

Univerzita Palackého v Olomouci
Filozofická fakulta
Katedra psychologie

**SOUVISLOST EXEKUTIVNÍCH
a KOGNITIVNÍCH FUNKCÍ u ADOLESCENTŮ
– STANOVENÍ ORIENTAČNÍCH NOREM PRO
TEST HANOJSKÉ VĚŽE**

Connection of Executive and Cognitive Functions in
Adolescents - Orientational Norms
for the Tower of Hanoi Test

Magisterská diplomová práce

Autor: Bc. Marie Stielová
Vedoucí práce: PhDr. Radko Obereignerů, Ph.D.

Olomouc
2012

Prohlášení

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

Vdne

Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych velmi ráda poděkoval PhDr. Radkovi Obereignerů, Ph.D., za odbornou pomoc a cenné připomínky při vedení diplomové práce.

Ráda bych také poděkovala všem účastníkům výzkumu za jejich ochotu a spolupráci.

Dále děkuji Evě Rochlové za pomoc s překlady cizojazyčných zdrojů.

OBSAH

Úvod.....	5
TEORETICKÁ ČÁST	6
1. Exekutivní funkce	6
1.1. Definice pojmu exekutivní funkce.....	6
1.2. Vývoj exekutivních funkcí.....	8
1.3. Související kognitivní funkce	9
2. Frontální laloky	15
2.1. Zájem vědců o frontální laloky	15
2.2. Fylogeneze a ontogeneze frontálních laloků	17
2.3. Organizace a propojení frontálních laloků.....	18
2.4. Funkce frontálního laloku	18
2.5. Poruchy frontálních laloků.....	22
3. Modely exekutivních funkcí.....	25
3.1. Model kontroly mechanismu pozornosti	25
3.2. Teorie pracovní paměti	26
3.3. Grafmanův model	27
3.4. Duncanův model	27
3.5. Hypotéza somatických markerů.....	28
4. Období adolescence.....	30
4.1. Kognitivní vývoj	31
4.2. Emoční vývoj	32
4.3. Sociální vývoj	32
4.4. Neurofyziologický vývoj	33
5. Vybraná onemocnění a exekutivní funkce.....	34
5.1. Syndrom ADHD	35
5.2. Deprese	38
5.3. Schizofrenie	41
6. Diagnostika exekutivních funkcí	45
6.1. Neuropsychologická diagnostika.....	45
6.2. Problematika diagnostiky exekutivních funkcí.....	47
6.3. Testové metody sloužící pro měření exekutivních funkcí	49

VÝZKUMNÁ ČÁST	55
7. Výzkumný problém a cíl práce.....	55
7.1. Stanovení hypotéz.....	55
8. Popis zvoleného metodologického rámce.....	56
8.1. Popis použitých psychodiagnostických metod	56
8.2. Metody zpracování získaných dat.....	62
9. Výzkumný soubor a postup výzkumu.....	63
9.1. Charakteristika výzkumného souboru	64
10. Výsledky.....	65
10.1. Testování hypotézy H1:	65
10.2. Testování hypotézy H2:	65
10.3. Testování hypotézy H3:	66
10.4. Orientační percentilové normy pro adolescenty v Testu Hanojské věže.....	66
11. K platnosti hypotéz	73
12. Diskuze	74
13. Závěr	79
14. Souhrn.....	80
Literatura.....	83
Seznam příloh	90

Úvod

Tato diplomová práce vychází z oblasti neuropsychologie, vědní disciplíny, zabývající se vztahem mezi funkcemi mozku a chováním. Konkrétně se práce zaměřuje na exekutivní funkce, což je v současnosti v neuropsychologii často zmiňovaný pojem. Jedná se o komplex vyšších psychických funkcí, mezi které spadá plánování, vůle, cílené jednání, účelné chování, ale také kognitivní flexibilita, schopnost řešit problémy, vytvářet pravidla apod. Mluvíme tedy o důležitých funkcích, které se významně odrážejí v každodenním životě člověka. Do souvislosti s exekutivními funkcemi je dáována především prefrontální oblast mozku.

Vzhledem k tomu, že se jedná o poměrně komplexní jev, není lehké ani jeho diagnostikování. Jedním z testů, který exekutivní funkce zachycuje, je test Hanojské věže. V současné době jsou však pro Hanojskou věž uceleně publikovány pouze normy pro švédskou populaci.

Tato diplomová práce je součástí širších výzkumných záměrů v rámci grantové výzvy Katedry psychologie Filozofické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Projekt byl finančně podpořen grantem č. FF_2011_14 s názvem Test Hanojské věže a nové normy pro efektivní diagnostiku exekutivních funkcí, který byl vypsán na katedře psychologie pod vedením řešitele PhDr. Radka Obereignerů, Ph.D.

Diplomová práce si klade za cíl vytvořit orientační percentilové normy pro tří-, čtyř- a pětidiskovou verzi testu Hanojské věže u adolescentů ve věku 13-18 let a umožnit tak praktické užívání tohoto testu k posuzování exekutivních funkcí u české populace adolescentů. Pro účely dalšího zpracování byla získána data z následujících psychodiagnostických metod: Test cesty, test Verbální fluence, Krátký test všeobecné inteligence, Sebeuposuzovací škála depresivity pro děti a Rey-Osterriethova komplexní figura.

TEORETICKÁ ČÁST

1. Exekutivní funkce

S pojmem exekutivní funkce se v současné době operuje na poli neurologie a neuropsychologie bez přesnějšího vymezení. Základem odlišných názorů autorů je otázka, zda jsou exekutivní funkce součástí kognitivních funkcí či mají být chápány jako samostatná kategorie. u některých autorů se můžeme dokonce setkat s názorem, že pojem exekutivní funkce je pouze neuropsychologický konstrukt, o jehož existenci lze pochybovat. V následující kapitole se budeme zabývat nejen samotným definováním tohoto složitého pojmu, ale také kognitivními funkcemi, se kterými pojem exekutivní funkce úzce souvisí.

1.1. Definice pojmu exekutivní funkce

Pojem exekutivní funkce není lehké definovat. Ačkoliv se o něm v poslední době literatura často zmiňuje, neexistuje jednotné vymezení tohoto pojmu, se kterým by souhlasili všichni autoři. V odborné literatuře se tak setkáváme s různými definicemi od různých autorů. Obecně však lze pojem „exekutivní“ přeložit jako výkonnostní či řídicí.

Specifickou definici uvádí Koukolík (2002), který řadí exekutivní funkce mezi funkce kognitivní. Za hlavní úkol exekutivních, tedy řídicích funkcí, považuje řešení problémů, vytváření analogií, adaptaci organismu na prostředí a přizpůsobování organismu nečekaným změnám v prostředí. Současně se exekutivní funkce podílí na tvorbě a realizaci plánů, současném výkonu většího počtu činností a umístování jednotlivých událostí v čase a prostoru. Dále mají podle Koukolíka exekutivní funkce podíl na koordinaci paměťových operací, a to především na ukládání, zpracování a vyvolávání informací z pracovní paměti. Exekutivní funkce navíc zajišťují respektování a dodržování sociálních pravidel. Můžeme tedy říct, že se řídicí funkce podílejí též na morálním jednání člověka.

Preiss (2006), který považuje řídicí funkce za teoretický konstrukt, nabízí jinou definici. Exekutivní funkce podle něj zastupují komplex složek, který zajišťuje samostatné a účelné jednání člověka. Exekutivní funkce jsou součástí kognitivních funkcí, avšak rozdíl

mezi kognitivními a exekutivními funkcemi vidí Preiss (1998, s. 23) v tom, že „*kognitivní deficity postihují obvykle jen určité funkce, ale poškození exekutivních funkcí postihuje veškeré chování.*“

Odlišný pohled nabízí Lezaková (2004), která uvádí tři složky ovlivňující chování člověka: exekutivní funkce, kognitivní funkce a emocionalita. Chápe tedy exekutivní funkce jako další samostatnou kategorii a nikoli jako součást kognitivních funkcí, jak tomu bylo u výše zmíněných autorů. Pomocí otázek odlišuje činnosti, na kterých se podílejí exekutivní a na kterých kognitivní funkce. Exekutivní funkce odpovídají spíše na otázky *zda a jak* se člověk zamýšlí něco vykonat, zatímco kognitivní funkce se spíše řídí otázkami *co a kolik*, což vyjadřuje především co člověk umí a kolik toho dokáže. Toto pojetí dobře nastiňuje kooperaci obou složek.

Lezaková (2004) považuje exekutivní funkce za mentální pochody, které mají za úkol uskutečnění cíleného chování. To konkrétně zahrnuje formulaci a vytyčení cíle, plánování, přípravu činnosti, která povede k cíli a realizaci činnosti. Autorka zmiňuje a podrobně rozebírá čtyři významné složky, které jsou součástí exekutivních funkcí: vůle, plánování, účelné jednání a úspěšný výkon.

1. **Vůle.** Tato složka souvisí s potřebami každého člověka a vlastním rozhodnutím, zda bude jeho potřeba naplněna. Podstatnou roli zde hraje motivace člověka. Představuje schopnost záměrného jednání.
2. **Plánování.** Tato komponenta zahrnuje schopnost vytvořit strukturu plánu, zhodnotit jeho efektivitu, pružně jej přizpůsobovat podle situace a zvládat vlastní impulzivitu.
3. **Účelné jednání.** Tento prvek představuje schopnost započítí a ukončení aktivity, která vede k dosažení daného cíle. Zároveň však souvisí také s potlačením těch možností, které dosažení cíle konkurují.
4. **Úspěšný výkon.** Hlavním kritériem úspěšného výkonu je především jeho efektivita. Z jiného pohledu však můžeme říci, že stejně důležitá je zde schopnost člověka rozpoznat jeho dosažení v porovnání s prvotně vytyčeným cílem.

Shoda mezi autory spočívá v tom, že jsou exekutivní funkce dávány do souvislosti s funkcí frontálních laloků (Preiss, 2006). Mezi odborníky se však vyskytuje také názor, který pochybuje nad oprávněností a existencí exekutivních funkcí jako

neuropsychologického konstruktů. Mezi autory tohoto mínění se řadí také Parkin (1998; in Kulišťák, 2003), který přímo uvádí, že se neprokázaly lokalizační důkazy o existenci centrální exekutivy. Z tohoto důvodu autor odmítá nejen přesvědčení o centrální exekutivě, ale také myšlenku na testy, které se snaží vzbudit dojem, že tyto funkce měří. Podle autora není možné pracovat s myšlenkou, že jsou tyto testy podporovány jednotnou dimenzí exekutivních funkcí. Parkin (1998, s. 522; in Kulišťák, 2003): „*Myšlenka centrální exekutivy je atraktivní, protože ztělesňuje ideje vůle a vědomí při determinaci chování. (...) Nemáme důkazy, že emanují z jedné oblasti mozku s vlastnostmi homunkula.*“

Pozdější výzkumy prokázaly, že se na exekutivních funkcích podílejí i další kortikální a subkortikální oblasti mozku (Lezaková, 2004). Podle Stusse a Bensona (1986; in Kulišťák, 2003) byl pojem exekutivní funkce nabídnut s odkazem na multioperační systém, který je zajišťován prefrontálními oblastmi mozku a jejich recipročními korovými a podkorovými drahami. Přičemž Fuster (1999; in Kulišťák, 2003) uvádí, že prefrontální kůra je asociační kůrou frontálního laloku a koordinuje provádění nových či nejpropracovanějších činností organismu, z tohoto důvodu ji nazývá „exekutivou mozku“ a „orgánem kreativity“. Blíže se frontálním lalokům budeme věnovat v samostatné kapitole.

Shrnutím výše uvedených poznatků dospějeme k názoru, že exekutivní funkce představují širokou oblast procesů a činností, které úzce souvisí především s kognitivními funkcemi. Vzhledem ke složitosti samotného pojmu nikoho nepřekvapí, že ani diagnostika exekutivních funkcí není snadná. Tyto funkce jsou komplexním jevem a nelze je zkoumat zcela odděleně, proto se v následujících kapitolách budeme zabývat některými procesy, které s exekutivou úzce souvisí.

1.2. Vývoj exekutivních funkcí

Preiss (2006, s. 110) o fylogenezi exekutivních funkcí říká: „*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.*“ O vývoji frontálních oblastí bude blíže pojednáno v kapitole 2.2. Fylogeneze a ontogeneze frontálních laloků.

Z pohledu ontogeneze souvisí exekutivní funkce s celou řadou vnějších vlivů (prostředí, výchova apod.), avšak nejvýznamnějším aspektem vývoje těchto funkcí je

vývoj a zrání centrální nervové soustavy. Stejný názor sdílí Fuster (2002), který uvádí, že ontogenetický vývoj exekutivních funkcí má souvislost s vývojem prefrontálních oblastí.

Welsh et. al (1991) se věnovali ve svých studiích vývoji exekutivních funkcí. Z toho vychází jejich následující členění vývoje těchto funkcí u dětí:

- V prvním období, které spadá přibližně do šestého roku dítěte, se vyvíjí schopnost odolávat rušivým podnětům.
- Druhé období je charakteristické schopností tlumit impulzivní chování a ověřovat hypotézy. Odpovídá přibližně desátému roku dítěte.
- V posledním období, které je přibližně kolem dvanáctého roku dítěte, dochází k rozvoji schopnosti plánovat činnosti a rozvoji verbální fluence.

Podle nejnovějších výzkumů bylo však zjištěno, že ve vybraných případech je možné sledovat výkonové funkce již u dětí ve věku 2 let (Scerif, Cornish, Wilding, Driver, & Karmiloff-Smith, 2004; in Miller, Cummings, 2007).

Anderson a Lajoie (1996) na základě svých výzkumů došli k závěru, že největšího rozvoje exekutivních funkcí dosahuje dítě ve stejné době jako dozrávání frontálních laloků, tedy ve věku přibližně 9-13 let. Vzhledem k významu frontálního laloku ve vztahu k exekutivním funkcím bude tomuto tématu věnována celá následující kapitola.

1.3. Související kognitivní funkce

Vzhledem k úzké návaznosti pojmu kognitivní a exekutivní funkce je vhodné, abychom kognitivní funkce alespoň krátce definovali. Diamant a Vašina (1998) zahrnují pod tento pojem širokou škálu mentálních a intelektových schopností souvisejících s funkcí mozkové kůry. Autoři sem řadí například vnímání, pozornost, paměť, uvažování a řečové dovednosti. Kognitivní procesy jsou takové, které zajišťují zpracování informací – tedy jejich příjem, uchování a zpracování.

1.3.1. Pozornost

Pozornost zmiňuje již William James (2001; in Plháková, 2007, s. 77) v Základech psychologie, kde ji definuje jako: *„jasné a živé zaujetí mysli jedním z několika možných objektů nebo myšlenkových pochodů. Podstatou pozornosti je zaměření a soustředění vědomí, které má za následek jeho odklon od některých věcí ve snaze efektivně zvládnout jiné...“* .

Sternberg (2002) charakterizuje pozornost jako psychickou funkci, která umožňuje soustředit naše omezené mentální zdroje na informace z vnějšího i vnitřního prostředí, které jsou pro nás v danou chvíli nejvýznamnější. Díky tomu zabraňuje zahlcení psychiky nepodstatnými podněty.

Podle Preisse (2006) se jedná o základnu všech psychických funkcí, která umožňuje uvědomovat si vnitřní a vnější podněty.

Významnou funkci zastává pozornost i vzhledem k ostatním kognitivním funkcím (Plháková, 2003). Ovlivňuje efektivitu jak vnímání, tak také učení a paměťového vybavování obsahů. Za hlavní čtyři funkce pozornosti jmenuje Sternberg (2002) *dělení pozornosti*, což člověku umožňuje věnovat se více než jedné činnosti v jednom okamžiku; *bdělost a detekci signálů*, díky čemuž jsme schopni rychle reagovat na podněty v našem okolí; *záměrné vyhledávání* zvláštních podnětů, které pro nás mají osobní význam a *výběrová pozornost*, která nám umožňuje volit podněty, kterým se chceme více věnovat. Hartl a Hartlová (2004) uvádějí, že při upoutání pozornosti hrají roli takové podněty, které lze charakterizovat jako nápadné, nové, intenzivní, neočekávané, ale také takové entity jako je zájem, očekávání a únava samotného jedince.

Podle druhu situace, ve které se člověk ocitá, jsou podstatné jiné kvality pozornosti. Svoboda (2006) zmiňuje několik základních vlastností této psychické funkce:

- *Selektivita* znamená schopnost výběru a zaměření pozornosti na důležité podněty v prostředí. s tímto pojmem souvisí také schopnost ignorace, díky které není pozornost upoutávána stimuly, které jsou bezvýznamné a stále se opakující (tikot hodin apod.).
- *Koncentrace* představuje schopnost soustředění se na omezený počet obsahů naší psychiky, kterým se záměrně věnujeme.
- *Distribuci* je možné charakterizovat jako rozdělení pozornosti mezi několik činností či podnětů.
- Pod termínem *kapacita* je označován počet podnětů, které jsme schopni postřehnout v určitém časovém intervalu.
- *Stabilita* pozornosti je vyjádřena časovým obdobím, během kterého jsme schopni se koncentrovat na podnět. Opakem této vlastnosti je *labilita*. Souvisejícím pojmem je dále *oscilace*, který můžeme popsat jako kolísání intenzity pozornosti.

Vývoj pozornosti souvisí s dosažením určitého stupně zralosti centrální nervové soustavy. V období dospívání se navíc zlepšuje pozornost jedince díky strategiím, které

začíná využívat. Vágnerová (2005, s. 340) charakterizuje změny v pozornosti u adolescentů následovně: „*Postupují systematictěji a plánovitěji, zlepšuje se i schopnost rozdělovat pozornost a rozvíjí se systematická explorace, která představuje účelnější přístup.*“

Podíváme-li se na neurobiologický základ pozornosti, pak jí nemůžeme přisoudit kvalitě jediné oblasti mozku ani označit za souhrnnou funkci mozku jako celku (Kulišťák, 2003). Farahová (1994; in Sternberg, 2002) zastává názor, že pozornost je projevem spolupráce různých mozkových oblastí. Žádná z nich však není specializovaná pro výkon specifické funkce. Sternberg (2002) k tomu dodává, že procesy pozornosti mohou být následkem zvýšení či snížení aktivity v různých částech mozku či výsledkem určité kombinace této aktivace a inhibice.

Moruzzi a Magoun (1949; in Kulišťák, 2003) uvádí, že významným aspektem pozornosti je bdělost, která má neuroanatomický základ v retikulární formaci mozkového kmene neboli v retikulárně-aktivačním systému. Jedná se o systém nervových vláken, která pojí mozkový kmen, talamus a korové oblasti a mají rozhodující roli v řízení bdělosti a aktivaci organismu (Hartl, Hartlová, 2004).

Koukolík (2000) dělí systém orientované pozornosti na dvě ramena - senzorní a motorické. Senzorní rameno systému pozornosti je projevem aktivity retikulo-talamo- limbicko-kortikální soustavy. Motorické rameno, které zaměřuje pozornost na hybnou akci, vychází z talamo-kortikální-striatové soustavy. Ve ventrolaterálním talamu souvisí s mechanismy orientované pozornosti probouzecké reakce a přední část gyru cinguli je klíčovou oblastí pozornosti, emotivity a rysů chování, které se přičítají osobnosti.

Využití zobrazovací techniky funkční magnetické rezonance potvrdilo existenci pozornostních sítí, které zabezpečují odlišné funkce. Posner a Raichle (1996; in Kulišťák, 2003) je rozdělili následovně:

1. **Síť exekutivní kontroly.** Jejím úkolem je sledovat chování, které směřuje k cíli, zjišťovat chyby, řešit problémy a tlumit automatické reakce. Na těchto funkcích se podílí střední frontální oblasti – přední část gyrus cinguli, suplementární motorická oblast a část bazálních ganglií, především nucleus caudatus.
2. **Síť bdělosti.** Tato síť zajišťuje bdělý stav organismu a připravenost k akci. Propojuje pravý frontální lalok, pravý parietální lalok a locus coeruleus.

3. **Orientační síť**. Hlavní funkcí, kterou zajišťuje, je přijímání sensorických signálů (především zrakových). Podílí se na ní parientální lalok, oblasti okulo-motorického systému a gyrus fusiformis.

Mapování mozkových sítí pomáhá v současné době při objasňování poruch těchto systémů a v souvislosti s pozorností také například syndromu ADHD. Jeho příznaky korespondují s narušením pozornostní sítě exekutivní a sítě bdělosti. Souvisí tak jak s pravostranným parientálním lalokem, tak s frontálními laloky, které již byly dávány do spojitosti s exekutivními funkcemi.

1.3.2. Paměť

Paměť lze v nejširším slova smyslu označit za schopnost zaznamenávat lidskou zkušenost (Plháková, 2003). Sternberg (2002) ji definuje jako prostředek, skrze který saháme do své minulé zkušenosti, abychom mohli informace užít v přítomnosti. Dle Ebbinghause (1885; in Hartl, Hartlová, 2000) se jedná o schopnost přijímat, držet a znovu oživovat vjemy v minulosti, tedy uchovávání informace o podnětu, který již nepůsobí.

Z tradičního pohledu prochází paměť třemi fázemi. Jedná se o kódování, retenci a reprodukci. Kódování je označováno také jako proces vštípení, během kterého jsou sensorická data přetvořena do mentálních reprezentací, které lze uložit do paměti. Retence představuje aktivní proces uchování informací v paměti po různě dlouhou dobu, během které dochází v paměti k jejich dalšímu třídění. Fáze vybavování (reprodukce) splňuje funkci vyvolávání informací z paměti k jejich dalšímu využití (Sternberg, 2002; Plháková, 2003).

Autory nejpoužívanějšího modelu paměti jsou Atkinson a Shiffrin, kteří v roce 1968 navrhli dělení paměti na tři paměťové systémy (Sternberg, 2002):

1. **Senzorická paměť** zaznamenává informace přicházející ze smyslů po velice krátký časový interval.
2. **Krátkodobá paměť** uchovává informace po dobu několika sekund, příležitostně minut, které jsou aktuálně důležité pro další psychické aktivity.
3. **Dlouhodobá paměť**, která disponuje značnou kapacitou, je schopna uskladňovat informace dlouhodobě i řadu let.

Senzorická či ultrakrátká paměť je tvořena zásobníky, které odpovídají senzorickým modalitám. Obsahuje ikonickou paměť uchovávající vizuální podněty a echoickou paměť, která slouží k udržení sluchových informací. Odtud informace přecházejí do krátkodobé a dlouhodobé paměti, pokud jsou jedincem vyhodnoceny jako důležité (Plháková, 2003).

Krátkodobá paměť je považována za oblast psychiky, ve které probíhá aktuální mentální aktivita. Kapacitu této paměti určil George Miller a to na 7 ± 2 položky. Pokud uspořádáme více položek do sedmi smysluplných skupin, jsme schopni si zapamatovat i větší množství informací najednou. **Pracovní paměť** bývá některými autory označována jako synonymum pro paměť krátkodobou (Atkinson in Sternberg, 2002). Avšak například Baddley (1995; in Sternberg, 2002) ji definuje jako součást dlouhodobé paměti, do které současně patří i krátkodobá paměť. Pracovní paměť je tvořena fonologickou smyčkou, vizuospaciálním náčrtníkem a centrální výkonnostní složkou. Podrobněji se pracovní paměti bude věnovat kapitola 3.2. Teorie pracovní paměti.

Kapacita dlouhodobé paměti vyvolává otázku, jakým způsobem je v ní obrovské množství informací, které obsahuje, tříděno a organizováno. Známy model dělí dlouhodobou paměť na deklarativní (explicitní) paměť a nedeklarativní (implicitní) paměť (Kulišťák, 2003).

Deklarativní paměť uchovává události a znalosti. Tedy veškeré obsahy, které máme v této paměti uložené, musely projít našim vědomím. Explicitní paměť je podle Tulvinga (1972; in Sternberg, 2002) dělena dále na paměť epizodickou a sémantickou. Epizodická zaznamenává konkrétní události, které mají svůj časový, prostorový a pocitový kontext. Oproti tomu v sémantické paměti jsou uloženy vědomosti a znalosti o světě (Kulišťák, 2003; Plháková, 2003).

Nedeklarativní paměť můžeme charakterizovat jako nevědomou, mimovolnou, která uchovává dovednosti a je vyjadřována chováním jedince (Kulišťák, 2003). Předpokládá se, že součástí implicitní paměti je také procedurální paměť ukládající postupy, které dříve byly explicitní (hra na hudební nástroj, chůze, ...). Podle Plhákové (2003) obsahuje implicitní paměť i další subsystémy, mezi které spadá například klasické podmiňování, neasociativní učení nebo priming. Priming lze chápat jako neuvědomovanou „předpřipravenost“ reagovat, která se projeví zkrácením reakční doby mezi podnětem a odpovědí (Koukolík, 2002; Kulišťák, 2003).

Paměť není konstantní schopností, která by od narození zůstávala neměnná. V různých věkových obdobích se způsoby zapamatování i vybavování liší. Podle Vágnerové (2005) se v období adolescence začíná výrazně projevovat využívání

složitějších a účinnějších paměťových strategií, k čemuž v dřívějších věkových obdobích nedocházelo. To se současně s rozvojem metapaměti odráží v lepší schopnosti zapamatovat si ty informace, které jedinec aktuálně potřebuje.

Z pohledu neurobiologie je paměť chápána jako modulární systém neboli soustava neurokognitivních sítí velkého rozsahu, která má zúžený profil informačního chodu (viz Tab. 1). Paměť můžeme označit za funkci celého mozku, ale je zřejmé, že některé jeho oblasti k ní mají blíže (Mesulamm, 1990, 1998; in Koukolík, 2000).

Tab. 1: Současná klasifikace paměťových modulů, jejich funkce a zúženého profilu informačního toku (podle Willingham, 1997; in Koukolík, 2000)

Modulus	Funkce	Zúžený profil
Pracovní paměť	Udržuje aktivitu jiných reprezentací	Prefrontální kůra
Explicitní paměť	Vědomá paměť pro fakta a události	Mediální části spánkových laloků, diencefalon
Priming	Vyladuje percepční a pojmové reprezentace	Týlní, spánkový a čelní lalok
Motorické dovednosti	Učení novým motorickým dovednostem	Striatum
Klasické podmiňování	Vztah mezi smyslovými podněty a hybnou odpovědí	Mozeček
Emoční podmiňování	Vztah mezi smyslovými podněty a emoční odpovědí	Amygdala

Pracovní paměť má svůj základ v dorzolaterální prefrontální kůře. Činnost fonologické smyčky se nachází v okolí Sylviovy rýhy (perisylvianské kortexy). Vizuospeciální náčrtník má zúžený profil ve zrakové kůře týlních laloků, dále v temenní kůře a čelních lalocích. Centrální výkonnostní složka pracovní paměti je závislá na předních a dorzolaterálních částech prefrontální kůry (Koukolík, 2000).

Na explicitní, deklarativní paměti se podílí především oblasti mediální temporální kůry (Koukolík, 2000). Rhinální kůra, amygdala, hipokampus a prefrontální kůra jsou propojeny s orbitální frontální kůrou, mediálním talamem a neokortexem a souvisí tak s explicitní paměti (Kulišťák, 2003). Hipokampus současně zajišťuje přechod informací z krátkodobé do dlouhodobé paměti. Pokud dojde k jeho poškození, jedinec ztrácí schopnost uchovávat nové informace při zachovalé schopnosti vybavování starých zážitků (Navrátilová, 2008). Na implicitní, nedeklarativní paměti se podílí neokortex, premotorická kůra, bazální ganglia, ventrální talamus a substantia nigra. Procedurální

paměť má zúžený profil ve striatu, motorické kůře a mozečku. V neokortexu se nachází zúžený profil pro priming. Do spojitosti s amygdalou se dává schopnost uchovávat emočně významné vzpomínky (Kulišťák, 2003).

2. Frontální laloky

Exekutivní funkce jsou dávány do souvislosti s činností čelních neboli frontálních laloků. Jedná se o evolučně nejmladší oblast mozku, jejíž význam byl rozpoznán teprve nedávno. Jako jeden z důvodů uvádí Goldberg (2004) počáteční neschopnost přiřadit čelním lalokům jednu specifickou funkci. Z tohoto důvodu byly označovány jako „němé laloky“. Od té doby se však přístup k jejich zkoumání výrazně změnil a například Kulišťák (2003) je nazývá nejvyšším znakem člověčenství.

Goldberg (2004) po právu vyzdvihuje význam této části mozku slovy „orgán civilizace“. Podtrhuje důležitost frontálních laloků jako nositele nejpokročilejších a nejsložitějších funkcí mozku jako je záměrná činnost, účelové chování, schopnost dospět ke složitým rozhodnutím a navíc nositele koordinace a řízení všech dalších funkcí mozku.

2.1. Zájem vědců o frontální laloky

Počáteční zájem o frontální laloky spočíval především ve zkoumání vlivu jejich poškození na psychické změny člověka. Svým dílem k tomu přispěl v 19. století známý případ Phinease Gage, který přežil úraz hlavy, při kterém došlo k masivnímu poškození čelních laloků. Jeho případ včetně následných projevů jeho zranění uvádí Antonio Damasio ve své knize Descartův omyl (Damasio, 2000):

Pacient Phineas Gage

Phineas Gage byl pětadvacetiletý předák na stavbě železnice v Nové Anglii. Nadřízení o něm hovořili jako o nejvýkonnějším a nejschopnějším pracovníkovi a i mezi spolupracovníky byl velice oblíbený. Součástí jeho práce byla kromě dohledu na stavbě také práce se střelným prachem při odstřelování skal. Na tuto zodpovědnou práci si nechal dokonce zhotovit speciální železnou tyč, kterou používal k upěchování písku ve skále, do které byla vyvrtána díra na střelný prach. Písek byl nezbytný, aby exploze směřovala do skály a ne naopak. Osudná se stala Gageovi exploze roku 1848, při které mu železná tyč

roztříštila spodinu lebeční, proletěla přední částí mozku a temenní částí hlavy vyletěla ven. Gage tuto nehodu přežil. Při převozu k doktorovi byl celou dobu při vědomí a z vozu do hotelu, kde vyčkal na doktora, přešel sám.

Doktor popsal situaci po svém příchodu následovně (Damasio, 2000, s. 17): *„Tehdy Gage seděl na židli na piazzze hotelu pana Adamse v Cavendishi. Když jsem dorazil, uvítal mě slovy: ‚Doktore, máte tu spousty práce.‘ Rány na hlavě jsem si všiml, ještě než jsem slezl z vozu, zřetelně jsem viděl pulzující mozek. Zaujala mě ještě jedna věc, kterou jsem nebyl schopen vysvětlit, dokud jsem hlavu nevyšetřil – že temeno jeho hlavy vypadalo jako obrácená nálevka. Jak jsem zjistil, bylo způsobeno kruhovitým proražením kosti do vzdálenosti asi 5cm od otvoru. Neměl bych ještě zapomenout, že otvor v lebce a mozkových obalech měl téměř 4 centimetry v průměru; okraje otvoru byly obrácené a celé zranění vypadalo, jako kdyby zdola nahoru proletělo nějaké trojhranné těleso. Pan Gage po dobu, co jsem ho vyšetřoval, vysvětloval okolostojícím, jak se mu to stalo. Hovořil věcně a odpovídal na dotazy tak ochotně, že jsem své otázky směřoval přímo na něj, a ne na muže, kteří s ním byli v době nehody a kteří teď postávali okolo. Pan G. mi pak líčil některé okolnosti a později mi líčil i další, a já mohu se vši jistotou prohlásit, že ani tehdy, ani při žádné další příležitosti – až na jednu – jsem neměl pochybnosti o jeho rozumu. Asi dva týdny po nehodě mi totiž neustále říkal John Kirwin, přesto ovšem na všechny mé otázky odpovídal správně“.*

Po dvou měsících byl Gage prohlášen za zdravého. Po fyzické stránce nabyl opět síly, neměl problémy s čichem, zrakem, sluchem, motorikou ani jazykem. Výrazné změny ale nastaly v jeho projevech chování. Lékař jej popsal jako nestálého, neuctivého, netrpělivého, zatvrzelého a neústupného či náhle rozmarného a vrtkavého. Gage mluvil vulgárně a to tak, že ženám bylo doporučováno, aby se v jeho blízkosti nezdržovaly dlouho. Jeho nové chování bylo v kontrastu s povahou, kterou popisovali jeho známí před nehodou: muž umírněných mravů, vyrovnané mysli, inteligentní a vytrvalý v cestě za svým cílem. Přátelé jej jen stěží poznávali.

Krátce po návratu do práce byl propuštěn pro nedostatek disciplíny, následně pracoval na několika farmách, vždy ale jen krátce. Nějakou dobu vystupoval v Barnumově muzeu v New Yorku a předváděl své zranění i s pěchovací tyčí. Zemřel v roce 1861 ve věku osmatřiceti let.

Koukolík (2008) uvádí, že až do počátku 60. let 20. století nebyla funkce frontálních laloků příliš jasná. Následně se vyskytlo několik teorií, které však

podle Diamanta a Vašiny (1998) nebyly potvrzeny. Jako příklad můžeme uvést teorii H. Teubera, který vystoupil s názorem, že čelní laloky připravují další části mozku na zachycení informací a tím také na záměrné činnosti.

Od té doby klinický i neuropsychologický výzkum odhalil, že jejich hlavní význam spočívá v exekutivních neboli řídicích funkcích (Koukolík, 2008). i nadále však zájem vědců o tuto oblast mozku trvá a dochází k jejich intenzivnímu zkoumání.

2.2. Fylogeneze a ontogeneze frontálních laloků

Goldberg (2004) označuje frontální laloky za vývojově nejmladší a specificky lidské mozkové oblasti. i Koukolík (1995) poukazuje na odlišnost frontálních oblastí lidských od ostatních živočichů a to již na první pohled svou nápadnou velikostí a vyklenutostí.

Fuster (2002) dospívá k názoru, že vznik prefrontálních oblastí u nižších živočichů proběhl během vývoje z přední části neokortexu. Tento rozvoj však nebyl rovnoměrný a laterální prefrontální oblasti vznikly až v pozdějším průběhu vývoje. Během evoluce tak prefrontální oblasti prošly větším procesem změny než ostatní části mozku. Fuster přičítá pozdní fylogenezi frontálních oblastí výjimečnému vývoji vyšších kognitivních funkcí (např. řeči) u vyšších živočichů, především u člověka.

Z hlediska vývoje jedince dochází k opakování fylogeneze i v procesu ontogeneze. Rozvoj prefrontálních oblastí mozku nastává převážně v pozdějších stádiích ontogeneze než rozvoj ostatních částí mozku. Zatímco k myelinizaci nejstarších mozkových struktur dochází již před narozením jedince, v prefrontální části probíhá k obalování nervových vláken myelinem teprve v průběhu dospívání (Koukolík, 1995). Miller a Cummings (2007) k tomu dodávají, že tedy nemůžeme hovořit o nervových strukturách a funkcích mozku umístěných v čelních lalocích jako o čistě genetických, neboť se vyvíjejí i v závislosti na prostředí jedince. Koukolík (1995) označuje tuto skutečnost - společně s podobným dozráváním temenních oblastí - za „růst životní zkušenosti“ anatomicky vyjádřeno. Stejně tak dodává Fuster (2000; in Koukolík, 2002), že dozrávání prefrontální kůry v období dospívání odpovídá také vývoj emocí, morální vývoj a vývoj poznávacích funkcí. Blíže o tomto vývoji v kapitole o adolescenci.

2.3. Organizace a propojení frontálních laloků

Součástí mozkových hemisfér jsou frontální laloky, které nalezneme uloženy v přední jámě lebeční (Čihák, 1997). Z anatomického pohledu jsou frontální laloky ohraničeny centrální Rolandovou rýhou a postranní Sylviovou rýhou. Při pohledu z vnějšku můžeme rozčlenit frontální laloky na oblast motorickou, premotorickou a prefrontální (viz Příloha č. 1). Z vnitřního pohledu je ve střední části oblast limbická a paralimbická (Kulišťák, 2003).

O propojení frontálních laloků s dalšími oblastmi mozku se zmiňuje například Cummings (1993; in Kulišťák, 2003). Vzhledem ke své centrální úloze jsou frontální laloky propojeny s temporální, parientální i okcipitální kůrou. Odtud získávají sluchové, somatosenzorické a zrakové informace. Další spoje mají s limbickými strukturami (amygdalou a hipokampem), díky kterým dochází k učení, zapamatování, emočnímu ladění, autonomní regulaci a motivaci. Tímto je umožněna integrace informací z vnějšího i vnitřního prostředí. Do mozkového kmene a páteřní míchy směřuje motorický výstup z čelních laloků. Paralelní obvody navíc zahrnují části striata a talamu, u kterých se má za to, že podporují kognitivní, pohybové a behaviorální procesy regulace.

2.4. Funkce frontálního laloku

Jak uvádí Fuster (1999; in Kulišťák, 2003), kůra frontálního laloku je obrazem nejvyššího vývoje lidského mozku. Její funkcí je organizace činnosti ve všech oblastech jak neurobiologických, tak i kognitivních a může být označována jako „motorická kůra“ v nejširším smyslu slova. Kulišťák (2003) se přímo vyslovuje, že hlavní funkcí frontálního laloku je funkce exekutivní, která má za úkol zabezpečit dokonalou souhru všech systémů mozku.

Podívejme se nyní na jednotlivé oblasti frontálního laloku podrobněji.

2.4.1. Motorická a premotorická kůra

Funkcí motorické kůry, která je umístěna podél precentrálního závitů čelního laloku, je provádění jednotlivých volných pohybů kosterního svalstva (Kulišťák, 2003). Obsahuje tzv. pyramidové nervové buňky, jejichž axony tvoří pyramidovou a kortikospinální dráhu a spojují tak míchu s mozkovou kůrou. Axony prochází mozkovým

kmenem a prodlouženou míchou. Tady předávají informace motorickým neuronům, díky čemuž dohází k přesným volným pohybům těla (především však předloktí, prstů a svalů tváře). Axony kříží středovou rovinu, proto levá motorická kůra řídí svaly pravé poloviny těla a pravá motorická kůra kontroluje svaly levé strany těla (Mariebb, Mallatt, 2005).

Kůra premotorická se nachází před centrálním závitem a její funkcí je výběr pohybů k realizaci (Kulišťák, 2003). Navíc její význam spočívá v přípravě a realizaci složitých či nových pohybů (Merkunová, Orel, 2008).

2.4.2. Prefrontální kůra

Prefrontální kůra je označována jako asociační kůra frontálního laloku a u lidí představuje přibližně třetinu izokortexu (Fuster, 2000; in Koukolík, 2002). Je umístěna v přední části frontálních laloků, konkrétně zaujímá Brodmanovu areu číslo 8, 9, 10, 11, 12, 13, 44, 45, 46, 47. Podle Brodmana (1997; in Goldberg, 2004) tvoří 29 % celé mozkové kůry, zatímco u šimpanzů představuje pouze 17 % objemu kůry, u makaků a gibbonů 11,5 %, u lemurů 8,5 %, u psů 7 % a u koček pouze 3,5 %. Jak již bylo zmíněno, k úplnému dozrání prefrontální kůry dochází až v období dospívání (Fuster, 2000; in Koukolík, 2002).

Z funkčního hlediska představuje podle Orla a Facové (2009) prefrontální kůra nejvyšší postavení v mozkovém řízení a integraci. Vzhledem k tomu, že je prefrontální kůra spojena s každou vymezenou funkční jednotkou, je po právu považována za nejlépe propojené místo v mozku s řídicí funkcí (Goldberg, 2004). Konkrétně se jedná o spojení se zadní asociační kůrou, která je nejvyšším centrem integrace smyslových vjemů; s premotorickou kůrou, bazálními ganglii a mozečkem, což jsou oblasti, které se podílí na pohybové kontrole; s dorzolaterálním jádrem talamu; s hipokampem a dalšími strukturami souvisejícími s pamětí; s cingulární kůrou, která je spojována s emocemi a zvládnutím nejistoty; dále s amygdalou, hypotalamem a jádry mozkového kmene. Tento nebývalý způsob propojení umožňuje koordinaci všech zbývajících struktur mozku, ale přináší také daleko více rizik pro případné poruchy (Goldberg, 2004).

Za významnou funkci prefrontální kůry označuje Fuster (1999; in Kulišťák, 2003) časové uspořádání chování, řeči a myšlení. Orgánem kreativity či exekutivou mozku je označován právě z důvodu koordinace nových a propracovanějších činností. Orel a Facová (2009) podtrhují význam prefrontálních laloků na celkové integritě osobnosti, sebeuvědomování a sebeřízení.

Lurija (1982, s. 216; in Kulišťák, 2003) k významu prefrontální kůry uvádí: „...je nadřazená nejen sekundárním částem motorické oblasti, ale ve skutečnosti všem ostatním mozkovým strukturám. Její reciproční napojení na níže uložené struktury retikulární formace, které modulují 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.“

Cummings, Miller (2007) dělí prefrontální oblasti na tři otevřené obvody: dorzolaterální, orbitofrontální a mediální. Označení „otevřené“ je zde použito ve významu propojení a to jak vnitřně mezi sebou, tak s dalšími funkčními systémy. Další významnou skutečností je, že na každý tento obvod je vázána dílčí množina chování, popř. je vázána na společné fungování všech tří struktur (Koukolík, 2002).

2.4.2.1. Dorzolaterální subkortikální obvod

Dorzolaterální subkortikální obvod je významný svou účastí na exekutivních funkcích, a to především na přesouvání pozornosti, flexibilitě myšlení, řešení problémů, strategickém a konceptuálním myšlení (Fanfrdlová, 2007). Podle Koukolíka (2002) se tento obvod podílí kromě exekutivních funkcí také na motorickém programování.

Cummings (1995; in Koukolík, 2002) blíže popisuje způsob zapojení dorzolaterálního prefrontálního subkortikálního obvodu. Dle autora začíná tento obvod na konvexitě frontálních laloků a to v Brodmanových oblastech 9 a 10. Odtud vlákna směřují k dorzolaterální části těla nucleus caudatus. Dále vedou vlákna k dorzomediální části pars interna globus pallidus a k rostrální části substantia nigra, což je označováno jako přímá cesta. Nepřímou cestou jsou vlákna vedena přes pars externa globus pallidus k nucleus subthalamicus, dále do pars interna globus pallidus a do substantia nigra. Palidální a nigrální neurony tohoto obvodu projikují do nucleus ventralis anterior a nucleus dorsalis medialis thalami. Ty posílají vlákna zpět do prefrontální dorzolaterální kůry. Tento obvod je označován jako otevřený. Dorzolaterální prefrontální kůra je zpětnou vazbou spojena s orbitofrontální kůrou, s asociačními částmi kůry parientální, sluchové, zrakové a s dalšími oblastmi.

Koukolík (2002) uvádí, že při poruše dorzolaterálního subkortikálního obvodu dochází k poškození schopnosti znovuvybavení, ačkoliv znovupoznávání je zachováno. Problém nastává v plynulosti řeči, ale i neřečových oblastech. Pacienti s tímto poškozením

navíc nedokáže vytvářet domněnky nebo zachovávat a přesouvat uspořádané myšlenkové sestavy (tento jev lze sledovat např. při řešení Wisconsinského testu).

2.4.2.2. Orbitofrontální subkortikální obvod

Poškození orbitofrontálního obvodu vede k výrazné změně osobnosti. Nejčastěji dochází k poklesu svědomitosti, iniciativy, zájmů, zvýšení podrážděnosti a beztaktnosti. Projevem mohou být také hypomanické stavy a riskantnější chování, které je charakterizováno rozhodnutím pro možnost bezprostředního zisku bez ohledu na možné ztráty v budoucnu (Koukolík, 2002). Fanfrdlová (2007) jeho význam vidí v kontrole impulzivního jednání a v některých aspektech rozhodování pod tlakem.

Začátek orbitofrontálního subkortikálního obvodu je v inferolaterální prefrontální kůře v Brodmanově aree 10. Vlákná přímé cesty vedou následně do ventromediální části nucleus caudatus a odtud do dozromediální oblasti gyrus pallidus a rostromediální části sulcus nigra. Nepřímá cesta označuje vlákna, která směřují do pars externa gyrus pallidus a nucleus subthalamicus a následně jejich projekci do pars interna gyrus pallidus a do sulcus nigra. Gyrus pallidus a sulcus nigra pak dále posílají vlákna do nucleus ventralis anterior a nucleus dorsalis medialis thalamu, odkud se zpětně promítají do orbitofrontální kůry (Cummings, 1995).

2.4.2.3. Mediální subkortikální obvod

Cummings (1995; in Koukolík, 2002) uvádí, že tento obvod začíná v Brodmanově aree 24. Odtud se projikuje k ventrálnímu striatu včetně nucleus accumbens, tuberculum olfactorium a ventromediální části nucleus caudatus a putamen. Také z vedlejšího limbického systému (amygdaly, hipokampu, entorhinální a perirhinální kůry) vedou vlákna ventrálního striata. Odtud vedou vlákna do ventrálních a rostrolaterálních částí gyrus pallidus a rostrodorzální části sulcus nigra a jsou oboustranně napojena na nucleus subthalamicus. Pallidální a nigrální části mediálního obvodu vysílají vlákna do paramediálních částí nucleus dorsalis medialis thalami, do ventrální tegmentální části, do nucleus habenulae, hypotalamu a amygdaly. Nucleus dorsalis medialis thalami nakonec uzavírá obvod vlákny, která jsou vysílána zpět do přední cingulární kůry. Devinsky (1995; in Koukolík, 2002) rozdělil přední části gyrus cinguli na část afektivní a kognitivní.

Mediální subkortikální obvod je nejvíce spojován s exekutivními a především pozornostními procesy. Následkem narušení tohoto obvodu může dojít k osobnostním změnám, ale spíše ve formě apatie, netečnosti a poklesu iniciativy (Fanfrdlová, 2007). Koukolík (2002) doplňuje, že dalšími následky poškození těchto oblastí může být porucha exekutivních funkcí, visceromotorické kontroly, vokalizace, afektivity a odpovědi na bolestivé podněty. Nádory v této oblasti mohou navíc zapříčinit apatii, depresi, agresivitu, úzkost, obsedantně-nutkové jevy, zvýšenou míru sexuálního chování a bulimii.

2.5. Poruchy frontálních laloků

V předcházejících kapitolách byla načrtnuta složitost frontálních laloků a též zmíněny některé možné poruchy a projevy závislé na poškození specifických oblastí frontálních laloků. V některých případech jsou problémy vzájemně provázané, Knight a Grabowecky (1995; in Kulišťák, 2003) označili tento jev za „kaskádu prefrontálních deficitů.“ Více můžeme vidět v následující tabulce:

Tab. 2: Kaskáda prefrontálních deficitů (Knight, Grabowecky, 1995, s. 1368; in Kulišťák, 2003, s. 121-122)

Primární	Sekundární	Terciární
deficity kontroly inhibice	distraktibilita	chování vázané na postřeh
deficity detekce nového	narušení vnitřního prostředí	omezená sebejistota rozhodování
	narušená soustředěná a dílčí pozornost	perseverace
	oslabené aktuální zapamatování událostí	oslabené plánování a uspořádání paměti
		obtížné vytváření nových nápadů
		potíže při seřazení minulého, současného a budoucího
		narušená kontrola reality
		deficity při tvorbě a hodnocení nekonkrétních scénářů

Lurija (1982) popsal tzv. frontální syndrom. Následkem poškození frontálních laloků – především prefrontální a premotorické kůry – dochází k poruchám organizace pohybů

a činností a rozpadu pohybových programů. Při poškození dalších specifických oblastí může docházet k řečové aspontaneitě (dynamické afázii), ke změně emocí, afektivity, narušení osobnosti (sexuálního a sociálního chování), snížení kritičnosti, dezorientaci a především dochází k narušení paměti ve všech časových modalitách.

Nicméně jak uvádí Kulišťák (2003), malé léze v prefrontální oblasti nemusí být zachytilné neuropsychologickým vyšetřením, avšak i minimální poškození může být příčinou poškození organizace běžných denních činností stejně jako nejvyšší funkce diskurzivního myšlení.

2.5.1. Plasticita mozku

Ve chvíli, kdy dojde k poškození mozkové tkáně ať již traumatickému, cévnímu, infekčnímu či jiné etiologie, počíná pracovat mechanismus plasticity. Plasticitu definuje Lebeer (1998; in Kulišťák, 2003) jako schopnost kapacity mozku pozměňovat svou strukturu či funkci a to jako odpověď na učení nebo na poškození mozku. Různé přístupy využívají význam tohoto pojmu odlišně. Někdy bývají za neuroplasticitu označovány změny pouze na mikroatomické úrovni - tedy proměny buňky a jejích částí – nebo je tento pojem chápán v širším významu jako adaptační kapacita organismu (Marshall, 1985, Lerner, 1984; in Kulišťák, 2003).

Kulišťák (2003) definuje plasticitu mozku jako možnost neuronálních sítí budovat nová spojení, včleňovat je do propojení dřívějších, vytvářet zpětné vazby a navíc udržovat vše v aktivní funkčnosti.

Ačkoliv se předpokládalo, že plasticita mozku je charakteristická pouze pro období dětství a dospívání, nejnovější výzkumy prokázaly, že mozek si schopnost plasticity přechovává nejen do období dospělosti, ale zřejmě po celý život (Goldberg, 2004). Autor zdůrazňuje, že toto zjištění je významné pro neuropsychologickou rehabilitaci, která plasticitu mozku využívá. Následkem tohoto objevu dochází k důraznějšímu zaměření na prevenci, zmírnění či zpomalení kognitivních deficitů u demencí. Kulišťák (2003) vidí přínos též jak v oblasti odstraňování patologicky navozených poruch (onemocnění, úrazy), tak i při odstraňování poruch vrozených (syndrom ADHD).

Trojan (1997; in Kulišťák, 2003) rozlišuje několik typů plasticity:

- evoluční – změny nervové tkáně během ontogenetického vývoje,
- reaktivní – změny způsobené krátkodobou stimulací,
- adaptační – vzniká při stálé či dlouhodobé stimulaci,

- reparační – probíhá během strukturální a funkční obnovy poškozené nervové tkáně.

Nově bývá uváděna tzv. ekologická plasticita (Walsh, 1981; in Kulišťák, 2003). Její podstata spočívá ve vlivu prostředí na mozkovou plasticitu u savců. To v důsledku znamená, že stavbu mozku může významně ovlivnit také kladné emoční prostředí, a to ještě dříve, než učení samotné (Trevarthen, 1990; in Kulišťák, 2003).

3. Modely exekutivních funkcí

Následující podkapitoly shrnují několik soudobých modelů prefrontálních korových funkcí, které se snaží vysvětlit základ fungování exekutivních funkcí jako celistvého systému. Seznámíme se například se systémem SAS, teorií pracovní paměti nebo hypotézou somatických markerů.

3.1. Model kontroly mechanismu pozornosti

Autory prvního modelu fungování exekutivních funkcí je Norman a Shallice (1986). Jejich předpoklad je, že prefrontální systémy vytvářejí dva primární mechanismy, které monitorují chování. První z nich má za úkol vytvářet správné pořadí akcí (contention scheduler). K jeho činnosti dochází aktivováním informací uchovávaných v paměti, a to na základě podnětů z prostředí. Jedná se o aktivaci přímou a automatickou (priming). Příkladem takové činnosti může být automatické jednání zkušeného řidiče, který reaguje na červenou zastavením a na zelenou rozjížděním, aniž by o svém jednání uvažoval (Koukolík, 2002).

Druhý mechanismus bývá označován také jako systém dohledu (SAS). Hlavním úkolem tohoto mechanismu vyššího řádu je schopnost překonat automatismy, které vytváří předcházející mechanismus. Odpovídá vědomé pozornosti a funguje v mezích pracovní paměti jako supervizor. Koukolík (2002) uvádí příklad tohoto mechanismu jako společenské chování v cizí pracovně. Zazvoní-li v ní telefon, nezdvihneme jej, ačkoli předchozí mechanismus by nás vedl k automatickému jednání a tedy zvednutí sluchátka.

První mechanismus odpovídá za rutinní chování, zatímco systém dohledu reguluje nové a nerutinní úkoly. Tento systém napomáhá tedy v situacích, kde by rutinní reakce nebyly dostačující. Norman a Shallice (1986; in Chan et al., 2008) uvádí několik konkrétních typů situací:

1. plánování a rozhodování,
2. opravy chyb a odstraňování problémů,
3. očekávání nebezpečí,
4. překonávání silně navyklé reakce nebo odolání pokušení.

Stuss a kol (1995; in Koukolík, 2002) rozpracovali tuto teorii dále. Podle jejich mínění mají kognitivní procesy čtyři složky:

1. kognitivní jednotky,
2. schémata,
3. tvorba pořadí akcí,
4. systém dohledu.

Zatímco první tři složky se podílejí na rutinním chování, systém dohledu neboli exekutivní systém odpovídá za úkoly nové a nerutinní.

Koukolík (2002) popisuje způsob, jakým tento model pracuje. Primární kognitivní akce probíhají v modulech (kognitivních jednotkách), přičemž příkladem modulu může být sluchový nebo zrakový modulus. Hlavní funkcí schémat je kontrolovat činnost právě těchto modulů. Schématem je při tom myšlena síť propojených neuronů, která se podobá rutinnímu programu a k její aktivaci dochází prostřednictvím smyslových informací, činností jiných schémat nebo činností SAS. a konečně na závěr dochází k správnému výběru pořadí akcí při soupeření schémat o kontrolu chování či myšlení.

3.2. Teorie pracovní paměti

Zastánce teorie pracovní paměti Allan Baddley (1989; in Sternberg, 2002) předpokládá, že pracovní paměť je tvořena několika složkami:

- fonologickou složkou,
- vizuospaciálním náčrtníkem,
- centrální výkonnostní složkou,
- dalšími podřízenými systémy, které mají pomocnou funkci a vykonávají další kognitivní úkoly.

Fonologická složka slouží k „přehrávání“ řečových i neřečových informací, které by byly bez opakování ztraceny během několika sekund. Kapacita této složky je však omezená. Zobrazovací metody prokázaly, že s činností fonologické smyčky souvisí aktivace levostranné kůry v okolí Sylviovy rýhy, aktivace Brocovy oblasti a levostranné premotorické kůry (Koukolík, 2002).

Vizuospeciální náčrtník uchovává vizuální obrazy po určitou, avšak nepříliš dlouhou dobu. Svou podstatou je složitější než fonologická složka. Podle Koukolíka (2002) se na jeho činnosti podílí kůry temenních a čelních laloků a samozřejmě i zraková kůra týlních laloků. Funkci náčrtníku lze přirovnat k tabulce, na kterou je zaznamenána informace, která je však po krátké době vymazána, případně nahrazena informací jinou.

Hlavní funkcí centrální výkonnostní složky je koordinace mechanismů pozornosti a řízení odpovědí. Činnost této složky je vázána na činnost předních a dorzolaterálních částí prefrontální kůry, které mají při aktivaci zátěže pracovní paměti zodpovídat za integraci různých druhů informací (Koukolík, 2002).

3.3. Grafmanův model

Grafman (1995; in Koukolík, 2002) vychází z existence jednoduchých *jednotek poznání* (units of knowledge). Tyto jednotky představují jediný informační komplex, což může být například tvar, umístění v prostoru, slovo apod. Autor vyslovuje domněnku, že v průběhu evoluce charakterizovaly jednotky poznání vždy jen jeden znak podnětu. Navíc tato reprezentace mohla být aktivována jen na poměrně krátkou dobu. Sérií událostí reprezentovaly jednotky poznání teprve později ve složitějších mozcích a současně bylo možno je aktivovat na delší dobu. Složené jednotky poznání se nazývají *komplex uspořádané události*.

Za *manažerské jednotky poznání* označuje Grafman (1994; in Koukolík, 2002) nejvyšší typ komplexu uspořádané události. Ten zodpovídá za plánování, sociální chování a práci s poznáním. Podle Grafmana (1994; in Koukolík, s. 367) se jedná o: „*strukturovanou množinu událostí, uloženou v paměti jako jednotka v podobě propozičně/lingvistických výroků, scén v představách nebo reálném čase. Tato jednotka je podkladem reprezentací pro plány, mentální soubory, schémata a akce.*“ Z čehož vyplývá, že manažerské jednotky poznání se váží na prefrontální kůru.

3.4. Duncanův model

Duncan a kol. (1986, 1995; in Chan et al., 2008) založili svůj model na Spearmanově teorii obecné inteligence a exekutivní faktor připodobňují k tzv. g-faktoru. Duncanův model zastává názor, že lidské chování je proces, který je vždy zaměřený na cíl.

Zvýrazňuje tak význam souboru cílů a podcílů vzhledem k řízení lidského jednání. Mižigar (2011, s. 26) uvádí: „*Chování lidí je tedy ovládáno seznamem cílů či podcílů. Cíle jsou formulovány, skladovány a kontrolovány v mysli jednotlivce. Cíle disponují funkcí aktivace či inhibice chování, které usnadňuje nebo naopak zamezuje dokončení určitého úkolu.*“

Zapojení frontálních laloků do cílevědomého jednání člověka potvrzuje, jak tvrdí autoři, že lidé s poškozenými čelními laloky obvykle působí chaoticky a nejsou schopni zadané úkoly splnit. Pro tento stav využívá Duncan pojem „goal neglect“ opomíjení cíle. Pacienti nemají problém s pochopením a zapamatováním cíle či úkolu, ale nejsou schopni jej dosáhnout.

3.5. Hypotéza somatických markerů

Za autory hypotézy somatických markerů jsou označováni Damasio a Bechara (Koukolík, 2002). Podstatou jejich tvrzení je význam frontálních laloků na emotivní a sociální jednání při procesu rozhodování. Koukolík (2002, s. 363) k tomu dodává: „*Hypotéza vychází z předpokladu, že kurčení vztahu mezi některými druhy složitých situacích na straně jedné a emoční odpovědi na straně druhé, je nutná nepoškozená činnost ventrálních a mediálních částí prefrontální kůry.*“

Dle Damasia (2000) ve chvíli, kdy se nám v mysli zableskne možnost negativních důsledků našeho rozhodnutí, postřehneme v útrokách nepříjemný pocit. Tento jev se vztahuje k tělu, proto jej autor označil jako „somatický“ stav. Současně tento pocit něco označuje, tedy markeruje, a proto „marker“. Somatický marker funguje na způsob poplašného zařízení a varuje před negativními důsledky, které by naše jednání mohlo mít. Takovéto varování nás automaticky chrání před budoucími ztrátami a dává nám možnost vybírat z menšího počtu možností. Markery tedy navíc přispívají k přesnosti a efektosti samotného rozhodování.

Somatický marker vzniká na základě sekundárních emocí, které jsou prostřednictvím učení propojeny s možnými následky určitého jednání v budoucnosti. Pokud je některý negativní následek jednání spojen s negativním markerem, pak bude jejich kombinace působit jako výstražné znamení. Bude-li však spojen s pozitivním markerem, bude působit jako stimul. Pro rozvoj správné funkce somatickým markerů je třeba, aby mozek ani kultura nebyly defektní. Následkem závady v jedné z těchto oblastí bývá psychopatie či vývojová sociopatie (Damasio, 2000).

Nejvýznamnější místo nervového systému, kde se přijímají somatické markery, je v předních částech čelní mozkové kůry. V těchto místech se z velké části nachází také systém pro sekundární emoce. Tato pozice je z neuroatomického pohledu nejideálnější hned z několik důvodů, které ve své publikaci uvádí Damasio (2002):

1. Do prefrontální kůry putují signály ze všech sensorických oblastí, ve kterých se z obrazů vytváří naše myšlenky.
2. Prefrontální kůra je příjemcem signálů z mnoha bioregulačních center lidského mozku.
3. Prefrontální kůra zajišťuje kategorizování individuálních a nahodilých zkušeností jedince v závislosti na jejich osobním významu.
4. Prefrontální kůra je ideálním místem pro uvažování a rozhodování vzhledem ke svému přímému spojení s každou třídou motorických a chemických reakcí mozku.

Klasickým případem, kdy byly narušeny právě ventromediální oblasti prefrontální kůry a tedy mimo jiné příjem somatickým markerů, je již uvedený úraz Phinease Gage.

4. Období adolescence

Vzhledem k zaměření této práce na období adolescence je nezbytné se o fázi dospívání alespoň stručně zmínit a nastínit některé specifické zvláštnosti tohoto vývojového stadia.

Adolescenci lze charakterizovat jako přechodné období mezi dětstvím a dospíváním, ve kterém dochází ke komplexní proměně osobnosti, a to na úrovni fyzické, psychické i sociální. Langmeier a Krejčířová (2006) uvádí, že přestože k těmto změnám dochází souběžně a navzájem závisle, často se u dospívajících objevuje jistá diskrepance mezi jednotlivými oblastmi vývoje. Salkind (2002) nazývá období adolescence časem bouří a napětí, kdy dochází k výrazným kognitivním změnám. Významnou roli hrají také hormonální změny, které kromě rychlejšího růstu a vývoje pohlavních znaků souvisí také se zvýšenou emoční labilitou v tomto období (Vágnerová, 2005).

V literatuře se setkáváme s různým časovým vymezením tohoto období. Macek (2003) adolescenci chápe celé období mezi dětstvím a dospíváním. Dělí ji na adolescenci časnou (10-13 let), střední (14-16 let) a pozdní (17-20 let). Vágnerová (2005) oproti tomu rozlišuje adolescenci ranou (11-15 let), kterou označuje jako pubescenci a adolescenci pozdní, která trvá až do cca dvaceti let. Stejně tak i Říčan (2006) a Langmeier s Krejčířovou (2006) dělí období dospívání na pubescenci a adolescenci, ačkoliv se liší mírnými odchylkami ve věkovém vymezení. Oproti tomu Salkind (2002) chápe obecně adolescenci jako období od deseti do pětadvaceti let. Tato práce se zaměřuje na střední období dospívání, přičemž vychází především z Mackova dělení.

Můžeme se setkat s rozdílnými interpretacemi období adolescence v jednotlivých vývojových teoriích, což je dáno především specifickým zaměřením daných teorií:

1. Psychosexuální teorie S. Freuda zdůrazňuje význam pohlavního dozrávání, ke kterému dochází. Období dospívání je označováno jako genitální stádium; dochází při něm k oživení sexuálního pudu, který však již není zaměřen na rodiče, ale hledá náhradní objekt. Hlavním úkolem tohoto období je překonání závislosti na rodičích - zde myšleno vazby sexuálního charakteru (Vágnerová, 2005).

2. Teorie psychosociálního vývoje od E. H. Eriksona dělí vývoj člověka do osmi stádií, kdy se v každém z nich jedinec vyrovnává s úkolem, který před něj staví společnost. Řešení závisí na již dosažené psychosociální úrovni. V dospívání spočívá vývojový úkol

v hledání a vytváření vlastní identity, což však může vést k vnitřním konfliktům a vyústit v krizi identity (Erikson, 1950).

3. Teorie kognitivního vývoje J. Piageta se věnuje vývoji kognitivních schopností a je založena na předpokladu, že vývoj je ovlivněn jak genetickými předpoklady, tak sociálními vlivy. Kognitivní vývoj je rozdělen do pěti fází, přičemž dospívání odpovídá fázi formálního myšlení (Piaget, Inhelderová, 1997). Vzhledem k významnému postavení kognitivních funkcí v této práci jim bude věnována samostatná podkapitola.

4.1. Kognitivní vývoj

Adolescence spadá podle Piageta a Inhelderové (1997) do stadia formálních logických operací. Weiner (2003) označuje kognitivní změny, ke kterým v tomto období dochází, za nejvýznamnější v průběhu lidského života. Tyto změny se projevují nezávislostí myšlení na konkrétní realitě a na schopnosti uvažovat hypoteticky. Dospívající je schopen přemýšlet o pojmech, které nejsou bezprostředně přítomné a též o pojmech abstraktních. Mezi další typické znaky myšlení lze zahrnout schopnost připouštění variability různých možností, tedy posuzovat problém z více hledisek. Myšlení adolescentů se již projevuje jako více systematické, při kterém často dochází k hledání alternativ a ověřování hypotéz. Větší prostor pro myšlení také vytváří systém druhého řádu. Ten lze charakterizovat tak, že konkrétní operace jsou brány opět za objekt dalších operací, např. myšlení o myšlení apod. (Weiner, 2003; Vágnerová, 2005; Langmeier, Krejčířová, 2006; Macek, 2003; Sternberg, 2002).

Ke změnám dochází dále v oblasti paměti a pozornosti. Dospívající dokáže lépe ovládat svou pozornost a také využívat nejrůznější strategie, jak pozornost snadněji zaměřit a udržet. Zlepšuje se selektivnost a schopnost rozdělovat pozornost, což celkově vede k větší efektivnosti (Vágnerová, 2005). Podle Macka (2003) se mění i charakteristika paměti, a to jak krátkodobé, tak i dlouhodobé. Nedávné výzkumy prokázaly, že v období adolescence se významně rozvíjí také pracovní paměť (Weiner, 2003). Celkově se zvyšuje kapacita paměti, a to především díky využívání nejrůznějších strategií. Avšak negativně bývá paměť i pozornost často ovlivněna emočními změnami, ke kterým u adolescentů dochází.

4.2. Emoční vývoj

Období dospívání je často charakterizováno jako období emoční lability, rozkolísanosti a zvýšené dráždivosti. Tento stav vzniká následkem hormonálních změn, které v organismu probíhají. Adolescent prožívá silné citové prožitky, které však bývají krátkodobé a velice proměnlivé. Často si jejich příčinu nedokáží sami vysvětlit. Navenek se mohou tyto změny projevit například impulzivitou či nedostatkem sebeovládání, což může vést k opětovným konfliktům. Následkem toho dochází u dospívajících k častějším pocitům smutku, úzkosti, zlosti a celkově negativnímu ladění (Vágnerová, 2005; Langmeier, Krejčířová, 1998).

Jak uvádí Vágnerová (2005), ke stabilizaci emočního prožívání dochází až ve starší adolescenci, kdy se již organismus adaptoval na hormonální změny. Macek (2003) pak dodává, že v tomto období se adolescenti projevují méně impulzivně a s menší dráždivostí, než jak tomu bylo na počátku fáze dospívání.

4.3. Sociální vývoj

Langmeier a Krejčířová (1998) nachází v období adolescence tři úkoly, které souvisí se sociálním vývojem jedince:

Prvním z nich je **emancipace od úzké závislosti na rodičích**. Autoři upozorňují na náročnost tohoto úkolu, kdy se jedinec musí uvolnit z prostředí, kde do té doby nacházel citovou jistotu a řešení svých problémů. Tento úkol je důležitý pro samostatný život a pro založení vlastní rodiny. Vzhledem k individualitě každého dospívajícího existuje mnoho způsobů, jak k tomuto procesu dochází – od klidného a pozvolného až po způsob, který je často označován jako „období druhého vzdoru“.

Druhý úkol se týká **navázání vztahu s vrstevníky** a to především druhého pohlaví. Ačkoliv zpočátku dochází k utvrzování zejména přátelských vztahů se stejným pohlavím, později se zájem obrací také na pohlaví opačné. Z původní rozkolísanosti ve vztazích dospívá adolescent do období zamilovanosti a stálejšího vztahu. Avšak i zde je nutné pohlížet na individuální rozdíly v osobnosti i vývoji jedince.

Posledním a neméně významným úkolem je **nalezení vlastní role ve společnosti** a smyslu svého života. Tento úkol je obzvlášť typický pro období dospívání, kdy si jedinec často klade otázky o smyslu života a vlastní smrtelnosti. Častým námětem přemýšlení se

stávají také postoje a názory druhých lidí o jedinci samotném. s hledáním vlastní role souvisí též nelehké rozhodování o budoucím povolání a samozřejmě vývoj vlastní identity.

4.4. Neurofyziologický vývoj

V předešlých kapitolách byl již zmíněn vývoj jedince z hlediska neurofyziologie. Tato podkapitola má sloužit jen jako doplnění informací k těm, které byly již uvedeny.

Mezi typické změny v adolescenci patří především dozrávání prefrontální kůry, které se odráží v rozvoji emocí, morálním vývoji i v rozvoji zmíněných kognitivních funkcí (Fuster, 2000; in Koukolík, 2002).

Langmeier a Krejčířová (1998) uvádí, že mozek v tomto období dosahuje váhy 1300 až 1500g, a to především díky rozvoji právě v čelních oblastech mozkové kůry. Stavba mozku je ale již prakticky dokončena, spíše se zlepšuje činnost mozkové kůry. Autoři mluví téměř o vrcholu kognitivních schopností, kterých člověk během svého života dosahuje, a poukazují na výsledky inteligenčních testů, jejichž výsledky zpravidla již nestoupají. Na druhou stranu Sternberg (2002) umisťuje vrchol kognitivních schopností nejdříve do období mladé dospělosti.

5. Vybraná onemocnění a exekutivní funkce

V období adolescence dochází v organismu člověka k velkým změnám emocionálním, sociálním, psychologickým i tělesným, z nichž některé jsme si již uvedli. Prožívání a vyrovnávání se s těmito změnami může být pro jedince velice náročné a důsledkem toho bývá období dospívání charakteristické nárůstem specifických obtíží a problémů (Cicchetti, Cohen, 2006). Barker (2007) poukazuje na to, že právě v období dospívání se nachází prevalence mnoha psychiatrických onemocnění spíše než v dětství. Zatímco například enuréza a enkopréza v dospívání mizí, objevuje se častěji mezi dospívajícími mentální anorexie, schizofrenie a různé afektivní poruchy. Autor rozděluje poruchy v dospívání do tří kategorií a uvádí k nim některé typické zástupce. Jedná se však o rozdělení pouze formální a orientační:

1. **nevyřešené dětské poruchy** – poruchy chování a porucha opozičního vzporu, úzkostné a neurotické poruchy, autismus a pervazivní vývojové poruchy, porucha pozornosti a hyperkinetická porucha,
2. **poruchy vznikající v pubertě a dospívání** – obsedantně-kompulzivní poruchy, konverzní a dissociativní poruchy, sociální fobie, mentální anorexie, ale také problémy se sexuální rolí a sexuální identitou, konflikt závislosti a nezávislosti, poruchy chování a zneužívání drog a alkoholu,
3. **poruchy dospělého typu vzniklé v dospívání** – schizofrenie, afektivní poruchy a další.

Deficit exekutivních funkcí se objevuje u řady známých poruch a onemocnění. Na základě Barkerova dělení si uvedeme příklady poruch pro každou kategorii specifických obtíží v období adolescence, ve kterých se deficit exekutivních funkcí vyskytuje. V této práci však není možné věnovat se problematice poruch podrobně. Zájemce odkazujeme v každé podkapitole na odbornou literaturu, která se dané problematice blíže věnuje.

5.1. Syndrom ADHD

Málokterá diagnostická kategorie prošla od svého prvního ustanovení takovým množstvím přejmenování jako právě tato. V Čechách byly příznaky této poruchy označovány nejprve jako lehká dětská encefalopatie (LDE), v zahraničí se užívaly termíny jako brain damage syndrom, minimal brain dysfunction, cerebral dysfunction a podobně (Malá, 2008). V šedesátých letech 20. století došlo se sjednocení terminologie a ustálení pojmu minimal brain dysfunction, česky lehká mozková dysfunkce (LMD). Jedná se o neurobiologickou poruchu (Miller, Cummings, 2007)

Definice LMD byla vypracována následovně (Třesohlavá, 1983, s. 13): *„Jsou to děti vyšší, průměrné nebo podprůměrné inteligence, s různými poruchami chování nebo učení. Různé formy onemocnění, od velice mírných až po závažné, jsou spojeny s odchylkami funkcí CNS. Tyto deviace se mohou manifestovat v různých poruchách percepce, tvoření pojmů, paměti, řeči, pozornosti, impulzivity nebo motorických funkcí. Změny mohou vznikat z genetického nebo biochemického porušení regulace, z poškození perinatálního nebo jinými nemocemi a poruchami v době, která je typická pro vývoj a vzrávání CNS.“* Tento termín však později čelil značné kritice především z toho důvodu, že zahrnoval poruchy, které jsou dnes již samostatnou diagnostickou kategorií (např. specifické vývojové poruchy učení).

Od roku 1994 se používá v DMS-IV (Americký diagnostický a statistický manuál mentálních poruch, 4. revize) označení Attention deficit hyperactivity disorder, ve zkratce ADHD, zatímco Evropská mezinárodní klasifikace nemocí, 10. revize (MKN-10), hovoří v této souvislosti o hyperkinetických poruchách. Obě klasifikace se shodují v popisu primárních příznaků: porucha pozornosti, hyperaktivita a impulzivita. Současně musí být příznaky neadekvátní k věku a intelektové úrovni dítěte, objevovat se alespoň ve dvou odlišných prostředích dítěte (škola, rodina), objevit se před 7. rokem dítěte a trvat déle než 6 měsíců. Obě diagnostické kategorie se liší především v šířce pojmu, zatímco pro diagnózu ADHD může být splněn jeden příznak (hyperaktivita/impulzivita nebo pozornost), hyperkinetické poruchy musí splňovat všechny primární příznaky (Gobelová, 2010).

Jak již bylo zmíněno, mezi klíčové příznaky syndromu ADHD náleží (Drtilková, 2007):

- **porucha pozornosti**, která se může projevovat nepozorností při školních úkolech, opomíjením detailů, chybami z nepozornosti, nedokončováním úloh a neposloucháním instrukcí, ztrácením věcí, zapomnětlivostí a snadnou vyrušitelností vnějšími stimuly,
- **hyperaktivita**, která se vyznačuje třeba neúčelnými pohyby rukama, vrtěním na židli, obtížným zachováním klidu a ticha při hrách, mnohmluvností, neustálým pohybem, neklidem,
- **impulzivita**, kvůli které dítě například nevydrží čekat v pořadí a přerušuje ostatní při hrách či hovoru.

Kromě přidružených poruch, jako jsou poruchy chování a specifické poruchy učení, uvádí Drtílková (2007) příznaky, které syndrom ADHD často doprovázejí. Jedná se o zvýšenou dráždivost, agresivitu, emoční nevyrovnanost, vztahové problémy. Munden (2002) uvádí, že se u 30-80% diagnostikovaných hyperaktivních dětí vyskytují příznaky, které přetrvávají do období adolescence i dospělosti. Přestože pohybový neklid nebývá již tak zřetelný, narušení pozornosti a impulzivity přetrvává. Následkem toho se zvyšuje riziko nehod a úrazů /dopravní úrazy, popáleniny, utonutí při skoku do neznáme vody apod. Současně se u těchto adolescentů vyskytuje vyšší riziko závislosti na alkoholu a drogách. Dále Drtílková (2007) uvádí, že se u této skupiny dětí také častěji objevuje předčasné navazování vztahů s druhým pohlavím, střídání partnerů a tedy i riziko pohlavně přenosných chorob či u dívek předčasná gravidita. Podle Mundeny (2002) je ADHD navíc častým faktorem vzniku patologického hráčství. V dospělosti se pak projevuje potížemi se sebeovládáním, neschopností dokončit úkol, citovou labilitou, špatnou snášenlivostí stresu a samozřejmě nedostatečnou soustředěností a přetrvávající motorickou hyperaktivitou, která se jeví například jako neschopnost relaxace či neschopnost vydržet u sedavých aktivit.

5.1.1. ADHD a exekutivní funkce

Narušení exekutivních funkcí bývá dáváno do souvislosti se syndromem ADHD poměrně často. Jak uvádí Miller a Cummings (2007), impulzivita, nepozornost a hyperaktivita jsou příznakem abnormalit v čelních lalocích a projevem dysfunkce řídicích funkcí. Malá (2008, s. 309) chápe poruchu exekutivních funkcí u dětí s ADHD jako horší schopnost „*analyzovat své chování, vytvářet nové formy chování a řešit úkoly.*

Sebeřízení, dotazování, sebeovládání (emoce, impulzy) a sebemotivování je chaotické, dezorientované.“ Autorka také zmiňuje poruchu plánování, a to nejen v oblasti vytváření a sekvencování plánů, ale také jejich realizace. Navíc si všímá toho, že děti s ADHD mají potřebu nahlas komentovat svou činnost, což vidí jako nedostatečnou internalizaci řeči a chápe ji též jako výraz narušení exekutivních funkcí.

S pozorností, její poruchou a tedy i syndromem ADHD můžeme nalézt další souvislost s exekutivními funkcemi především v existenci pozornostních sítí (Posner a Raichle, 1996; in Kulišťák, 2003). Ty byly zmíněny již v první kapitole. Jen pro připomenutí - jedná se o exekutivní síť, síť bdělosti a orientační síť (viz kap. 1.2.1. Pozornost).

Drtílková (2007) uvádí dělení teorií podle aspektů poruchy a jejího vzniku, které zdůrazňuje. Jedná se o teorie etiopatogenetické, neuropsychologické a modely integrativní. Významným zástupcem etiopatogenetických teorií, které se orientují na hledání příčiny poruchy, je v poslední době teorie neurochemická. Ta se zaměřuje na změny hladin dopaminu a noradrenalinu v mozku, které se u dětí s ADHD výrazně liší od dětí zdravých. Funkce těchto neurotransmiterů souvisí především s procesy pozornosti, myšlení a pocity člověka.

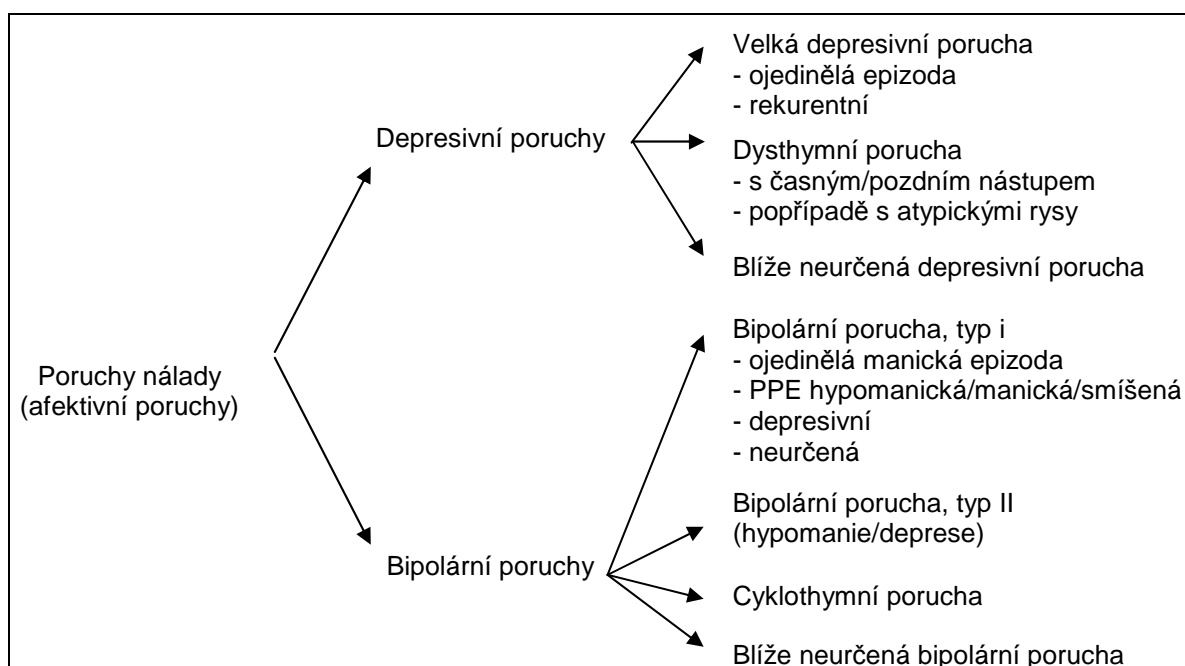
Neuropsychologické teorie propojují biologické a psychologické aspekty poruchy a zaměřují se na hledání souvislostí mezi poruchou pozornosti a dalšími psychickými funkcemi (paměť, exekutivními funkcemi,...) v rámci syndromu ADHD. Mezi nejvýznamnější patří Barkleyho teorie behaviorální inhibice a Sergeantův kognitivně energetický model. Pro ilustraci se krátce podíváme na model kognitivně energetický (CEM).

Autorem této teorie je Joseph Sergeant (2000; in Göbelová, 2010). Stejně jako Barkleyho teorie, uznává primární deficit v behaviorální inhibici, avšak pouze jako jeden aspekt problému. Dalším významným aspektem je podle tohoto modelu porucha energetického stavu. Sergeant vytváří model zpracování informací, který obsahuje tři úrovně ve vzájemné interakci. Jedná se o dolní úroveň kognitivních procesů (kódování, rozhodování, paměťové vyhledávání, motorická organizace), střední úroveň energetických rezerv (úsilí, aktivace, arousal) a horní úroveň, systém řízení a exekutivní funkce (plánování, monitorování, detekce chyb a jejich korekce). u ADHD se pak deficit projevuje na všech třech úrovních kognitivně energetického modelu.

Dalšími podrobnostmi syndromu ADHD se zabývá například Drtílková (2007) nebo Munden a Arcelus (2002).

5.2. Deprese

Deprese je v nejobecnějším smyslu charakterizována jako chorobný smutek (Hartl, Hartlová, 2000). Pojem deprese se stal běžnou součástí hovorového slovníku, avšak ne každý smutek lze spojovat s depresí. Podle mezinárodní klasifikace nemocí (MKN-10, 2009, DMS-IV, 1994) je deprese řazena mezi duševní poruchy a poruchy chování, konkrétně mezi poruchy nálady a emotivity, tedy afektivní poruchy (viz Obr. 1). Vágnerová (2004, s. 369) charakterizuje afektivní poruchy jako: „...*chorobnou náladu, která neodpovídá reálné životní situaci nemocného a narušuje jeho uvažování, jednání i somatické funkce. Jejím důsledkem jsou adaptační poruchy a sociální selhávání.*“



Obr. 1: Rozdělení poruch nálady podle DMS-IV(Höschl, 2002)

Aby bylo možno hovořit o depresivní poruše, je nutné, aby byly splněny následující podmínky (Smolík, 1996):

1. příznaky by měly trvat minimálně dva týdny,
2. musejí být vyloučeny příznaky v životě pacienta, které by hovořily ve prospěch hypománie či mánie,

3. depresivní epizoda nesmí být vyvolána psychoaktivními látkami nebo organickou psychickou poruchou.

Jedinci, kteří trpí depresivní poruchou, vykazují následující příznaky (Höschl, 2002):

- smutek, beznaděj, úzkost, pesimismus,
- zhoršené soustředění a pozornost,
- snížené sebevědomí a sebedůvěru,
- pocity viny a méněcennosti,
- smutný a pesimistický pohled do budoucnosti,
- myšlenky na sebepoškozování a sebevraždu,
- poruchy spánku,
- snížená chuť k jídlu,
- sexuální dysfunkce,
- zpomalení psychomotorického tempa.

Běžně se vyskytují také potíže somatické, a to především bolesti hrudi, hlavy, zad a závratě (Svoboda, 2006). Společně s některými výše uvedenými příznaky se pak v takovém případě mluví o somatickém syndromu. u psychotické formy deprese se můžeme navíc setkat s bludy, a to především mikromanickými, které se projevují pocity bezvýznamnosti a ubohosti nebo s bludy hypochondrickými, autoakuzantními či perzekučními (Orel, Facová, 2009; Vágnerová, 2004).

Depresivní porucha patří k nejčastějším duševním onemocněním a různí autoři uvádí, že postihuje 1-20% dospělých lidí (Gelder, 1996; Höschl, 1997, Rahn a Mahnkopf, 2000; in Vágnerová, 2004). Přesto vysoké procento depresí nebývá správně diagnostikováno a následkem toho je i špatně léčeno. Jak již bylo naznačeno, depresivní onemocnění může mít různou podobu a různý průběh. Velkou měrou to závisí na konkrétní situaci, kdy se s depresivní poruchou setkáváme. Höschl (2002) uvádí následující případy:

- krátkodobá či dlouhodobější reakce na těžkou životní událost,
- součást neurózy,
- součást endogenní poruchy,
- larvovaná deprese,
- symptomatická deprese,
- deprese při organickém poškození mozku,
- farmakogenní deprese,
- součást klinického obrazu jiných psychiatrických poruch.

Dále se můžeme setkat s dělením podle způsobu vzniku deprese na primární (vzniká jako samostatná jednotka) a sekundární (vyskytuje se v souvislosti s dalším somatickým či psychiatrickým onemocněním). Primární je pak dále dělena na lehkou, středně těžkou a těžkou (Bouček a kol., 2006).

Léčba depresivní poruchy se odvíjí především od její intenzity. Obecně se prezentují dva způsoby léčby a to farmakoterapií a psychoterapií. Ve farmakoterapii jsou nejčastěji využívány antidepresiva, příp. další léky dle typu deprese. Do psychoterapie spadá celá řada směrů, jako je například kognitivně-behaviorální psychoterapie, interpersonální terapie nebo manželská terapie. Pro lepší účinek se doporučuje využívat obou způsobů zároveň (Svoboda, 2006).

U adolescentů se deprese projevuje nejčastěji ztrátou zájmů, úbytkem komunikace, sociálním stažením až fobií, kolísáním nálad, únavou a sebevražednými pokusy. V mnohém se již podobá depresivní epizodě u dospělých jedinců, častěji se však vyskytují pocity nudy, předrážděnost či histrionské a riskantní chování (Malá in Hort, 2008).

5.2.1. Deprese a exekutivní funkce

Z výzkumů, které se tímto tématem zabývaly, vzešla informace, že exekutivní funkce jsou u deprese narušeny. Deficit těchto funkcí však není v takové míře jako například u pacientů se schizofrenií (Merriam et al., 1999; Barch et al., 2003). Veiel (1997; in Preiss, 2008) k tomu dodává, že deficit exekutivních funkcí zřejmě souvisí s hloubkou deprese. To potvrzují také slova Austina (2001; in Preiss, 2008, str. 101) „*signifikanční poškození exekutivních funkcí je nacházeno zejména u pacientů s těžkou depresí*“.

Preiss (2008) nalézá souvislost mezi depresí a narušenými volnými procesy, při kterých je třeba určitého úsilí, zatímco u zautomatizovaných procesů nedochází u depresivních pacientů k narušení v takové míře. Tím, že dochází ke snížení volných procesů, dospívá k poškození exekutivních funkcí. Následně pak není možno dosáhnout úspěšného výkonu, protože nedochází k vytváření a uskutečňování vhodné strategie. Na úspěšný výkon může mít navíc vliv jisté přemítání nad svými vlastními problémy a příznaky, ke kterému depresivní pacienti tíhnou (Watkins, Brown, 2002; in Preiss, 2008).

Tématu deprese se věnuje ve své knize například Anders (2001) nebo Höschl, Libiger, Švestka (2002).

5.3. Schizofrenie

Smolík (1996) definuje schizofrenii jako duševní poruchu, která je charakteristická základním a specifickým narušením myšlení a vnímání. Emotivita je oploštělá či neodpovídá situaci. Intelekt i vědomí bývá zachováno, ačkoliv se postupem času může vyvinout jistý kognitivní deficit. Příznaky schizofrenie lze rozdělit na pozitivní příznaky, které jsou charakteristické nadměrným či zkresleným projevem normálních funkcí (halucinace), a negativní příznaky, které jsou typické oslabením či ztrátou normálních funkcí (oploštělá emotivita). MKN-10 stanovuje kritéria, podle kterých je v současnosti schizofrenie diagnostikována. Za obecná diagnostická kritéria je považováno následující (Bouček a kol., 2006, s. 53 - 54):

- A: Vyskytuje se alespoň jeden ze syndromů, symptomů a znaků popsanych níže pod (1) nebo alespoň dva ze symptomů a znaků uvedených pod (2). Tyto příznaky trvají alespoň 1 měsíc.

1) Musí být přítomen alespoň 1 z těchto příznaků

- ozvučování myšlenek, vkládání nebo odnímání myšlenek, vysílání myšlenek,
- bludy kontrolování, ovlivňování nebo ovládání, zřetelně se projevující pohyby těla nebo končetin, zvláštní myšlenky, činnosti nebo pocity, bludné vnímání,
- halucinace hlasů, které komentují pacientovo chování nebo mezi sebou hovoří či jiné typy hlasů, které přicházejí z některých částí těla,
- neustálé bludy jiných typů, které nemohou být podmíněné příslušnou kulturou a jsou zcela nepatřičné.

2) nebo alespoň 2 z následujících příznaků:

- neustálé halucinace jakéhokoliv typu, pokud jsou spojeny buď s občasnými nebo jen částečně formovanými bludy bez jasného emotivního obsahu nebo s trvale zvýšeným sebehodnocením, nebo pokud se vyskytují denně po dobu týdnů či měsíců,
- neologismy, přerušování nebo zárazy myšlenek,
- katatonní projevy (vzrušení, stupor, mutismus, vosková ohebnost) ,
- negativní příznaky – apatie, chudá řeč, ploché či nepřiměřené odpovědi, přičemž tyto projevy nesmějí být zapříčiněné depresí nebo léčbou neuroleptiky.

- B: Pokud pacient vykazuje příznaky, které splňují kritéria manické či depresivní epizody, musejí být splněna kritéria A a B předtím, než dojde k poruše nálady.
- C: Porucha nesmí být důsledkem poruchy mozku, intoxikací psychoaktivními látkami, závislostí či odnětím látky.

V odborné literatuře se setkáme s různým dělením průběhu schizofrenie, což je zapříčiněno proměnlivostí samotného onemocnění, a to jak ve svém vzniku tak i dalším vývoji. Orel a Facová (2009) uvádí pět fází, jak lze průběh onemocnění dělit:

1) **Premorbidní stádium** nemusí probíhat u všech pacientů ani u všech typů schizofrenie. Přesto lze v některých případech sledovat odchylky v psychomotorickém výkonu, sociálním výkonu či poruchy pozornosti, a to vše již v raném dětství.

2) **Prodromální stádium** je typické nespecifickými příznaky jako je emoční oploštění a stažení se, ztráta spontaneity, uzavřenost, nemluvnost, ale také zvýšená vztahovačnost, podezřívavost a kolísavá úzkost.

3) **První psychotická epizoda** znamená samotné propuknutí nemoci. Nástup probíhá náhle a je typický výrazným narušením psychických funkcí (myšlení, emoce, chování, motorika). Výrazným znakem je narušení vztahu k realitě. Jako spouštěč často působí stres, konflikt či drogy. Nejedná se však o příčinu nemoci.

4) **Aktivní choroba** je vyjádřena tzv. „třetinovou prognózou“

- u první třetiny pacientů dochází k úplnému uzdravení,
- u druhé třetiny pacientů vzniká atakovitý průběh, kdy dochází ke střídání relapsu a remise,
- u třetí třetiny pacientů je průběh chronicko-progredientní, což znamená nejen stále trvající projevy onemocnění, ale také jejich zhoršování.

5) **Reziduální schizofrenie** se již neprojevuje intenzivními příznaky, ale především jako „zbytková forma“ schizofrenie. Mezi její nejčastější příznaky patří oploštělá emotivita, kreativita a spontaneita, snížená odolnost vůči stresu, deficit kognitivních funkcí (paměti, pozornosti apod.), změny povahy a snížení počtu mezilidských vztahů.

Vágnerová (2004) zmiňuje typy průběhu onemocnění z hlediska počtu akutních atak. Epizodický průběh se vyznačuje jedinou chronickou atakou, zatímco pro opakovaný průběh jsou typické intervaly, kdy se střídají ataky a remise. Náhlým začátkem a rychlým

vznikem osobnostního deficitu se vyznačuje průběh maligní. Dále autorka vymezuje například průběh chronický a reziduální.

Kromě odlišného průběhu onemocnění lze definovat také několik typů schizofrenie. Mezinárodní klasifikace nemocí (MKN-10, 2009) vymezuje základní druhy schizofrenie, ačkoliv je zřejmé, že v praxi se mohou jednotlivé typy překrývat: paranoidní, hebefrenní, katatonní, nediferencovaná, reziduální a simplexní. Nejčastější forma schizofrenie je paranoidní. Typické jsou pro ni paranoidní a persekční bludy a dále halucinace (nejčastěji sluchové). Tento typ schizofrenie propuká později než typy ostatní a to kolem 30. roku života. Dalším typem je hebefrenní schizofrenie, která vzniká již v období adolescence. Její prognóza nebývá dobrá, protože zasahuje teprve se rozvíjející osobnost. Vyznačuje se nápadným chováním připomínajícím „prodlouženou pubertu“, poruchou myšlení ve smyslu pseudofilozofování a inkoherentnosti. Časté bývá vytváření neologismů. Bludy bývají spíše hypochondricky či kosmicky zaměřené a halucinace jsou více zrakové než sluchové. Typickým projevem je také hypomanická nálada s tendencí k nevhodnému žertování. Katatonní schizofrenie je typ, který se vyznačuje nápadností v motorické aktivitě, a to buď zvýšenou či celkovým zpomalením, útlumem a negativismem. u simplexní schizofrenie převládají negativní příznaky. Charakteristická je apatie, bezcílnost, sociální stažení a oploštění emotivity. Dalšími typy schizofrenie je schizofrenie reziduální, postschizofrenní deprese a nediferencovaná deprese (Orel, Facová, 2009; Vágnerová, 2004; Smolík, 1996).

5.3.1. Schizofrenie a exekutivní funkce

Schizofrenii doprovází též porucha kognitivních funkcí a jak uvádí Lenderová (2004), nejvíce jsou narušeny procesy pozornosti, paměti a exekutivních funkcí. Obereignerů et al. (2011) poukazuje na to, že k deficitu kognitivních funkcí však dochází u některých pacientů již před propuknutím onemocnění. Primárně je schizofrenie onemocnění, které se objevuje nejčastěji v adolescenci. V 60-70% případů propuká před 25. rokem, ve 40% případů dokonce již před dvacátým rokem (Malá in Hort, 2008).

Deficit exekutivních funkcí se u schizofrenie projevuje obtížemi v řešení problémů, v sestavování plánů a dalšími následky poruchy pracovní paměti. Pracovní paměť, stejně jako exekutivní funkce, souvisí s prefrontální kůrou. Pacienti se schizofrenií podávají v řadě testů nižší výkon, jestliže je pro danou úlohu třeba uchovat v paměti po krátkou dobu informace a ty pak nadále využívat. Jako příklad tohoto testu nám poslouží

Wisconsinový test třídění karet či Test Hanojské věže, ve které podle Golgberga (1990; in Kučerová, Říhová, 2006) schizofrenní pacienti selhávají – postupují pomaleji a potřebují více tahů než zdraví jedinci.

V interpretaci výsledků jednotlivých výzkumných studií zkoumajících exekutivní funkce se vyskytly také neshody. Müller et al. (2004; in Kučerová, Říhová, 2006) tvrdí, že příčinou poruchy plánování a snížené adaptability je porucha na úrovni inhibice nežádoucích reakcí, zatímco Morice a Delahunty (1996; in Kučerová, Říhová, 2006) vidí příčinu selhávání v deficitu anticipačního a analytického myšlení.

Podle Mahurina et al. (1998), který zkoumal vztah mezi narušením exekutivních funkcí a typy schizofrenie, můžeme rozdělit pacienty do tří skupin podle převahy příznaků: pacienti s psychomotorickým útlumem, pacienti se závažným narušením reality a pacienti se syndromem dezorganizace. Autor prokázal, že pacienti s psychomotorickým útlumem vykazují v testech, které měří exekutivní funkce, nejhorší výkony.

Dalšími podrobnostmi se ve zabývali např. Miller a Cummings (2007), u nás pak například Koukolík a Motlová (2004).

6. Diagnostika exekutivních funkcí

Následující podkapitoly shrnují základní otázky a problematiku diagnostiky exekutivních funkcí, včetně zaměření na specifika u věkové kategorie adolescentů, na kterou je tato práce zaměřena. V závěru kapitoly jsou uvedeny konkrétní příklady diagnostických testů, které lze při zjišťování exekutivních funkcí použít.

6.1. Neuropsychologická diagnostika

Dříve byla neuropsychologická diagnostika označována za topickou, neboť jejím hlavním úkolem byla lokalizace mozkového poškození. V současné době však již existuje celá řada moderních zobrazovacích metod, které poskytují více informací o umístění poškození u pacienta. Příkladem takovéto metody je například elektroencefalografie, počítačová tomografie, funkční magnetická rezonance, pozitronová emisní tomografie atd.

Dnes má neuropsychologická diagnostika za cíl především popis kognitivních schopností a jejich poruch, tedy charakteristiku funkčního a behaviorálního stavu pacienta. Kulišťák (2003) definuje předmět neuropsychologické diagnostiky jako patologické projevy myšlení, emocí a chování ve vztahu ke struktuře a funkci mozku. Preiss a kol. (1998) specifikují možnosti neuropsychologa jako popis kognitivní a osobnostní dysfunkce (kvalitativní i kvantitativní popis), zhodnocení premorbidní úrovně psychiky, vytváření hypotéze o etiologii, asistování při zjišťování lokalizace léze a stanovení základu pro léčbu a rehabilitaci.

Mozkové funkce jsou při neuropsychologickém vyšetření zkoumány z výpovědí pacienta a jeho blízkých osob, pozorováním jeho chování a samozřejmě neuropsychologickými testy. Jako dva nejvýznamnější pohledy na souvislost mezi chováním a mozkovou činností uvádí Kulišťák (2003) Halsteadovu-Reitanovu neuropsychologickou baterii (HRNB) a diagnostickou techniku Luria – Nebraska Neuropsychological Battery (LNNB).

Halstead a Reitan přístup, nazývaný také jako klinicko-neuropsychologický, reprezentuje přístup psychometrický, kvantitativní. Existují tři verze testu: pro dospělé, pro děti ve věku 9-15 let a také pro mladší děti ve věku 5-8 let. Jako součást testu se přidává ještě Wechslerův inteligenční test a u dospělých Minnesotský multifázový osobnostní

inventář (MMPI). Baterie zahrnuje subtesty (Svoboda, 1999): laterální dominance, test taktilního rozpoznávání tvarů, screeningový test afázií, tapping, síla stisku, test cesty, senzoricko-percepční test, test rytmu, test percepce zvuků řeči, test taktilního výkonu a test kategorií. Ty jsou rozděleny a interpretovány v šesti oblastech:

- měřítko vstupu (percepční testy),
- testy pozornosti a paměti,
- verbální zkoušky,
- testy prostorových a manipulačních dovedností,
- zkoušky abstrakce, logického uvažování a tvoření pojmů,
- úroveň výstupu (motorika) .

Autorem druhého přístupu, který je označován také jako přístup behaviorálně-neurologický, je Alexandr Romanovič Lurija. Ten zastával názor, že psychické funkce jsou lokalizovány v mozkové kůře a každá léze má svůj specifický obraz poruch psychických funkcí. Tento přístup reprezentuje přístup kvalitativní a pro vědecké účely není vhodný vzhledem k menší objektivnosti (Preiss a kol., 1998). Českou verzi přizpůsobenou pro děti a adolescenty vytvořil Šebek. Test zahrnuje vyšetření následujících oblastí (Svoboda, 1999):

- motorické funkce,
- audiomotorická organizace,
- vyšší kožní kinestetické funkce,
- vyšší zrakové funkce,
- receptivní řeč,
- expresivní řeč,
- čtení a psaní,
- počítání,
- paměťové funkce,
- intelektové funkce.

S rozvojem výpočetní techniky došlo k vytvoření několika neuropsychologických diagnostických počítačových programů. Jak uvádí Kulišťák (2003), u nás se můžeme setkat např. s programem FePsy, který má normy v rozpětí od 4 do 65 let nebo nověji také s programem NEUROP 2.

6.1.1. Neuropsychologická diagnostika dětí a dospívajících

O dětské neuropsychologii hovoříme jako o disciplíně podstatně mladší, protože v počátcích svého vývoje se neuropsychologie zaměřovala především na dospělé jedince. Nejčastější problémy, se kterými se tento obor potýká v současnosti, jsou rozpory v metodologii a v základních teoretických koncepcích. Říčan a Krejčířová (2006) za hlavní metodologické problémy považují:

- nedostatečné zohlednění etiologie léze - u dětí málokdy dochází k lokalizovanému strukturálnímu poškození, v klinických obrazech dominují důsledky rozptýlených poškození a specifické poruchy nejsou zaznamenány,
- nedostatek jemnějších diagnostických nástrojů – komplexní neuropsychologické testové baterie či testy speciálních schopností jsou standardizovány až pro starší předškolní děti a často se jedná o upravené testy určené původně dospělým, což může klást požadavky na jiné psychické funkce než u dospělých,
- individuální variabilitu tempa zrání psychických funkcí v období dětství a dospívání.

Autoři považují za hlavní cíl dětské neuropsychologické diagnostiky prezentovat, jakým způsobem se porucha mozkové struktury projevuje, a to především ve vývoji a fungování psychických systémů. To vše má navíc vést k rehabilitaci psychického poškození dítěte.

Pro děti předškolního věku se nejčastěji využívají běžné vývojové škály a komplexní inteligenční soubory. u dětí starších se používají mimo komplexních inteligenčních testů také zkoušky pozornosti, paměti, motoriky a percepce. Kromě těchto klasických metod jsou dále využívány dětské verze speciálních neuropsychologických testových baterií, např. Halstead-Reitan neuropsychological test for older children (Říčan, Krejčová, 2006).

6.2. Problematika diagnostiky exekutivních funkcí

Jedním z problémů, se kterým se potýká diagnostika exekutivních funkcí, je především nejasné vymezení samotného pojmu (jak bylo řečeno již v 1. kapitole). Navíc je nutné si uvědomit, že se jedná o komplex několika funkcí a jako takové je není možno oddělovat od dalších procesů, a to ani při testování. Na základě toho není překvapením, že některé testy neměří pouze exekutivní funkce, ale i funkce další.

Při vyšetřování exekutivních funkcí dochází také k dalšímu problému, kterým je ovlivnění testové situace examínátorem (Lezaková, 2004). Ovlivnění spočívá především ve strukturování a organizování testové situace, což velkou měrou ubírá cenné informace o pacientovi a jeho schopnostech vytvářet vlastní struktury. K vyřešení těchto problémů dochází pomocí zvyšování tzv. ekologické validity u testů.

6.2.1. Ekologická validita

Důležitou vlastností testů je z hlediska metodologie jejich validita. Ačkoliv existuje několik typů validit, často opomíjenou ale neméně důležitou je pro pacienta samotného validita ekologická. Podle Preisse (2006) je jejím cílem, aby vyšetřující z výsledků testu dokázal předpovídat, jak bude pacient zvládat situace v každodenním životě. Na základě toho by se měly psychodiagnostické metody blížit svou povahou co největší měrou k situacím, se kterými se pacient setkává v reálném životě. Tentýž autor uvádí, že mezi testy, které lépe predikují vztah ke každodennímu životu, patří např. testy paměti nebo zkoušky řeči. Z výsledků exekutivních a vizuálně-prostorových zkoušek lze vyvozovat praktické závěry mnohem obtížněji.

Goldberg (2004) upozorňuje, že při diagnostice exekutivních funkcí jsou pacienti často schopni vykonávat všechny kognitivní úkoly. Avšak ve chvíli, kdy mají být tyto úlohy sladěny, vzniká problém. V laboratorních podmínkách jsou kognitivní funkce běžně zkoumány odděleně a výsledky tak často nevypovídají o tom, jak člověk zvládá praktický život.

Ruff (2003; in Preiss, 2006) vidí budoucnost klinické neuropsychologie nejen v měření kognitivních deficitů, ale především v pochopení každodenních potřeb pacientů a samotné ekologické validity.

V ideálním případě by se k ekologické validitě došlo pozorováním a testováním v konkrétních podmínkách jednotlivého člověka. Avšak v takovém případě by docházelo k oddalování se od možnosti porovnávat výsledky s ostatní populací a interpretovat výsledky, tedy od validity interní.

6.2.2. Specifika vyšetření dospívajících osob

Z jiného než metodologického pohledu nalezneme další problémy, se kterými se diagnostika obecně potýká. Takovým problémem se může stát také třeba specifická věková kategorie, do které zkoumaná osoba spadá.

Období dospívání klade na jedince mnoho nároků plynoucích ze změn a vývoje organismu. Rozumové schopnosti adolescentů bývají již na takové úrovni, že nemívají problém s pochopením instrukcí. Avšak jak uvádí Vágnerová a Klérgová (2008, s. 54): „*Pokud dojde k nějakým problémům, skoro vždy vyplývají z vývojově podmíněné proměny emočního prožívání a postoje ke světu či z problémů v sebepojetí.*“

Největším problémem při vyšetření se pak stává motivace dospívajícího jedince a jeho ochota ke koncentraci pozornosti na danou činnost. Pubertální negativismus může ovlivnit výsledky testování do té míry, že z nich místo kompetencí bude vyplývat postoj klienta. Výsledky mohou být také ovlivněny sebepojetím adolescenta, které se v období dospívání výrazně mění z nejistoty a strachu ze selhání až v demonstrativní odmítání požadavků okolí (Vágnerová, Klérgová, 2008).

6.3. Testové metody sloužící pro měření exekutivních funkcí

V následující části budou popsány některé z testů, které se v současnosti využívají pro diagnostiku exekutivních funkcí pro dospělé. Jak již bylo zmíněno, exekutivní funkce nelze měřit odděleně od dalších psychických funkcí. Avšak podle konkrétně zjišťovaných projevů exekutivních funkcí lze testy dělit způsobem, který je uvedený v následující tabulce:

Tab. 3: Testy používané k posouzení exekutivních funkcí (Kay, Tasman, 2006; v doplnění Obereignerů, 2009, str. 156, 157)

Funkce	Test	Stručný popis/příklad testu
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. Kritéria jsou tvar, barva, počet, v průběhu se dynamicky mění.
Kognitivní flexibilita a psychomotorická rychlost	Test cesty (Trail Making Test), část B (Partington, 1938)	Střídavé spojování čísl a písmen
Kognitivní nastavení a kontrola impulsů, percepční zátěž	Stroopův Color Word Test (Stroop, 1935)	Čtení tří tabulí na čas. První obsahuje názvy barev (černě tištěné), druhá barevné obdélníky, třetí názvy barev (vytištěné v barvě odlišné). Poslední tabule způsobuje rušení, a testuje tak percepční odolnost pacienta.
Plánování a kontrola impulsů	Perceptual Maze Test (Elithorn, 1955)	Plánování cesty sítí čar ve tvaru pyramid, na některých místech jsou zakresleny tečky; úkolem je, aby cesta nakreslená do pyramidy obsahovala co nejvíce teček. Zkoušený se nesmí vrátet.
Vizuoprostorová pracovní paměť a řešení problémů	Londýnská věž, Hanojská věž	Původně lidové hlavolamy spočívající v přestavění určitého počtu prvků na sebe v podobě věže.
Kognitivní výkonnost	Testy verbální fluence	Úkolem je vymyslet co nejvíce slov na písmeno, např. "B": bláto, bedna, bezpečí atd.

Podle Lezakové (2004) zahrnují exekutivní funkce čtyři komponenty: vůli, plánování, účelné jednání a úspěšný výkon. Na základě toho vymezuje testy, které se zaměřují právě na zmiňované oblasti. Vůle je závislá ve velké míře na motivaci, která se zjišťuje rozhovorem. Nutností je odlišit, zda se na poruchách vůle podepisuje vliv deprese, organické či psychické onemocnění nebo pouze nemotivovanost jedince ke spolupráci. Zároveň s vůlí souvisí sociální percepce, představa o svém fyzickém stavu a pacientova míra sebeuvědomění.

Na procesu plánování se ve velké míře podílí schopnost vytvářet alternativy, flexibilně reagovat a zvládat vlastní impulzivitu. Autorka mezi testy, které zjišťují tyto oblasti, řadí např. Reyovu-Osterriethovu komplexní figuru, Porteusova bludiště a Testy věží – Londýnská a Hanojská věž.

K diagnostice účelného jednání slouží podle autorky Tinkertovy testy, zatímco úspěšný výkon je hodnocen především z konečného výtvaru, a to z hlediska standardních kritérií.

Odlišný způsob třídění testů exekutivních funkcí představuje model Burgesse et al. (1998), vycházející z faktorové analýzy. Ten je dělí podle následujících oblastí, které sledují:

1. **Inhibice** – tj. schopnost potlačit naučenou, automatickou reakci. V této souvislosti lze zmínit např. Trail Making (část B), Stroopův test, test Verbální fluence, Go-NoGo testy.
2. **Záměrné jednání** – tj. schopnost vytvářet a kontrolovat jednání orientované na cíl. Představiteli tohoto typu úkolů jsou Hanojská a Londýnská věž.
3. **Exekutivní paměť** – tj. schopnost přenést pozornost z jednoho pravidla na pravidlo jiné, případně práce s oběma pravidly. Autor sem řadí především Wisconsinský test třídění karet.

Jak již bylo zmíněno výše, řada testů však podle Burgesse (1998) měří spíše než jednu konkrétní funkci souhrn těchto funkcí.

V následující části se blíže seznámíme s některými testovými metodami, které se využívají při diagnostice exekutivních funkcí jak u dospělých osob, tak v některých případech i u adolescentů.

6.3.1. Test kognitivního odhadu

Test kognitivního odhadu obsahuje otázky, na které je obtížné znát přesnou odpověď. Základ tohoto testu spočívá ve správném odhadu odpovědi. Z exekutivních funkcí se při řešení testu nejvíce uplatňuje plánování, rozhodování a schopnost řešit problémy (Preiss et al., 2007).

Původní verze testu byla vytvořena díky případu pacienta, který utrpěl poškození frontálních laloků. Ačkoliv jeho inteligence byla v pásmu průměru, byla narušena jeho schopnost odhadu. To se projevovalo např. tím, že za největší rybu na světě považovat tři stopy dlouhého pstruha. Autoři původní verze testu - Shallice a Evants - jí označili jako Cognitive Estimates. Česká verze byla upravena Preissem, Laingovou a Rodriguezovou a nalezneme v ní otázky jako:

- a) Jak je vysoká petřínská věž?
- b) Kolik váží běžný hrnek plný mléka?

6.3.2. Test přísloví

Autorem původní verze Testu přísloví je D. R. Gorham, který jej vytvořil v roce 1956. Test obsahuje dvanáct přísloví, které má pacient za úkol co nejvýstižněji vysvětlit a vystihnout jejich podstatu. Pro hodnocení se využívá třístupňová bodovací stupnice. Oproti tomu písemná verze testu obsahuje čtyřicet položek. u každé položky se nabízí čtyři možnosti odpovědi, avšak pouze jedna je správná a abstraktní, ostatní jsou buď konkrétní či nepřesné.

Zkoušky interpretace přísloví patří mezi nejpoužívanější metody pro hodnocení kvality myšlení. Jejich popularita se opírá o jejich užitečnost v odhalování roviny myšlení na úrovni abstraktního a konkrétního uvažování.

Výrazně nižší výsledky oproti zdravé populaci se ukázaly u pacientů se schizofrenií a pacientů s organickým poškozením, avšak mezi sebou se výrazně neodlišují. Průměrně nižších výsledků dosahovali také lidé po 60. roce života (Lezak, 1995).

6.3.3. Perceptual Maze Test

Perceptual Maze Test lze řadit mezi testy bludišť. Byl vytvořen v roce 1955, autorem je A. Elithornem. Původně sloužil k detekci lézí frontálních laloků, ale později bylo zjištěno, že dokáže odhalit i poškození v temporálním laloku (Svoboda, 1999).

Samotný test je tvořen sítí čar, které vycházejí z jediného bodu a představují tvar pyramidy stojící na špičce. V místech, kde se čáry sítě protínají, jsou různě umístěny body. Úkolem osoby, která je vyšetřovaná, je projet tužkou sítí ze spodu až k hornímu okraji pyramidy a to tak, aby cestou prošel co nejvyšším počtem bodů. Nesmí se však vracet, pohyb musí směřovat pouze vzhůru.

Pro měření exekutivních funkcí se využívá především díky schopnosti mapovat plánování a kontrolu impulzů probanda (Kay, Tasman, 2006; in Obereignerů, 2009).

6.3.4. Wisconsinský test třídění karet (WCST)

Exekutivní funkce - především kognitivní flexibilita - bývají hojně testovány právě touto metodou, kterou v roce 1948 vytvořil Berg. Fanfrdlová (2007) uvádí, že kromě myšlenkové flexibility zjišťuje WCST také strategické uvažování a schopnost poučit se z chyb. Podle Preisse (2006) se při řešení tohoto testu zapojuje široké spektrum procesů exekutivních funkcí, jako je například schopnost regulovat chování dle prostředí nebo tvorba pojmu.

Kawaciuková (2008) uvedla, že Wisconsinský test třídění karet je citlivý především při zjišťování poškození čelních laloků. Při řešení testu hrají určitou úlohu prefrontální subkortikální oblasti mozku a bazální ganglia. Kawaciuková dále upozorňuje na důležitost interpretovat výsledky testu vždy v kontextu neuropsychologického vyšetření a podtrhuje uplatnění WCST v klinické praxi proto, že dokáže předpovídat další funkční výkonnost probanda i po skončení jeho hospitalizace.

Test se skládá ze čtyř hlavních karet a dvou balíčků karet odpověďových, kterých je celkem 128. Na těchto kartách jsou zobrazeny různé tvary (kolečka, trojúhelníky, křížky a hvězdy), barvy (červená, modrá, zelená nebo žlutá) a počty (jeden, dva, tři a čtyři). Klient má za úkol třídit karty ke čtyřem základním kartám. Na pravidlo, podle kterého má karty třídit, musí přijít sám během činnosti. Test má několik modifikací a kromě kartové verze také verzi počítačovou.

6.3.5. Stroopův test

Stroopův test se používá k zjišťování psychomotorického tempa, flexibility, percepční zátěže a také odolnosti vůči psychické zátěži (Preiss et al., 1998). V roce 1935 vytvořil tento test John Ridley Stroop, později jej adaptoval Thurstone. Úkolem testované osoby je číst barvy či názvy barev dle instrukcí examinatora. Testový materiál tvoří tři tabulky:

1. První tabulka obsahuje sto černě psaných slov, které označují základní názvy barev. Úkolem probanda je přečíst tato slova co nejrychleji. Výsledek této části, tzv. skór S, poukazuje na osobní tempo člověka.
2. Další část obsahuje stejný počet obdélníčků v základních čtyřech barvách, jako byl počet slov v první části. Úkolem je jmenovat co nejrychleji barvy daných obdélníčků. Skór F, výsledek této části, se interpretuje jako faktor percepce.

3. Poslední část obsahuje opět sto slov, které označují čtyři základní barvy, avšak tyto názvy se neshodují s barvou, kterou jsou vytištěny. Tedy například slovo „červená“ je napsáno zeleně apod. Zde je úkolem „číst“ barvy, kterými jsou názvy barev vytištěny – tedy všimnout si barev a nikoliv písmen. Z této části se získává skóre percepční zátěže, tzv. SF (Svoboda, 1999).

Pro detekci reakce na zvýšenou zátěž (skóre SFS) se využívá čtvrtý subtest. Ten tvoří třetí tabulka základního testu, avšak proband má za úkol střídavě číst název barvy a barvu, kterou je následující slovo napsáno (Svoboda, 1999).

V testu se sledují různé proměnné jako je počet chyb nebo čas. Významným výsledkem testu je tzv. index interference, který podle Horta a Rusiny (2007; in Mižigar, 2011) vyjadřuje integritu exekutivních funkcí. Získává se zjištěním rozdílu rychlosti čtení druhé a třetí části testu.

Existuje řada dalších testů, které se využívají při zjišťování exekutivních funkcí. Mezi nejznámější patří testy „věží“, konkrétně Hanojská, Torontská a Londýnská věž. Blíže se s nimi seznámíme ve výzkumné části této práce.

VÝZKUMNÁ ČÁST

7. Výzkumný problém a cíl práce

Ústředním tématem této práce jsou exekutivní funkce, které zahrnují řadu dílčích procesů (např. schopnost plánovat, účelně jednat aj. (Lezak, Howieson, & Loring, 2004)). Předním cílem výzkumné práce bylo získat data v testech KAI, ROCF, TMT, Verbální fluence, CDI a v testu Hanojská věž a vytvořit orientační percentilové normy v testu Hanojské věže pro adolescenty ve věkovém rozpětí 13-18 let.

7.1. Stanovení hypotéz

V tomto výzkumu byly stanoveny následující hypotézy:

H1: Existuje alespoň střední pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli času části B Testu cesty (TMT) a časem administrace čtyřdiskové verze Hanojské věže (ToH).

H2: Existuje alespoň střední pozitivní 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).

H3: Existuje alespoň střední pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli rychlosti zpracování informací v Krátkém testu základních obecných charakteristik zpracování informací (KAI) a časem administrace čtyřdiskové verze Hanojské věže (ToH).

8. Popis zvoleného metodologického rámce

V této kapitole bude upřesněno, které konkrétní metody byly při výzkumu použity a jakým způsobem došlo k jejich vyhodnocení.

8.1. Popis použitých psychodiagnostických metod

Pro sběr dat pro výzkumnou část této práce byla vytvořena testová baterie, která se skládala z testů kognitivních funkcí a emotivity: Trail Making Testu (TMT), Testu verbální fluence (VF), Krátkého testu všeobecné inteligence (KAI), Rey-Osterriethovi komplexní figury (ROCF), Sebeuposuzovací škály depresivity pro děti (CDI) a Testu Hanojské věže (ToH). Bližší popis těchto metod je uveden níže.

8.1.1. Trail Making Test (TMT) - Test cesty

Trail Making Test vytvořil E. Partington v roce 1938. Původně byl tento test součástí armádních zkoušek (Army Individual Test), později byl zařazen do Halstead – Reitanově neuropsychologické baterie nebo využíván samostatně. Českou verzi pod názvem Test cesty vydala společnost Psychodiagnostika Bratislava v roce 1997. Autory českého manuálu jsou Marek Preiss, Jan Preiss a José Panama (Preiss, 1997).

Test se skládá ze dvou částí, a a B. Každá z těchto částí vypovídá o určitých psychických schopnostech a funkcích. Část a ukazuje především celkové psychomotorické tempo, vizuomotorickou koordinaci, zrakové vyhledávání a pozornost. V části B se však navíc uplatňuje pracovní paměť, kognitivní flexibilita a rozdělená pozornost. Obecně řečeno, část B vypovídá o exekutivě a lépe odhaluje organické potíže (Svoboda, 1999). Jestliže pacienti skórují v druhé části výrazně hůře než v první, lze tento výsledek interpretovat jako obtíže v rozdělování pozornosti a flexibilitě myšlení. Horší výsledky v obou částech jsou pak ukazateli pomalého psychomotorického tempa a problémů s vizuoprostorovou koordinací (Preiss, 1997).

Oběma částem předchází zácvik, ve kterém je proband upozorněn, aby pracoval co nejrychleji a bezchybně. Jestliže dojde k chybě, examinátor probanda zastaví a vrátí jej k poslednímu správnému kolečku. Úkolem probanda je v části a spojit čísla od 1 do 25

v co nejkratším čase. Část B tvoří čísla 1-13 a písmena A-K, přičemž úkolem je střídavě spojovat čísla a písmena následujícím způsobem: 1 – a – 2 – B – 3 – C ...

Výstupem z tohoto testu je čas v sekundách z každé části a příslušný profilový skóre pro věkovou kategorii.

Dětskou verzi testu, pro děti ve věku 9-15 let, vytvořili Marek Preiss a José Panama v roce 1995. Liší se pouze zmenšením počtu spojovaných prvků v obou částech. Využití nalézá u dětí a dospívajících se specifickými i nespecifickými poruchami učení, s ADD/ADHD syndromem či pro posouzení důsledků postižení centrální nervové soustavy (Vágnerová, Kléřgová, 2008).

8.1.2. Test verbální fluence

Verbální fluenci spojují neurologové s poškozením frontálních laloků, což se projeví ve snížené spontaneitě řeči (Preiss et al., 2006). V Testu verbální fluence má proband za úkol vyjmenovat co nejvyšší počet slov během jedné minuty podle zadaného pravidla. Bartoš (2010; in Mižigar, 2011) uvádí, že se Test verbální fluence pohybuje na hranici mezi exekutivními a paměťovými schopnostmi, přičemž roli hraje také pozornost. Podle tohoto autora můžeme rozlišit dvě obměny slovní produkce, a to fonemickou a kategoriální. Kategoriální představuje vyjmenování slov, která spadají do určité kategorie, např. zvířata. Složitější verzi představuje fonemická verze, kdy je úkolem vyjmenovat slova, která začínají určitým písmenem. V reálu vypadá instrukce následovně:

„Řeknu vám písmeno, například B. Vaším úkolem bude tvořit co nejvíce různých slov, která začínají na B, kupříkladu bláto, baťoh, brýle atd. Nesmíte tvořit vlastní jména ani slova s jinými koncovkami, jako blátivá-blátivý-blátivé atd. Máte 1 minutu na to, abyste mi řekl(a) co nejvíce slov, která jím začínají. Připraven(a)? Takže...N...Ted’“ (Preiss et al., 2007). Následuje stejný postup s písmeny K a P. Zaznamenávat lze výsledky dvojím způsobem – buď examinator dělá čárky za každé správně slovo nebo zapisuje všechna slova. V druhém případě lze lépe odhalit perseveraci a také zkoumat kvalitu slov. Skóre získáme sečtením všech správně uvedených slov.

Verbální fluence bývá dlouhou dobu poměrně konstantní, snižuje se teprve ve stáří. Roli hraje ve výsledku také pohlaví a vzdělání.

8.1.3. Krátký test všeobecné inteligence (KAI)

Krátký test všeobecné inteligence, jinak označovaný také jako Krátký test obecných informačně psychologických veličin, je řazen mezi výkonnostní testy měřící dvě veličiny. Jedná se o tok informací do krátkodobé paměti, což vyjadřuje centrální rychlost zpracování informací. Druhou veličinou je moment přítomnosti. Jejich význam spočívá v tom, že společně tvoří kapacitu krátkodobé paměti a tedy na nich závisí komplexní psychické výkony každodenního života – např. orientace v dopravě, ale také úspěch v inteligenčních testech. Podle tabulek lze zjištěnou kapacitu krátkodobé paměti přiřadit k IQ člověka - inteligenčnímu kvocientu (Lehrl, Gallwitz, Blaha, 1992).

Test KAI je složen ze dvou subtestů. První z nich měří tok informací do krátkodobé paměti metodou čtení písmen. Obsahuje čtyři karty, na kterých je uvedena řada dvaceti náhodně seřazených písmen, které má proband co nejrychleji přečíst. Tento čas se zapíše do záznamového archu. Druhý subtest měří trvání přítomnosti a to metodou opakování písmen a číslic. V této části jsou probandovi předcítány řady čísel (písmen), které má hned po zaznění zpaměti reprodukovat (Lehrl, Gallwitz, Blaha, Fischer, 1992).

Ze zpracovaných výsledků jednotlivých subtestů lze zjistit následující data:

- informačně-psychologickou kapacitu,
- rychlost zpracování informací,
- trvání momentu přítomnosti,
- kapacitu krátkodobé paměti,
- inteligenční kvocient.

Jedná se o test, který má normy pro věkovou kategorii 17 až 65 let. Pro účely této práce byl test využit i u mladší věkové kategorie. Avšak nebylo možné tak dojít ke konečným výsledkům, které tento test nabízí pro dospělé populaci. Zaznamenány byly hrubé skóry sloužící pouze jako orientační ukazatel.

8.1.4. Rey-Osterriethova komplexní figura (ROCF)

Tento test je řazen mezi testy percepční, respektive vizuo-motorické, a zachycuje úroveň schopnosti vnímání a zapamatování prostorových vztahů a manipulaci s prostorem. Test se skládá z jediné předlohy, na které je zachycena geometricky strukturovaná figura,

kteřá se nepodobá žádnému skutečnému předmětu a nemá žádný smysl. K tomuto testu jsou potřeba pouze minimální grafické dovednosti, protože jednotlivé prvky figury lze jednoduše reprodukovat. Náročnost spočívá především ve složitosti uspořádání figury, což vyžaduje analytickou a organizační percepční aktivitu (Rey, Osterrieth, 1997).

Úkolem probanda je překreslit figuru podle předlohy na papír formátu A5 tak, aby byla kopie byla co nejpřesnější. Po dokončení kopie je předloha i záznamový arch probandovi odebrán a následující 3 minuty jsou vyplněny negativní interferencí. Po této době má proband za úkol nakreslit daný obrazec z paměti. Následuje 30ti minutová pauza vyplněná například jinou diagnostickou činností a následně je proband požádán, aby obraz nakreslil z paměti ještě jednou. Hodnotí se zachycení všech osmnácti jednotlivých prvků, z kterých se figura skládá a jejich správné umístění v obrazci. Percentilové normy jsou uvedeny pro děti od 5,6 let do 17,5 let a pro dospělé, zvláště pro kopii a zvláště pro reprodukci.

8.1.5. Sebeuposuzovací škála depresivity pro děti (CDI)

Sebeuposuzovací škálu depresivity u dětí vytvořila Kovacsová (1998) na základě Beckovy sebeuposuzovací škály depresivity pro dospělé. Skládá se ze sedmadvacetibodové škály, která zahrnuje projevy deprese v dětském a adolescentním věku. Autorka je rozděluje na následující subškály:

- špatná nálada,
- interpersonální obtíže,
- nevykonnost,
- anhedonie (neschopnost prožívat radost),
- snížené sebehodnocení.

Dítě hodnotí každou položku na třibodové stupnici, a to za období posledních dvou týdnů. Celý test trvá přibližně 15 minut. Vyhodnocení proběhne sečtením bodů k jednotlivým subškálám (Kovacs, 1998).

8.1.6. Test Hanojské věže (ToH)

Hanojská věž, stejně jako její další varianty - Londýnská věž nebo Torontská věž, patří mezi tzv. zkoušky věží (Lezaková, 2004). Hanojskou věž vytvořil francouzský matematik Édouar Lucas a v roce 1883 byla zřejmě prodávána jako hračka (Gardner in

Rönnlund et al., 2001). Avšak následně bylo zjištěno, že při řešení tohoto hlavolamu je možné sledovat vývoj kognitivní strategie problému, její udržení či rychlou změnu. Kulišťák (2003) nachází významný vztah tohoto hlavolamu k dorzolaterální prefrontální kůře mozku. i další autoři se shodují na tom, že Hanojská věž má souvislost se schopností řešit problémy a plánovat, a proto představuje příhodnou metodu pro měření exekutivních funkcí (Lezaková, 2004). Nálezy potvrzují, že pacienti s poškozením frontální oblasti mozku vykazují v Hanojské věži nízký výkon (Rönnlund, 2001). V současnosti se jedná v neuropsychologii o často vyžívanou metodu k hodnocení integrity frontostriatního systému (Obereignerů et al, 2010).

Jak popisuje Rönnlund (2001), hlavolam Hanojská věž je tvořen obdélníkovou deskou, na které jsou svisle umístěny - ve stejné vzdálenosti - tři stejně vysoké kolíky. Na prvním z nich se nachází několik disků neboli kotoučů. Ty jsou na sobě umístěny postupně podle velikosti, kdy největší disk je umístěn dole, nejmenší navenku. Při řešení Hanojské věže má proband za úkol přesunout disky z prvního kolíku na poslední, aby opět tvořily pyramidu podle velikosti. Při přemísťování disků je třeba dodržovat následující pravidla:

- v každém tahu může být přesunut pouze jediný disk, tzn. že současně nesmí být hýbáno více než jedním diskem,
- větší disk nesmí být položen na menší disk,
- žádný disk nesmí být držen nebo položen na stole, pokud se pohybuje jiným diskem.

Během přesunu disků lze využívat všechny tři kolíky za dodržení uvedených pravidel. Současně je probandovi sděleno, aby došel k řešení s co nejmenším počtem tahů (Preiss, 2006). Minimální počet tahů přitom odpovídá vzorci $2^n - 1$, kdy n reprezentuje počet aktuálně použitých disků (Rönnlund et al., 2001).

Test Hanojské věže existuje nejen v dřevěné verzi, ale byla vytvořena také verze počítačová. Mataix-Cols a Bartrés-Faz (2002) se zabývali tím, zda jsou si tyto dvě varianty testu rovnocenné. Vycházeli z předpokladu, že hlavní rozdíl spočívá v dvoj či trojrozměrnosti testu a dále ve způsobu manipulace s testem (ruční manipulace, manipulace pomocí myši či klávesnice). Výsledky jejich výzkumu na zdravé populaci prokázaly, že užití obou verzí je rovnocenné. Autoři však dodávají, že výsledky nelze zobecnit na pacienty s poškozením mozku, neboť u počítačové verze jsou méně patrné vizuálně-motorické faktory testu než u dřevěné verze, která tak může být pro tyto pacienty obtížnější. Výhodu klinického přístupu spatřuje v dřevěné verzi také Obereignerů (2010).

Neuropsychologická diagnostika využívá Hanojskou věž se třemi, čtyřmi i pěti disky. K dispozici jsou zatím pouze normy pro tří- a čtyř-diskovou verzi testu, které byly získány ze vzorku švédské populace (Rönnlund, 2001). Avšak tyto verze dostatečně citlivě nerozlišují komplexní plánování, které se objevuje v prvotních fázích exekutivních poruch (Obereignerů, 2010). Orientační percentilové normy pro českou populaci ve věku 65 až 75 let pod vedením Radka Obereignerů vytvořil ve své diplomové práci Mižigar (2011). Byly vytvořeny pro čas a počet pohybů v tří-, čtyř- i pětidiskové verzi testu.

Obereignerů et al. (2010) použili ve své pilotní studii Test Hanojské věže, když administrovali tuto metodu u tří skupin pacientů s neurodegenerativním onemocněním (Parkinsonova nemoc $n = 10$, Alzheimerova choroba $n = 7$ a nespecifická skupina pacientů, např. s Huntingtonovou nemocí nebo frontotemporální lobární degenerací $n = 10$) a u kontrolní skupiny ($n = 15$). Administrována byla verze testu tří-, čtyř- i pětidisková. Zaznamenávány byly počty tahů (přesunů), celkový čas, opakování pohybu a četnost porušování pravidel. Ve výsledku byly zjištěny statisticky signifikantní rozdíly, a to v prodlouženém celkovém čase u Parkinsonovy choroby kvůli motorické komplikaci, a dále vyšší počet tahů a porušování pravidel u Alzheimerovy nemoci.

Miyake et al. (2000; in Sorel, Pennequin, 2008) prokázali, že k řešení jsou důležité tři funkce – přesun pozornosti, aktualizace a inhibice. Přesun pozornosti umožňuje přepojovat mezi několika činnostmi či úkoly. Díky aktualizaci jsme schopni kódovat a sledovat významné informace v pracovní paměti. a inhibice, je-li to potřeba, dokáže zabránit automatické reakci.

Salnatis et al. (2011) označují Hanojskou věž za úkol, na jehož vyřešení se podílí paměť, inhibice a dále také plánování. Poškození schopnosti plánovat v závislosti na věku zkoumali prostřednictvím testu Hanojské věže Sorel a Pennequin (2008). Účastníci výzkumu byli rozděleni do tří skupin. První se skládala z dospělých 15 osob s průměrným věkem 22,7 let; druhá skupina čítala 15 osob s průměrným věkem 68,1 let a třetí skupina obsahující 16 osob měla věkový průměr 78,75 let. Plánování bylo hodnoceno Hanojskou věží a to tří- a čtyř-diskovou verzí testu. Dále byl použit Stroopův test, N-back test a test na posuzování rychlosti zpracování informace. Sorel a Pennequin (2008) prokázali, že snížení schopnosti plánovat v testu Hanojské věže souvisí s vysokým věkem.

Bull et al. (2004) upozorňují na důležitou roli exekutivních funkcí již u dětí předškolního věku, a to především v souvislosti s některými poruchami (autismus, syndrom ADHD, případně další poškození mozku). Autoři uvádí, že vývoj prefrontální kůry není v předškolním věku ještě dokončen a dochází k němu teprve v rané adolescenci.

Přesto je nezbytné, aby bylo možné zaznamenat nedostatky exekutivních funkcí již v dřívějším věku. Bishop (2001) administroval Hanojskou věž na vzorku 238 dětí ve věku od sedmi do patnácti let. Zjistil, že výsledky testu významně nekorelují s verbální inteligencí. u skupiny 118 dětí s průměrným věkem 4 roky a 9 měsíců administrovali Bull et al. (2004) Hanojskou a Londýnskou věž s cílem posoudit kognitivní požadavky obou úloh. Ze závěrů vyplývá, že ToH ani ToL nejsou zaměnitelné úlohy ani u předškolních dětí. Zároveň bylo zjištěno, že úspěšné dokončení úlohy vyšší úrovně odpovídá vyšší duševní flexibilitě dítěte v tomto období.

8.2. Metody zpracování získaných dat

Pro vyhodnocení sebraných dat v tomto výzkumu byla použita kritéria a manuály, které příslušely k jednotlivým aplikovaným psychodiagnostickým metodám. Získané výsledky byly následně zpracovány pomocí statistických metod v aplikaci Microsoft Office Excel 2000. Konkrétně byly využity následující metody a postupy:

- a) popisná statistika
 - průměr
 - směrodatná odchylka
 - medián
 - modus
 - součet
 - počet
 - minimum
 - maximum
- b) výpočet Pearsonova korelačního koeficientu,
- c) t-test pro signifikantnost korelačního koeficientu,
- d) percentilová pořadí.

9. Výzkumný soubor a postup výzkumu

Tato práce je zaměřena na populaci adolescentů, chlapců i dívek ve věkovém rozmezí 13 až 18 let. Podle Českého statistického úřadu, bylo ke dni 30.12.2010 v České republice 631 853 osob v tomto věkovém rozmezí. Z toho 325 067 (51%) chlapců a 306 785 (49%) dívek (Habartová et al., 2011).

Výzkumný soubor tvoří celkem 40 osob. Jedná se o adolescenty a to v daném věku od 13ti do 18ti let, kteří byli vybíráni metodou příležitostného výběru. Jak uvádí Ferjenčík (2000), je tato metoda označována také jako libovolný výběr či výběr dobrovolníků. Nevýhoda této metody spočívá v tom, že nezaručuje reprezentativnost výzkumného vzorku.

Sběr dat probíhal od července 2011 do ledna 2012. Účastníci byli vybráni mezi adolescenty, kteří byli přítomní na dvou letních dětských táborech a zimním lyžařském pobytu. Tyto akce zajišťovala nezisková organizace zabývající se volnočasovými aktivitami dětí. Rodiče všech účastníků byli předem písemně informováni o uskutečnění a průběhu vyšetření a byl od nich vyžádán informovaný souhlas. Do konečného výzkumného souboru byli zahrnuti pouze ti adolescenti, kteří neměli v anamnéze žádné psychické či fyzické onemocnění, pouze zdraví jedinci. Kritériem výběru byl tedy pouze věk a zdraví jedince. Účastníci výzkumu byli motivováni možnostmi účastnit se výzkumu a nabídkou orientačního rozboru získaných údajů.

Vyšetření každého probanda trvalo přibližně jednu hodinu. Testování bylo rozděleno na dvě fáze. V první fázi testování šlo o skupinovou administraci testu Rey-Osterriethovi komplexní figury (ROCF), aby bylo zabráněno šíření informací o paměťové části testu. Během 30 minutové pauzy v průběhu testování ROCF došlo k zjištění anamnestických údajů prostřednictvím jednoduchého dotazníku a k vyplnění Sebeuposuzovací škály depresivity pro děti (CDI). V druhé fázi testování probíhalo individuální zadávání zbylých testů: Trail Making Test (TMT), Test verbální fluence (VF) a Test Hanojské věže (ToH).

9.1. Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumu se zúčastnilo 43 osob, avšak vzhledem k nesplnění kritéria „osoba bez diagnózy“ bylo do konečného souboru vybráno pouze 40 osob ($n=40$). Jednalo se o 20 chlapců a 20 dívek, kteří navštěvovali základní školu (42 %) či víceleté gymnázium (10 %), dále pak střední školu (20 %) nebo čtyřleté gymnázium (28 %). Věk dětí se pohyboval v rozmezí 13 až 18 let. Celkový průměrný věk je 15,1 ($SD=1,84$). Průměrný věk chlapců byl 15,6 ($SD=1,66$) a průměrný věk dívek byl 14,7 ($SD=1,9$).

Tab.č. 4 Charakteristiky zkoumaného souboru (adolescenti, $n = 40$)

Charakteristiky zkoumaného souboru	
počet probandů:	40
průměrný celkový věk	15,15
SD	1,84
z toho žen	20
průměrný věk žen	14,78
SD	1,9
z toho mužů	20
průměrný věk mužů	15,73
SD	1,66

Tab. č. 5 Popisné statistické údaje pro věk výzkumného souboru (adolescenti, $n = 40$)

Popisné statistické údaje pro věk	
Průměr	15,15
Medián	15,5
Modus	13
SD	1,84
Minimum	13
Maximum	18
Počet	40

10. Výsledky

V této části jsou uvedeny výsledky výpočtů, které se vztahují k jednotlivým hypotézám, a to při využití statistické metody výpočtu Pearsonova korelačního koeficientu, t-testu pro signifikantnost korelačního koeficientu a výpočtu percentilového pořadí.

10.1. Testování hypotézy H1:

H1: Existuje alespoň střední pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli času části B Testu cesty (TMT) a časem administrace čtyřdiskové verze Hanojské věže (ToH).

Hypotéza H1 byla ověřována prostřednictvím metody statistické závislosti (korelace), konkrétně podle Pearsonova korelačního koeficientu. Pearsonův korelační koeficient byl vypočítán mezi ukazatelem času části B TMT a časem administrace ve čtyřdiskové verzi ToH. Výsledkem je korelační koeficient, který má hodnotu 0,305. Tato hodnota byla srovnána s tabulkou kritických hodnot korelačního koeficientu (Reiterová, 2003) na hladině významnosti $p=0,05$. Tabulková hodnota (r_p) pro 40 osob ($n=40$) je 0,304; tedy $r > r_p$. Na hladině významnosti $p = 0,05$ se jedná o statisticky významnou souvislost. Následně byl korelační koeficient srovnán s tabulkou kritických hodnot korelačního koeficientu na hladině významnosti $p=0,01$. Tabulková hodnota (r_p) pro 40 osob je 0,393. V tomto případě bylo shledáno, že $r < r_p$ a tedy se nejedná o statisticky významnou souvislost.

Hypotéza H1 byla ověřena a **přijata**, protože bylo zjištěno, že mezi ukazatelem času části B v Testu cesty a časem administrace čtyřdiskové verze existuje statisticky významná souvislost na hladině významnosti $p = 0,05$. Hodnoty časového ukazatele části B TMT a počet tahů pro čtyřdiskovou verzi všech respondentů jsou uvedeny v Příloze č. 4.

10.2. Testování hypotézy H2:

H2: Existuje alespoň střední pozitivní 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).

Pro ověření hypotézy H2 byla také použita metoda Pearsonova korelačního koeficientu, který byl vypočítán mezi počtem pohybů čtyřdiskové verze ToH a hrubým skórem reprodukce po třech minutách v ROCF. Tato hodnota (r) je – **0,292**. Následně byl koeficient srovnán s tabulkou kritických hodnot (r_p) na hladině významnosti $p=0,05$, která činí pro 40 respondentů **0,304**. Získaný korelační koeficient je nižší než tabulková hodnota.

Hypotéza H2 byla ověřena a **nepřijata**, protože bylo zjištěno, že mezi hrubým skórem v reprodukci po 3 minutách v ROCF a počtem pohybů čtyřdiskové verze ToH neexistuje statisticky významná souvislost. Naměřené hodnoty ROCF a ToH vztahující se k této hypotéze jsou uvedeny v Příloze č. 5.

10.3. Testování hypotézy H3:

H3: Existuje alespoň střední pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli rychlosti zpracování informací v Krátkém testu základních obecných charakteristik zpracování informací (KAI) a časem administrace čtyřdiskové verze Hanojské věže (ToH).

Také hypotéza H3 byla ověřena pomocí metody Pearsonova korelačního koeficientu a výsledná hodnota následně srovnána s tabulkou kritických hodnot korelačního koeficientu. Byly porovnávány hodnoty v ukazateli rychlosti zpracování informací v KAI a časem administrace čtyřdiskové verze Hanojské věže. Hodnota korelace je **0,125** a je tedy nižší než tabulková hodnota (r_p) na hladině významnosti $p=0,05$, která je **0,304**.

Hypotéza H3 byla ověřena a **nepřijata**, protože nebyla prokázána statisticky významná souvislost mezi rychlostí zpracování informací v KAI a časem administrace čtyřdiskové verze ToH. Naměřené hodnoty v testu KAI a ToH, které souvisí s hypotézou H3, jsou uvedeny v Příloze č. 6.

10.4. Orientační percentilové normy pro adolescenty v Testu Hanojské věže

Cílem této práce bylo vytvořit orientační percentilové normy pro počet pohybů a času administrace ve tří-, čtyř- a pětiskové verzi Testu Hanojské věže, a to pro věkovou

skupinu adolescentů v rozmezí od 13ti do 18ti let. Získané hodnoty byly zaznamenány a následně vyhodnoceny pomocí funkce Pořadová statistika a percentily v programu Microsoft Office Excel 2000. Následně byly také vypočítány korelace mezi některými dalšími ukazateli ToH.

10.4.1. Orientační percentilové normy pro 3D verzi Testu Hanojské věže

Jak již bylo uvedeno, percentilové normy byly vytvořeny pro dva ukazatele ToH: počet tahů a čas na vyřešení problému. Výsledná percentilová pořadí pro jednotlivé získané hodnoty jsou vidět v tabulce č. 6 a 7.

Tab. č. 6 Percentilové pořadí pro čas v 3D verzi ToH (adolescenti, n = 40)

ToH	
3D	
čas	%
81	100
40	97
39	94
38	92
35	90
34	87
30	85
26	82
24	79
22	77
20	74
19	71
18	69
16	62
16	62
16	62
15	56
15	56
14	51
14	51
13	41
13	41

Tab. č. 7 Percentilové pořadí pro počet tahů v 3D verzi ToH (adolescenti, n = 40)

ToH	
3D	
pohyby	%
22	100
16	90
16	90
16	90
16	90
14	85
14	85
12	82
11	80
9	69
9	69
9	69
9	69
8	64
8	64
7	0
7	0
7	0
7	0
7	0
7	0
7	0

13	41	7	0
13	41	7	0
12	26	7	0
12	26	7	0
12	26	7	0
12	26	7	0
12	26	7	0
12	26	7	0
12	26	7	0
11	21	7	0
11	21	7	0
10	13	7	0
10	13	7	0
10	13	7	0
9	5	7	0
9	5	7	0
9	5	7	0
8	3	7	0
7	0	7	0

Z tabulky č. 6 je zřejmé, že nejdelší potřebný čas pro vyřešení tří diskové verze ToH byl 81 vteřin, zatímco nejkratší čas 7 vteřin. V tabulce č. 7 vidíme, že nejmenší počet tahů byl 7 a nejvíce pohybů v třídiskové verzi testu bylo 22.

Kromě percentilového pořadí byly vypočítány také korelace mezi jednotlivými ukazateli ToH, jak ukazuje následující tabulka č. 8:

Tab. č. 8 Korelace mezi ukazateli v 3D verzi ToH (adolescenti, n = 40)

Korelace mezi jednotlivými ukazateli	
korelace mezi časem a pohybem	0,951
korelace mezi časem a perseveracemi	0,559
korelace mezi časem a chybami	0,175
korelace mezi pohyby a perseveracemi	0,466
korelace mezi perseveracemi a chybami	-0,052
korelace mezi pohyby a chybami	0,214

Korelační koeficient byl porovnán s tabulkou kritických hodnot pro signifikantnost. Červeně zvýrazněné hodnoty ukazují na statisticky významnou souvislost. V třídiskové verzi ToH byl shledán signifikantní vztah mezi časem a pohybem, časem a perseveracemi

a mezi pohyby a perseveracemi. Popisné statistické údaje pro jednotlivé ukazatele 3D verze jsou uvedeny v Příloze č. 7.

10.4.2. Orientační percentilové normy pro 4D verzi Testu Hanojské věže

Pro čtyřdiskovou verzi ToH byli provedeny orientační percentilové normy pro čas a pohyby stejným způsobem, jako u verze třídiskové. Hodnoty jsou uvedené v následujících tabulkách č. 9 a č. 10.:

Tab. č. 9 Percentilové pořadí pro čas v 4D verzi ToH (adolescenti, n = 40)

ToH	
4D	
čas	%
300	100
162	97
153	95
134	92
132	90
127	87
125	85
120	82
116	79
113	74
113	74
109	72
106	69
89	67
88	64
76	59
76	59
70	56
68	54
63	51
60	49
54	46
52	44
50	41
49	38

Tab. č. 10 Percentilové pořadí pro počet tahů v 4D verzi ToH (adolescenti, n = 40)

ToH	
4D	
pohyby	%
90	100
46	95
46	95
44	92
42	90
40	87
39	85
38	79
38	79
36	74
36	74
35	72
34	67
34	67
33	61
33	61
30	59
28	56
27	54
26	51
25	46
25	46
24	41
24	41
19	26

45	33	19	26
45	33	19	26
43	31	19	26
42	23	19	26
42	23	19	26
42	23	18	21
41	21	18	21
36	18	17	13
33	15	17	13
24	13	17	13
22	10	15	0
21	8	15	0
20	5	15	0
18	3	15	0
14	0	15	0

V tabulce č. 9 vidíme, že nejkratší čas, který stačil pro vyřešení testu byl 14 vteřin, avšak jak ukazuje tabulka, v této verzi bylo již dosaženo i horního časového limitu 300 sekund, po kterém se čas přestává měřit a úloha je chápána jako nesplněná.

Nejmenší počet tahů byl 15, největší 90 (tabulka č. 10).

Pro čtyřdiskovou verzi byly také vypočítány korelace mezi jednotlivými ukazateli ToH. Výpočty a následující srovnání s tabulkou kritických hodnot prokázaly existenci statisticky významného vztahu mezi jednotlivými ukazateli čtyřdiskové verze. V následující tabulce jsou uvedeny vypočítané hodnoty (tabulka č. 11):

Tab. č. 11 Korelace mezi ukazateli v 4D verzi ToH (adolescenti, n = 40)

Korelace mezi jednotlivými ukazateli	
korelace mezi časem a pohybem	0,935
korelace mezi časem a perseveracemi	0,711
korelace mezi časem a chybami	0,336
korelace mezi pohyby a perseveracemi	0,732
korelace mezi perseveracemi a chybami	0,472
korelace mezi pohyby a chybami	0,306

Popisné statistické údaje pro jednotlivé ukazatele čtyřdiskové Hanojské věže jsou uvedeny v Příloze č. 8.

10.4.3. Orientační percentilové normy pro 5D verzi Testu Hanojské věže

Také pro pětidiskovou verzi byly vypočítány percentilové normy pro čas a počet tahů tak, jak tomu bylo ve verzi se třemi a čtyřmi disky. Vzhledem k tomu, že jeden z respondentů v časovém limitu nedokončil čtyřdiskovou verzi, nebyla u něj verze s pěti disky administrována. Percentilové pořadí bylo u pětidiskové verze počítáno u 39 respondentů (n = 39). Hodnoty jsou uvedené v tabulkách č. 12 a 13.

Tab. č. 12 Percentilové pořadí pro čas v 5D verzi ToH (adolescenti, n = 39)

ToH	
5D	
čas	%
300	84
300	84
300	84
300	84
300	84
300	84
300	84
300	84
299	82
298	79
297	76
280	74
273	71
243	68
220	66
196	63
180	61
177	58
159	55
153	53
141	50
134	47
126	45
121	42
120	39
117	37
100	34
98	32

Tab. č. 13 Percentilové pořadí pro počet tahů v 5D verzi ToH (adolescenti, n = 39)

ToH	
5D	
pohyby	%
106	100
101	97
93	94
90	89
90	89
89	87
87	84
85	82
84	79
80	76
76	74
75	71
71	66
71	66
70	58
70	58
70	58
68	55
64	53
62	50
59	47
58	45
57	37
57	37
57	37
51	34
50	26

93	29	50	26
92	26	50	26
90	21	49	24
90	21	42	16
87	16	42	16
87	16	42	16
85	13	41	13
84	11	39	5
81	8	39	5
80	5	39	5
64	3	38	3
60	0	35	0

Nejkratší čas vyřešení úlohy pro tuto verzi byl 60 vteřin; stejně jako u předchozí verze, i v této bylo dosaženo horní časové hranici 300 sekund, a to několika respondenty (tabulka č. 12). Tabulka č. 13 ukazuje, že nejmenší počet pohybů byl 35 a největší počet byl 106.

Dále zde došlo – stejně jako u předchozích verzí – k vypočítání korelačního koeficientu mezi jednotlivými ukazateli ToH. Získané hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce (tabulka č. 14):

Tab. č. 14 Korelace mezi ukazateli v 5D verzi ToH (adolescenti, n = 39)

Korelace mezi jednotlivými ukazateli	
korelace mezi časem a pohybem	0,67
korelace mezi časem a perseveracemi	0,365
korelace mezi časem a chybami	0,478
korelace mezi pohyby a perseveracemi	0,566
korelace mezi perseveracemi a chybami	0,201
korelace mezi pohyby a chybami	0,325

Statisticky významný vztah se projevil mezi všemi ukazateli kromě korelace mezi perseveracemi a chybami, kde vyšla hodnota nižší než je uvedena v tabulce kritických hodnot korelačního koeficientu. Popisné statistické údaje jsou uvedeny v Příloze č. 9.

11. K platnosti hypotéz

Ve výzkumné části této práce byly stanoveny tři hypotézy. V této kapitole jsou shrnuty jejich výsledky.

Výsledky hypotézy H1

K ověření platnosti hypotézy: *Existuje alespoň střední pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli času části B Testu cesty (TMT) a časem administrace čtyřdiskové verze Hanojské věže (ToH).*

Tato hypotéza byla ověřena a **přijata**.

Bylo prokázáno, že existuje alespoň střední pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli času části B Testu cesty a časem administrace čtyřdiskové verze Hanojské věže.

Výsledky hypotézy H2

K ověření platnosti hypotézy: *Existuje alespoň střední pozitivní 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 a **nepřijata**.

Neprokázalo se, že existuje alespoň střední pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli hrubého skóru v reprodukci po 3 minutách v Rey-Osterriethově komplexní figuře a počtem pohybů při administraci čtyřdiskové verze Hanojské věže.

Výsledky hypotézy H3

K ověření platnosti hypotézy: *Existuje alespoň střední pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli rychlosti zpracování informací v Krátkém testu základních obecných charakteristik zpracování informací (KAI) a časem administrace čtyřdiskové verze Hanojské věže (ToH).*

Tato hypotéza byla ověřena a **nepřijata**.

Nebylo prokázáno, že Existuje alespoň střední pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli rychlosti zpracování informací v KAI a časem administrace čtyřdiskové verze ToH.

12. Diskuze

Primárním výzkumným záměrem této práce bylo vytvořit orientační percentilové normy pro tří-, čtyř- a pětidiskovou verzi testu Hanojské věže. Tyto normy se měly vztahovat na věkovou skupinu adolescentů, konkrétně ve věku od 13ti do 18ti let. Aby byl naplněn výzkumný záměr, bylo vyšetřeno celkem 40 adolescentů. Prvotní cíl, získat minimálně 25 respondentů, byl splněn. Rozšíření výzkumného souboru bylo úmyslné, aby se zvýšila jeho reprezentativnost. Účastníci výzkumu byli získáni metodou příležitostného výběru, která však reprezentativnost výzkumného vzorku příliš nezaručuje. Z tohoto důvodu není možné výsledky výzkumu z této práce vztáhnout na celou populaci ve věku 13-18 let.

Předním cílem výzkumu bylo ověřit hypotézy, které byly stanoveny, a na základě výsledků statistického zpracování dat tyto hypotézy přijmout či nepřijmout. Statistické zpracování dat bylo prováděno za pomoci statistických funkcí v programu Excel 2000.

Hypotéza H1 byla postavena na předpokladu, že *existuje alespoň střední pozitivní statisticky významná závislost v ukazateli času části B Testu cesty (TMT) a časem administrace čtyřdiskové verze Hanojské věže (ToH)*. K ověření byl využit Pearsonův korelační koeficient, který má hodnotu **0,305**. Tato hodnota byla porovnána s tabulkou kritických hodnot, aby byla zjištěna významnost korelačního koeficientu. Pro soubor čtyřiceti osob je tabulková hodnota 0,304 na hladině významnosti $p = 0,05$. Protože je korelační koeficient vyšší než tabulková hodnota, jedná se o statisticky významnou souvislost na hladině významnosti $p = 0,05$. Následně byl korelační koeficient porovnán s tabulkou kritických hodnot na hladině významnosti $p = 0,01$, která činí 0,393. Zde se již o statisticky významnou souvislost nejedná. Hypotéza H1 byla ověřena a přijata na hladině významnosti $p = 0,05$. Byla prokázána statisticky významná souvislost mezi hodnotou času v části B Testu cesty, která je ukazatelem psychomotorického tempa, vizuomotorické koordinace, kognitivní flexibility, zaměřené a rozdělené pozornosti (Svoboda, 2010) a časem potřebným pro dokončení čtyřdiskové verze testu Hanojské věže. Z výčtu jednotlivých psychických kvalit, které uvádí Svoboda (2010), můžeme vycházet při hledání důvodu existující korelace.

Miyak et al. (2000; in Sorel, Penequin, 2008) zjistili, že pro vyřešení Hanojské věže je třeba tří výkonných funkcí – aktualizace, inhibice a přesunu pozornosti. a právě přesun

pozornosti, který umožňuje přepínat mezi několika úkoly (Monsell, 1996; in Sorel, Penquin, 2008), je jednou z kvalit, kterou část B Test cesty měří (Svoboda, 2010).

Dále podle Svobody (2010) část B Testu cesty měří kognitivní flexibilitu. Bull et al. (2004) při tom prokázali, že vyšší kognitivní flexibilita souvisí s úspěšným dokončením vyšší úrovně Hanojské věže již u dětí předškolního věku.

Podle Hartla a Hartlové (2004) znamená pojem psychomotorické tempo pohybovou hbitost a rychlost, respektive koordinovanost. Souvislost této měřené kvality Testem cesty a časem na vyřešení testu Hanojské věže je zřejmá. Stejně tak vizuomotorická koordinace je důležitá pro samotnou manipulaci s dřevěnou verzí testu Hanojské věže. To je patrné například u pacientů s poškozením mozku, kdy je pro ně manipulace s dřevěnou verzí testu obtížnější než s verzí počítačovou (Mataix-Cols a Bartrés-Faz, 2002). Význam motoriky prokázali také ve svém pilotním výzkumu Obereignerů et al. (2010), kteří zjistili statisticky signifikantní rozdíly v prodlouženém výsledném čase u Parkinsonovy choroby právě pro motorickou komplikaci.

Příčinou, proč nebyla hypotéza prokázána také při hladině významnosti $p = 0,01$ může být například nedostatečná reprezentativnost výzkumného souboru.

V rámci hypotézy H2 bylo záměrem zjistit, zda *existuje alespoň střední pozitivní 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)*. Pro ověření byl využit Pearsonův korelační koeficient, který je v tomto případě – **0,292**. Hodnota korelačního koeficientu byla opět porovnána s tabulkou kritických hodnot pro signifikantnost korelačního koeficientu. Bylo shledáno, že koeficient je menší než tabulková hodnota. Neprokázalo se, že existuje statisticky významná souvislost mezi krátkodobou vizuálně prostorovou pamětí a počtem pohybů při administraci čtyřdiskové verze Hanojské věže. Hypotéza bylo ověřena a nepřijata.

Rey-Osterriethova komplexní figura je test zaměřený na posouzení úrovně strukturace percepční aktivity, vizuálně-motorické kontroly, pozornosti a mnestické kapacity (Rey-Osterrieth, 1997). Vágnerová a Klégrová (2008) poukazují na význam tohoto testu při hodnocení úrovně krátkodobé vizuálně prostorové paměti. Jak již bylo uvedeno, na řešení testu Hanojské věže se podílejí především tři funkce – přesun pozornosti, inhibice a aktualizace (Miyake et al., 2000; in Sorel, Pennequin, 2008). a právě aktualizace, která je spojena s pracovní pamětí a kterou někteří autoři (Kulišťák, 2003)

označují jako paměť krátkodobou, poukazuje na souvislost mezi testem Hanojské věže a Rey-Osterriethova komplexní figurou. Důvod, proč se tento vztah neprokázal, bychom mohli hledat například ve skutečnosti, že počet pohybů nemusí být významný psychometrický ukazatel v testu Hanojské věže. Lze se domnívat, že nízkého počtu pohybů mohou dosahovat jak jedinci, kteří úlohu řeší bez obtíží, tak jedinci s nízkým psychomotorickým tempem.

Hypotéza H3 předpokládá, že *existuje alespoň střední pozitivní statisticky signifikantní závislost v ukazateli rychlosti zpracování informací v Krátkém testu základních obecných charakteristik zpracování informací (KAI) a časem administrace čtyřdiskové verze Hanojské věže (ToH)*. Jako u předcházejících hypotéz, i zde byla využita metoda Pearsonova korelačního koeficientu a byla získána hodnota **0,125**. Po porovnání s tabulkou kritických hodnot bylo zjištěno, že hodnota korelačního koeficientu je nižší, a proto tato hypotéza nebyla přijata. Nebyl prokázán signifikantní vztah mezi rychlostí zpracování informací a časem administrace čtyřdiskové verze Hanojské věže.

Podle autorů Krátkého testu všeobecné inteligence lze z momentu přítomnosti a rychlosti zpracování informace (jinak označován také jako informační tok krátkodobé paměti) vypočítat kapacitu krátkodobé paměti, kterou lze dle tabulky přiřadit k inteligenčnímu kvocientu. Možnost, proč se neprokázal vztah informačního toku krátkodobé paměti může být proto ta, že test Hanojské věže zachycuje pouze exekutivní funkce a ne funkce kognitivní. Tento test je tedy nezávislý na hodnotě IQ, která podle Lehrla, Gallwitze, Blahy (1992) mimo jiné vychází právě z rychlosti zpracování informací.

Významným záměrem výzkumné části diplomové práce bylo vytvořit orientační percentilové normy pro Test Hanojské věže. Normy byly vytvořeny pro počet pohybů a čas pro dokončení úloh, ohraničený maximálním limitem 300 vteřin, a to zvláště pro tří-, čtyř- a pětiskovou verzi testu. Pro vytvoření orientačních percentilových norem byla využita statistická funkce Pořadová statistika a percentily v programu Microsoft Office Excel 2000. Tabulky s percentilovým pořadím pro oba ukazatele jsou uvedeny v kapitole 10.4.

Vzhledem k tomu, že dosud žádný výzkum nebyl zcela zaměřený na věkovou skupinu adolescentů u tohoto testu, neexistují žádné normy testu Hanojské věže pro osoby od 13ti do 18ti let. Není proto možné výsledky z této práce porovnat.

I v zahraničí byly zatím jediné publikované normy vytvořeny pro švédskou populaci, avšak vztahující se k věkové kategorii 35-85 let a to pouze pro tří- a čtyřdiskovou

verzi testu. Jak upozorňuje Obereignerů (2010), tyto normy dostatečně nerozlišují komplexní plánování v prvotních fázích exekutivní poruchy.

Podobné zaměření jako měla tato práce najdeme v diplomové práci Josefa Mižigara (2011), který pod vedením Radka Obereignerů vytvořil orientační percentilové normy pro českou populaci ve věku 65 až 75 let. Normy byly – stejně jako v tomto výzkumu – vytvořeny pro tří-, čtyř- a pětidiskovou verzi testu Hanojské věže, a to pro ukazatel času a počet pohybů. V současné době se pracuje na vytvoření manuálu pro administraci a vyhodnocení testu Hanojské věže pro českou populaci. Vyjít by měla během letošního roku. Spolupracují na ní odborníci z Filozofické fakulty, Lékařské fakulty a Fakultní nemocnice Univerzity Palackého v Olomouci.

Z uveřejněných výzkumů u nás i v zahraničí obecně vyplývá, že výkon v Hanojské věži koreluje s věkem. Vysoký věk souvisí s poklesem schopnosti plánovat a mladší věk souvisí s lepším výkonem v testu Hanojské věže (Rönnlund, 2001; Sorel, Pennequin, 2008; Mižigar, 2011).

To lze vyčíst také při srovnání norem z této práce a práce Mižigara (2011). u seniorů v třídiskové verzi byl nejrychlejší čas 25 vteřin a nejdelší 168 vteřin, nejméně pohybů bylo 7 a nejvíce 27. u adolescentů byl v této verzi nejrychlejší čas 7 vteřin a nejdelší 81 vteřin, nejmenší počet pohybů byl stejně jako u seniorů 7 a nejvíce jich bylo 25. Zatímco rozmezí počtu pohybů bylo u obou skupin podobné, čas byl výrazně rychlejší u skupiny adolescentů.

Ve čtyřdiskové verzi měli senioři nejrychlejší čas 73 sekund a nejpomalejší 337 sekund. Nejmenší počet pohybů pak byl 17 a nejvyšší počet pohybů byl 66. Adolescenti oproti tomu měli nejlepší čas 14 vteřin a nejvyšší dosáhl již určeného limitu 300 vteřin, po kterém již nebyl dále čas měřen. Počet pohybů pak byl nejmenší 15 a nejvyšší (uskutečněný v limitu 300 sekund) byl 90. Také u této skupiny nebyl rozdíl v počtu pohybů mezi skupinami veliký, ale adolescenti měli nejrychlejší čas poměrně nižší než skupina seniorů.

U pětidiskové verze byl nerychlejší čas vyřešení úlohy seniory 166 sekund a nejdelší 1044 sekund. Počet pohybů se pohyboval v rozmezí od 35 do 195. Nejkratší čas u adolescentů byl 60 vteřin, ale několika respondenty také bylo dosaženo horního časového limitu 300 vteřin. Nejnižší počet pohybů byl 35 a nejvyšší (opět v limitu 300 vteřin) byl 106. i zde je vidět, že počet pohybů (dolní hranice) je u obou skupin stejná, avšak dolní hranice u času je u adolescentů opět nižší.

Shrneme-li tato srovnání, mohli bychom se domnívat, že počet pohybů pro řešení testu Hanojské věže není podstatným ukazatelem, protože obě skupiny dosahovaly podobných výsledků. Naopak v ukazateli času se objevily rozdíly větší. Mladší jedinci řešili úlohu v kratším čase než senioři.

Při administraci testu Hanojské věže nebyly shledány žádné problémy, jedná se o rychlou a jednoduše užitelnou metodu. Respondentům byla nejdříve Hanojská věž popsána, dále byli seznámeni s cílem, ke kterému mají dojít a s pravidly, které je třeba při postupu dodržovat. Žádný z probandů neměl s pochopením zadání obtíže, všichni ochotně spolupracovali.

Autorka si uvědomuje, že v rámci výzkumu administrovala test KAI u věkové skupiny adolescentů, pro které neuvádí tato metoda normy. Dále byla administrována dospělá verze Testu cesty u dětí mladších 15ti let, pro kterou je již určena dětská verze testu. Využity byly v obou případech proto pouze hrubé skóry. Důvodem bylo získat porovnatelné hodnoty nejen pro celou věkovou skupinu dětí od 13ti do 18ti let, ale současně získat hodnoty v testech, které byly využity ve výzkumech podpořených také grantem č.FF_2011_14. Následně mohou být tyto hodnoty porovnávány a dále využívány napříč výzkumy podpořenými tímto grantem.

Výzkumu se zúčastnilo pouze 40 respondentů, kteří byli navíc vybráni metodou nahodilého výběru v rámci letních táborů a zimního pobytu, což nezaručuje reprezentativnost souboru. Z těchto důvodů není možné vztáhnout výsledky na celou populaci. Pro normy vztahující se na celou populaci by bylo třeba výzkumný vzorek podstatně rozšířit a zajistit jeho reprezentativnost.

Přes uvedené metodologicky problematické skutečnosti autorka doufá, že výsledky budou přínosné pro využití testu Hanojské věže v klinické praxi.

13. Závěr

Na základě údajů, které byly získány pomocí psychodiagnostických metod, byly zjištěny následující skutečnosti:

- byla prokázána statisticky významná souvislost na hladině významnosti $n = 0,05$ mezi schopností měnit mentální nastavení a časem administrace čtyřdiskové verze Testu Hanojské věže (ToH);
- neexistuje statisticky významná souvislost mezi krátkodobou vizuálně prostorovou pamětí a počtem pohybů při administraci čtyřdiskové verze Hanojské věže (ToH);
- nebyl prokázán signifikantní vztah mezi rychlostí zpracování informací a časem administrace čtyřdiskové verze Hanojské věže (ToH);
- byly vytvořeny orientační percentilové normy pro tří-, čtyř- a pětiskovou verzi Testu Hanojské věže u věkové kategorie 13 až 18 let, a to pro čas a pohyb u každé verze;
- mezi časem a počtem pohybů, časem a perseveracemi, počtem tahů a perseveracemi byl prokázán signifikantní vztah.

14. Souhrn

V oblasti neuropsychologie se v současnosti často operuje s pojmem exekutivní funkce. V jeho definici se však autoři částečně rozcházejí a dosud není zřejmé, co přesně exekutivní funkce představují. Zatímco někteří autoři (Koukolík, 2002) zahrnují exekutivní funkce mezi funkce kognitivní, Lezaková (2004) je považuje za samostatnou kategorii, která společně s emocionalitou a kognitivními funkcemi ovlivňuje chování člověka. Konkrétně pak uvádí vůli, plánování, účelné jednání a úspěšný výkon jako složky představující exekutivní funkce.

Prvotní zájem o exekutivní funkce vychází z kazuistik pacientů, kteří utrpěli úraz, při kterém došlo k poškození frontálních neboli čelních laloků. Nejznámějším pacientem je zřejmě Phineas Gage, kterému železná tyč roztříštila spodinu lebeční, proletěla přední částí mozku a temenem hlavy vyletěla ven. Po úraze, který přežil, se významně změnilo jeho chování. Počal být nestálý, netrpělivý, vulgární apod. Z této a podobných kazuistik vychází označení exekutivních funkcí jako funkce frontální. Avšak jedná se o označení nepřesné, protože frontální lalok se podílí i na funkcích jiných.

Frontální laloky jsou považovány z fylogenetického i ontogenetického hlediska za vývojově nejmladší oblasti mozku. To se odráží v rozvoji exekutivních funkcí, ke kterému dochází nejvíce v období 9-13 let stejně jako k myelinizaci frontálních oblastí mozku.

V současnosti je známo, že exekutivní funkce jsou vázány na prefrontální kůru, která je považována za nejlépe propojené místo v mozku s řídicí funkcí (Goldberg, 2004). Propojení se týká zadní asociační kůry, premotorické kůry, bazálních ganglií, mozečku, dorzolaterálního jádra talamu, hipokampu, cingulární kůry, amygdaly, hypotalamu a jader mozkového kmene.

Cummings a Miller (2007) dělí prefrontální oblasti na tři obvody: dorzolaterální, orbitofrontální a mediální. Dorzolaterální obvod se podílí na exekutivních funkcích prostřednictvím přesouvání pozornosti, flexibility myšlení, řešení problémů, strategického a konceptuálního myšlení (Fanfrdlová, 2007). Je-li poškozen orbitofrontální obvod, dochází k výrazné změně osobnosti člověka ve smyslu poklesu svědomitosti a iniciativy, nárůstu beztaktnosti a riskantního chování. a konečně při poruše mediálního obvodu se vyskytuje apatie, deprese, úzkost, agrese, poruchy exekutivních funkcí a visceromotorické kontroly (Koukolík, 2002).

V neuropsychologii nalezneme několik modelů prefrontálních korových funkcí, které se snaží vysvětlovat základ fungování exekutivních funkcí jako celistvého systému. Norman a Shallice jsou autory modelu kontroly mechanismu pozornosti, který je známý především pro systém dohledu SAS. Dalšími modely jsou teorie pracovní paměti Allana Baddleyho, Grafmanův model vycházející z existence jednoduchých jednotek poznání, Duncanův model stojící na Spearmanově teorii inteligence a teorie somatických makerů od Damasia a Bechara.

Období adolescence je dobou změn a vývoje v mnoha aspektech. Dochází ke změnám v sociální sféře života člověka a k emočnímu vývoji. Významný je rozvoj kognitivních schopností a vývoj fyziologický, který zahrnuje také vývoj neurofyziologický a tedy již zmíněné dozrávání prefrontální kůry. Se změnami však také často dochází k rozvoji specifických obtíží a problémů. Barker (2007) je dělí na nevyřešené dětské poruchy, poruchy vznikající v pubertě a dospívání a na poruchy dospělého typu vzniklé v dospívání. V současnosti je známo, že deficit exekutivních funkcí provází řadu známých poruch a onemocnění. Mezi ty, které se týkají také populace adolescentů, můžeme jmenovat například syndrom ADHD, depresi nebo schizofrenii.

K měření a testování exekutivních funkcí existuje v neuropsychologické diagnostice řada testů. Podle Lezakové (2004) zahrnují exekutivní funkce čtyři komponenty: vůli, plánování, účelné jednání a úspěšný výkon. Na základě toho lze vymezit testy, které se zaměřují právě na zmiňované oblasti. K nejužívanějším testům měřící exekutivní funkce patří: Test kognitivního odhadu, Test přísloví, Perceptual Maze Test, Wisconsinský test třídění karet, Stroopův test a testy „věží“, například test Hanojské věže.

Cílem této diplomové práce bylo získat data v určených psychodiagnostických metodách a vytvořit orientační percentilové normy pro test Hanojské věže pro tří-, čtyř- a pětidiskovou verzi testu. Výzkum byl zaměřen na adolescenty bez diagnózy ve věkovém rozmezí 13-18 let. Soubor byl tvořen 40 probandy, z toho bylo 20 dívek a 20 chlapců. Po sběru anamnestických dat u každého probanda následovala skupinová administrace psychodiagnostické metody Rey-Osterriethova komplexní figura (ROCF) a Sebeuposuzovací škála depresivity pro děti (CDI). Následně probíhala individuální administrace psychodiagnostických metod Trail Making Test (TMT), Testu verbální fluence (VF), Krátkého testu všeobecné inteligence (KAI) a Testu Hanojské věže (ToH).

Ověřením stanovených hypotéz bylo zjištěno, že existuje statisticky významná souvislost mezi kognitivní flexibilitou, psychomotorickým tempem, vizuomotorickou

koordinací, kognitivní flexibilitou, pružností (zaměřenou a rozdělenou) pozorností naměřenou z části B v Testu cesty a časem administrace čtyřdiskové verze Testu Hanojské věže. Dále bylo zjištěno, že neexistuje statisticky významná souvislost mezi krátkodobou vizuálně prostorovou pamětí a počtem pohybů při administraci čtyřdiskové verze Hanojské věže a stejně tak nebyl potvrzen signifikantní vztah mezi rychlostí zpracování informací a časem administrace čtyřdiskové verze Hanojské věže.

Následně byly vytvořeny orientační percentilové normy pro adolescenty ve tří-, čtyř- a pětiskové verzi testu Hanojské věže, a to pro ukazatel času a počet tahů. Navíc byly vypočítány vzájemné vztahy mezi dalšími ukazateli testu.

Práce byla podpořena grantem č. FF_2011_14 s názvem Test Hanojské věže a nové normy pro efektivní diagnostiku exekutivních funkcí. Autorka věří, že ačkoliv se výzkumu zúčastnilo pouze 40 účastníků, přinese tato práce užitečné informace a umožní praktické užití tohoto testu k posuzování exekutivních funkcí.

Literatura

Anderson et al., V., Lajoie, G. (1996). *Development of memory and learning skills in school-aged children: a neuropsychological perspective*. Applied Neuropsychology, 3/4, 128-129.

Atkinson, R. L. et al. (2000). *Psychologie* (2nd ed). Praha: Portál.

Barker, P. (2007). *Základy dětské psychiatrie*. Praha: Triton.

Bishop, D., V., M., Aamodt-Leeper, G., Creswell, C., et al. (2001). *Individual Differences in Cognitive Planning on the Tower of Hanoi Task: Neuropsychological Maturity or Measurement Error?* Journal of Child Psychology a Psychiatry; 42 (4), 551-556.

Blatný, M., Plháková, A. (2003). *Temperament, inteligence, sebepojetí*. Tišnov: Psychologický ústav AV ČR Brno.

Bouček, J. a kol. (2006). *Speciální psychiatrie*. Olomouc: Vydavatelství UP.

Bull, R., Espy, K., A., Senn, T., E. (2004). *a comparasion of performance on the Towers of London and Hanoi young children*. Journal of Child Psychology a Psychiatry; 45 (4), 743-754.

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.

Cicchetti, D., Cohen, D., J. (2006). *Developmental psychopathology: Developmental Neuroscience* (2nd ed.). Hoboken: Willey.

Chan, R. C. K. at al. (2008). *Assesment of executive fiction: Review of instruments and identification of crtitical issues*. Archives of Clinical Neuropsychology; 23, 201-216.

- Čihák, R. (2004). *Anatomie 3*. Praha: Grada Publishing.
- Damasio, A., R. (2000). *Descartesův omyl*. Praha: Mladá fronta.
- Diamant, J., Vašina, L. (1998). *Kapitoly z neuropsychologie*. Brno: Vydavatelství MU.
- Druga, R. et al. (2011). *Anatomie centrálního nervového systému*. Praha, Galén Karolinum.
- Erikson, E.H. (1950). *Childhood and Society*. New York: Norton.
- 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.
- Fuster, J. M. (2002). *Frontal lobe and cognitive development*. *Journal of neurocytology*, 31, 373-385.
- Göbelová, I. (2010). *Vliv pohybové aktivity na pozornost a exekutivní funkce u dětí středního školního věku s hyperkinetickou poruchou*. Unpublished master's thesis. Masarykova univerzita, Brno, Czech republic.
- Goldberg, E. (2004). *Jak nás mozek civilizuje*. Praha: Karolinum.
- Habartová, D., Havlínová, E., Novotná, V., Skružná, H. (2011). *Statistická ročenka ČR 2011*. [online] [cit. 2012-02-11]. Dostupné z:
[http://www.czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/t/5A004C24BD/\\$File/14091105.pdf](http://www.czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/t/5A004C24BD/$File/14091105.pdf)
- Hartl, P., Hartlová, H. (2004). *Psychologický slovník*. Praha: Portál.
- Hort, V. a kol. (2008). *Dětská a adolescentní psychiatrie*. Praha: Portál.
- Höschl, C., Libiger, J., Švestka, J. (Eds.) (2002). *Psychiatrie*. Praha: TIGIS.
- Kawaciuková, R. (2008). *Wisconsinský test třídění karet a jeho využití v neuropsychiatrii*. *Psychiatrie*, 12 (1), 27-32.
- Koukolík, F. (1995). *Vybrané přednášky o vztahu mozku a chování*. Praha: Karolinum.

- Koukolík, F. (2008). *Mozek a jeho duše*. Praha: Makropulos.
- Koukolík, F. (2002). *Lidský mozek*. Praha: Portál.
- Koukolík, F. (2006). *Sociální mozek*. Praha: Karolinum.
- Kovacs, M. (1998). *Sebeposuzovací škála depresivity pro děti*. Brno: Psychodiagnostika Brno, spol. s.r.o.
- Krejčířová, D., Vágnerová, M., Svoboda, M. (ed.). (2001, 2009). *Psychodiagnostika dětí a dospívajících*. Praha: Portál.
- Křupka, B. (2009). *Neurologie známá neznámá*. In Orel, M., Facová, V. a kol., *Člověk, jeho mozek a svět*. Praha: Grada Publishing.
- Kučerová, H., Říhová, Z. (2006). *Kognitivní deficit u schizofrenie*. In Preiss, M., Kučerová, H. a kol., *Neuropsychologie v psychiatrii*. Praha: Grada Publishing.
- Kulišťák, P. (2009). *Neuropsychologická diagnostika*. In Baštecká, B. (Ed.) a kol., *Psychologická encyklopedie*. Praha: Portál.
- Kulišťák, P. (2003). *Neuropsychologie*. Praha: Portál.
- Langmeier, J., Krejčířová, D. (2006). *Vývojová psychologie* (2nd ed.). Praha: Grada Publishing.
- Lehrl, S., Gallwitz, A., & Blaha, L. (1992). *Kurztest fünf Allgemeine Intelligenz*. Testzentrale.
- Lenderová, Z. (2004). *Poruchy kognitivních funkcí u nemocných se schizofrenií*. *Česká a slovenská psychiatrie*; 2, 73-77.
- Lezak, M., Howieson, D., B., Loring, D., W. et al. (2004). *Neuropsychological Assessment* (4th ed.). New York: Oxford University Press.
- Lurija, A., R. (1982). *Základy neuropsychologie*. Bratislava: Státní pedagogické nakladatelství.

- Macek, P. (2003). *Adolescence*. Praha: Portál.
- Mahurin, R., K., Velligan, D., I., Miller, A., L. (1998). *Executive-frontal lobe cognitive dysfunction in schizophrenia: a symptom subtype analysis*. *Psychiatry Research*; 79: 139-149.
- Malá, E. (2008). *Hyperkinetické poruchy*. In Hort, V. a kol., *Dětská a adolescentní psychiatrie*. Praha: Portál.
- Malá, E. (2000). *Hyperkinetické poruchy*. In V. Hort, M. Hrdlička, J. Kocourková, E. Malá a kol. *Dětská a adolescentní psychiatrie* (p. 307–314). Praha: Portál.
- Mariebb, E., N., Mallatt, J. (2005). *Anatomie lidského těla*. Brno: CP Books.
- 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.
- Matějček, Z., Dytrych, Z., Tyl, J., Pazlarová, M., Míka, J., Albrecht, V. (1991). *Lehké mozkové dysfunkce: Možnosti screeningu a prevence*. Praha: Knižní podnikatelský klub.
- 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.
- Mižigar, J. (2011). *Exekutivní funkce*. Unpublished master's thesis. Univerzita Palackého, Olomouc, Czech republic.
- Munden, A., Arcelus, J. (2002). *Poruchy pozornosti a hyperaktivita*. Praha: Portál.
- Navrátilová, P. (2008). *Kognitivní výkon u pacientů s depresivní poruchou: Profil, dynamika a související faktory*. Unpublished doctoral dissertation, Masarykova univerzita, Brno, Czech republic.

- Norman, D. A., Shallice, T. (1986). *Attention to action: Willed and automatic control of behaviour*. In Davidson, R., J., Schwartz, G. E., Shapiro, D., editors, *Consciousness and Self-Regulation: Advances in Research and Theory*, Plenum Press, 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., Obereignerů, K., Cakirpaloglu, S., Reiterová, E., Kaňovský, P. (2010). *Tower of Hanoi and the new administrative rules for executive functions diagnostics*. *European Journal of Neurology*; 17 (Suppl. 3), 482.
- Obereignerů, R., Obereignerů, K., Divěky, 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.
- Piaget, J., Inhelder, B. (1997). *Psychologie dítěte*. [Přel. z franc. orig.]. Praha: Portál.
- Plháková, A. (2003). *Intelligence*. In Blatný, M., Plháková, A., *Temperament, inteligence, sebepojetí*. Tišnov: Psychologický ústav AV ČR Brno.
- Plháková, A. (2005). *Učebnice obecné psychologie*. Praha: Academia.
- Preiss, M. (2008). *Deprese a výkon*. Praha: Psychiatrické centrum Praha.
- 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., Kučerová, H. a kol. (2006). *Neuropsychologie v neurologii*. Praha: Grada Publishing.
- Preiss, M., Preiss, J., Panamá, J. (1997). *Test cesty. Trail Making Test*. Brno: Psychodiagnostika Brno, spol. s.r.o.
- Reiterová, E. (2008). *Základy psychometrie*. Olomouc: Vydavatelství UP.

- Reiterová, E. (2003). *Základy statistiky pro studenty psychologie*. Olomouc: Vydavatelství UP.
- Rey, A., Osterrieth, P., A. (1997). *Rey - Osterriethova komplexní figura (TKF)*. Bratislava: Psychodiagnostika s.r.o.
- Rektorová, I. et al. (2007). *Kognitivní poruchy a demence*. Praha: TRITON.
- 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.
- Říčan, P. (2004). *Cesta životem: Vývojová psychologie* (2nd ed.). Praha: Portál.
- Salkind, N., J. (2002). *Child development: The macmillian psychology reference series*. New York: Gale Group.
- Salnatis, Ch., L., Baker, C., A., Holland, J., Welsh, M. (2011). *Differentiating Tower of Hanoi Performance: Interactive Effects of Psychopathic Tendencies, Impulsive Responce Styles, and Modality*. *Applied Neuropsychology*; 18, 37-46.
- Sorel, O., & Pennequin, V. (2008). *Aging of the Planning process: The role of executive functioning*. *Brain Cogn*, 66(2), stránky 196-201.
- Sternberg, R., J. (2002). *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál.
- Svoboda, M. (1999). *Psychologická diagnostika dospělých*. Praha: Portál.
- Svoboda, M. et al. (2006). *Psychopatologie a psychiatrie*. Praha: Portál.
- Třesohlavá, Z. (1983). *Lehká mozková dysfunkce v dětském věku*. Praha: Avicenum.
- Vágnerová, M. (2005). *Vývojová psychologie I.: Dětství a dospívání*. Praha: Karolinum.
- Vágnerová, M., Klégrová, J. (2008). *Poradenská psychologická diagnostika dětí a dospívajících*. Praha: Karolinum.

Weiner, I., B., Lerner, R., M., Easterbrooks, M., A., Mistry, J. (2003). *Handbook of psychology: Developmental psychology*. Hoboken: Willey.

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.

Seznam příloh

Příloha č. 1: Formulář zadání diplomové práce

Příloha č. 2: Český a cizojazyčný abstrakt diplomové práce

Příloha č. 3: Anatomické dělení frontálního laloku (Kulišťák, 2003)

Příloha č. 4: Hodnoty časového ukazatele části B TMT a času administrace čtyřdiskové verze ToH

Příloha č. 5: Hrubý skór v ROCF v reprodukci po 3 minutách a počet pohybů čtyřdiskové verze ToH

Příloha č. 6: Rychlost zpracování informací v KAI a čas administrace čtyřdiskové verze ToH

Příloha č. 7: Popisné statistické údaje pro jednotlivé ukazatele ToH 3D verze

Příloha č. 8: Popisné statistické údaje pro jednotlivé ukazatele ToH 4D verze

Příloha č. 9: Popisné statistické údaje pro jednotlivé ukazatele ToH 5D verze

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. STIELOVÁ Marie	Branislavova 1417/5, Beroun - Město	110330

TÉMA ČESKY:

Souvislost exekutivních a kognitivních funkcí u adolescentů - stanovení orientačních norem pro test Hanojské věže

NÁZEV ANGLICKY:

Connection between Executive and Cognitive Functions in Adolescents - Orientational Norms Determination for the Tower of Hanoi Test

VEDOUcí PRÁCE:

PhDr. Radko Obereignerů, Ph.D. - PCH

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ:

- 1.Studium literatury z oblasti neuropsychologie, klinické psychologie, psychiatrie, obecné psychologie a vývojové psychologie.
- 2.Zvláštní orientace: Současný přehled neuropsychologických výzkumů zkoumající exekutivní funkce.
- 3.Formulovat projekt práce od základního problému a výchozí hypotézy ke stanovení orientační osnovy práce, metodiky a cíle práce.
- 4.Pravděpodobný cíl práce: Ověření testu Hanojská věž a vytvoření orientačních norem pro adolescence.
- 5.Metodika: Testy kognitivních funkcí: KAI, Test verbální fluence, Test cesty, Reyova-Osterriethova komplexní figura. Dotazník depresivity pro děti CDI. Test Hanojské věže, který je vhodný při zkoumání exekutivních funkcí.
- 6.Zkoumaný soubor: Minimálně 25 adolescentů zastupující reprezentativní vzorek zdravé populace od 13ti do 18ti let.
- 7.Parametry práce: V souladu s metodickými pokyny katedry.
- 8.Statistické zpracování: Použití popisné statistiky, S-testy, F-test, korelace

SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:

- 1.Kulišťák, P. (2003). Neuropsychologie. Portál: Praha.
- 2.Preiss, M., Kučerová, H. et al. (2006) Neuropsychologie v psychiatrii. Grada: Praha.
- 3.Preiss, M., Kučerová, H. et al. (2006) Neuropsychologie v neurologie. Grada: Praha.
- 4.Hort, V. et al. (2000) Dětská a adolescentní psychiatrie. Portál: Praha.
- 5.Vágnarová, M. (2005) Vývojová psychologie I : Dětství a dospívání. Karolinum: Praha.

Podpis studenta:

Datum:

Podpis vedoucího práce:

Datum:

Příloha č. 2: Český a cizojazyčný abstrakt diplomové práce

ABSTRAKT DIPLOMOVÉ PRÁCE

Název práce: Souvislost exekutivních a kognitivních funkcí u adolescentů - stanovení orientačních norem pro test Hanojské věže

Autor práce: Bc. Marie Stielová

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

Počet stran a znaků: 91 / 164 257

Počet příloh: 9

Počet titulů použité literatury: 85

Abstrakt:

Práce je zaměřena na zkoumání souvislostí exekutivních a kognitivních funkcí u adolescentů. Teoretická část se věnuje exekutivním funkcím, jejich definicím, vývojem a vztahem k funkcím kognitivním. Nalezneme zde kapitolu o frontálních lalocích a neuroatomii čelních laloků, které s exekutivními funkcemi úzce souvisí. Dále nás práce seznamuje s modely exekutivních funkcí, které se snaží jejich fungování vysvětlit. S ohledem na zaměření práce na období adolescence zde nalezneme charakteristiku tohoto období a výběr poruch a onemocnění souvisejících s narušením exekutivních funkcí v adolescenci (syndrom ADHD, deprese, schizofrenie). Závěr teoretické části je věnován neuropsychologické diagnostice exekutivních funkcí.

Cílem práce bylo vytvořit orientační percentilové normy pro tří-, čtyř- a pětidiskovou verzi testu Hanojské věže, která se využívá při měření exekutivních funkcí. Výzkumný vzorek byl složen ze 40 respondentů ve věku 13-18 let, kteří byli získáni metodou příležitostného výběru. Od všech byla získána a analyzována data z testu Hanojské věže (ToH) a z dalších testů (ROCF, CDI, TMT, VF, KAI), které sloužily pro následující zpracování v rámci širších výzkumných záměrů.

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

ABSTRACT OF THESIS

Title: Connection between executive and cognitive function in adolescents –
Orientational norms for Tower of Hanoi Test

Author: Bc. Marie Stielová

Supervisor: PhDr. Radko Obereignerů, Ph.D.

Number of pages and characters: 91 / 164 257

Number of appendices: 9

Number of references: 85

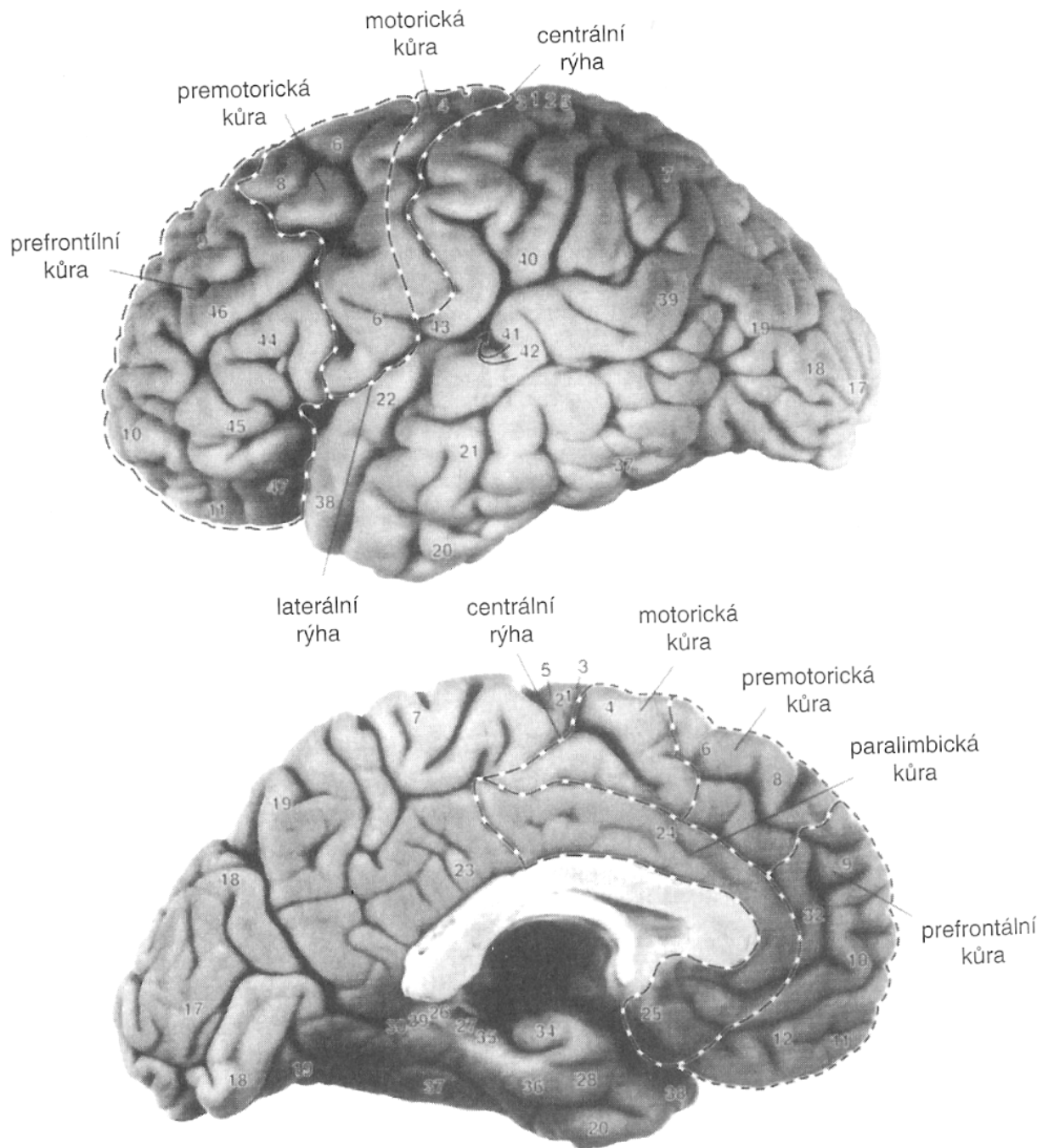
Abstract:

The thesis is focused on exploring the connection between executive and cognitive functions in adolescents. The theoretical part deals with executive functions, their definition, development and connection to cognitive functions. A chapter about frontal lobes and their neuroanatomy, that have a close connection to executive functions, is to be found here. Furthermore, the study introduces models of executive functions explaining their operation. Given the focus of the work on adolescence, characteristics of this period and a selection of disorders and diseases associated with a disruption of executive functions in adolescence (ADHD syndrome, depression, schizophrenia) are also described in the work. The conclusion of the theoretical part is devoted to the neuropsychological diagnostics of executive functions.

The work aims to create approximate percentile standards for three-, four- and five-disc test version of the Tower of Hanoi Test, which is used for measurement of executive functions. The research sample was composed of 40 respondents aged 13-18 years who were recruited by opportunistic choice. Data from the Tower of Hanoi (ToH) and other tests (ROCF, CDI, TMT, VF, KAI), serving for further processing in the context of broader research projects, were collected and analyzed from all respondents.

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

Příloha č. 3: Anatomické dělení frontálního laloku (Kulišťák, 2003)



Příloha č. 4: Hodnoty časového ukazatele části B TMT a času administrace čtyřdiskové verze ToH

TMT - část B	ToH - 4D
čas	čas
51	68
71	60
72	113
60	45
56	33
89	41
52	20
74	63
60	43
90	45
62	88
98	132
86	42
79	162
65	49
31	54
37	14
75	300
54	109
37	42
111	134
102	42
77	125
81	106
32	21
57	24
47	116
63	127
99	36
44	52
82	113
80	153
108	120
104	89
91	18
45	22
60	76
70	76
34	70
65	50

Příloha č. 5: Hrubý skór v ROCF v reprodukci po 3 minutách a počet pohybů čtyřdiskové verze ToH

ROCF	ToH – 4D
hrubý skór	počet pohybů
19	35
23	28
8	38
15	18
29	19
14	19
25	15
28	18
30	17
19	24
13	25
5	26
24	27
28	46
28	19
21	30
27	15
15	90
35	34
30	17
21	46
24	24
14	34
21	36
24	15
28	15
33	33
26	44
26	19
29	19
23	39
21	42
23	40
20	36
26	17
30	15
26	33
24	38
28	25
28	19

**Příloha č. 6: Rychlost zpracování informací v KAI a čas administrace
čtyřdiskové verze ToH**

KAI	ToH - 4D
C_k	čas
14,21	68
14,71	60
16,67	113
18,18	45
15,38	33
16,67	41
22,22	20
17,54	63
13,16	43
14,08	45
13,16	88
14,29	132
12,82	42
20	162
33,33	49
14,29	54
14,08	14
14,93	300
29,41	109
15,38	42
25	134
14,29	42
20	125
25	106
20	21
15,15	24
21,79	116
20	127
12,05	36
20	52
20	113
20	153
16,67	120
20	89
25	18
16,67	22
16,67	76
16,67	76
16,67	70
16,67	50

Příloha č. 7: Popisné statistické údaje pro jednotlivé ukazatele

ToH 3D verze

14.1.1. ToH - 3D			
čas	pohyby	perseverace	porušení pravidla
9	7	0	0
9	7	0	0
38	16	0	0
18	9	0	0
12	7	0	0
16	9	0	0
12	7	0	0
20	7	0	0
81	22	1	0
10	7	0	0
13	7	0	0
24	9	0	0
12	7	0	0
11	7	0	0
8	7	0	0
16	8	0	0
7	7	0	0
22	11	1	0
14	7	0	0
9	7	0	0
13	7	0	0
10	7	0	0
10	7	0	0
16	7	0	0
26	12	0	0
39	16	0	1
34	14	0	0
19	9	0	1
35	16	0	0
13	7	0	0
14	7	0	0
12	7	0	0
11	7	0	0
12	7	0	0
15	8	0	0
13	7	0	0
30	14	0	0
40	16	0	0
15	7	0	0
12	7	0	0

Popisné statistické údaje	
ČAS	
Průměr	18,75
Medián	13,5
Modus	12
SD	13,6
Minimum	7
Maximum	81
Počet	40

Popisné statistické údaje	
POHYBY	
Průměr	9,1
Medián	7
Modus	7
SD	3,68
Minimum	7
Maximum	22
Počet	40

Popisné statistické údaje	
PERSEVERACE	
Průměr	0,05
Medián	0
Modus	0
SD	0,22
Minimum	0
Maximum	1
Počet	40

Popisné statistické údaje	
PORUŠENÍ PRAVIDLA	
Průměr	0,05
Medián	0
Modus	0
SD	0,22
Minimum	0
Maximum	1
Počet	40

Příloha č. 8: Popisné statistické údaje pro jednotlivé ukazatele

ToH 4D verze

ToH - 4D			
čas	pohyby	perseverace	porušení pravidla
68	35	0	0
60	28	1	0
113	38	4	0
45	18	0	0
33	19	0	0
41	19	3	0
20	15	0	0
63	18	0	0
43	17	0	0
45	24	1	0
88	25	0	0
132	26	2	0
42	27	1	0
162	46	4	2
49	19	1	1
54	30	0	0
14	15	0	0
300	90	6	0
109	34	1	0
42	17	0	0
134	46	4	2
42	24	0	0
125	34	1	0
106	36	1	0
21	15	0	0
24	15	0	0
116	33	0	1
127	44	2	0
36	19	0	0
52	19	0	0
113	39	0	1
153	42	0	0
120	40	4	2
89	36	1	0
18	17	0	0
22	15	0	0
76	33	0	0
76	38	2	0
70	25	0	0
50	19	0	0

Popisné statistické údaje	
ČAS	
Průměr	77,32
Medián	61,5
Modus	42
SD	54,68
Minimum	14
Maximum	300
Počet	40

Popisné statistické údaje	
POHYBY	
Průměr	28,72
Medián	25,5
Modus	19
SD	13,99
Minimum	15
Maximum	90
Počet	40

Popisné statistické údaje	
PERSEVERACE	
Průměr	0,97
Medián	0
Modus	0
SD	1,52
Minimum	0
Maximum	6
Počet	40

Popisné statistické údaje	
PORUŠENÍ PRAVIDLA	
Průměr	0,22
Medián	0
Modus	0
SD	0,57
Minimum	0
Maximum	2
Počet	40

Příloha č. 9: Popisné statistické údaje pro jednotlivé ukazatele**ToH 5D verze**

ToH - 5D			
čas	pohyby	perseverace	porušení pravidla
81	42	1	0
134	58	4	1
298	101	11	0
300	50	0	0
64	38	2	0
280	93	7	2
84	51	1	0
300	41	5	1
117	64	1	0
90	39	1	0
300	106	3	0
126	42	2	0
100	49	3	0
141	70	6	0
159	57	2	1
153	71	2	0
87	57	1	0
196	59	0	0
273	80	0	0
300	85	4	1
60	35	0	0
85	71	5	0
300	90	3	4
177	89	6	0
98	50	1	0
299	76	0	1
243	84	3	0
300	68	3	0
93	39	0	0
300	87	3	1
297	70	6	1
80	62	3	0
120	75	4	0
87	57	1	0
180	70	5	0
90	50	2	0
220	90	4	0
92	39	1	0
121	42	2	0

Popisné statistické údaje	
ČAS	
Průměr	175
Medián	141
Modus	300
SD	90,71
Minimum	60
Maximum	300
Počet	39

Popisné statistické údaje	
POHYBY	
Průměr	64,02
Medián	62
Modus	42
SD	19,62
Minimum	35
Maximum	106
Počet	39

Popisné statistické údaje	
PERSEVERACE	
Průměr	2,76
Medián	2
Modus	1
SD	2,36
Minimum	0
Maximum	11
Počet	39

Popisné statistické údaje	
PORUŠENÍ PRAVIDLA	
Průměr	0,33
Medián	0
Modus	0
SD	0,77
Minimum	0
Maximum	4
Počet	39