondentů (n=25). Korelační koeficient byl následně porovnán s tabulkou kritických hodnot pro zjištění signifikantnosti korelace. Červeně jsou označeny statisticky významné výsledky na hladině významnosti  $p = 0,05$ , podtržené jsou pak výsledky statisticky významné na hladině významnosti  $p = 0,01$ .

**Tab. 18** Korelace mezi jednotlivými ukazateli v pětidiskové verzi Hanojské věže, dospělí (n=25)

<b>Korelace mezi jednotlivými ukazateli</b>	
<b>Korelace mezi časem a pohybem</b>	0,175
<b>Korelace mezi časem a perseveracemi</b>	-0,070
<b>Korelace mezi časem a chybami</b>	0,274
<b>Korelace mezi pohybem a perseveracemi</b>	0,036
<b>Korelace mezi pohyby a chybami</b>	<u>0,600</u>
<b>Korelace mezi perseveracemi a chybami</b>	0,025

Z tabulky č. 12 vyplývá, že v pětidiskové verzi testu Hanojské věže byl sledován signifikantní vztah pouze mezi počtem pohybů nutných k dokončení úlohy a počtem chyb. Jednotlivé popisné statistické údaje jsou uvedeny v Příloze č. 8.

## 9. K platnosti hypotéz

Ve výzkumné části této práce jsme stanovili tři hypotézy, nyní shrneme jejich výsledky.

### Výsledky hypotézy H1

K ověření platnosti hypotézy: *Existuje negativní statisticky signifikantní závislost v ukazateli hrubého skóre v reprodukci po 3 minutách v Rey-Osterriethově komplexní figuře (ROCF) a počtem pohybů při administraci čtyřdiskové verze Hanojské věže (ToH).*

Tato hypotéza byla **přijata**.

Bylo prokázáno, že existuje negativní statisticky signifikantní závislost v ukazateli hrubého skóre v reprodukci po 3 minutách v Rey-Osterriethově komplexní figuře (ROCF) a počtem pohybů při administraci čtyřdiskové verze Hanojské věže.

### Výsledky hypotézy H2

K ověření hypotézy: *Existuje pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli hrubého skóre v reprodukci po 3 minutách v Rey-Osterriethově komplexní figuře (ROCF) a celkovém skóre v testu Hanojské věže (ToH).*

Tato hypotéza byla ověřena a **nepřijata**.

Nebylo prokázáno, že existuje pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli hrubého skóre v reprodukci po 3 minutách v Rey-Osterriethově komplexní figuře (ROCF) a celkového skóre v testu Hanojské věže.

### Výsledky hypotézy H3

K ověření hypotézy: *Existuje pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli kapacity krátkodobé paměti v Krátkém testu všeobecné inteligence (KAI) a celkovém skóre v testu Hanojské věže (ToH).*

Tato hypotéza byla ověřena a **nepřijata**.

Neprokázano se, že existuje pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli kapacity krátkodobé paměti v Krátkém testu všeobecné inteligence a celkovém skóre v testu Hanojské věže.

## 10. Diskuze

Hlavním cílem této práce bylo vytvořit orientační percentilové normy pro tří-, čtyř- a pětidiskovou verzi testu Hanojské věže pro věkovou skupinu dospělých, přesněji pak pro dospělé ve věku od 18ti do 64 let. Původní výzkumný záměr, získat minimálně 30 dospělých respondentů, byl splněn. Respondenti však byli vybráni metodou příležitostného výběru, která nezaručuje reprezentativnost výzkumného vzorku. A dále byly do výzkumného vzorku zařazeny osoby s diagnózou syndromu závislosti na alkoholových i nealkoholových drogách, abstinující déle, než 4 měsíce. Vzhledem k těmto uvedeným skutečnostem není možné výsledky tohoto výzkumu vztáhnout na celou populaci dospělých ve věku 18-64 let.

Dalším cílem výzkumu bylo ověřit platnost stanovených hypotéz, a to na základě statistického zpracování experimentálně získaných dat, které bylo provedeno za pomoci statistických funkcí v programu Microsoft Excel 2007.

Nežli ovšem přejdeme k jednotlivým hypotézám, podíváme se na zjištění, že nebyly nalezeny žádné signifikantní rozdíly mezi výběrovými průměry sledovaných znaků testu Hanojské věže (čas administrace, počet pohybů, počet perseverací, počet chyb), a to u tří-, čtyř- a pětidiskové verze testu mezi skupinou probandů bez diagnózy závislosti a probandů s diagnózou závislosti. Jinými slovy se výběrové průměry jednotlivých znaků liší pouze náhodně, což jsme shrnuli tak, že mezi skupinou probandů bez diagnózy závislosti a probandů s diagnózou závislosti nebyl nalezen žádný statisticky významný rozdíl v řešení testu Hanojské věže. Blíže v kapitole 8., kde jsou k nahlédnutí tabulky č. 6, 7, 8 a 9 s ukazateli získaných hodnot ve statistických metodách F-test a t-test.

Miyake (et al., 2000) test Hanojské věže (ToH) spojuje především s exekutivní funkcí inhibice, přičemž je však tento typ inhibice omezen pouze na kontrolovanou supresi prepotentních odpovědí, která má za úkol snížit aktivační stupeň dosažený pomocí negativní aktivace neurální sítě.

Van der Plasová (et al., 2009) podrobila probandy závislé na alkoholu (n= 33 mužů; 18 žen), kokainu (n=27 mužů; 14 žen), metamfetaminu (n=38 mužů; 17 žen) a zdravou kontrolní skupinu (n=36 mužů; 17 žen) testové baterii zkoumající rozhodování, pracovní paměť, kognitivní flexibilitu a inhibici dominantních odpovědí (viz. kapitola 1.6). Právě u funkce inhibice nebyl nalezen žádný signifikantní rozdíl u všech skupin respondentů

(včetně kontrolní skupiny). Rozdíl nebyl nalezen ani na základě věku, pohlaví nebo vzdělání.

Zdá se tedy, že právě role funkce inhibice by mohla vysvětlovat fakt, že nebyl nalezen žádný signifikantní rozdíl mezi probandy s diagnózou závislosti a probandy bez diagnózy závislosti i v našem výzkumu.

Jako srovnání naměřených výsledků u probandů s diagnózou mohou posloužit výsledky Bechary a Damasiové (2002), kteří podrobili celkem 46 probandů s diagnózou závislosti (průměrný věk 33,5 let, SD=10,6) počítačové variantě čtyřdiskové verze ToH (blíže viz. kapitola 1.6). Hodnota průměrného počtu pohybů vedoucích k úspěšnému vyřešení čtyřdiskové verze ToH byla u těchto 46 (n=46) probandů **74,0 (SD=35)**. Výsledky celé testové baterie ukázaly dvě podskupiny probandů se závislostí. První skupina probandů byla nerozeznatelná od zdravé kontrolní skupiny. Druhá skupina pak v jednotlivých testech vykazovala podobné znaky jako pacienti s ventromediálním poškozením, což podpořilo hypotézu autorů, že drogová závislost může být asociována s malfunkcí ventromediální kůry. Autoři bohužel neuvádí počet naměřených pohybů nutných k dokončení čtyřdiskové verze ToH u zdravé kontrolní skupiny. V našem výzkumném vzorku bylo 15 probandů s diagnózou závislosti průměrného věku 32,27 let (SD=9, 43). Čtyřdiskovou verzi zakončilo všech 15 osob, naměřená hodnota počtu pohybů nutných k dokončení úlohy byla **27,53 (SD=9,97)**.

Bechara a Damasiová (2001) nenalezli žádné signifikantní rozdíly ve výkonu v testech exekutivních a frontálních funkcí, testu inteligence nebo paměti v závislosti na takových demografických ukazatelích, jako jsou druh užívané drogy, délka abúzu, délka abstinence a počet relapsů.

Lze se domnívat, že mimo nedostatečnou reprezentativnost našeho vzorku, může rozdíl v naměřených hodnotách ovlivňovat i fakt, že Bechara a Damasiová (2001) použili počítačovou verzi testu. Mataix-Cols a Bartrés-Faz (2002; in Stielová, 2012) uvádějí, že pro pacienty s poškozením mozku (tedy včetně ventromediálního poškození) může být počítačová verze obtížnější, zejména pro méně znatelné vizuálně-motorické faktory.

Hypotézu H1 jsme postavili na předpokladu, že *existuje negativní statisticky signifikantní závislost v ukazateli hrubého skóru v reprodukci po 3 minutách v Rey-Osterriethově komplexní figuře (ROCF) a počtem pohybů při administraci čtyřdiskové verze Hanojské věže (ToH)*. Tato hypotéza byla ověřena pomocí Pearsonova korelačního

koeficientu, výsledný korelační koeficient měl hodnotu **-0,3626**. Absolutní hodnota korelačního koeficientu byla následně srovnána s tabulkou kritických hodnot korelačního koeficientu (Reiterová, 2003) na hladině významnosti  $p = 0,05$ . Vzhledem k faktu, že 2 (6,66%) probandi čtyřdiskovou verzi testu Hanojské věže nedokončili, byla použita tabulková hodnota pro 28 osob, tato hodnota je tedy **0,361**. Jelikož byl naměřený korelační koeficient vyšší než uvedená tabulková hodnota, lze tvrdit, že na hladině významnosti  $p = 0,05$  se jedná o statisticky významnou souvislost.

Následně byl získaný korelační koeficient porovnán s tabulkou kritických hodnot na hladině významnosti  $p = 0,01$ , která je 0,463. Zde nebylo prokázáno, že jde o statisticky signifikantní souvislost. Hypotéza H1 byla ověřena a přijata na hladině významnosti  $p = 0,05$ . Byla prokázána statisticky významná souvislost mezi ukazatelem hrubého skóre Rey-Osterriethovy komplexní figury (ROCF), která je ukazatelem strukturace percepční aktivity, vizuálně-motorické kontroly, pozornosti a mnestické kapacity (Rey-Osterrieth, 1997), a počtem pohybů nutných k dokončení čtyřdiskové verze ToH.

Již v kapitole 1.6 jsme uvedli, že Sullivan (et al., 2002; in Grant, Adams, 2009) informoval o deficitech v oblasti vizuospeciálních funkcí a pracovní paměti u osob se závislostí na alkoholu. V našem výzkumném vzorku se nacházelo 8 osob se závislostí na alkoholu. K této skutečnosti musí být přihlédnuto při hledání důvodů existující korelace, zejména pak v souvislosti s problematickou reprezentativností celého vzorku.

Podle Vágnerové a Klégrové (2008; in Stielová, 2012) má ROCF význam při hodnocení úrovně krátkodobé vizuálně prostorové paměti. Opět lze zmínit Miyakeho (et al., 2000), který ve své práci hovoří o důležitosti funkce inhibice při řešení ToH, přičemž připouští, že pokud by účastníci studie využili při řešení úlohy strategii zvanou cílová rekurze (viz. kapitola 6.1.6), pak by ToH mohl být méně spojený s inhibicí, a naopak více spojený s funkcí monitorování a aktualizace pamětních reprezentací (tzv. Updating; viz. kapitola 1.1). Právě funkce monitorování a aktualizace pamětních reprezentací je funkce úzce napojena na pracovní paměť (blíže viz kapitola 3.5), což by vysvětlovalo souvislost mezi ToH a ROCF.

Miyake (et al., 2000) použil počítačovou variantu čtyřdiskové verze ToH na 136 studentech vysoké školy (znovu viz kapitola 6.1.6). Ti potřebovali v průměru **46** pohybů (**SD=12**) k dokončení úlohy. V naší studii byl průměrný počet pohybů potřebných k dokončení úlohy u 28 účastníků **27,82** (**SD=9,81**). Rozdíl v hodnotách lze přičíst nereprezentativnosti našeho vzorku, ale je též možné, že naši probandi používali



optimálnější strategii řešení úlohy, což by dále vysvětlovalo nalezenou statistickou souvislost.

Stielové (2012) se ve své diplomové práci nepodařilo prokázat pozitivní statisticky významnou závislost v ukazateli hrubého skóru v reprodukci po 3 minutách v Rey-Osterriethovy komplexní figury (ROCF) a počtu pohybů při administraci čtyřdiskové verze ToH u adolescentů. Získaný korelační koeficient měl hodnotu  $-0,292$  ( $<$  než tabulková hodnota  $0,304$ ). Autorka skutečnost zdůvodnila možností, že nízkého počtu pohybů mohou dosáhnout jedinci, kteří úlohu řeší bez obtíží, ale také jedinci s nízkým psychomotorickým tempem.

Studie se zúčastnilo 40 adolescentů ve věku 13-18 let. Ti potřebovali průměrně **28,73 (SD=13,82)** pohybů k vyřešení čtyřdiskové verze ToH a dosáhli průměrného hrubého skóre v reprodukci ROCF po třech minutách hodnoty **23,28 (SD=6,45)**. Naše již zmíněné výsledky u 28 probandů ve stejné verzi ToH se rovnaly **27,82 (SD=9,81)** pohybům a průměrná dosažená hodnota hrubého skóre v reprodukci ROCF po třech minutách byla **23,95 (SD=6,07)**. Výsledky obou studií jsou velmi podobné, ačkoli průměrný věk našeho vzorku (**30,07 let; SD=9,61**) a vzorku Stielové (**15,1 let; SD=1,84**) se mírně liší. Dřívější výzkumy (Mižigar, 2011; Brennan et al., 1997; in Sorel, Pennequin, 2007) dokazují, že výkon v testu Hanojské věže koreluje s věkem probanda, což se v tomto případě nepotvrdilo. Opět se lze domnívat, že i tento jev ovlivňují takoví činitelé jako přítomnost probandů s diagnózou závislosti ve výzkumném vzorku, sporná reprezentativnost, optimálnější strategie řešení úlohy ToH našimi probandy a také možné nižší psychomotorické tempo u některých probandů, kteří tak mohou dosáhnout nižší hodnoty počtu pohybů.

Hypotéza H2 předpokládá, že *existuje pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli hrubého skóre v reprodukci po 3 minutách v Rey-Osterriethově komplexní figuře (ROCF) a celkovém skóre v testu Hanojské věže (ToH)*. Hypotéza byla ověřena pomocí Pearsonova korelačního koeficientu, který měl hodnotu **0,095**. Tato hodnota korelačního koeficientu byla následně srovnána s tabulkou kritických hodnot korelačního koeficientu na hladině významnosti  $p = 0,05$ . Získaný korelační koeficient byl nižší než tabulková hodnota; z tohoto důvodu nebyla hypotéza H2 přijata. Nebyla prokázána signifikantní závislost v ukazateli hrubého skóre v reprodukci po 3 minutách v Rey-Osterriethově komplexní figuře a celkovém skóre v testu Hanojské věže.

Důvodem může být fakt, že celkové skóre ToH, neboli ukazatel prostého dokončení úlohy v určitém čase, je sice v souladu s klinickou zkušeností nejsilnější ukazatel, ale pouze sedmibodová škála (0-6 bodů) není dostatečně citlivá pro rozlišení mírných poruch exekutivních funkcí. Kupříkladu průměrná hodnota ukazatele celkového skóre ToH našeho výzkumného vzorku byla 5 bodů (SD=1,37) z 6 možných. Opět je nutné přihlédnout k problematické reprezentativnosti výzkumného vzorku.

Hypotéza H3 byla založena na předpokladu, že *existuje pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli kapacity krátkodobé paměti v Krátkém testu základních obecných charakteristik zpracování informací (KAI) a celkovém skóre v testu Hanojské věže (ToH)*. Hypotéza byla ověřena pomocí Pearsonova korelačního koeficientu, získaný korelační koeficient měl hodnotu **0,212**. Získaný korelační koeficient byl nižší než tabulková hodnota kritických hodnot korelačního koeficientu na hladině významnosti  $p = 0,05$ , hypotéza proto nebyla přijata. Nebylo potvrzeno, že existuje pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli kapacity krátkodobé paměti v Krátkém testu základních obecných charakteristik zpracování informací a celkovém skóre v testu Hanojské věže.

Obereignerů (2012) uvádí, že zjištěná kapacita krátkodobé paměti, která je jedním z ukazatelů testu KAI, může být přiřazena k inteligenčnímu kvocientu člověka, jelikož krátkodobá paměť určuje přibližně 70% výkonu v inteligenčních testech.

V již zmíněné studii (viz kapitola 1.1) Friedmanové (et al., 2006) se podařilo prokázat, že existuje statisticky signifikantní korelace mezi Wechslerovou inteligenční škálou pro dospělé (WAIS) a funkcí monitorování a aktualizací pamětních reprezentací (0,69;  $p < 0,001$ ). Dále mezi WAIS a funkcí inhibice (0,38;  $p < 0,001$ ), konečně pak i WAIS a funkcí přesouvání mentálního nastavení (0,23;  $p < 0,003$ ). Nicméně použitím faktorové analýzy se podařilo prokázat signifikantní vztah pouze mezi inteligencí a funkcí monitorování a aktualizace pamětních reprezentací.

Vzhledem ke skutečnosti, že je u našeho výzkumného vzorku možné předpokládat důležitou roli funkce monitorování a aktualizace pamětních reprezentací při řešení testu Hanojské věže (výsledky naznačují, že probandi zvolili optimální strategii řešení úlohy), domníváme se, že korelace nebyla v tomto případě přijata z důvodu nízké citlivosti celkového skóre ToH pro rozlišení mírných poruch exekutivních funkcí, stejně jako u hypotézy H2. Přičemž věříme, že by v případě reprezentativního vzorku korelace být prokázána neměla.

Usuzujeme z faktu, že Miyake (et al., 2000) přisuzuje důležitou roli při řešení ToH funkci inhibice, která podle Friedmanové (et al., 2006) s inteligencí nekoreluje. Přičemž funkce monitorování a aktualizace pamětních reprezentací, která podle autorky s inteligencí koreluje, se podle Miyakeho (et al., 2000) pojí s optimální strategií řešení úlohy. Lze se tedy domnívat, že probandi řešící test Hanojské věže optimální strategií mohou vykazovat vyšší inteligenci než probandi s percepční strategií. Není však jasné, zdali sama inteligence je prediktorem úspěšnosti v testu ToH.

Výzkumným cílem naší práce bylo vytvořit orientační percentilové normy pro tří-, čtyř- a pětidiskovou verzi testu Hanojské věže. Vytvořili jsme jednotlivé normy pro každou z tří uvedených variant testu za pomoci metody PERCENTRANK v programu Microsoft Office Excel 2007. Normy byly vytvořeny pro počet pohybů a čas dokončení úlohy (tabulky jsou uvedeny v kapitole 8.4.1 – 8.4.3).

Vzhledem ke skutečnosti, že doposud nebyl v České republice publikován výzkum, který by byl zaměřen na věkovou skupinu dospělých ve věku 18-64 let, není možné získané normy Hanojské věže porovnat.

Jak jsme již uvedli v úvodu této kapitoly, existují sice výzkumy (Bechara, Damasiová, 2001), které také testují test Hanojské věže (ToH) na výzkumném vzorku obsahujícím probandy s diagnózou závislosti, bohužel však neuvádí výsledky ToH na zdravé populaci. K dispozici jsou publikovány normy tří- a čtyřdiskové verze ToH pro švédskou populaci ve věku 35-85 let, nicméně Obereignerů (2010; in Stielová, 2012) uvádí, že tyto normy nejsou dostatečně rozlišující v oblasti komplexního plánování v prvotních fázích exekutivní poruchy.

Vytvořením percentilových norem tří-, čtyř- a pětidiskové verze ToH se ve svých diplomových pracích zabývali Mižigar (2011) a Stielová (2012). Oba v rámci stejné grantové výzvy, do které je zapojena i tato práce. Na konci letošního roku by měl vyjít manuál pro administraci a vyhodnocení testu Hanojské věže pro českou populaci, na jeho přípravě se podílejí odborníci z Filozofické fakulty, Lékařské fakulty a Fakultní nemocnice Univerzity Palackého v Olomouci (Stielová, 2012; Obereignerů, 2012).

Jak již bylo uvedeno v kapitole 6.1, dřívější výzkumy (Brennan et al., 1997; in Sorel, Pennequin, 2007; Mižigar, 2011; Stielová, 2012) dokazují, že výkon v testu Hanojské věže koreluje s věkem probanda. Práce Stielové (2012) a Mižigara (2011) toto zjištění potvrzují. Mižigar (tamtéž) pod vedením Radka Obereignerů vytvořil percentilové

normy pro českou populaci ve věku 65 až 75 let. Stielová (tamtéž) pak pod vedením stejného vedoucího vytvořila normy pro českou populaci ve věku 13 až 18 let.

V třídiskové verzi dosáhli Mižigarovi (2011) probandi nejrychlejšího času 25 vteřin a nejdelšího 168 vteřin, přičemž potřebovali k dokončení ToH nejméně 7 pohybů a nejvíce 27 pohybů. Stielová (2012) ve své práci u adolescentů uvádí nejkratší čas 7 vteřin, nejdelší čas 81 vteřin. Nejmenší počet pohybů se shodoval s hodnotou u seniorů, tj. 7 pohybů, nejvíce bylo pohybů 25. Naš výzkumný vzorek potřeboval pro dokončení třídiskové verze ToH nejméně 9 vteřin a nejdéle 106 vteřin. Nejnížší zaznamenaná hodnota počtu pohybů byla 7, nejvyšší pak 16. Zdá se tedy, že z hlediska času má nejlepší výsledek (7 vteřin) vzorek Stielové (2012), následně náš vzorek (9 vteřin) a poslední (25 vteřin) je vzorek Mižigara (2011). Z hlediska pohybů si nejlépe vedl výzkumný vzorek této práce (rozpětí 7-16 pohybů), dále vzorek Stielové (7-25 pohybů) a poslední vzorek Mižigara (7-27 pohybů). Znovu se lze domnívat, že probandi této diplomové práce volili optimálnější strategii řešení úlohy, zároveň je opět nutné připomenout problematickou reprezentativnost vzorku.

Ve čtyřdiskové verzi dosáhli probandi Mižigara (2011) nejrychlejšího času 73 sekund a nejdelšího času 337 sekund. Nejmenší počet pohybů byl u seniorů 17 a nejvyšší počet pohybů byl 66. Probandi Stielové (2012) dosáhli nejkratšího času 14 vteřin, jako nejdelší čas autorka uvádí 300 vteřin. Nejnížší počet pohybů byl u adolescentů - 15 (přičemž autorka uvádí, že tato hodnota byla dosažena v limitu 300 vteřin) a nejvyšší počet byl 90. Naši probandi dosáhli nejkratšího času 29 vteřin, nejdelšího pak 263 vteřin. Dva probandi test nedokončili v limitu, čas po vypršení limitu však již nebyl dále zaznamenáván. Nejnížší počet pohybů byl 16 a nejvyšší počet pohybů 47. Porovnání s výzkumy Stielové (2012) a Mižigara (2011) je zde tak očividně zkreslené faktem, že nebyl zaznamenán čas nutný k dokončení i u probandů, kteří přesáhli limit. Nicméně nejnížšího času i počtu pohybů dosáhli probandi z výzkumu Stielové (2012), poté probandi této studie a následně probandi Mižigara (2011). Zde se tedy potvrzuje zjištění, že vysoký věk souvisí s poklesem schopnosti plánovat (Rönnlund, 2001; Sorel, Pennequin, 2008; Mižigar, 2011, Stielová, 2012).

V pětiskové verzi byl nejnížší zaznamenaný čas ve studii Mižigara (2011) 166 vteřin, nejdelší čas byl 1044 vteřin. Počet pohybů autor uvádí v rozmezí od 35 do 195. Stielová (2012) uvádí jako nejkratší čas ve své studii 60 vteřin a nejdelší 300 vteřin, počet pohybů udává v rozmezí od 35 do 106. U našich probandů byl nejkratší naměřený čas 59 vteřin, nejdelší pak 300 vteřin. Nejnížší počet pohybů byl 33, nejvyšší pak 89. Znovu

musíme při srovnání přihlídnout k následujícím problematickým skutečnostem: 5 probandů test nedokončilo a po časovém limitu (300 vteřin) již čas nebyl dále měřen. Dále také 3 probandi v průběhu úlohy odmítli dále pokračovat před vypršením časového limitu, což může být z klinického hlediska důležitý ukazatel, avšak s ním žádná ze studií uvedených v této práci nepracuje.

Nejnižšího času i počtu pohybů u pětidiskové verze Hanojské věže tedy dosáhli probandi této diplomové práce, následovali probandi Stielové (2012) a poté probandi Mižigara (2011). Znovu se domníváme, že výsledky potvrzují optimálnější strategii řešení úlohy u našich probandů. Zároveň předpokládáme, že důležitým faktorem je i věkový průměr účastníků této studie (30,07 let; SD=9,61). Kupříkladu dorzální prefrontální kortex dozrává až kolem 25 roku života (Giedd, 2004; in Miller, Cummings, 2007), Sternberg (2002) dokonce umisťuje vrchol kognitivních schopností nejdříve do mladé dospělosti (více v kapitole 2.5). Lze se tedy domnívat, že i tyto skutečnosti mohou pomoci vysvětlit, proč se kupříkladu u tří- a pětidiskové verze nepotvrdilo zjištění (Brennan et al., 1997; in Sorel, Pennequin, 2007; Mižigar, 2011; Stielová, 2012), že výkon v Hanojské věži koreluje s věkem. Nicméně považujeme z klinického hlediska za významné zjištění Stielové (2012), že mladší jedinci řešili test Hanojské věže rychleji, než tomu bylo u seniorů.

K administraci testu Hanojské věže nelze konstatovat nějaké vážné problémy, na druhou stranu rozhodně doporučujeme zvážit možnost záznamu administrace (například videokamerou) pro možnost kontroly naměřených výsledků, ale i bližšímu rozboru použité strategie řešení. Zvláště u jedinců s rychlým psychomotorickým tempem může být náročné zaznamenávat jednotlivé ukazatele a zároveň posuzovat zvolenou strategii.

Do testové baterie byl zařazen test ROCF, normy testu jsou dostupné pro populaci od 30 do 85, z tohoto důvodu byla využita pouze hrubá skóre. Jedním z důvodů zařazení této metody (a nejen této metody) do testové baterie bylo získat hodnoty v metodách, které byly použity v rámci širších výzkumných záměrů grantové výzvy (grant č. FF\_2011\_14). Výsledky získané v této studii je tak možné dále v rámci tohoto projektu využít.

Výzkumný vzorek této práce tvořilo pouze 30 probandů, vybraných metodou příležitostného výběru, sama tato metoda příliš nezaručuje reprezentativnost souboru. Navíc se zúčastnilo i 15 osob, které měly ve své anamnéze závislost na alkoholu, opiátech nebo metamfetaminu. Tyto osoby abstinovaly déle než 4 měsíce a bylo zjištěno, že neexistuje statisticky signifikantní rozdíl mezi výběrovými průměry sledovaných znaků ToH (počet pohybů, čas administrace, počet perseverací, počet pravých perseverací), a to u

tří-, čtyř- a pětiskové verze testu mezi skupinou probandů bez diagnózy závislosti a probandů s diagnózou závislosti. Nicméně i přesto není možné získané percentilové normy vztáhnout na celou populaci. Takové normy by měly být utvořeny na podstatně širším a reprezentativním vzorku.

Avšak i přes uvedené problematické aspekty v metodologii autorka věří, že výsledky přispějí k efektivnímu využití testu Hanojské věže v klinické praxi.

## 11. Závěr

Na základě výsledků všech sejmutých psychodiagnostických metod bylo zjištěno, že:

- nebyly zjištěny signifikantní rozdíly mezi výběrovými průměry sledovaných znaků testu Hanojské věže (čas administrace, počet pohybů, počet perseverací, počet chyb), mezi skupinou probandů bez diagnózy závislosti a probandů s diagnózou závislosti;
- na hladině významnosti  $p = 0,05$  byla prokázána signifikantní negativní korelace mezi krátkodobou prostorovou pamětí a počtem pohybů při administraci čtyřdiskové verze Hanojské věže;
- nebyl prokázán signifikantní vztah mezi krátkodobou prostorovou pamětí a celkovým skóre v testu Hanojské věže;
- nebyl zjištěn signifikantní vztah mezi kapacitou krátkodobé paměti a celkovým skóre v testu Hanojské věže;
- byly vytvořeny orientační percentilové normy pro tří-, čtyř- a pětidiskovou verzi Testu Hanojské věže pro dospělé ve věku 18 až 64 let, a to pro čas a pohyb u každé z výše uvedených verzí;
- byl prokázán signifikantní vztah mezi časem a pohybem, časem a chybami, pohybem a chybami, a to u třídiskové verze testu Hanojské věže;
- byl prokázán signifikantní vztah mezi časem a pohybem, časem a perseveracemi, časem a chybami, pohybem a perseveracemi, pohybem a chybami, a to u čtyřdiskové verze Hanojské věže;
- byl prokázán signifikantní vztah mezi pohybem a chybami, a to u pětidiskové verze Hanojské věže.

## 12. Souhrn

Pojem exekutivní funkce se v literatuře hojně vyskytuje zejména v posledních dvou dekádách (Burgess, 2004). Bohužel se do dnešního dne nepodařilo najít shodu v teoretickém vymezení tohoto pojmu. Problém nastínil již Monsell (1996), když hovořil o tristním nedostatku přesvědčivé teorie exekutivních funkcí.

Různí autoři podávají různé definice, lze však vystopovat určité společné rysy. V zahraniční (např. Lezakova, 2004; Hughesová, 2005) i domácí (např. Koukolík, 2002; Orel, Facová 2009) literatuře je rozhodující úloha exekutivních funkcí v plánování, tvoření cílů, regulaci chování a částečně i v regulaci sociálního chování a osobnosti.

Pro účely této práce máme nejbližší k definici exekutivních funkcí dle Miyakeho (et al., 2000). Ten elegantně shrnul nejčastěji postulované exekutivní funkce následovně: *přesouvání* (tzv. „shifting“) *mentálního nastavení*, *monitorování a aktualizace pamětních reprezentací* a *inhibice dominantních odpovědí*. Následně podrobil 137 vysokoškolských studentů testové baterii, která zahrnovala Wisconsinský test třídění karet (WCST), test Hanojské věže (TOH) a další často používané testy exekutivních funkcí. Zkoumal, nakolik jsou tři výše uvedené exekutivní funkce jednotné a do jaké míry je lze oddělit. Zjistil, že exekutivní funkce mohou být charakterizovány jakožto navzájem oddělitelné funkce, které jsou si však zároveň příbuzné a sdílí základní společné rysy.

Z definice podle Koukolíka (2002) nebo Lezakové (2004) (tj. že úloha exekutivních funkcí spočívá v plánování, tvoření cílů, regulaci chování a částečně i v regulaci sociálního chování a osobnosti) lze předpokládat, že u osob se syndromem závislosti můžeme nalézt narušení těchto funkcí. Leč výzkumy (např. Bechara, Damasiová, 2002; Pau et al., 2002) naznačují, že rozsah narušení může být značně individuální nebo se narušení nemusí projevit vůbec.

Práce Martinse (2004), Verdejo-Garcii, Peralese a Pereze-Garcí (2007), a Amini, Alizade a Rezaee (2012) podporují hypotézu, že syndrom závislosti ovlivňuje exekutivní funkce. Ti ve svých studiích popsali signifikantně nižší výkon v testu exekutivních funkcí (především ve Wisconsinském testu třídění karet, WCST) u probandů se syndromem závislosti než u probandů kontrolní skupiny.

Na druhou stranu se výzkumem deficitů exekutivních funkcí u závislých zabývala i van der Plasová (et al., 2009). Ve své studii zjistila, že probandí se závislostí na kokainu a metamfetaminu vykazovali signifikantně nižší výsledky v testech měřících plánování,



pracovní paměť a kognitivní flexibilitu, než tomu bylo u kontrolní skupiny. Zajímavé však je, že nebyl nalezen žádný signifikantní rozdíl ve funkci inhibice u všech skupin respondentů.

Z historického hlediska se zájem o exekutivní funkce pojí se studiem úrazů v oblasti frontálních laloků. Goldberg (2004) označuje frontální laloky za specificky lidské mozkové oblasti. Existují spekulace o výskytu frontálních laloků hominidů, tj. u člověka a jeho nejbližších příbuzných čeledi Hominidae (Hartl, Hartlová, 2004; Miller, Cummings, 2007). To naznačuje, že fylogeneze frontálních oblastí proběhla relativně nedávno (Miller, Cummings, 2007).

Tradičně jsou mezi vědci frontální laloky při pohledu z vnějšku členěny na oblast *motorickou*, *premotorickou* a *prefrontální* (Miller, Cummings, 2007). Autoři zároveň dělí prefrontální oblasti na tři obvody: dorzolaterální, orbitofrontální a mediální.

Frontální laloky jsou recipročně spojeny s temporální, parietální a okcipitální kůrou. Rozsáhlé spoje mají frontální laloky s limbickými strukturami, přesněji s jádry amygdaly a hipokampem (Cummings, 1993; in Kulišťák, 2003). Goldberg (2004) uvádí, že jsou frontální laloky díky svým četným spojmům s dalšími částmi mozku velice zranitelné, zejména pak v prefrontální oblasti.

V současné době existuje několik teoretických modelů, které se pokoušejí objasnit fungování exekutivních funkcí v jejich celistvosti. V literatuře patří mezi nejčastěji zmiňované model kontroly mechanismu pozornosti (SAS) autorů Normana a Shallice (1996); Damasiho (1996) hypotéza somatických markerů; Baddleyho (2002) teorie pracovní paměti; Grafmanova teorie (1995; in Koukolík, 2002) a Duncanův (2000) model.

Lezaková (2004) rozlišuje čtyři základní kognitivní oblasti: plánování, vůle, účelné chování a efektivní výkon. Morgan a Lilienfeld (2000) pak zdůrazňují, že validní test exekutivních funkcí musí zahrnovat některé nebo všechny z uvedených oblastí.

Stěžejním tématem této práce bylo získat data v níže uvedených psychodiagnostických metodách a vytvořit orientační percentilové normy v testu Hanojské věže pro dospělé ve věku 18-64 let, a to v tří-, čtyř- a pětidiskové verzi testu. Výzkumný soubor utvořilo celkem 30 probandů, 15 žen a 15 mužů. U 15 probandů byla diagnostikovaná závislost. Probandi byli vybráni pomocí metody příležitostného výběru, přičemž byla stanovena následující čtyři kritéria pro výběr: (1) občanství České republiky; (2) věk 18-64 let; (3) nepřítomnost psychického onemocnění (např. schizofrenie, deprese, úzkosti) s výjimkou diagnózy závislosti na alkoholu nebo nealkoholových drogách; (4)

nepřítomnost Alzheimerovy choroby, demence, roztroušené sklerózy, Parkinsonovy choroby, Huntingtonovy choroby, cévní mozkové příhody a diabetu mellitus (I. i II. typu).

Sběr dat probíhal individuálně, v první fázi byly sejmuty tyto anamnestické údaje: pohlaví, věk, vzdělání, rodinná anamnéza, sociální anamnéza, přítomnost nemoci a u skupiny probandů se závislostí také adiktologická anamnéza. Poté proběhla administrace metody Rey-Osterriethova komplexní figura (ROCF), posléze byl zadán Krátký test všeobecné inteligence (KAI), nato pak reprodukce ROCF z paměti. Dále na řadě byl test Verbální fluence (VF), vyplnění dotazníků Beckovy sebesuzovací škály depresivity pro dospělé (BDI – II) a Nemocniční škály úzkosti a deprese (HADS). V druhé fázi následoval test Hanojské věže (TOH) a konečně pak opět reprodukce ROCF.

Nebyly zjištěny signifikantní rozdíly mezi výběrovými průměry sledovaných znaků testu Hanojské věže (čas administrace, počet pohybů, počet perseverací, počet chyb), mezi skupinou probandů bez diagnózy závislosti a probandů s diagnózou závislosti.

Ověřením stanovených hypotéz byla prokázána signifikantní negativní korelace mezi krátkodobou prostorovou pamětí a počtem pohybů při administraci čtyřdiskové verze Hanojské věže. Nebyl však prokázán signifikantní vztah mezi krátkodobou prostorovou pamětí a celkovým skóre v testu Hanojské věže. Dále bylo zjištěno, že se neprokázal signifikantní vztah mezi kapacitou krátkodobé paměti a celkovým skóre v testu Hanojské věže.

Dále byly vytvořeny orientační percentilové normy pro tří-, čtyř- a pětiskovou verzi testu Hanojské věže pro dospělé, a to pro čas a pohyb u každé z výše uvedených verzí, přičemž byly zároveň vypočítány vzájemné korelace mezi dalšími ukazateli testu.

Práce byla součástí grantové výzvy (grant č. FF\_2011\_14) s názvem Test Hanojské věže a nové normy pro efektivní diagnostiku exekutivních funkcí. Ačkoli se výzkumu zúčastnilo pouze 30 probandů, autorka věří, že výsledky přispějí k efektivnímu využití testu Hanojské věže v klinické praxi.

## Literatura

- Amini, F., Alizadeh, H., Rezaee, O. (2012). *Comparison of executive-neurological functions between addicted adults and normal adults*. *Annals of Biological Research*; 3 (1), 415-421.
- Anderson, J. R. & Douglass, S. (2001). *Tower of Hanoi: Evidence for the Cost of Goal Retrieval*. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*; 27(6), 1331-1346.
- Anderson, V. A., & Lajoie, G. (1996). *Development of memory and learning skills in school-aged children: A neuropsychological perspective*. *Applied Neuropsychology*, 3 (4), 128-139.
- Atkinson, R. L. et al. (2000). *Psychologie* (2nd ed). Praha: Portál.
- Baddeley, A.D. & Hitch, G. J. (1974). *Working memory*. In Bower, G. A. (Ed.), *Psychology of learning and motivation*; 8, 47–90. New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D. (1997). *Human Memory: Theory and Practice* (Rev. Edition). Psychology Press; 91-93.
- Baddeley, A.D. (2002). *The psychology of memory*. In: A. D. Baddeley, B. A., Wilson & M. Kopelman (Eds.) *Handbook of Memory Disorders*, 2nd Edition. Hove: Psychology Press; 3-15.
- Baddeley, A.D. (2003). *Working memory and language: An overview*. *Journal of Communication Disorders*; 36 (3), 189-208.
- Barbey, A. K., Colom, R., Solomon, J., Krueger, F., Forbes, Ch. and Grafman, J. (2012). *An integrative architecture for general intelligence and executive function revealed by lesion mapping*. *Brain*; 135, 1154–1164.

- Bechara, A., Damasio, H. (2002). *Decision-Making And Addiction (Part I): Impaired Activation of Somatic States in Substance Dependent Individuals when Pondering Decisions with Negative Future Consequences*. *Neuropsychologia*; 40 (10), 675–1689.
- Bolla, K. I., Brown, K., Eldreth, D., Tate, K., Cadet, J. L. (2002). *Dose-related neurocognitive effects of marijuana use*. *Neurology*; 59(9), 1337-43.
- Burgess, P., Alderman, N., Evans, J., Emslie, H., Wilson, B. A. (1998). *The ecological validity of tests of executive function*. *Journal of the International Neuropsychological Society*; 4, 547-558.
- Burgess, P. (2004). *Assessment of Executive Function*. New York: Oxford University Press.
- Cowan, N. (1984). *On Short and Long Auditory Stores*. *Psychological Bulletin*; 96 (2), 341-370.
- Cummings, J. L. (1993). *Frontal-Subcortical Circuits and Human Behavior*. *Archives of Neurology*; 50 (8), 873-880.
- Český statistický úřad (31. 5. 2012). *Věkové složení obyvatelstva v roce 2011*. [online]. Získáno 9. 10. 2012 z <http://www.czso.cz/csu/2012edicniplan.nsf/p/4003-12>.
- Čihák, R. (2004). *Anatomie 3*. Praha: Grada Publishing.
- Damasio, A. R. (1996). *The somatic marker hypothesis and possible functions of prefrontal cortex*. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*; 351(1346), 1413-20.
- Damasio, A., R. (2000). *Descartesův omyl*. Praha: Mladá fronta.
- Diamant, J., Vašina, L. (1998). *Kapitoly z neuropsychologie*. Brno: Vydavatelství MU.
- Duncan, J. et. al. (2000). *A Neural Basis for General Intelligence*. *Science*; 289(5478), 457-60.

Emick, J. & Welsh, M.C. (2005). *Association between formal operational thought and executive functions*. *Learning and Individual Differences*, 15,177-188.

Fanfrdlová, Z. (2007). *Exekutivní funkce*. In Rektorová, I. et al., *Kognitivní poruchy a demence*. Praha: TRITON.

Ferjenčík, J. (2000). *Úvod do metodologie psychologického výzkumu*. Praha: Portál.

Finger, S. (1994). *Origins of neuroscience: a history of explorations into brain function*. Oxford: Oxford University Press.

Friedmanová N., Miyake A., Corley R. M., Young S. E., DeFries J. C., Hewitt J. K. (2006). *Not All Executive Functions Are Related to Intelligence*. *Association for Psychological Science*; 17(2), 172-179.

Fulton, J. (1935). *A note on the definition of the motor and premotor areas*. *Brain*; 58 (2): 311–316.

Fuster, J. M. (2002). *Frontal lobe and cognitive development*. *Journal of neurocytology*, 31, 373-385.

Gaál, L. (2003). *Průručka k programom Neurop – 2*. Bernried.

Goldberg, E. (2004). *Jak nás mozek civilizuje*. Praha: Karolinum.

Goldman-Rakic, P. S. (1996). *The prefrontal landscape: Implications of functional architecture for understanding human mentation and the central executive*. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*; 351, 1445–1453.

Goldstein, G., Beersová, S. R. (2004) *Comprehensive Handbook of Psychological Assessment, Intellectual and Neuropsychological Assessment* (Volume 1). Published by John Wiley & sons.

Grant, I., Adams, K. M. (2009). *Neuropsychological Assessment of Neuropsychiatric and Neuromedical Disorders*. Oxford University Press; 402-403.

Grant, S., Contoreggi, C., London, E. D. (2000). *Drug abusers show impaired performance in a laboratory test of decision making*. *Neuropsychologia*; 38, 1180-1187.

Graziano, M.S.A. (2008). *The Intelligent Movement Machine*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Harlow, J. M. (1968). *Recovery from the Passage of an Iron Bar Through the Head (1868)* In Publications of the Massachusetts Medical Society; 2, 327–347.

Hartl, P., Hartlová, H. (2004). *Psychologický slovník*. Praha: Portál.

He, S. Q., Dum, R. P., Strick, P. L. (1993) *Topographic organization of corticospinal projections from the frontal lobe: motor areas on the lateral surface of the hemisphere*. *The Journal of Neuroscience*; 13, 952-980.

Höschl, C., Libiger, J., Švestka, J. (Eds.) (2002). *Psychiatrie*. Praha: TIGIS.

Hughesová, C. (1998). *Executive function in preschoolers: Links with theory of mind and verbal ability*. *British Journal of Developmental Psychology*; 16 (2), 233-253.

Hughesová, C. (2005). *Executive Function and Development*. In B. Hopkins (Ed.), *Cambridge Encyclopedia of Child Development*: Cambridge University Press. pp. 313-316.

Jiráček, R., Holmerová, I., Borzová, C. a kol. (2009). *Demence a jiné poruchy paměti*. Praha: Grada.

Johansson, B. B. (2000). *Brain Plasticity and Stroke Rehabilitation*. *Stroke*; 31, 223-230.

Kittnar, O. a kol. (2011). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada.

- Koukolík, F. (1995). *Vybrané přednášky o vztahu mozku a chování*. Praha: Karolinum.
- Koukolík, F. (2002). *Lidský mozek*. Praha: Portál.
- Koukolík, F. (2006). *Sociální mozek*. Praha: Karolinum.
- Koukolík, F. (2008). *Mozek a jeho duše*. Praha: Makropulos.
- Kulišťák, P. (2003). *Neuropsychologie*. Praha: Portál.
- Kulišťák, P. (2009). *Neuropsychologická diagnostika*. In Baštecká, B. (Ed.) a kol., *Psychologická encyklopedie*. Praha: Portál.
- Levitan, M. (1992). *Neurologic consequences of drug abuse*. Canadian Home physician vol. 38, February; 357-358, 361-364.
- Lezaková, M. (1994). *Domains of behavior from a neuropsychological perspective: the whole story*. Nebraska Symposium on Motivation, 41, 23–55.
- Lezaková, M., Howieson, D., B., Loring, D., W. et al. (2004). *Neuropsychological Assessment* (4th ed.). New York: Oxford University Press.
- Logan, G. D. (1994). *On the ability to inhibit thought and action: A user's guide to the stop signal paradigm*. In D. Dagenbach & T. H. Carr (Eds.), *Inhibitory processes in attention, memory, and language*; 189–239. San Diego, CA: Academic Press.
- Lurija, A. R. (1959). *The directive function of speech in development and dissolution: Part 1: Development of directive function of speech in early childhood*. 341-352.
- Lurija, A. R. (1970). *Traumatic Aphasia: Its Syndromes, Psychology, and Treatment*. Mouton de Gruyter.
- Lurija, A., R. (1982). *Základy neuropsychologie*. Bratislava: Státní pedagogické nakladatelství.

Martins, S. S., Tavares, H., da Silva Lobo, D. S., Galetti, A.M. & Gentil, V. (2004). *Pathological Gambling, Gender, And Risk-Taking Behaviors*. *Addictive Behaviors*; 29, 1231-1235.

Mataix-Cols, D., Bartrés-Faz, D. (2002). *Is the Use of the Wooden and Computerized Versions of the Tower of Hanoi Puzzle Equivalent?* *Applied Neuropsychology*; 9 (2), 117-120.

Merkunová, A., Orel, M. (2008). *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Praha: Grada Publishing.

Miller, B., L., Cummings, J., L. (2007). *The human frontal lobes: Functions and disorders* (2nd ed.). New York: The Guilford Press.

Miyake, A., Friedmanová, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H. and Howerterová, A. (2000). *The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex "Frontal Lobe" Tasks: A Latent Variable Analysis*. *Cognitive Psychology* 41, 49–100.

Mižigar, J. (2011). *Exekutivní funkce*. Unpublished master's thesis. Univerzita Palackého, Olomouc, Czech republic.

Monsell, S. (1996). *Control of mental processes*. In V. Bruce (Ed.), *Unsolved mysteries of the mind: Tutorial essays in cognition*; 93–148. Hove, UK: Erlbaum.

Morgan, A. B, Lilienfeld, S. O. (2000). *A meta-analytic review of the relation between antisocial behavior and neuropsychological measure of executive functions*. Emory university, *Clinical Psychology Review*; Vol. 20, No. 1, pp. 113–136.

Morris, N., & Jones, D. M. (1990). *Memory updating in working memory: The role of the central executive*. *British Journal of Psychology*; 81, 111–121.

Muakkasa, K. F., Strick, P. L. (1979). *Frontal lobe inputs to primate motor cortex: evidence for four somatotopically organized "premotor" areas*. *Brain Res.*; 177, 176–182.



Mykletun, A., Stordal, E., & Dahl, A. A. (2001). *Hospital Anxiety and Depression (HAD) scale: factor structure, item analyses and internal consistency in a large population*. *British Journal of Psychiatry*, 179, 540-544.

Norman, D. A., Shallice, T., (1986). *Attention to action: willed and automatic control of behavior*. In: Davidson, R. J., Schwartz, G.E., Shapiro, D. (Eds.), *Consciousness and Self-Regulation: Advances in Research and Theory*, vol. 4. Plenum, New York, pp. 1–18.

Obereignerů, R. (2009). *Metody neuropsychologického a psychologického vyšetření*. In Orel, M., Facová, V. a kol., *Člověk, jeho mozek a svět*. Praha: Grada Publishing.

Obereignerů, R., Dostál, D., Divéky, T., Obereignerů, K., Mižigar, J., Vaňáčová, L., Boučková, M., Müllerová, A., Stielová, M. (2012). *Test Hanojské věže. Manuál pro administraci*. Nepublikovaný manuál. Univerzita Palackého, Olomouc.

Obereignerů, R., Obereignerů, K., Cakirpaloglu, S., Reiterová, E., Kaňovský, P. (2010). *Tower of Hanoi and the new administrativ rules for executive functions diagnostics*. *European Journal of Neurology*; 17 (Suppl. 3), 482.

Obereignerů, R., Obereignerů, K., Divéky, T., Praško, J. (2011). *Kognitivní deficity u schizofrenie*. *Psychiatrie pro praxi*. 12, 120-123.

Orel, M., Facová, V. et al. (2009). *Člověk, jeho mozek a svět*. Praha: Grada Publishing.

Parkin, A. J. (1998). *The central executive does not exist*. *Journal of the International Neuropsychological Society*; 4, 518–522. Cambridge University Press.

Pau, Ch. W. H., Lee, T. M. C, Shui-fun F. Chan (2002). *The impact of heroin on frontal executive functions* *Archives of Clinical Neuropsychology*; 17 (7), 663–670.

Plháčková, A. (2007). *Učebnice obecné psychologie*. Praha: Academia.

Pope, H. G. Jr., Gruber, A. J., Hudson, J. I., Huestis, M. A., Yurgelun-Todd, D. (2001). *Neuropsychological performance in long-term cannabis users*. Archives of General Psychiatry; 58(10), 909-15.

Preiss, M. (1998). *Klinická neuropsychologie*. Praha: Grada Publishing

Preiss, M., Kučerová, H. a kol. (2006). *Neuropsychologie v psychiatrii*. Praha: Grada Publishing.

Preiss, M. et al. (2007). *Neuropsychologická baterie Psychiatrického centra Praha. 2.*, přepracované vydání. Praha: Psychiatrické centrum Praha.

Preiss, M., & Vacíř, K. (1999). *Beckova sebeposuzovací škála depresivity pro dospělé. BDI-II. Příručka*. Psychodiagnostika s.r.o. Brno.

Reitan, R. M., Wolfson, D. (2004). *The Halstead-Reitan Neurological Test battery for Adults: Theoretical, Methodological and Validational Bases*. In Goldstein, G., Beers, S. R. (2004) *Comprehensive Handbook of Psychological Assessment, Intellectual and Neuropsychological Assessment* (Volume 1). Published by John Wiley & sons.

Reiterová, E. (2008). *Základy psychometrie*. Olomouc: Vydavatelství UP.

Reitrová, E. (2011). *Základy statistiky pro studenty psychologie*. Olomouc: Vydavatelství UP.

Rey, A., Osterrieth, P., A. (1997). *Rey - Osterriethova komplexní figura (TKF)*. Bratislava: Psychodiagnostika s.r.o.

Rönnlund, M. et al. (2001). *Adult Age Differences in Tower of Hanoi Performance: Influence From Demographic and cognitive Variables*. Aging, Neuropsychology and Cognition; 8(4), 269-283.

- Salnatis, Ch., L., Baker, C., A., Holland, J., Welsh, M. (2011). *Differentiating Tower of Hanoi Performance: Interactive Effects of Psychopathic Tendencies, Impulsive Response Styles, and Modality*. *Applied Neuropsychology*; 18, 37-46.
- Simon, H. A. (1975). *The Functional Equivalence of Problem Solving Skills*. *Cognitive Psychology*; 7, 268–288.
- Sorel, O., & Pennequin, V. (2008). *Aging of the Planning process: The role of executive functioning*. *Brain Cogn.*, 66(2), 196-201.
- Spitznagel, E. L. (1971). *Selected topics in mathematics*. Holt, Rinehart and Winston; 137.
- Sternberg, R., J. (2002). *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál.
- Stielová, M. (2011). *Souvislost exekutivních a kognitivních funkcí u adolescentů – stanovení orientačních norem pro test Hanojské věže*. Unpublished master's thesis. Univerzita Palackého, Olomouc, Czech republic.
- Straussová, E., Shermanová, E. M. S., Spreen, O. (2006). *A Compendium of Neuropsychological Tests: Administration, Norms, and Commentary*. New York : Oxford University Press.
- Stuss, D. T. (1992). *Biological and psychological development of executive functions*. *Brain and Cognition*; 20, 8-23.
- Stuss, D. T. & Alexander, M. P. (2000). *Executive functions and the frontal lobes: A conceptual view*. *Psychological Research*; 63, 289-298.
- Stuss, D. T., Benson, D. F. (1986). *The frontal lobes*. New York: Raven Press.
- Stuss, D. T., Knight, R. T. (2002). *Principles of Frontal Lobe Function*. New York: Oxford University Press.
- Svoboda, M. (2010). *Psychologická diagnostika dospělých*. Praha: Portál.

Svoboda, M. et al. (2006). *Psychopatologie a psychiatrie*. Praha: Portál.

Troyer, A. K., Moscovitch, M., & Winocur, G. (1997). *Clustering and switching as two components of verbal fluency: Evidence from younger and older healthy adults*. *Neuropsychology*, 11, 138-146.

Van der Plas, E. A. A., Crone, E. A., van den Wildenberg, W. P. M., Tranel, D. and Bechara, A. (2008) *Executive control deficits in substance-dependent individuals: A comparison of alcohol, cocaine, and methamphetamine, and of men and women*. *Journal of Clinical Experimental Neuropsychology*; 31(6): 706–719.

Verdejo-García, A., Bechara, A., Recknor, E. C. and Pérez-García, M. (2006). *Executive dysfunction in substance dependent individuals during drug use and abstinence: An examination of the behavioral, cognitive and emotional correlates of addiction*. *Journal of the International Neuropsychological Society*; 12, 405–415.

Verdejo-Garcia, A., Perales, J. C., Perez-Garcia, M. (2007). *Cognitive impulsivity in cocaine and heroin polysubstance abusers*. *Addictive Behaviors*; 32 (5), 950-966.

Verdejo-García A, Rivas-Pérez C., Vilar-López R., Pérez-García M. (2007). *Strategic self-regulation, decision-making and emotion processing in poly-substance abusers in their first year of abstinence*. *Drug Alcohol Dependence*; 86(2-3), 139-46.

Welsh, M. C., Huizinga, M. (2005) *Tower of Hanoi disk-transfer task: Influences of strategy knowledge and learning on performance*. *Learning and Individual Differences*; 15, 283 – 298.

Welsh, M. C., Pennington, B. F., Groisser, D. B. (1991). *A normative-developmental study of executive functioning: a window of prefrontal function in children*. *Developmental Neuropsychology*, 7, 131-149.

Welsh, M. C., Satterlee-Cartmell, T., Stine, M. (1999). *Tower of Hanoi and London: Contribution of working memory and inhibition performance*. *Brain and Cognition*, 41, 231-242.

World Health Organization. (2006). Mezinárodní klasifikace nemocí. Mezinárodní klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů ve znění desáté decennální revize MKN-10. Praha: Ústav zdravotnických informací a statistiky.

Zigmond, A., & Snaith, R. (1983). *The Hospital Anxiety and Depression Scale*. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 67, 361-370.

## SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1:** Formulář zadání diplomové práce
- Příloha č. 2:** Český a cizojazyčný abstrakt diplomové práce
- Příloha č. 3:** Ukazatelé počtu pohybů v čtyřdiskové verzi ToH a hrubý skór v reprodokci po 3 minutách v ROCF
- Příloha č. 4:** Ukazatelé celkového skóru ToH a hrubý skór v reprodokci po 3 minutách v ROCF
- Příloha č. 5:** Naměřené hodnoty krátkodobé paměti v testu KAI a ukazatelé celkového skóre ToH
- Příloha č. 6:** Jednotlivé popisné ukazatele třídiskové verze ToH
- Příloha č. 7:** Jednotlivé popisné ukazatele čtyřdiskové verze ToH
- Příloha č. 8:** Jednotlivé popisné ukazatele pětiskové verze ToH

## Příloha č. 1: Formulář zadání diplomové práce

Univerzita Palackého v Olomouci  
Filozofická fakulta  
Akademický rok: 2011/2012

Studijní program: Psychologie  
Forma: Kombinovaná  
Obor/komb.: Psychologie (PSYN)

### Podklad pro zadání DIPLOMOVÉ práce studenta

PŘEDKLÁDÁ:	ADRESA	OSOBNÍ ČÍSLO
Bc. PLASSOVÁ Michala	Studentská 3278, Mělník	I10326

#### TÉMA ČESKY:

Exekutivní a kognitivní funkce u dospělých - stanovení orientačních norem pro test Hanojské věže.

#### NÁZEV ANGLICKY:

Executive and cognitive functions among adults - orientational standard determination for Towers of Hanoi test.

#### VEDOUCÍ PRÁCE:

PhDr. Radko Obereignerů, Ph.D. - PCH

#### ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Seznámení se s normami diplomových prací v oboru psychologie a dodržování hlavních zásad v nich uvedených.
2. Hledání relevantních zdrojů - monografií, článků, výzkumných prací, teoretických studií domácích i zahraničních. Využití databází zahraničních článků na internetu, které jsou volně přístupné z univerzitní sítě EBSCO.
3. Studium relevantní literatury z oblasti neuropsychologie, klinické psychologie, psychiatrie, obecné psychologie a vývojové psychologie.
4. Zpracování osnovy diplomové práce, formulace cíle výzkumu, stanovení hypotéz. Pravděpodobný cíl práce: Ověření testu Hanojská věž a vytvoření orientačních norem pro zdravé dospělé.
5. Metodika: Testy kognitivních funkcí: KAI, Test verbální fluence, Reyova-Osterriethova komplexní figura, dotazníky BDI II. a HADS, Test Hanojské věže.
6. Zkoumaný soubor: Minimálně 30 dospělých, vzorek zdravé populace od 18ti do 65ti let.
7. Statistické zpracování: Použití popisné statistiky, T - testy, F - test, korelace.

#### SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:

1. František Koukolík: Mozek a jeho duše. Zdravotnické nakladatelství Galén; Praha; vydání třetí, 2005. ISBN 80-7262-314-1.
2. Preiss M, Kučerová H (ed). Neuropsychologie v neurologii. Grada, 2006
3. Raboch J., Zvolský P. a kol.: Psychiatrie, Galén, Praha, 2002, 622 stran, ISBN 80-7262-140-8
4. STERNBERG. Kognitivní psychologie. 2002. PORTÁL. ISBN 80-7178-632-2

Podpis studenta: .....

Datum: .....

Podpis vedoucího práce: .....

Datum: .....

## **Příloha č. 2: Český a cizojazyčný abstrakt diplomové práce**

### **ABSTRAKT DIPLOMOVÉ PRÁCE**

**Název práce:** Exekutivní a kognitivní funkce u dospělých – stanovení orientačních norem pro test Hanojské věže

**Autor práce:** Bc. Michala Plassová

**Vedoucí práce:** PhDr. Radko Obereignerů, Ph.D.

**Počet stran a znaků:** 101 / 187 316

**Počet příloh:** 8

**Počet titulů použité literatury:** 110

#### **Abstrakt:**

Tato diplomová práce je tematicky zaměřena na problematiku exekutivních a kognitivních funkcí u dospělých. Teoretická část se proto zabývá vymezením exekutivních funkcí, jejich fylogenetickým i ontologickým vývojem, současnými modely těchto funkcí a jejich vztahem ke kognici. Je zde věnována pozornost i neuroanatomické spojitosti exekutivních funkcí s frontálními laloky a neuropsychologické diagnostice.

Stěžejním cílem bylo vytvořit orientační percentilové normy v testu Hanojské věže pro dospělé ve věku 18 – 64 let, a to v tří-, čtyř- a pětidiskové verzi testu. Pro uskutečnění toho záměru jsme sestavili výzkumný soubor tvořený celkem z 30ti probandů požadovaného věku. Vzorek byl vybrán pomocí metody příležitostného výběru. Od každého probanda byla individuálně získána data v testu Hanojské věže (ToH) a dalších psychodiagnostických metodách (KAI, ROCF, VF, HADS, BDI-II).

V rámci stanovených hypotéz se podařilo prokázat signifikantní negativní korelaci mezi krátkodobou prostorovou pamětí a počtem pohybů při administraci čtyřdiskové verze Hanojské věže. Nebyl však prokázán signifikantní vztah mezi krátkodobou prostorovou pamětí a celkovým skóre v testu Hanojské věže. Dále bylo zjištěno, že se neprokázal signifikantní vztah mezi kapacitou krátkodobé paměti a celkovým skóre v testu Hanojské věže. Práce byla součástí grantové výzvy (grant č. FF\_2011\_14) s názvem Test Hanojské věže a nové normy pro efektivní diagnostiku exekutivních funkcí, získaná data jsou součástí širších výzkumných záměrů.

**Klíčová slova:** exekutivní funkce, neuropsychologická diagnostika, frontální laloky, test Hanojské věže



## **ABSTRACT OF THESIS**

**Title:** Executive and Cognitive Functions among Adults – Orientational Standard Determination for Tower of Hanoi Test

**Author:** Bc. Michala Plassová

**Supervisor:** PhDr. Radko Obereignerů, Ph.D.

**Number of pages and characters:** 101 / 187 316

**Number of appendices:** 8

**Number of references:** 110

### **Abstract:**

This diploma thesis is focused on the issues of executive and cognitive functions among adults. Therefore, the theoretical part deals with the definition of executive functions, their phylogenetic and ontological evolution, the contemporary models of these functions, and their relation to cognition itself. Neuroanatomic connection of executive functions with frontal lobes and neuropsychological diagnosis are also being focused on.

The main aim was to create orientational percentile standards in the Tower of Hanoi Test for adults aged from 18 to 64 in three-, four- and five-disc test version. To execute this intention, we assembled a research sample of 30 respondents of the required age selected at random. Data of the Tower of Hanoi Test (ToH) and other psychodiagnostic methods (KAI, ROCF, VF, HADS, BDI-II) were collected individually from all respondents.

Within the scope of our given hypotheses, a significant negative correlation has been found between short-term spatial memory and the number of movements while administrating the four-disc version of the Tower of Hanoi Test. Nevertheless, there was no proof of significant relation between short-term spatial memory and the overall score in the Tower of Hanoi Test. Further on, it has been found that there was no significant relation between short-term memory capacity and the overall score in the Tower of Hanoi Test. This work was a part of Science Foundation (No. FF\_2011\_14) called The Tower of Hanoi Test and new standards for executive functions efficient diagnosis, the collected data are part of more extensive research purposes.

**Key words:** executive functions, neuropsychological diagnosis, frontal lobes, Tower of Hanoi Test

**Příloha č. 3: Ukazatelé počtu pohybů v čtyřdiskové verzi ToH a hrubé skóre v reprodokci po 3 minutách v ROCF (dospělí; n=28)**

<b>ToH (4D) - počet pohybů</b>	<b>ROCF – reprodukce po 3 minutách</b>
56	33
135	22
60	24,5
51	30
68	22
30	22
98	20
198	31
195	22
235	16
45	30
263	17
97	24
183	28
53	26
29	26
128	29
120	12
40	28
67	26
55	33
109	7
57	19
59	27
145	26
37	29
151	18
97	23

**Příloha č. 4: Ukazatelé celkového skóre ToH a hrubé skóre v reprodokci po 3 minutách v ROCF (dospělí; n=30)**

<b>ToH – celkový skór</b>	<b>ROCF – reprodukce po 3 minutách</b>
6	33
4	22
6	24,5
2	30
5	30
6	22
6	22
6	20
4	31
3	22
4	16
5	30
3	17
6	24
3	28
6	26
1	21
6	26
6	29
5	12
6	28
5	26
6	33
5	7
6	19
6	27
6	26
5	29
6	18
6	23

**Příloha č. 5: Naměřené hodnoty krátkodobé paměti v testu KAI a ukazatelé celkového skóre ToH (dospělí; n=30)**

<b>ToH – celkový skór</b>	<b>KAI – krátkodobá paměť</b>
6	104,3
4	123,6
6	109,99
2	106,9
5	129,09
6	142,4
6	146,85
6	140,72
4	78,23
3	164,3
4	107,66
5	86,75
3	125,96
6	108,05
3	94,91
6	123,66
1	56,02
6	88,08
6	76,41
5	91,24
6	121,54
5	88,43
6	123
5	106,54
6	113,9
6	103
6	137,26
5	110
6	80,81
6	108,05

**Příloha č. 6: Jednotlivé popisné ukazatele třídiskové verze ToH (dospělí; n=30)**

<b>Primární droga (u probandů s dg. závislosti)</b>	<b>Čas</b>	<b>Pohyb</b>	<b>Perseverace</b>	<b>Pravá perseverace</b>	<b>ToH – celkový skór</b>
	25	8	0	0	6
	72	10	0	0	4
	28	11	0	0	6
	19	7	0	0	2
	11	7	0	0	5
	20	7	0	0	6
	9	7	0	0	6
	46	11	0	1	6
	17	7	0	0	4
	38	13	0	0	3
	30	7	0	0	4
alkohol	34	11	0	0	5
alkohol	16	7	0	0	3
alkohol	11	7	0	0	6
alkohol	9	7	0	0	3
heroin	20	7	0	0	6
	106	16	0	1	1
pervitin	24	8	0	1	6
alkohol	11	7	0	0	6
alkohol	16	7	0	0	5
pervitin	31	11	0	0	6
alkohol	89	13	0	0	5
alkohol	29	12	0	0	6
heroin	47	7	0	0	5
	16	8	0	0	6
pervitin	64	14	0	0	6
	15	7	0	0	6
pervitin	34	7	0	0	5
pervitin	27	10	0	0	6
	11	7	0	0	6

**Příloha č. 7: Jednotlivé popisné ukazatele čtyřdiskové verze ToH (dospělí; n=30)**

<b>Primární droga (u probandů s dg. závislosti)</b>	<b>Čas</b>	<b>Pohyb</b>	<b>Perseverace</b>	<b>Pravá perseverace</b>	<b>ToH – celkový skór</b>
	56	17	0	0	6
	135	17	0	0	4
	60	19	0	1	6
	x	x	x	x	2
	51	22	0	1	5
	68	42	2	1	6
	30	19	0	0	6
	98	26	0	0	6
	198	31	0	1	4
	195	37	0	6	3
	235	46	3	2	4
alkohol	45	18	0	1	5
alkohol	263	37	4	1	3
alkohol	97	39	0	3	6
alkohol	183	33	0	1	3
heroin	53	17	2	0	6
	x	x	x	x	1
pervitin	29	16	0	0	6
alkohol	128	34	1	4	6
alkohol	120	42	0	4	5
pervitin	40	17	0	0	6
alkohol	67	23	0	2	5
alkohol	55	25	2	0	6
heroin	109	23	0	0	5
	57	23	0	0	6
pervitin	59	17	0	1	6
	145	28	0	1	6
pervitin	37	25	0	1	5
pervitin	151	47	0	1	6
	97	39	0	3	6

**Příloha č. 8: Jednotlivé popisné ukazatele pětiskové verze ToH (dospělí; n=30)**

<b>Primární droga (u probandů s dg. závislosti)</b>	<b>Čas</b>	<b>Pohyb</b>	<b>Perseverace</b>	<b>Pravá perseverace</b>	<b>ToH – celkový skór</b>
	156	45	2	0	6
	276	43	0	0	4
	164	64	2	2	6
	x	x	x	x	2
	239	63	0	4	5
	82	44	0	1	6
	59	39	0	0	6
	223	54	0	0	6
	258	42	0	1	4
	x	x	x	x	3
	300	55	4	3	4
alkohol	238	60	0	3	5
alkohol	x	x	x	x	3
alkohol	220	85	0	7	6
alkohol	x	x	x	x	3
heroin	161	54	0	2	6
	x	x	x	x	1
pervitin	198	64	0	4	6
alkohol	195	33	0	1	6
alkohol	240	51	4	4	5
pervitin	217	65	0	0	6
alkohol	101	45	2	3	5
alkohol	164	60	6	0	6
heroin	282	48	0	2	5
	134	42	3	0	6
pervitin	229	54	0	2	6
	182	44	0	1	6
pervitin	276	42	0	2	5
pervitin	190	86	0	1	6
	220	85	2	7	6