

Univerzita Palackého v Olomouci
Filozofická fakulta
Katedra psychologie

NEUROPSYCHOLOGICKÉ TESTOVÁNÍ EXEKUTIVNÍCH FUNKCÍ



Bakalářská diplomová práce

Autor: Ing. Sofia Diondet

Vedoucí práce: PhDr. Mgr. Roman Procházka, Ph.D.

Olomouc
2018

Prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem bakalářskou diplomovou práci na téma: „Neuropsychologické testování exekutivních funkcí“ vypracovala samostatně pod odborným dohledem vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V dne Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych moc ráda poděkovala PhDr. Mgr. Romanu Procházkovi, Ph.D. za odborné rady, vstřícnost a trpělivost. Tahle práce vznikla za podpory týmu Oddělení kognitivních poruch Národního ústavu duševního zdraví, zejména bych chtěla poděkovat doc. MUDr. Aleši Bartošovi, Ph.D., Janě Adámkové, Jaroslavě Smolíkové a Renatě Petroušové.

Obsah

Úvod.....	5
1. Pojem exekutivní funkce.....	6
1.1. Otázka lokalizace.....	8
1.2. Vývoj exekutivních funkcí.....	11
1.3. Vztah exekutivních funkcí s pamětí a pozorností.....	13
1.4. Modely exekutivních funkcí.....	14
1.4.1. Model Normana a Shallice.....	15
1.4.2. Grafmanův model.....	16
1.4.3. Duncanův model.....	16
1.4.4. Model centrální exekutivy.....	17
1.4.5. Banichové model kaskády kontroly.....	17
1.5. Deficit exekutivních funkcí.....	18
1.5.1. Kognitivní flexibilita a přesun „myšlenkových setů“	19
1.5.2. Inhibice reakcí.....	20
1.5.3. Plánování.....	20
1.5.4. Zahájení jednání.....	21
1.5.5. Sekvenční řízení a perseverující jednání.....	22
2. Testování exekutivních funkcí.....	23
2.1. Testové metody exekutivních funkcí.....	23
2.1.1. Wisconsinský test třídění karet.....	23
2.1.2. Testy zaměřené na schopnost plánování.....	24
2.1.3. Testy verbální fluence.....	24
2.1.4. Testy cesty.....	25
2.1.5. Stroopův test a Go-No Go úlohy.....	26
2.2. Ekologická validita.....	27
2.3. BADS.....	28
3. Výzkumný problém a cíl práce.....	31
3.1. Stanovené hypotézy.....	31
4. Popis zvoleného metodologického rámce.....	31
4.1. Typ výzkumu.....	32
4.1.1. Mini-Mental State Examination (MMSE).....	32

4.1.2. Reyova-Osterriethova komplexní figura (ROCF).....	33
4.1.3. Test verbální fluence (VF).....	33
4.1.4 Test hledání klíče (KS).....	34
4.2. Metody zpracování dat.....	34
4.3. Etické hledisko.....	35
5. Výzkumný soubor.....	35
5.1. Charakteristika výběrového souboru.....	36
6. Výsledky.....	38
6.1. Testování hypotézy H1.....	38
6.2. Testování hypotézy H2.....	38
6.3. Testování hypotézy H3.....	39
6.4. Testování hypotézy H4.....	39
6.5. Další výsledky.....	40
7. Diskuze.....	41
8. Závěr.....	44
Souhrn.....	45
Seznam literatury.....	48
Přílohy.....	51
Příloha 1: Abstrakt BcDP	
Příloha 2: Test hledání klíče	
Příloha 3: Hrubé skóry a T-skóry jednotlivých metod	
Příloha 4: Korelace mezi jednotlivými metodami	
Příloha 5: Cut-off skór u MMSE pro neúspěch v Testu hledání klíče	

Úvod

Uvnitř každého člověka se skrývá celý vesmír. Vesmír se složitým uspořádáním tvořený miliardami neuronů. Neskutečně velké množství spojů blízké nekonečnu. Celý ten vesmír je uložen do malého prostoru lebky a rozdělen do několika funkčních oblastí. Exekutivní funkce jsou nejvyšší výkonnostní a řídicí činitelé lidského chování. Koncept exekutivních funkcí zahrnuje schopnosti plánování, kontroly a regulace chování, kognitivní flexibilitu a realizace vědomé činnosti zaměřenou na dosažení určitého cíle. Přestože se pojem „exekutivní funkce“ používá pouze posledních 15 – 20 let, má hluboké historické kořeny. Na jednu stranu je to spojeno s porozuměním funkci prefrontální kůry čelních laloků. Dlouhou dobu byla asociována jen s intelektovými schopnostmi jedince. Ale v současnosti je známo, že prefrontální kůra odpovídá také za samostatné, odpovědné a účelné jednání člověka. Na druhou stranu jsou pro pochopení konceptu exekutivních funkcí důležité výzkumy z oblasti kognitivní psychologie. Konkrétně se to týká již tradičního rozdělení procesů na automatické a kontrolované, pojetí kognitivní kontroly v pracích Logana, Posnea a Schneidera (in Alekseyev, Rupchev, 2010) a teorie pracovní paměti.

Ve své práci se soustředím na testování exekutivních funkcí. Exekutivní funkce hrají významnou roli v běžném životě jedince. Vzhledem k tomu, že se účel neuropsychologického vyšetření posunul od lokalizace mozkové léze ke klinickým projevům léze a dopadům na běžný život člověka, má obrovský význam ekologická validita testů. Neuropsychologická baterie BADS je na rozdíl od standardních testů exekutivních funkcí sestavena tak, aby byla schopna lépe předvídat každodenní obtíže. Test hledání klíče z BADS je krátkou metodou k posouzení schopnosti plánování, která ještě nebyla přeložena do češtiny a validizována na pacientech s kognitivní poruchou. Cílem mé práce je validizace Testu hledání klíče na vzorku české klinické populace jako vhodné alternativy k standardním testům exekutivních funkcí. Zjištěné výsledky mohou usnadnit diagnostiku exekutivních deficitů.

První část práce se věnuje samotnému vymezení, lokalizaci, modelům a deficitu exekutivních funkcí. Ve druhé části pojednávám o testování EF, ekologické validitě testových metod a baterii BADS. V praktické části jsou popsány výsledky validizačního výzkumu na vzorku české populace s kognitivními poruchami různé etiologie.

TEORETICKÁ ČÁST

1. Pojem exekutivní funkce

Přestože pojem exekutivní funkce je známý a docela rozšířený v neuropsychologii a kognitivní psychologii, neexistuje jednotné vymezení. Jednu z prvních definic exekutivních funkcí uvedli ve své práci „Frontální laloky“ Stuss a Benson: „Exekutivní funkce jsou významné schopnosti, které jsou nejčastěji spojeny s frontálním lalokem a které se aktivují v nových, v minulé zkušenosti nezafixovaných situacích vyžadujících originální řešení. Obvykle k nim patří anticipace, stanovení cíle, plánování, kontrola a také použití zpětné vazby“ (Stuss, Benson, 1986, p. 244). Luria (2003) popsal hlavní vyšší psychické funkce člověka jako funkce aparátu frontálních laloků, které nejen podporují, regulují celkový tonus mozkové kůry a jsou zdrojem pohybů nebo vědomého jednání, ale také za účasti vnitřní řeči a pod vlivem aferentních spojení z jiných částí mozku vytvářejí záměrné jednání. Pomocí těchto aparátů probíhá vznik, uchovávání a provádění akčního programu a neustálá kontrola jeho průběhu. Reynolds a Horton (in Goldstein, Naglieri, 2014) navrhli, že EF jsou odlišné od obecných kognitivních funkcí a představují schopnost plánovat, vykonávat věci a provádět adaptivní činnosti, zatímco obecné kognitivní funkce souvisejí s uchováváním organizovaného souboru objektivních faktů. Dle jejich hypotézy EF zahrnují rozhodování, plánování a vytváření reakcí na nové situace spíše než pasivní uchovávání informací. Naglieri a Goldstein (2014) uskutečnili velkou národní studii dětí a vytvořili vlastní názor na behaviorální aspekty EF. Dle nich jsou exekutivní funkce nejlépe zastoupené jako samostatný jev konceptualizovaný v efektivitě, s níž jednotlivci směřují k získávání poznatků, jakož i schopnost řešení problémů v devíti oblastech (pozornost, emoční regulace, flexibilita, inhibiční kontrola, iniciace, organizace, plánování, sebekontrola a pracovní paměť).

Nejčastěji je jako nejdůležitější charakteristika exekutivních funkcí uváděna definice Lezakové (Lezak, 2004), která zdůrazňuje význam zmíněných funkcí při realizaci cíleného, nezávislého a samostatného chování člověka. Její koncept má čtyři důležité složky: vůle, plánování, účelné jednání a úspěšný výkon. Vůle představuje povědomí o vlastní osobě, potřebách a přáních jedince, okolí a motivaci. Plánování obsahuje rozpoznání a uspořádání prvků pro dosažení nějakého cíle, zhodnocení alternativ a výběr jedné z nich, vytvoření plánu a zvládnutí vlastní impulzivity. Účelné jednání zahrnuje vlastní produktivitu a přehlížení

konkurenčních možností. Úspěšný výkon znamená schopnost kontroly kvality vlastního jednání.

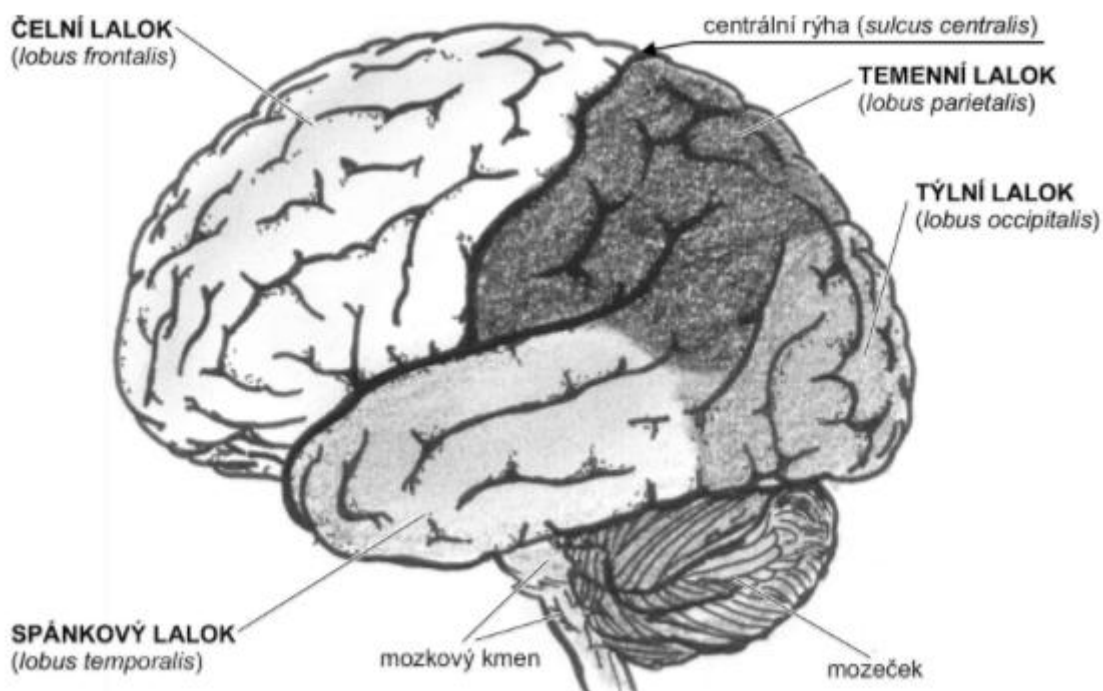
Problém odlišení exekutivních funkcí od jiných kognitivních procesů je stále aktuální. Jak podtrhává P. Rabbitt (in Alekseyev, Rupchev, 2010) jedním z problémů při vymezení diferenciačního kritéria je neexistence nějaké specifické formy chování, spojené vyložené s exekutivními funkcemi. Takový stav věcí je důsledkem zvláštní role výkonných funkcí, skutečnosti, že v podstatě to jsou procesy regulace (samoregulace) chování. Většina autorů je popisuje jako procesy vysoké úrovně, které mají za úkol organizaci jiných základních procesů. Takže na jedné straně tvoří samostatnou kategorii, na straně druhé jsou zahrnuty do mnoha forem chování, integrovaných do jiných psychických procesů.

R. Obereignerů (Kulišť'ak a kol., 2017) popisuje „chladnou“ a „horkou“ složku exekutivních funkcí. Jako „chladné“ označuje procesy, založené z velké míry na logickém podkladu, emoční kontext nehraje velkou roli: řešení problému, plánování, kognitivní flexibilita a schopnost vyrovnat se s novými informacemi. Za „horkou“ složku jsou považované procesy, které naopak aktivují emocionální doprovod. Jsou to: „regulace vlastního sociálního chování nebo provedení rozhodnutí pod vlivem osobní (emocionální) zkušenosti či na základě osobního výkladu, zkušenosti s odměnou či trestem“ (Kulišť'ak a kol., 2017, str. 175).

Jiným aspektem, na který je nutno brát zřetel při vymezení pojmu exekutivních funkcí, je popis specifčnosti situací, ve kterých se aktivují. Z toho pohledu se často setkáváme s rozdělením situací na rutinní (routine), dobře známé, standardní, běžné a nové (non-routine), složité, dynamicky se rozvíjející. Předpokládá se, že regulace činnosti v rutinních situacích je způsobena automatickými procesy na základě hotových schémat. Nepodporuje jedince k aktivním projevům řízení vlastního chování. Současně řešení nových neobvyklých situací vyžaduje větší aktivitu jedince v plánování a vědomé kontrole své činnosti a uskutečňuje se pomocí exekutivních funkcí (Stuss, Alexander, 2000). Je však třeba poznamenat, že řada autorů ukazuje na kombinaci obou procesů (Knight, Stuss, 2002). Z tohoto pohledu jsou exekutivní funkce zapojeny do regulace jak rutinních tak i nových forem chování, avšak v různé míře a v rozličných projevech. Regulace rutinních forem chování ve větší míře aktivuje funkce kontroly. Regulace chování v nových situacích zahrnuje široké spektrum exekutivních procesů, nejen kontrolu, ale, například, plánování činností.

1.1. Otázka lokalizace

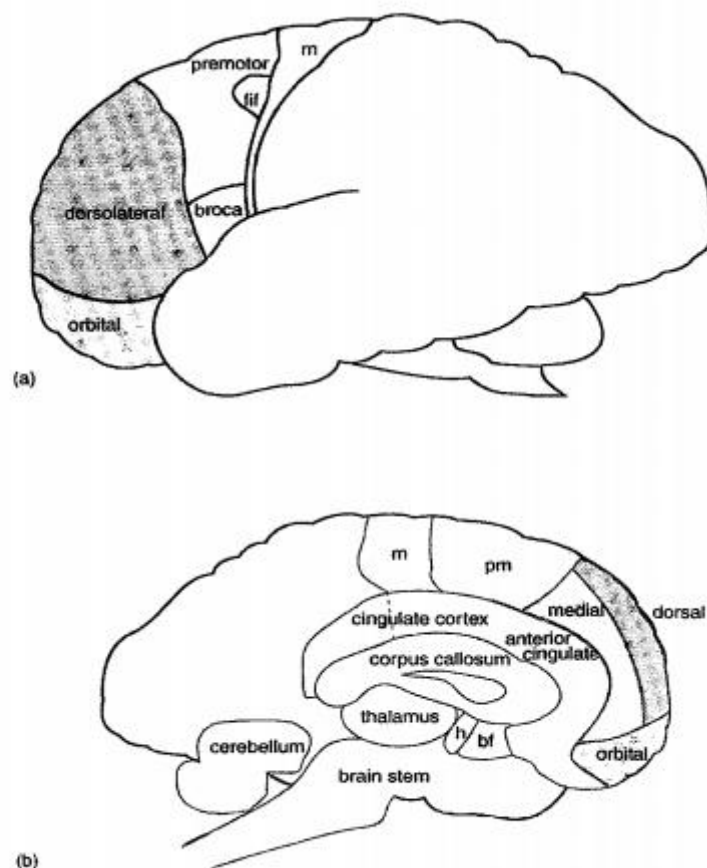
Jak je známo, frontální laloky jsou evolučně nejmladším oddílem mozkových hemisfér. Frontální laloky (Brodmannovy oblasti 8, 9, 10, 11, 12, 44, 45, 46 a 47) jsou součástí neokortexu. Anatomicky se nacházejí před centrální (Rolandovou) rýhou a od spánkového laloku jsou odděleny postranní (Sylviovou) rýhou (Klucká, 2011). Zahrnují tři hlavní oblasti: motorickou, premotorickou a prefrontální. Frontální laloky, a zejména prefrontální kůra, jsou považovány za sídlo exekutivních funkcí.



Obr. 1: Frontální lalok. (Orel, 2015, s. 112)

Prefrontální kůra, sotva označená u vyšších obratlovců, se významně zvětšuje u primátů, u člověka tvoří téměř třetinu celého kortexu. Prefrontální oblast se sestává z buněk vrchní asociační vrstvy kůry, které mají bohaté spojení jak s horními částmi mozkového kmene a s thalamem, tak i se všemi ostatními zónami kůry. Tím pádem je prefrontální kůra nadřazena nejen sekundárním částem motorické oblasti, ale ve skutečnosti všem ostatním formacím mozku. To zajišťuje obousměrné spojení mezi prefrontální kůrou se strukturami retikulární formace, modelujícími tonus kůry, a těmi strukturami druhého bloku mozku (Luria označoval za tento blok konvekstiální oddíly neokortexu, zahrnující aparáty okcipitální, temporální a parietální oblasti), které poskytují získání, zpracování a uchování

exteroceptivních informací, což umožňuje čelním lalokům regulovat celkový stav mozkové kůry a průběh základních forem psychické činnosti (Luria, 2003). Prefrontální kůru lze rozdělit na čtyři hlavní oblasti, které se liší dle psychických funkcí a behaviorálních projevů: orbitální, mediální, dorzolaterální a frontopolární (Orel, 2015). Orbitofrontální kůra hraje klíčovou roli při kontrole sociálního chování, zodpovídá také za chování řízené odměnou a hodnocení subjektivní emocionální zkušenosti. Poškození v této oblasti mohou vyvolat impulzivitu, agresivní projevy a antisociální chování (Alvarez, Emory, 2006). Mediální oblast je spojená s emocemi, motivací a drivem. Léze v této oblasti mohou vést k apatickému chování a také ke snížení potřeby jídla, pití, motivace k profesním a sociálním činnostem a sexuálnímu chování (Siddiqui, Chatterjee, Kumar, 2008). Dorzolaterální oblast odpovídá za operativní zpracování informace pro široké spektrum kognitivních funkcí, zahrnujících řečovou plynulost, plánování, pracovní paměť, organizaci, řešení problémů a myšlení. R. Obereignerů (Kulišťák a kol., 2017, s. 183) uvádí, že „K funkci DLPC (dorsolateral prefrontal cortex – dorzolaterální prefrontální kůra) je v největší míře vázán konstrukt exekutivních funkcí. Dochází zde k integraci sensorických informací, generování široké palety možných odpovědí v reakci na měnící se vnější podmínky, také je vybírána nejvhodnější a pravděpodobně nejúčinnější odpověď, dochází zde k udržování mentálního nastavení, sekvenčnímu řazení dat, průběžnému hodnocení výkonu a také rozhodnutí o změnách aktuálně používaných strategií, pokud ty stávající se jeví jako neúčinné“. Frontopolární obvod byl popsán v nedávné době, také se podílí na exekutivních funkcích „držení se hlavního cíle“ a na celkovém utváření osobnosti (Orel, 2015). Frontopolární obvod zaujímá hierarchickou pozici ve vztahu k ostatním částem prefrontální kůry. Koechlin a Hyafil předpokládají, že hlavní funkcí frontopolární oblasti kůry je zajištění procesů kognitivního větvení. Kognitivní větvení umožňuje dříve prováděným úkolům zůstat v čekacím a nedokončeném stavu pro jejich následné zapojení a řízení po dokončení kognitivních úkolů, zpracovávaných v současné době. Naše komplexní chování a mentální činnost vyžadují souběžné plnění mnoha úkolů a předpokládá se, že přední prefrontální kůra může plnit generalizovanou funkci v organizaci současného zpracování mnoha kognitivních operací a úkolů (Koechlin, Hyafil, 2007).



Obr. 2: Rozdělení prefrontální oblasti. (Andrewes, 2002, s. 87)

Ohledně hypotézy o regulaci exekutivních funkcí prefrontálními oblastmi kůry pořád není shoda. Vědci se po dlouhou dobu zabývají hledáním souvislostí mezi lézemi v této oblasti a změnami v různých psychických projevech. Nicméně někteří autoři tvrdí, že podobné výzkumy neukazují na specifitu měření, ale spíš na senzitivitu. Což znamená, že správné fungování exekutivních funkcí vyžaduje integritu jak frontálních, tak i ostatních částí mozku (Alvarez, Emory, 2006). Dalším důležitým aspektem je použití pojmů „exekutivní funkce“ a „prefrontální funkce“. Řada autorů varuje před synonymičností v použití těchto pojmů (Stuss, 2007; Stuss, Alexander, 2000). Nejčastěji se uvádějí dva argumenty. První, jak jsem již naznačila, poukazuje na celistvost pojmu exekutivní funkce, který obsahuje nejen funkce prefrontální. Druhý argument je spojen s vymezením procesů, patřících k funkcím frontálních laloků, ale nezahrnutých do konceptů exekutivních funkcí. Čtyřsložkový model procesů frontálních laloků představuje ve své práci D. Stuss (Stuss, 2007). Podle něho exekutivní funkce jsou jen jedním z komplexů funkcí, vykonávaných frontálními laloky, zároveň s regulací stavu aktivace, emocionálního chování a metakognitivní regulací.

Mezi procesy zapojené do exekutivních funkcí patří, mimo jiné, pracovní paměť, pozornost, kognitivní flexibilita a kontrola impulzů. Složitě cílevědomé chování je z velké části zprostředkováno prefrontální kůrou a modulováno dopaminergním, noradrenergním, serotoninergním a cholinergním systémem. Schopnost těchto neurotransmiterních systémů modulovat exekutivní funkce umožňuje přizpůsobení kognitivního chování v reakci na změny prostředí. Vzhledem k významné roli, kterou tyto systémy neurotransmiterů hrají při regulaci exekutivních funkcí, mohou změny v těchto systémech mít také vážný dopad na exekutivní funkce a celkové chování jedince. Navíc polymorfizmy v genech asociovaných s těmito neurotransmitery jsou spojeny s fenotypovými rozdíly v exekutivních funkcích (Logue, Gould, 2014).

1.2. Vývoj exekutivních funkcí

Při vymezení pojmů a lokalizaci exekutivních funkcí bych ráda nahlédla na evoluci a ukázala vývoj vyšších struktur lidského mozku a s tím spojených exekutivních funkcí. S postupem evoluce vyšších obratlovců vzrůstá význam korkových aparátů mozku. Na etapě člověka v kombinaci přirozených podmínek prostředí s podmínkami sociálně-historickými a za vzniku jazyka, korové aparáty dosahují tak vysoké úrovně vývoje, že dokážou zabezpečit formy chování, které nemají analogii u žádného živočicha na světě. Je jasné, že obě hemisféry velkého mozku a kůra se stávají u člověka nejdůležitějším aparátem regulace chování (Luria, 2003).

V průběhu evoluce se prefrontální kůra vyvíjela nepoměrně více, než ostatní části mozku. Jak píše Fuster (2002), různé části prefrontální kůry se nevyvinuly současně. Předpokládá, že: „laterální prefrontální oblasti vznikly později než ostatní prefrontální oblasti. Pozdější vývoj těchto oblastí je ve shodě s pozdním a výjimečným vývojem vyšších kognitivních funkcí (např. jazyka) u vyšších druhů, zvláště pak u člověka“ (2002, s. 376).

Z počátku neuropsychologie považovala frontální laloky za „funkčně němé“ až do dvacátého roku života (Klucká, 2011). V současnosti víme, že exekutivní funkce prochází vývojem od samého útlého dětství. Kognitivní vývoj dětí a adolescentů je spojen s vývojem frontální kůry. Změny v mozku obvykle sledují cyklus charakterizovaný obdobími aktivního vývoje a následujícími statickými obdobími. Tento cyklus probíhá od dětství až po mladou dospělost a je někdy označen jako vývojové „vzestupy a pády“. Jako příklad může sloužit

Brodmannová obl. 10, která demonstruje jednu z nejvyšších rychlostí mozkového růstu mezi 5 a 11 rokem (Goldstein, Naglieri, 2014). Během dospívání dochází k určitým změnám neurální architektury, nejvíce pozoruhodně kolem počátku puberty. V průběhu adolescence a ranní dospělosti dochází ke snížení hustoty šedé hmoty v senzomotorické oblasti, které se šíří v průběhu pozdní adolescence do kortikálních oblastí „vyššího řádu“ včetně dorzolaterální prefrontální kůry. Jedna studie ukázala (in Goldstein, Naglieri, 2014), že frontální kortikální ztenčení souvisí se zvýšenou schopností uchovávat a získávat slovní a prostorové informace. Vývoj exekutivních funkcí také navazuje na vývojovou trajektorii, která začíná v dětství. Od tohoto okamžiku existují několik kritických období během raného dětství, dospívání a mladé dospělosti. Zdá se, že vývoj EF postupuje dle stejného vzoru „vzestupů a pádů“, jako u vývoje mozku. Hunter, Edidin a Hinkle (2012) poskytují důkladný přehled vývoje exekutivních funkcí v průběhu času, přičemž je třeba vzít na vědomí potenciální dopad vývojových vad, zdravotních postižení a psychopatologie. U kojenců a dětí předškolního věku má interakce s pečující osobou a okolním prostředím primární vliv na vývoj exekutivních funkcí. Interakce se stávají složitějšími kvůli rozvoji jazykových schopností a sociálního chování. Pozornost, kontrola impulzů, samoregulace a pracovní paměť jsou primárními dovednostmi vyvinutými během tohoto období. Ve stejné době se začínají objevovat dovednosti pro řešení problémů. V průběhu dětství se k exekutivním funkcím přidávají inhibice, přesouvání mentálního nastavení (schopnost set-shifting) a kognitivní flexibilita. Během raného dětství dochází ke zlepšení inhibice, pracovní paměti, verbální plynulosti a plánovacích schopností, což pomáhá připravit předškoláky na aktivní učení a pokročilejší akademické úkoly. Chtějí-li být děti úspěšné ve škole, musejí se zapojit do odpovídajícího chování v rámci školního prostředí, stejně jako být schopni řešit problémy, dobře spolupracovat s ostatními dětmi a postupovat dle pokynů dospělých. Také musejí být schopné integrovat své exekutivní funkce ke splnění zvyšujících se akademických požadavků. Předpokládá se, že k momentu, když děti dosahují dospívání, mají rozvinuté EF potřebné k tomu, aby byly úspěšné ve školním prostředí, nicméně schopnost ukázat tyto dovednosti je často nekonzistentní během tohoto období. Výzkumy, zabývající se exekutivními funkcemi, prokázaly, že takové schopnosti jako inhibiční kontrola, rychlost zpracování, pracovní paměť a rozhodování se i nadále rozvíjí v dospívání. Studie výkonů adolescentů ve věku 11-17 let, prováděná skupinou vědců z Austrálie v r. 2001 (in Goldstein, Naglieri, 2014), prokázala zlepšení výkonu v některých úlohách, zaměřených na selektivní pozornost, pracovní paměť, a řešení problémů; zlepšení ale nebylo zaznamenáno ve všech hodnocených konstruktech. Tyto studie naznačují, že výkon v úkolech, vyžadujících zapojení různých aspektů EF, je

spojen s neurobiologickými procesy prořezávání a myelinizace frontální kůry, ke kterým dochází během dospívání. Proto je také pravděpodobné, že různé aspekty exekutivních funkcí se mohou vyvíjet podle různých vývojových trajektorií. Předpokládá se, že EF nejsou plně rozvinuty až do mladé dospělosti, což naznačuje pokračující narůst bílé mozkové hmoty v důsledku myelinizace. K funkčnímu dozrání prefrontální kůry dochází mezi osmnáctým a dvacátým rokem života, což je také spojeno s dozráváním morálky, empatie, s respektováním společenských norem a života společnosti celku (Orel, 2015). Pracovní paměť, kognitivní flexibilita, plánování a schopnost řešení problémů také dosahují svého vývojového vrcholu v tomto období.

1.3. Vztah exekutivních funkcí s pamětí a pozorností

Koncept exekutivních funkcí zahrnuje, mimo jiné, pozornost a paměť. Právě s dozráváním těchto kognitivních schopností je spojen v první řadě. Pokud trochu nahlédneme do historie, zjistíme, že v r. 1953 britský psycholog Donald Broadbent popsal rozdíl mezi automatickými a kontrolovanými procesy. Tento rozdíl byl dále rozpracován Shifrinem a Schneiderem. Tito autoři představili pojem selektivní pozornost, se kterým EF úzce souvisí. V roce 1975 psycholog Michael Posner vytvořil termín "kognitivní kontrola" v kapitole pod názvem "Pozor a kognitivní kontrola". Posner předpokládal, že existuje samostatná exekutivní jednotka pozorovacího systému, zodpovědná za soustředění pozornosti na vybrané podněty. Alan Baddeley navrhl podobný systém jako součást svého modelu pracovní paměti, který argumentoval tím, že musí existovat složka pod názvem "exekutivní centrála", umožňující manipulaci s informacemi v krátkodobé paměti. Shallice v r. 1988 také vyslovil předpoklad, že pozornost je regulována systémem dohledu, který může překonat automatické reakce ve prospěch organizovaného chování na základě plánů nebo záměrů (in Goldstein, Naglieri, 2014). Společně s Normanem uvádí pět typů situací, ve kterých by automatické reakce nebyly účinné pro dosažení optimálního výkonu (in Kulišťák a kol., 2017):

- situace spojené s rozhodováním a plánováním;
- situace zahrnující opravy chyb a odstraňování problémů;
- situace zahrnující nové sekvence akcí;
- situace, ve kterých se očekává nebezpečí;
- situace, které vyžadují kontrolu impulzů nebo překonání silných návyků.

Andrewes (2002) považuje pozornost za jednu z nejproměnlivějších a všudypřítomných prvků kognice. Je podřízena vnímání, paměti a řeči. Účelem pozornosti je integrace a

organizace těchto procesů. Kvalita pozornostních funkcí zajišťuje kvalitu informačního zpracování. A proto se pozornost z velké části teoreticky, ale i klinicky překrývá se smyslovým vnímáním, informačním zpracováním, pracovní pamětí a dalšími exekutivními procesy (Kulišťak a kol., 2017).

Paměť hraje klíčovou roli v kognitivních funkcích. Je nezbytná pro naši orientaci osobou, místem a časem. Pomocí paměti jsme schopni vnímat minulost, přítomnost a budoucnost, máme pocit kontinuity v čase. Pro koncept exekutivních funkcí je nejvíce důležitá krátkodobá (pracovní) paměť a dlouhodobá deklarativní paměť. Dle Baddeleye (1992) je pracovní paměť mozkovým systémem, který poskytuje dočasné úložiště a manipulaci s informacemi, které jsou nezbytné pro jazykové porozumění, učení a zdůvodnění. Některé konstrukty pracovní paměti, které byly zkoumány pomocí zobrazovacích metod, zahrnují výběr reprezentované položky, selekci a aktualizaci, aktualizaci obsahu paměti, nácvik a zvládnání rušivých podnětů. Výzkumy ukázaly, že zvýšená mozková aktivace v prefrontální kůře je spojena se zvýšenými nároky na pracovní paměť (Goldstein, Naglieri, 2014). Deklarativní paměť uchovává vzpomínky a faktické znalosti. Základem deklarativní paměti je učení, u kterého je potřeba vynaložit volné úsilí a pozornost. Na rozdíl od toho je implicitní (nedeklarativní) paměť založená na vlivu předchozí zkušenosti a ne vždy požaduje vynaložení pozornostního úsilí. Výzkumem deklarativní paměti při získání rekurzivní strategie řešení problému se zabývali Yaoda Xu a Suzanne Corkinová (in Kulišťak a kol., 2017). K výzkumu využili Hanojskou věž, jejíž řešení je založeno na rekurzivní strategii. Přispěli k závěru, že role deklarativní paměti je pro získání rekurzivní strategie nezbytná a tak je důležitá pro exekutivní procesy.

1.4. Modely exekutivních funkcí

V současné době existuje několik různých modelů exekutivních funkcí, které se pokoušejí vysvětlit mechanismus fungování EF. Jednoduše řečeno, teoretické modely EF jsou velmi kontroverzní. Jak řekl jeden neuropsycholog, jméno autora nechtěli zveřejnit (Goldstein, Naglieri, 2014, s. 99): „Jediná věc, ve které se neuropsychologové mohou dohodnout ohledně EF, je to, že se nemohou dohodnout ohledně EF“. Jak podtrhávají Goldstein a Naglieri, teorie exekutivních funkcí, je jako zubní kartáček, zdá se, že každý chce mít svůj vlastní. Zde uvádím nejčastěji zmiňované koncepty: model Normana a Shallice, Grafmanův model, Dūnkanův model, model centrální exekutivy (neboli model pracovní paměti) a Banichové model kaskády kontroly.

1.4.1. Model Normana a Shallice

První verzi tohoto modelu Shallice uvedl ve své práci „Specifické poruchy plánování“ (Shallice, Burgess, 1996). Jedním z klíčových pojmů v tomto modelu je pojetí schémat. Schémata zajišťují regulaci chování na operační úrovni. Schémata jsou hierarchicky uspořádaná, orientovaná na cíl a často se opakující. Regulují určité naučené chování jako je např. příprava snídaně. Vnější stimuly čili „triggery“ mohou ovlivnit činnost schémat. Při účelném a na cíl orientovaném jednání je nutné vybírat schémata vhodná k dané konkrétní situaci. Pro situaci volby autoři uvádí dva komplementární, kvalitativně odlišné mechanismy. První z nich je „tvorba pořadí akcí“ (contention scheduling). Zahrnuje selekci vhodného schématu dle nejsilnějšího středového triggeru (nejdůležitějšího stimulu). Tak se realizují automatické, dobře naučené a jednoduché akty. Automaticky se vytváří správné pořadí akcí, jejichž souběžný průběh by jinak byl konfliktní. Tento systém pracuje rychle, ale není dostačující pro objasnění komplexnějších forem cíleného chování. Tady vstupuje druhý mechanismus selekcí – „supervizorní pozornostní systém“ neboli „systém dohledů“ (supervisory attentional systém - SAS), o kterém jsem již zmínila v kapitole o vztahu EF s pamětí a pozorností. Ten mechanismus umožňuje vědomou kontrolu chování. Aktivuje se v nových situacích, pro řešení kterých již existující schémata nejsou dostačující. Mezi úkoly tohoto systému patří: vypracování nových programů z existujících schémat za dosažením výsledků, zahájení cíleného jednání v nepřítomnosti středového triggeru, kontrola provedení a korekce chyb. Ten systém je flexibilní, ale pomalý. Za centrální součást SAS autoři považují proces zvládnutí nové situace jedincem. Ten proces se uskutečňuje ve třech etapách. První je vytvoření nového dočasného schématu (proces tvorby pořadí akcí). Druhá etapa zaznamenává přechod schémat do pracovní paměti. Třetí finální fáze je spojena s realizací programu v akcích a hodnocení jejich účinnosti. Procesy, obsluhující druhý a třetí stupeň, jsou stejné ve všech případech. V druhé fázi se aktivují procesy pracovní paměti, které musí uchovávat schémata. Ve třetí etapě v případě poruchy nebo ukončení činnosti fungují procesy kontroly a odpojení schémat. Složení prvního stupně je variabilní. Záleží na způsobu vypracování jedincem nového dočasného schématu. Schéma může být vytvořeno spontánním uchopením situace nebo v důsledku aktivních pokusů o řešení. Tak soubor procesů zapojených do mechanismu řešení úkolu bude záležet na způsobu plánování řešení.

1.4.2. Grafmanův model

Centrálním bodem Grafmanova modelu je existence jednoduchých jednotek poznání, které představují určitý jediný informační soubor, jako je např. slovo, tvar, barva atd. (in Orel, Procházka, 2017). Na rozdíl od teorie Shallice a Normana Grafman považuje za příčinu poškození schopnosti plánování a chování narušení reprezentace schémat (in Klucká, 2011). V průběhu evoluce jednotky představovaly pouze jediný znak podnětu. Přičemž tato reprezentace mohla být vyvolána pouze na krátkou dobu. V evolučně složitějších mozcích jednotky začaly prezentovat série událostí a mohly být aktivovány na delší dobu. Jednotky poznání se začaly ukládat ve složené podobě do tzv. komplexu uspořádané události. Nejvyšším typem tohoto komplexu je manažerská jednotka poznání. Zodpovídá za práci s poznáním, plánováním a sociálním chováním (in Kulišťák a kol., 2017). Manažerské jednotky lze představit jako „strukturovanou množinu různých událostí fungujících v reálném čase, které jsou uloženy v paměti v podobě scén v představách, výroků (lingvistických či propozičních). Představují tedy podklad pro mentální soubory, akce, schémata a reprezentaci pro plány“ (in Orel, Procházka, 2017, s. 136).

1.4.3. Duncanův model

Jednou z nerozšířených teorií exekutivních funkcí je teorie „g“ Duncana (Duncan in Duncan et al., 1996). Vychází ze Spearmanovy teorie obecné inteligence. Dle této teorie jsou exekutivní funkce přirovnány k „g-faktoru“, který se projevuje v úspěšném zvládnání různých kognitivních úkolů. Lidské chování je zaměřeno na cíl a při cílevědomém jednání dochází k aktivaci čelních laloků. Dle autorů příklady pacientů s lézí ve frontálních lalocích svědčí ve prospěch této teorie, protože u těchto pacientů je možné sledovat efekt zvaný "opomíjení cíle" (goal neglect). Goal neglect se operacionalizuje jako nesplnění úkolu i přesto, že byl pochopen a zapamatován. Kromě toho lidé s poškozením v oblasti čelních laloků také velmi často dosahují nízkých výsledků v testech fluidní inteligence. Duncan uvádí, že testy fluidní inteligence vysoce korelují s g - faktorem. Podle jeho názoru je fluidní inteligence nejlepším prediktorem fungování exekutivních funkcí, protože vychází z integrity frontálních laloků.

1.4.4. Model centrální exekutivy

Centrální exekutiva patří do Baddeleyova modelu pracovní paměti. Tento model vychází z předpokladu, že pracovní paměť sestává z několika částí (in Sternberg, 2009):

1. vizuospaciálního (vizuoprostorového) náčrtníku, který uchovává některé vizuální obrazy. Jeho činnost je řízená kůrou temenních a čelních laloků a také zrakovou kůrou laloků týlních. Vizuoprostorový náčrtník si můžeme představit jako vnitřní projekční plátno, zachycující vizuoprostorové informace (in Kulišť'ak a kol., 2017);
2. fonologické smyčky, která přehrává řečovou a neřečovou informaci. Týká se to jak akustického opakování (bez něhož asi po dvou sekundách se akustická informace ztrácí), tak i porozumění významu slov. Činnost fonologicko-artikulační smyčky souvisí s aktivací levostranné kůry v oblasti Sylviovy rýhy, aktivací Brocovy oblasti a levostranné premotorické kůry, což je prokázáno zobrazovacími metodami (in Orel, Procházka, 2017, s. 136). Smyčka se skládá ze dvou složek: fonologického skladu spojeného s percepcí řeči a artikulačního kontrolního procesu spojeného s řečovou produkcí, přípravou a opakováním slyšeného (in Kulišť'ak a kol., 2017);
3. centrální výkonné složky (exekutivy), která koordinuje mechanismy pozornosti a řízení odpovědí. Je klíčovým prvkem popisovaného modelu. Řídí, monitoruje a případně zasahuje do fungování podřízených systémů (vizuospaciálního náčrtníku a fonologické smyčky), aby v nich se nacházející psychické obsahy mohly přecházet obousměrně mezi dlouhodobou a krátkodobou pamětí. Na její činnosti se významně podílí dorzolaterální a přední části prefrontální kůry (in Kulišť'ak a kol., 2017).

Autoři tohoto modelu se rozhodli ověřit svou teorii na studiu pacientů s Alzheimerovou chorobou. Zkoumaným osobám byly předloženy dvě úlohy: motoricky pohybová a verbální, spočívající se v zopakování slyšených slov. Jednotlivě prováděná úloha nevyvolávala u pacientů potíže. Ke zhoršení ale docházelo, když měli provádět oba úkoly najednou. Z tohoto pokusu Baddeley a Hitch usoudili, že schopnost koordinovat dvě a více úloh je jedním ze znaku centrální exekutivy (in Klucká, 2011).

1.4.5. Banichové model kaskády kontroly

Tento model je nejmladší ze všech výše popsaných a je založen na předpokladu, že exekutivní funkce zahrnují postupnou kaskádu výběru procesů pro dosažení cíle, které se

realizují na různých oblastech prefrontální kůry. Zadní oblasti dorzolaterální prefrontální kůry začínají reagovat jako první. Pomocí mechanismu pozornosti „shora-dolů“ aktivují příslušné oblasti mozku, další oblasti kůry určují, jaké informace jsou nutné pro odpovídající reakci. Nakonec zadní dorzální cingulát může sloužit jako „chytač“ všech problémů spojených s výběrem procesů v tomto modelu (Banich, 2009).

1.5. Deficit exekutivních funkcí

V literatuře se často setkáváme s přirovnáváním frontálního syndromu k dysexekutivnímu syndromu. Termíny exekutivní funkce a dysexekutivní syndrom by měly být přednostně používány před označením frontální funkce nebo frontální lalok (Kulišťak a kol., 2017). Exekutivní funkce (čili disfunkce) se určitě překrývají s lézemi čelního laloku, poškození čelních laloků s ohledem na jejich bohaté spojení s ostatními částmi mozku rozsáhle ovlivňuje činnost celého mozku. Současně léze v jiných oblastech mozku než v čelním laloku může také způsobit zhoršení exekutivního fungování (Goldstein, Naglieri, 2014). Například můžeme sledovat projevy poruch EF při narušení hlubokých mozkových struktur (striatum, thalamus).

Frontální syndrom a jeho varianty popsal již Luria (2003, s. 349): „Neschopnost se soustředit na určitý úkol a potlačit reakce na jakékoli okolní podněty je již zřejmá při rutinních klinických pozorováních pacientů s masivními lézemi frontálních laloků. (...) Zvýšené rozptylování pozornosti pacienta s masivní lézí čelních laloků se stává zdrojem hlubokého porušování jeho účelového jednání“ (překlad autora). Ve své práci Luria rozlišoval symptomy při poškození různých oblastí čelního laloku. Poškození bazálních (orbitálních) a mediálních částí frontálních laloků se projevuje v celkovém odtlumení, emočních změnách a narušení osobnosti. Poškozen bývá i čich. Základním symptomem léze mediálních částí čelních laloků je porucha selektivity psychických procesů, která se vyznačuje ztrátou orientace v prostředí, sníženou kritičností a výskytem konfabulace. Obvykle bývá narušena i paměť. Léze konvexní části levého frontálního laloku je spojena s poruchou řeči, která se projevuje patologickou inertností řečového projevu a ztrátou řečové spontaneity. Poškození premotorické a prefrontální oblasti konvexní části frontálních laloků vede k výrazným poruchám organizace pohybu a činnosti, dochází k rozpadu pohybových programů a poruchám kontroly chování člověka (2003, s. 255): „jeden z pacientů uviděl tlačítko zvonku, sáhl po něm a stiskl, a když sestra přišla k volání, nedokázal vysvětlit, proč ji zavola. Další pacient, který měl dovoleno opustit doktorskou kancelář po vyšetření, spatřil otevřené dveře skříně a... vstoupil do skříně. (...) Podobné porušení programu činností je často pozorováno v

náročnějších životních situacích. Například pacient s výrazným frontálním syndromem po propuštění z nemocnice vyjádřil touhu jít domů, ale předtím, než dojel do svého města, vystoupil na jiné stanici spolu se svým společníkem a nechal se zaměstnat v opravně obuvi“ (překlad autora).

Poruchy exekutivních funkcí mohou mít skoro katastrofický následek pro běžný život jedince. Zasahuje to do všech oblastí sociálního světa: sociální začlenění, práce, škola, vztahy, osobní odpovědnost...

V roce 2010 skupina francouzských výzkumníků the Groupe de Re'flexion pour l'Evaluation des Fonctions EXe'cutives (GREFEX) nabídla diagnostické kritéria dysexekutivního syndromu. Po komplexním přehledu studií vztahujících se k behaviorálním (tj. změny pozorované klinicky nebo pomocí inventářů chování) a kognitivním (tj. deficity pozorované v testech) změnám vyskytujícím se u hlavních onemocnění, byly vybrány společné rysy dysexekutivních poruch. Poruchy v chování obsahují globální hypoaktivitu s apatií a/nebo sabulií, globální hyperaktivitu s roztržitostí a/nebo psychomotorickým neklidem, stereotypní a perseverující jednání, závislost na okolním prostředí (imitace a utilizační chování). Podpurný deficit se objevuje u poruch emoční kontroly (apatie, euforie, moria, emoční labilita), poruch sociálního chování, poruch sexuálních, příjmu potravy a vylučování. Vyskytují se také spontánní konfabulace, reduplikativní paramnézie a anozognózie. Ke kognitivním poruchám patří inhibice v reakcích, dedukce a generace pravidel, udržování a přesun „myšlenkových setů“ (schopnost Set-Shifting) a generování informací (plynulost úkolů). Podpurný deficit vzniká při plánování, zahájení reakcí a udržování pozornosti, koordinaci několika úkolů najednou, v strategických procesech epizodické paměti (vyhledávání a selekce vzpomínek) a v teorii mysli a metakognitivních procesech (Godefroy et al., 2010, s. 856).

Podíváme se blíže na některé kognitivní poruchy zahrnuté do dysexekutivního syndromu.

1.5.1. Kognitivní flexibilita a přesun „myšlenkových setů“

Charakteristickým znakem poškození čelních laloků je selhání v přizpůsobení vlastního chování k novým neobvyklým situacím. To může souviset s chybným rozhodnutím a dysfunkcí spočívající se v tom, jak důsledky minulých rozhodnutí ovlivňují současné chování. Orbitofrontální kůra (OFC) je zapojena do rozhodovacího procesu, a poškození OFC může ovlivnit schopnost posoudit sílu odměny spojené s výsledkem. Deficity v této oblasti

mohou mít devastující dopad na běžný život jedince. OFC je součástí ventromediální prefrontální kůry (VMF) a má rozsáhlé spojení s limbickým systémem (včetně amygdaly), cingulárním gyrem a hippocampem (Hanna-Pladdy, 2007). Je několik studií, které se zabývají úlohou VMF v emocionálně řízeném rozhodování, jako například gambling (Bechara a kol., 1999). V této studii byl gambling použit za účelem přiblížení se k rozhodnutím v reálném životě v podmínkách nejistoty, odměny a trestu. Poškození VMF bylo spojeno s významnou emocionální dysfunkcí a poruchami chování v každodenním životě. K posouzení kognitivní flexibility se používá Wisconsinský test třídění karet a Go-No Go úlohy. Na schopnost přesunu „myšlenkových setů“ je zaměřen Test cesty část B (Hanna-Pladdy, 2007; Kulišťák a kol., 2017).

1.5.2. Inhibice reakcí

Dalším dobře známým deficitem osob s lézí frontálního laloku je selhání v inhibici reakcí, neodpovídajících podnětům z prostředí, nebo selhání v úspěšném dosažení cíle. Předpokládá se, že selhání v inhibici neúspěšných behaviorálních reakcí souvisí s neschopností se poučit za stejných a opakujících se situací. Problém s potlačením nevhodného chování může být nejlépe hodnocen prostřednictvím pozorování během klinického vyšetření a rozhovoru s rodinnými příslušníky. Je často prezentován jako impulzivní chování, které může mít vliv na široký rozsah každodenních aktivit s významným dopadem na efektivní fungování v běžném životě.

Na základě klinických pozorování lézí v orbitofrontální a mediální části frontálních laloků (tj. části čelního laloku obsahující paralimbickou kůru) jsou spojeny s desinhibicí chování a špatnou emoční regulací. OFC a cingulární gyrus mají vzájemné propojení s limbickým systémem a spolupracují na regulaci emočních reakcí a zkušeností. Poruchy obou emočních systémů a nedostatek kontroly vlastního chování souvisí s nevhodnými interakcemi s neznámými osobami u orbitofrontálních pacientů. K posouzení schopnosti inhibice reakcí se používá Stroopův Color Word test a Go-No Go úlohy (Hanna-Pladdy, 2007).

1.5.3. Plánování

Plánování zahrnuje identifikace a organizace nezbytných kroků k dosažení cíle. Tyto kroky mohou zahrnovat schopnost konceptualizace (pohled dopředu), objektivní pohled na sebe sama a okolí, vytvoření alternativ, rozhodování a zvážení postupnosti a hierarchie kroků. V

kterékoliv z těchto fází může dojít k selhání a potlačení dosažení cíle. Poškození dorzolaterální prefrontální kůry (DLPFC) je spojeno s narušením plánování a generací hypotéz (Hanna-Pladdy, 2007). Ve prospěch této skutečnosti nasvědčují výzkumy Unterrainera a kol. z roku 2004 (in Goldstein, Naglieri, 2014). Pomocí fMRI hodnotili výkon vysokoškolských studentů na počítačové verzi testu Londýnské věže, který je zaměřen na schopnosti plánování. Jednotlivci klasifikováni jako "lepší řešitelé problémů" na základě celkového výkonu demonstrovali zvýšenou aktivaci pravé části DLPFC, pravé superiorní temporální oblasti a pravé dolní parietální oblasti v porovnání s těmi, kteří byli klasifikováni jako "horší řešitelé problémů". Podobně, v celém rozsahu vzorku, byl lepší výkon ve fázi plánování testu Londýnské věže spojen se zvýšenou aktivací DLPFC. Někteří výzkumníci rozlišují mezi plánovacím deficitem měřeným standardními testy a plánováním potřebným k úspěšnému dokončení úkolu v každodenních běžných aktivitách. Každodenní činnost vyžaduje navíc k exekutivním funkcím také koordinaci více kognitivních a behaviorálních regulačních systémů (Hanna-Pladdy, 2007). Kromě testů Londýnské, Hanojské a Torontské věže je na schopnost plánování taky zaměřen Perceptual Maze Test, Reyova-Osterriethova komplexní figura, Řazení obrázků ve Wechsleru a Test hledání klíče z BADS (Hanna-Pladdy, 2007; Kulišť'ak a kol., 2017; Chamberlain, 2003).

1.5.4. Zahájení jednání

Snížené schopnosti nebo latence v zahájení jednání mohou změnit produktivitu jednotlivce v různých oblastech. Zpomalené nebo nesprávné reakce mohou nastat v rámci mnoha kognitivních a behaviorálních domén a mohou být patrné z rodinných zpráv o selhání pacienta v zahájení premorbidní aktivity (Hanna-Pladdy, 2007).

U mírné poruchy iniciace chování pacienti sice mají problém s nedostatkem iniciativity, ale jsou schopni plnit každodenní úkoly, hlavně je-li ta činnost jim dobře známá, organizována nebo řízena jinou osobou. Pacienti s větším postižením zvládají péči o vlastní osobu a jsou schopni jednoduché domácí práce. Pro běžného pozorovatele se zdají být líní. Mohou velmi dobře popsat, co budou dělat, ale nemohou zahájit samotné jednání. Extrémní formou je patologická setrvačnost, kdy pacienti správně odpovídají na úkoly, ale nejsou schopni je vykonat (Klucká, 2011). Hanna-Pladdy také upozorňuje, že je důležité nezaměňovat selhání v zahájení činnosti související s dysexekutivním syndromem za pokles aktivity a nedostatečnou angažovanost při klinické depresi. K měření schopnosti zahájení jednání se používají například Testy verbální fluence (Hanna-Pladdy, 2007).

1.5.5. Sekvenční řízení a perseverující jednání

Vztah mezi motorickou regulací a sekvenčním řízením byl dlouho považován za funkci čelního laloku. Alexander Luria byl první, kdo použil sekvenční řízení při neuropsychologickém hodnocení integrity čelních laloků. Luria nabídl jednoduchou zkoušku (2003), při které se pacientu s poškozením čelního laloku zadávají určité sekvence pohybů. Například v reakci na jedno klepnutí má pacient zvednout pravou ruku, v reakci na dvě klepnutí musí zvednout ruku levou. Obvykle začíná správně plnit zadaný program. Nicméně pokud jsou mu oba signály několikrát předkládány v zadaném pořadí, a pak se pořadí mění, postižený není schopen zaregistrovat změnu a pokračuje v stereotypním plnění dříve zadaného programu. V daném případě dochází ke ztrátě kontroly nad sekvenčním řízením a pokračování ve stereotypním perseverujícím jednání. Významnou vlastností je také absence náhledu na vlastní selhání při zachování schopnosti rozlišovat analogické selhání u jiných osob.

Existuje předpoklad, že levé čelní léze vyvolávají větší počet chyb v sekvenčním řízení a perseveracích. Nicméně defekty sekvenčního nebo pořadového řízení se mohou objevit v jiných oblastech, jako je např. vizuospeciální (testy na uspořádání obrázků). Sekvenční poruchy v každodenních činnostech, jako je například příprava sendviče, mohou výrazně ovlivnit úroveň samostatného fungování. Neuronální mechanismy sekvenčního a sériového uspořádání nejsou zcela jasné, není také jednoznačně určeno, zdá se liší pro motorický a nemotorický systém i přes silné ovlivnění frontálními laloky (Hanna-Pladdy, 2007).

Celkově se s dysexekutivním syndromem můžeme setkat u mnoha psychiatrických a neurologických chorob jakými jsou např. deprese, mánie, schizofrenie, vaskulární demence, frontotemporální demence, ADHD, Alzheimerova choroba, encefalitida a hydrocefalus (Klucká, 2011). Nicméně mozková organizace vyšších psychických funkcí má dynamický charakter. Z toho vyplývá, že důsledky poškození stejných oblastí mozku v různých věkových kategoriích budou odlišné, což dokazují zejména práce v oblasti dětské neuropsychologie (Chomskaja, 2005).

2. Testování exekutivních funkcí

Tato část bakalářské práce je zaměřena na samotné testování exekutivních funkcí, pojetí ekologické validity a testovou baterii BADS.

2.1. Testové metody exekutivních funkcí

Pro měření EF jsou nejčastěji používány Wisconsinský test třídění karet, Testy Hanojské nebo Londýnské věže, Testy verbální fluence, Testy cesty a Stroopův test.

2.1.1. Wisconsinský test třídění karet

Klasická neuropsychologická vyšetření EF se soustředila na měření míry přizpůsobení chování k měnícím se podnětům. Mezi nejrozšířenější metody, které se k tomu používají, patří Go-No Go úlohy a Wisconsinský test třídění karet. Podrobněji probírám úlohy Go-No Go dále se Stroopovým testem, ačkoliv obě patří k metodám testujícím inhibici reakce a kognitivní flexibilitu. Wisconsinský test třídění karet (WCST) je velice populární metodou, zahrnuje dva balíčky se 64 kartami, které jsou tříděné na základě principu barvy, formy a čísel. Barvy jsou červená, zelená, žlutá a modrá; čísla jsou jedna, dva, tři a čtyři; formy jsou trojúhelníky, hvězdy, kříže a kruhy. Čtyři stimulační karty slouží jako průvodce pro třídění: karta s jedním červeným trojúhelníkem, se dvěma zelenými hvězdami, se třemi žlutými kříži a se čtyřmi modrými kruhy. Zkoumána osoba třídí balíky karet ve čtyřech hromádkách, každá hromádka je pod jednou ze stimulačních karet. Pacient nezná třídící princip, ale dostává okamžitou zpětnou vazbu, zdá zvolil správný postup. Třídící princip může být podle barvy, formy, a čísla, sekvence se opakují. Třídící princip se mění v okamžiku, kdy osoba udělá deset správných výběrů. Test končí poté, co pacient dokončí šest správných třídění, nebo vyčerpává dva balíčky karet. Nejčastěji používaný systém hodnocení navrhovaný Heatonem později byl revidován a rozšířen. WCST byl ze začátku navržen Milnerem jako míra posouzení integrity čelních laloků (in Goldstein, Naglieri, 2014). Nicméně poškození jiných oblastí mozku může také změnit výkon v WCST, což naznačuje, že jde skutečně o úkol měřící EF, který se spoléhá na integraci napříč neuronovými systémy. Následná šetření ukázala, že ačkoli mohou pacienti s frontálním syndromem v tomto úkolu selhávat z pohledu perseverace nebo neschopnosti se přepnout na jiné pravidlo třídění, existuje mezi těmito pacienty značná variabilita (Hanna-Pladdy, 2007). Přestože je WCST považován za nejlépe osvědčený a dobře ověřený způsob

měření exekutivní kontroly, ani neurovizualizace, ani faktorová analýza nezjistila specifické a robustní faktory WCST související s čelními laloky. S největší pravděpodobností je to spojeno s tím, že WCST měří několik exekutivních funkcí vedoucích k zapojení rozšířených oblastí frontálních laloků. U pacientů, kteří úspěšně vyřešili tento test a mají dostatečnou paměťovou funkci, je WCST méně užitečný pro opakované měření EF, protože je pacient schopný principům třídění porozumět (Goldstein, Naglieri, 2014).

2.1.2. Testy zaměřené na schopnost plánování

Existuje několik testů, které měří schopnosti plánování (Reyova-Osterriethova komplexní figura, Řázení obrázků ve Wechsleru [WAIS-III]), přičemž úkoly mohou být navrženy tak, aby měřily i některé další funkce. Mnoho testů pro měření plánování používá sériové pořadí nebo sekvenční řízení, i když se tyto exekutivní funkce zdají být odlišné. Například subtest Řázení obrázků v WAIS-III vyžaduje sekvenční uspořádání obrazové scény. Nicméně většina studií odkazujících na účast prefrontálních oblastí v procesu plánování používá Hanojskou nebo Londýnskou věž. Tyto úkoly vyžadují, aby subjekty naplánovaly série kroků, které umožní pohyb sady disků do cílové pozice. Hanojská věž má další kritický krok, který zahrnuje vyřešení konfliktu mezi cíli a podcílí se zpětným pohybem pro úspěšné dokončení úkolu (Hanna-Pladdy, 2007). Pro zdolávání Hanojské věže jsou důležité funkce přesunu pozornosti, aktualizace a inhibice. Přesun pozornosti je chápán jako schopnost přepínání mezi několika činnostmi, aktualizace zahrnuje operační paměť a řízení reprezentace myšlenek, inhibice je spojena se schopností zabránit automatickým reakcím v případě potřeby (Kulišťák a kol., 2017).

2.1.3. Testy verbální fluence

Slovní plynulost je základní jazyková schopnost - schopnost vytvářet plynulou řeč, je ohrožená poškozením mozku v okolí Brockovy oblasti v levé hemisféře a v její blízkosti. Řada testů „slovní plynulosti“ je modelována na základě testu slovní plynulosti Thurstone, používá se pro posouzení více „výkonných“ aspektů verbálního chování, např. schopnost pružně přemýšlet, schopnost přepínat pozornost mezi několika sadami odpovědí, schopnost samoregulace a sebemonitorování. Jak řekl Estes, testy verbální fluence poskytují vynikající způsob, jak zjistit, zda a jak dobře subjekty organizují své myšlení. Zdůraznil, že úspěšný

výkon v těchto testech závisí částečně na schopnosti subjektu organizovat výstup ve smyslu shluků smysluplně souvisejících slov. Poznamenal také, že testy pojmenování slov nepřímo zapojují krátkodobou paměť, která sleduje, jestli bylo slovo již řečeno (in Lezak, 2012).

Dva nejčastější formáty pro posuzování verbální fluence v neuropsychologii jsou testy kategorií (sémantická VF) a testy hledání slov začínajících se určitým písmenem (fonemická VF). K posledním patří Controlled Oral Word Association Test A. L. Bentona (COWAT). COWAT používá tři písmena: „F“, „A“, „S“, a zahrnuje tři pokusy s pojmenováním slov, každý v průběhu jedné minuty. Zkoumána osoba říká slova, která začínají na F, pak na A, pak na S. V České republice byla publikována data pro fonemickou VF na hláskách N, K, P. Počet slov na všechna tři písmenka bez konfabulace a opakování tvoří celkové skóre, které je upraveno pro věk, vzdělání a pohlaví. Benton zjistil, že u pacientů s frontálním syndromem došlo ke snížení počtu slov, přičemž pacienti s poškozením v levém čelním laloku dopadli hůře než pacienti s poškozením v pravém laloku, pacienti s bilaterálním postižením dopadli hůře než pacienti s poškozením v jedné hemisféře. Následná studie potvrdila Bentonova zjištění s přiměřenou reliabilitou. V rámci testů sémantické VF bývají nejčastěji používané kategorie zvířata, ovoce, zelenina, oblečení, obchod atd. Pacienti jsou požádáni, aby v průběhu jedné minuty řekli co nejvíc názvů různých zvířat, ovoce, zeleniny atd. (in Goldstein, Naglieri, 2014). Fonemická VF je ve většině zobrazovacích studií spojena spíše s oblastí levého frontálního kortexu, zatímco sémantická VF je asociována spíše s oblastmi temporálních laloků. Testování VF pomáhá zjistit poruchy exekutivních funkcí, psychomotorického tempa a řeči, psychických procesů vázaných na funkci frontálního kortexu a fronto-subkortikálních okruhů stejně jako poruchy psychických procesů vázaných na oblast temporálního laloku, např. sémantické paměti (Nikolai et al., 2015).

2.1.4. Testy cesty

Testy cesty jsou citlivé na mozkové dysfunkce a často jsou používány neuropsychology. Reitan (in Goldstein, Naglieri, 2014) poznamenal, že úkoly při tvorbě cest vyžadují okamžité rozpoznání symbolického významu čísel a písmen, schopnost nepřetržité analýzy stránky pro zjištění dalšího čísla nebo písmena v pořadí, flexibilitu při integraci numerické a abecední série a schopnost plnění těchto požadavků v časové tísní. Lezaková (2004) uvádí, že Testy cesty měří schopnost komplexní vizuální analýzy, motorickou rychlost (obratnost), pozornost a z toho odvozuje, že je tato úloha citlivá na účinky poškození mozku. Velké množství

empirických výzkumů prokázalo, že Testy cesty jsou užitečné při posuzování a dokumentaci poškození nebo dysfunkci mozku v případech mírného poranění mozku, při včasném odhalení demence a detekce deficitu pozornosti a koncentrace. Výzkumy také prokázaly, že test je citlivý na měření EF (Goldstein, Naglieri, 2014).

Původní test cesty, nyní známý jako TMT části A a B, se objevil nejprve v klinickém použití jako součást Individuální Testové Baterie americké armády (US Army Individual Test Battery) v roce 1944. Spreen a Strauss (in Goldstein, Naglieri, 2014) poznamenali, že první verze byla vyvinuta Partingtonem v r. 1938 jako způsob měření rozdělení pozornosti. Původní TMT měl dvě části: cesta A a cesta B. V části A je vyšetřovaný požádán rychle spojit čarou kolečka, která obsahují čísla od 1 do 25. V části B musí zkoumaná osoba také spojit čarou kolečka, ve kterých jsou ale tentokrát buď čísla, nebo písmenka. Úkolem je nakreslit čáru střídající se mezi čísly a písmena ve správném pořadí: 1-A-2-B-3-C atd. Validita TMT v úrovni mozkového fungování a integrity mozkových funkcí je dobře podpořena empirickými studiemi. Původní TMT však měl řadu metodologických nedostatků týkajících se především normativních údajů. Nedávno vyvinutý CTMT je revidovanou a znovu normalizovanou verzí testu TMT, která je spolehlivější a citlivější na dysfunkci mozku. Data ukazují, že se CTMT stala velmi často používanou neuropsychologickou metodou.

2.1.5. Stroopův test a Go-No Go úlohy

Stroopův test je klasický nástroj, který se používá k měření schopnosti inhibice reakcí. Vyšetřovaná osoba je požádána číst názvy barev (tj. modrá, zelená, červená), každá je napsána v konfliktní barvě. Úkol vyžaduje říct, jakou barvou je napsáno slovo, místo toho, aby osoba název slova přečetla (např. slovo červené vytištěno modrým inkoustem). Tak dochází k potlačení první reakce slovo přečíst. Osoby s levostrannými lézemi frontálního laloku mají obzvláště špatný výkon ve Stroopově testu, což je spojené s jejich neschopností potlačit naučenou reakci čtení slov. Nedávné studie zjistily, že jsou bilaterální frontální léze stejně jako pravostranné léze frontální superiorní posteromediální oblasti asociovány se zvýšeným výskytem chyb a pomalým reakčním časem v testu Stroopa. Existují další důkazy pocházející z funkčních zobrazovacích metod (fMRI), které nasvědčují, že Stroopův test aktivuje přední cingulát a jeho meziofrontální rozšíření. Částečně to souvisí se skutečností, že Stroopův test měří několik dimenzí EF současně (Hanna-Pladdy, 2007). Zvýšená interference v testu byla nalezena u pacientů různých skupin, o nichž se předpokládá, že mají poruchy EF, včetně

schizofrenie, Parkinsonovy nemoci, Huntingtonové choroby, Friedreichové ataxie, poškození paměti spojené s věkem, chronickým alkoholismem a HIV infekcí (Strauss, Sherman, Spreen, 2006).

Go-nogo úlohy také měří schopnost inhibice reakcí a mohou být prováděny u lůžka pacienta. Tyto testy používají regulaci motorické reakce pro určení schopnosti udržení správné odezvy bez perseverace (zopakování předchozí reakce) nebo selhání. Prefrontální kůra kontroluje naši činnost z hlediska rozhodování o tom, kdy zahájit a kdy potlačit reakci. Podrobněji jsme to vysvětlili v kapitole 1.5.5. Deficit exekutivních funkcí u perseverujícího jednání. Pokud například examinátor klepne jednou, pacient musí poklepat dvakrát, ale pokud zkoušející poklepe dvakrát, pacient by měl klepnout jednou. Pacienti s lézemi čelního laloku mohou duplikovat reakcí examinátora z důvodu neschopnosti potlačit konkurenční reakci. Prokázané selhání v potlačení reakcí u pacientů s lézemi čelního laloku bylo interpretováno jako narušená inhibice odpovědi (Hanna-Pladdy, 2007).

2.2. Ekologická validita

Kvantitativní standardizované metody měření kognitivních funkcí mají bezesporu velké množství výhod. Jsou kontrolovány z hlediska validity, mají normy pro různé věkové skupiny, úroveň vzdělání, národnost. Na druhou stranu je standardizovaná testová situace v umělých podmínkách a nemůže zachytit celkovou palitru možných behaviorálních reakcí člověka. Obzvlášť se to týká exekutivních funkcí, které se, jak jsme již viděli, zapojují především do běžných činností v reálném životě. Z toho hlediska jsou zajímavé metody měření EF, které mají prokazatelně vysokou ekologickou validitu. Hlavním cílem ekologicky orientovaného přístupu v neuropsychologickém testování je možnost předpovědi problémů v reálném životě jedince. Příklady ekologicky orientovaných testů jsou Rivermeadský behaviorální paměťový test (Rivermead Behavioral Memory Test - RBMT), Test každodenní pozornosti (Test of Everyday Attention - TEA), Behaviorální posouzení dysexekutivního syndromu (Behavioural Assessment of Dysexecutive Syndrome - BADS) a hodnocení úrovně vědomí pomocí Wessex Head Injury Matrix (WHIM). V současnosti kromě diagnostiky a popisu narušení vzniklých u pacienta jsou nejnaléhavějšími problémy praktické neuropsychologie ekologicky orientované otázky týkající se schopnosti nemocného fungovat v každodenním životě. Neuropsychologové jsou stále častěji vyzýváni, aby posoudili možnosti kognitivní rehabilitace, určili neoptimálnější podmínky pro fungování pacienta po propuštění z

nemocnice, posoudili, jestli bude pacient schopen samostatného fungování a jak se může přizpůsobit životu (Akhutina, Melikyan, 2012).

Koncept ekologické validity byl zaveden do psychologie Egonem Brunswickem. Pomocí tohoto pojmu popsal podmínky generalizace výsledků kontrolovaného psychologického experimentu na reálný život. Jedním z důležitých aspektů ekologické validity je důvěryhodnost, tedy stupeň podobnosti činností nezbytných k provedení testu s reálnou činností, jejíž kvalitu má tento test předpovědět (Rabin, Burton, Barr, 2007). Soulad mezi testy a úkoly reálného života se řeší vytvořením testů simulujících každodenní aktivitu. Podobné inovace se však potýkají s řadou potíží. Mnoho klinických neuropsychologů je zvyklých na používání již existujících metod. Dále je vývoj testu, který spolehlivě hodnotí složité chování člověka v každodenním životě, obtížný a drahý. I když jsou tyto testy vyvinuty, umělé testovací prostředí omezuje ekologickou validitu takového testu. Stejná životní situace může klást různé nároky na různé lidi, je třeba kontrolovat vhodnost konkrétního použití testu u každého pacienta zvlášť. Výzkum testů vyvinutých v rámci ekologického přístupu svědčí ve prospěch toho, že tyto testy opravdu dovolují získat informaci o kognitivních funkcích pacienta nezbytných pro něj, jeho příbuzné a odborníky v oblasti rehabilitace, také umožňují hodnocení kognitivních změn v průběhu samotné rehabilitace (Akhutina, Melikyan, 2012).

2.3. BADS

Behaviorální posouzení dysexekutivního syndromu (Behavioural Assessment of Dysexecutive Syndrome - BADS) je souborem testů citlivých na poruchy schopnosti plánování, organizace, řešení problémů a pozornosti, které ovlivňují chování v každodenních situacích. Baterie se skládá ze šesti testů: Dočasné rozhodnutí (Temporal Judgment), Program akcí (Action Programme), Pravidlo změny karet (Rule Shift Cards), Hledání klíče (Key Search), Mapa Zoo (Zoo Map), Šest změněných elementů (Modified Six Elements) a dvacetipoložkového dotazníku na Dysexekutivní syndrom, který zachycuje změny týkající se emocí nebo osobnosti, motivace, chování a poznávání (Hebben, Milberg, 2010). Testy byly vyvinuty v reakci na obavu z nízké ekologické validity standardně používaných neuropsychologických metod. Autoři BADS tvrdí, že jejich testy hodnotí EF ve složitějších situacích v reálném životě než standardní testy EF, a proto mají lepší schopnost předvídat každodenní obtíže. Testy BADS vyžadují, aby účastníci něco naplánovali, iniciovali, sledovali

a upravovali chování v reakci na explicitní a implicitní požadavky úkolů. Pro každý test se vypočítá profilové skóre v rozmezí od 0 do 4, jako součet jednotlivých bodů testu se vytvoří celkové profilové skóre. Profilové skóre lze převést na standardní skóre se střední hodnotou 100 a standardní odchylkou 15, což umožňuje porovnání s výsledky WAIS a WMS. Takový fakt umožňuje rozpoznat nesrovnalosti mezi očekávaným a dosaženým BADS skórem a klasifikovat výkon podobným kvalitativním způsobem od zhoršeného až po velmi nadřazený výkon. Autoři doporučují, aby bylo provedeno všech šest testů, avšak uvádí, že finální skóre může být vypočítáno na základě pěti. Dotazníkové skóre není standardizované a nezahrnuje se do finálního skóre. Níže uvádím krátký popis všech šesti testů (Chamberlain, 2003).

1. Pravidlo změny karet nebo Rule Shift Cards (RS) – test má za cíl identifikovat tendence k perseverujícímu chování a mentální flexibilitu (perseverace se týkají obtížného přizpůsobení chování na požadavky měnící se situace). Test vyžaduje, aby účastníci reagovali na podněty (červené nebo černé hrací karty) podle jednoho ze dvou pravidel, která jsou postupně prezentována. Výkon se hodnotí podle toho, jak úspěšně se respondent přepíná z využití prvního pravidla na druhé. Jeden bod se strhává z profilového skóre, pokud dokončení úlohy trvá víc než 67 sekund.

2. Program akcí nebo Action Programme (AP) – test byl navržen tak, aby zhodnotil schopnost navrhnout a implementovat řešení praktického problému (jak dostat zátku z úzké plastové trubky), aniž by došlo k porušení souboru pravidel. Skóre je založeno na počtu dokončených řešení bez pomoci zkoušejícího. Sankce jsou uloženy za porušení pravidel.

3. Test hledání klíče nebo Key Search (KS) – test by měl hodnotit schopnost plánování strategie k vyřešení problému (nalezení ztraceného klíče v poli). Skóre je založeno na řadě kritérií včetně toho, zda hodnotitel považuje strategii za systematickou, účinnou a pravděpodobně úspěšnou. Jeden bod se strhává z profilového skóre, pokud trvá dokončení úlohy víc než 95 sekund.

4. Dočasné rozhodnutí nebo Temporal Judgment (TJ) – test zhodnocuje úsudek a abstraktní myšlení založené na společných znalostech, respondent je požádán odhadnout časy pro každodenní události, jako je například délka života psa. Skóre je založeno na přesnosti odhadu.

5. Mapa Zoo nebo Zoo Map (ZM) – jedná se o test, který umožňuje posoudit schopnost nezávisle formulovat a realizovat plán a následovat ho. Zahrnuje vykreslování nebo sledování trasy prostřednictvím mapy, aniž by došlo k porušení souboru pravidel. Skóre je založeno na úspěšné realizaci plánu. Sankce se ukládají za porušení pravidel a nedostatečnou rychlost.

6. Šest změněných elementů nebo Modified Six Elements (6E) – test byl navržen tak, aby zhodnotil schopnost časového řízení. Zahrnuje rozdělení dostupného času mezi řadu jednoduchých úkolů (pojmenování obrázků, aritmetika a diktování), aniž by došlo k porušení souboru pravidel. Skóre je založeno na počtu úspěšně realizovaných úkolů. Sankce se ukládají za porušení pravidel a špatné vypořádání se s časem mezi úkoly.

7. Dotazník na Dysexekutivní syndrom nebo Dysexecutive Questionnaire (DEX) – jedná se o dvacetipoložkový dotazník popisující chování spojené s dysexekutivním syndromem. Hodnotí frekvenci, se kterou se konkrétní chování vyskytuje, na škále Likertova typu (s krajními body „nikdy“ a „často“). K dispozici je verze, kterou má použít respondent, a druhá verze pro člena rodiny, kolegu nebo pečovatele, který má ohodnotit respondenta.

Empirická část

3. Výzkumný problém a cíl práce

Hlavním tématem této práce je neuropsychologické testování exekutivních funkcí. Cílem výzkumu je validizace krátkého Testu hledání klíče z BADS na vzorku české klinické populace jako vhodné alternativy k standardním testům exekutivních funkcí. K tomuto účelu byly získána data z následujících testů: MMSE, Reyova-Osterriethova komplexní figura (ROCF), Test verbální fluence (VF) a Test hledání klíče (KS) z BADS. Dále byl výsledek Testu hledání klíče porovnán s výkony v testu Reyovy-Osterriethovy komplexní figury, Testu verbální fluence a MMSE.

3.1. Stanovené hypotézy

Ve výzkumu byly stanoveny následující hypotézy:

H1: U výběrového souboru české klinické populace existuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v testu MMSE a T-skórem v Testu hledání klíče.

H2: U výběrového souboru české klinické populace existuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v Testu verbální fluence a T-skórem v Testu hledání klíče.

H3: U výběrového souboru české klinické populace existuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v kopii Reyovy-Osterriethovy komplexní figury (ROCF) a T-skórem v Testu hledání klíče.

H4: U výběrového souboru české klinické populace existuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v reprodukci po 3 minutách Reyovy-Osterriethovy komplexní figury (ROCF) a T-skórem v Testu hledání klíče.

4. Popis zvoleného metodologického rámce

Následující kapitola je věnována metodologickému rámci tohoto výzkumu.

4.1. Typ výzkumu

Pro tuto práci byl zvolen smíšený typ výzkumu. Třicet pacientů s různými kognitivními poruchami bylo zkoumáno testovou baterií složenou z následujících testů kognitivních a exekutivních funkcí: MMSE, Reyova-Osterriethova komplexní figura (ROCF), Test verbální fluence (VF) a Test hledání klíče (KS) z BADS. Výše uvedené testy byly cíleně zvoleny, aby reprezentovaly jak celkový kognitivní výkon (MMSE), tak i schopnost plánování (ROCF a KS) a způsob, jakým člověk organizuje své myšlení (VF). Test VF byl také použit za účelem tříminutové distrakce mezi kopií a reprodukcí testu ROCF. Dalším kritériem pro výběr těchto konkrétních metod do testové baterie byla relativně krátká délka a snadnost administrace. Získaná data pak byla zpracována pomocí neparametrických metod a metod popisné statistiky. Ted' se podrobněji podíváme na každý z výše uvedených testů.

4.1.1. Mini-Mental State Examination (MMSE)

Mini-Mental State Examination (MMSE) je nejznámější a nejpoužívanější screeningový test zachycující kognitivní deficit u starších osob. Test se sestává z několika různých úkolů, pomocí kterých můžeme rychle a orientačně zhodnotit více kognitivních funkcí za krátkou dobu. Je to 10 subtestů, které hodnotí orientaci pacienta v čase a prostoru, krátkodobou paměť, početní schopnosti, pozornost, čtení, psaní, řeč a konstrukčně-praktické dovednosti. MMSE může být používán v rutinní klinické praxi a také opakovaně ke sledování dynamiky v čase. Test zachycuje středně těžkou demenci a s jeho pomocí se dá snadno odlišit středně těžká demence od normálního stárnutí. Zároveň ale není moc spolehlivý pro identifikaci osob s mírnou kognitivní poruchou, které skórují jako zdravé osoby. Administrace testu zabere 5-10 minut. V MMSE je možné dosáhnout maximálního skóre 30 bodů a platí, že čím vyšší skóre, tím lepší výkon. Pásmo demence většinou začíná od 24 bodů (Bartos, Raisova, 2016). MMSE zachycuje obecné kognitivní fungování, ale není schopen rozpoznat deficit exekutivních funkcí. Použití MMSE neudává jasný důkaz narušení či nenarušení exekutivních funkcí, zvláště s ohledem na velmi jemné časné formy mozkového poškození a dysfunkce, které by pravděpodobně bylo možné předčasně intervenovat a zabránit dalšímu poklesu (Goldstein, Naglieri, 2014).

4.1.2. Reyova-Osterriethova komplexní figura (ROCF)

Autorem testu Reyovy-Osterriethovy komplexní figury je André Rey, který poprvé publikoval tento test v roce 1941. Poté v roce 1944 Paul A. Osterrieth rozpracoval jeho hodnotící kritéria. Jde o kresebnou metodu typu „tužka-papír“, která má za cíl měření několika kognitivních funkcí, především pozornosti, grafomotorické koordinace, vizuoprostorové percepce, vizuokonstrukční schopnosti, neverbální paměti a schopnosti plánování (in Krčová, 2014). Metoda zahrnuje předlohu komplexní figury, která byla zkonstruována tak, že všechny prvky, ze kterých se skládá, je možné snadno reprodukovat izolovaně, ale obtížně se je dá uspořádat do celku. Na začátku testu měla vyšetřovaná osoba za úkol co nejpřesněji obkreslit figuru podle předlohy ve velikosti A5 bez instrukce k zapamatování. Po jejím dokončení byly předloha i záznamový arch probandovi odebrány. V průběhu následujících tří minut jsme provedli test VF za účelem negativní interference. Následně byl proband požádán o nakreslení geometrického obrazce z paměti. Při hodnocení kreseb kopie i reprodukce z paměti se používá kvantitativní i kvalitativní hodnocení. V rámci kvantitativního se skóruje každá z 18 částí zvlášť. Každý detail může být hodnocen 0, 0,5, 1 nebo 2 body. Bodování je závislé na posouzení examinatora, hodnotí se například umístění, přesnost zobrazení, případně rozpoznatelnost prvku. Percentilové normy pro dospělé jsou zvlášť pro kopii a zvlášť pro reprodukci. V rámci kvalitativního hodnocení vycházíme z kresebného postupu, který můžeme zařadit mezi jeden ze sedmi typů, jejichž pořadí vyjadřuje postupně klesající úroveň od nejracionalnějších forem po nejjednodušší a nejprimitivnější formy (Preiss et al., 2012). Metoda může být podle autorů použita v oblasti neuropsychologie, výchovného poradenství a také v klinické psychologii. Košč a Novák uvádějí, že test je užitečný konkrétně při diagnostice mozkových lézí, mentální retardace, poruch učení, u afázií, senilních demencí či schizofrenie (in Krčová, 2014).

4.1.3. Test verbální fluence (VF)

Pro potřeby této práce jsme zvolili fonemickou variantu testu. V průběhu testování jsme zaznamenávali probandem reprodukováná slova z důvodu kontroly perseverace a opakování. Samotnému testu jsme se již věnovali podrobněji v kapitole 2.1. Uvedli jsme, že v České republice se Test fonemické VF používá na hláskách N, K, P. Fonetické generování slov je součástí brněnské neuropsychologické baterie, která je určena pro depresivní pacienty,

a neuropsychologické baterie Psychiatrického centra Praha. V zahraničí se testy sémantické verbální fluence používají v nejrozšířenější baterii pro hodnocení kognitivních funkcí u Alzheimerovy nemoci, Uniform Data Set, nebo např. v baterii pro hodnocení exekutivních funkcí DelisKaplan Executive Function System (DKEFS). Výkon v Testu VF můžeme hodnotit z hlediska poruch EF, psychomotorického tempa, řeči a sémantické paměti (Nikolai et al., 2015). Kromě toho test ukazuje způsob, jakým člověk organizuje své myšlení. Při nízkém výkonu v testu se dá uvážovat o slabší flexibilitě a potížích s organizací samotného myšlení. Podle Preisse a kol. (2012) na začátku testování zkoumaná osoba vybavuje slova ze sémantické paměti, ve druhé části již začíná používat strategii efektivního vyhledávání. Verbální fluence je dlouho zachována na stejné úrovni, začíná se zpomalovat kolem 60. roku života. Vliv na výkon v testu mají také vzdělání a pohlaví. Ženy po 55. roce věku podávají významně lepší výkon než muži.

4.1.4. Test hledání klíče (KS)

Před probanda se položí papír velikosti A4 s velkým čtvercem uprostřed. Proband má za úkol si představit, že ten čtverec je pole, na kterém ztratil svůj klíč. Tužkou musí nakreslit čaru, která by ukazovala postup jeho hledání. Strategie by měla být co nejúčinnější a se stoprocentní jistotou, že takto klíč najde. Dostává instrukci, že mu bude měřen čas, ale úloha není nějak časově omezena a proband si může vzít tolik času, kolik potřebuje, aby svůj klíč určitě našel. Vyhodnocení probíhá dle několika základních kritérií. Posuzuje se mimo jiné místo vchodu do pole, místo ukončení hledání, kontinuální nebo přerušovaná linie, systematický postup hledání, pokrytí celého pole a pravděpodobná úspěšnost. Hrubý skóre se převádí na profilový. Test hledání klíče je zaměřen na schopnost plánování a behaviorální regulaci.

4.2. Metody zpracování dat

Data nasbírána v tomto výzkumu byla hodnocena podle příslušných manuálů jednotlivých psychodiagnostických metod. Naměřené hodnoty hrubého skóre v Testu hledání klíče byly převedeny na profilový skóre podle manuálu BADS, protože profilový skóre zahrnuje podmínku časového limitu, která se neodráží ve výsledcích hrubého skóre. Následně byly výsledky zpracovány v aplikaci Microsoft Office Excel 2007 a v programu Statistica.

V aplikaci Microsoft Office Excel 2007 byly získané hrubé skóre v testu VF, MMSE a ROCF převedeny pomocí plošné transformace na T-skóre. Profilový skóre v Testu hledání klíče byl

převeden na T-skór pomocí lineární transformace. V programu Statistica byly použity tyto metody a postupy:

a) popisná statistika

1. průměr

- směrodatná odchylka
- součet
- minimum
- maximum
- modus
- medián

b) výpočet Spearmanova korelačního koeficientu

4.3. Etické hledisko

Pro účely výzkumu jsem vytvořila informovaný souhlas pro účastníky výzkumné studie. Před každým testováním jsem žádala vyšetřovanou osobu o souhlas. Společně jsme si prošli a probrali obsah tohoto souhlasu. Sdělila jsem každému účastníkovi cíl výzkumu, podmínky a délku testování, způsob zacházení s osobními údaji a možnost kdykoliv z výzkumu odstoupit. Probandi se výzkumu zúčastnili dobrovolně. Nikdo z vyšetřovaných osob neprojevil přání z výzkumu odstoupit.

5. Výzkumný soubor

Výzkumný soubor pro tuto práci byl získán pomocí záměrného výběru z klinické populace dospělých mužů a žen, občanů České republiky, na základě následujících kritérií:

1) občanství České republiky;

2) věk starší 18 let;

3) přítomnost kognitivní poruchy (MKP, Alzheimerova choroba, FTD, vaskulární demence, jiné neurodegenerativní onemocnění)

Výběrový vzorek byl tvořen 30 osobami splňujícími výše uvedená kritéria. Sběr dat probíhal v Národním ústavu duševního zdraví v Klecanech u Prahy, na Oddělení kognitivních poruch. Každý účastník byl vyšetřován individuálně v prostorách daného zařízení, jedno testování trvalo 15-30 minut.

5.1. Charakteristika výběrového souboru

Výběrový soubor byl tvořen 30 probandy ($n = 30$) ve věkovém rozmezí od 57 do 88 let se středním věkem 76 ± 8 . Jednalo se o 12 mužů (40 %) a 18 žen (60 %). Z celkového souboru 30 osob mělo 15 (50 %) diagnózu Alzheimerovy choroby, 5 osob (17 %) mělo mírnou kognitivní poruchu, 5 osob (17 %) mělo diagnózu jiného neurodegenerativního onemocnění, 3 osoby (10 %) měly diagnózu frontotempolární demence, 2 osoby (7 %) měly diagnózu vaskulární demence. Z hlediska vzdělání byl vzorek zastoupen 2 osobami (7 %) se základním vzděláním, 14 osobami (47 %) se středoškolským vzděláním bez maturity, 10 osobami (33 %) se středoškolským vzděláním s maturitou, 4 osobami (13 %) s vysokoškolským vzděláním.

Pro lepší přehlednost uvádíme souhrnné informace o probandech v následujících tabulkách.

Tab. 1 Popisné statistické údaje pro pohlaví

	počet	procenta
žena	18	60
můž	12	40

Tab. 2 Popisné statistické údaje pro věk

Průměrný věk	76
SD	8
Medián	76
Modus	81
Minimum	57
Maximum	88

Tab. 3 Diagnóza probandů

	počet	procenta
Alzheimerova choroba	15	50
MKP	5	17
Neurčená demence	5	17
FTD	3	10
Vaskulární demence	2	7

Tab. 4 Dosažené vzdělání probandů

	počet	procenta
Základní škola	2	7
Střední škola bez maturity	14	47
Střední škola s maturitou	10	33
Vysokoškolské (Mgr., MUDr atd.)	4	13

6. Výsledky

Distribuce profilových skóre v Testu hledání klíče neměla normální rozložení dle Shapirova-Wilkova testu normality ($W = 0,783$, $p = 0,00003$). Z toho důvodu jsme se rozhodli pro výpočet korelací použít Spearmanův korelační koeficient. V další kapitole se budeme věnovat ověření jednotlivých hypotéz.

6.1. Testování hypotézy H1

H1: U výběrového souboru české klinické populace existuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v testu MMSE a T-skórem v Testu hledání klíče.

Hypotéza H1 byla ověřena pomocí Spearmanova korelačního koeficientu. Spearmanův korelační koeficient byl vypočítán mezi ukazateli T-skóre v MMSE a ukazateli T-skóre v Testu hledání klíče. Převod hrubého skóre v MMSE na T-skóre byl uskutečněn pomocí plošné transformace z percentilů dle normativních dat české verze MMSE (Bartos, Raisova, 2016). Výsledný korelační koeficient má hodnotu (r_s) **0,395** při p-hodnotě **0,03**, která je menší než stanovená hladina alfa 0,05. Můžeme tvrdit, že na hladině významnosti $p = 0,05$ se jedná o statisticky významnou souvislost. Hypotéza H1 byla ověřena a **přijata**. Bylo zjištěno, že na hladině významnosti $p = 0,05$ existuje statisticky významná pozitivní korelace mezi ukazateli T-skóre v MMSE a ukazateli T-skóre v Testu hledání klíče.

6.2. Testování hypotézy H2

H2: U výběrového souboru české klinické populace existuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v Testu verbální fluence a T-skórem v Testu hledání klíče.

Hypotéza H2 byla ověřena pomocí Spearmanova korelačního koeficientu. Spearmanův korelační koeficient byl vypočítán mezi ukazateli T-skóre v Testu VF a ukazateli T-skóre v Testu hledání klíče. Převod hrubého skóre v Testu VF na T-skóre byl uskutečněn pomocí plošné transformace z percentilů dle českých norem (Preiss at el., 2012). Výsledný korelační koeficient má hodnotu (r_s) **0,302** při p-hodnotě **0,1**, která je větší než stanovená hladina alfa 0,05.

Hypotéza H2 byla ověřena a **nepřijata**. Bylo zjištěno, že na hladině významnosti $p = 0,05$ neexistuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v Testu verbální fluence a T-skórem v Testu hledání klíče.

6.3. Testování hypotézy H3

H3: U výběrového souboru české klinické populace existuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v kopii Reyovy-Osterriethovy komplexní figury (ROCF) a T-skórem v Testu hledání klíče.

Platnost hypotézy H3 byla ověřena pomocí Spearmanova korelačního koeficientu. Spearmanův korelační koeficient byl vypočítán mezi ukazateli T-skóre v kopii Reyovy-Osterriethovy komplexní figury a ukazateli T-skóre v Testu hledání klíče. Převod hrubého skóru v kopii ROCF na T-skóre byl uskutečněn pomocí plošné transformace z percentilů dle českých norem (Preiss at el., 2012). Výpočtený korelační koeficient má hodnotu (r_s) **0,372** při p-hodnotě **0,04**, která je menší než stanovená hladina alfa 0,05. Můžeme tvrdit, že na hladině významnosti $p = 0,05$ se jedná o statisticky významnou souvislost. Hypotéza H3 byla ověřena a **přijata**. Bylo zjištěno, že na hladině významnosti $p = 0,05$ existuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v kopii Reyovy-Osterriethovy komplexní figury (ROCF) a T-skórem v Testu hledání klíče.

6.4. Testování hypotézy H4

H4: U výběrového souboru české klinické populace existuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v reprodukci po 3 minutách Reyovy-Osterriethovy komplexní figury (ROCF) a T-skórem v Testu hledání klíče.

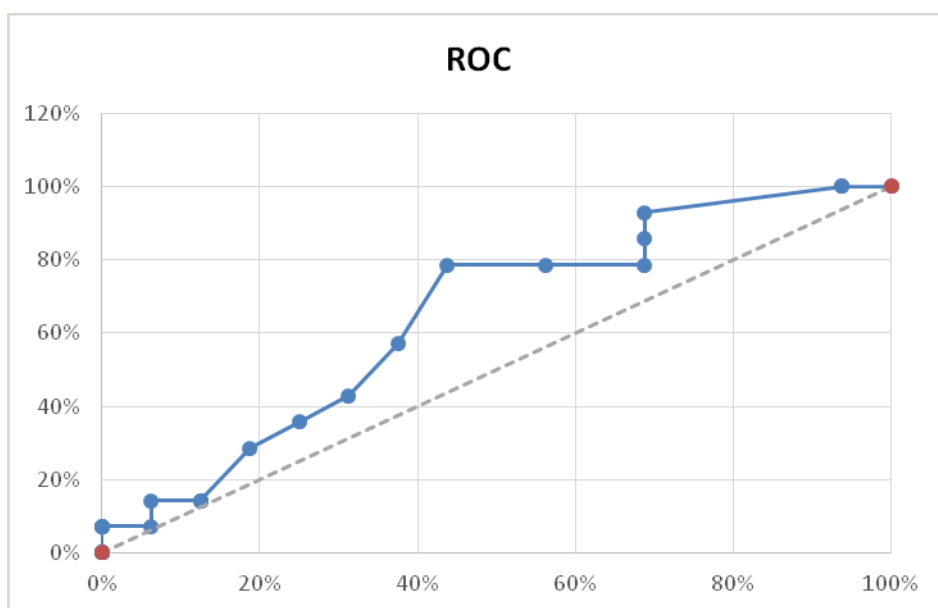
Hypotéza H4 byla ověřena pomocí Spearmanova korelačního koeficientu. Spearmanův korelační koeficient byl vypočítán mezi ukazateli T-skóre v reprodukci po 3 minutách Reyovy-Osterriethovy komplexní figury a ukazateli T-skóre v Testu hledání klíče. Převod hrubého skóru v reprodukci po 3 minutách Reyovy-Osterriethovy komplexní figury na T-skóre byl uskutečněn pomocí plošné transformace z percentilů dle českých norem (Preiss at el., 2012). Výsledný korelační koeficient má hodnotu (r_s) **0,357** při p-hodnotě **0,0053**, která je

větší než stanovená hladina alfa 0,05. Hypotéza H4 byla ověřena a **nepřijata**. Bylo zjištěno, že na hladině významnosti $p = 0,05$ neexistuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v reprodukci po 3 minutách Reyovy-Osterriethovy komplexní figury a T-skórem v Testu hledání klíče.

6.5. Další výsledky

Dále jsme korelovali profilový skór v Testu hledání klíče s věkem probandů pomocí Spearmanova korelačního koeficientu. Výsledný korelační koeficient má hodnotu (r_s) **-0,027** při p-hodnotě **0,886**, která je větší než stanovená hladina alfa 0,05. Porovnání hodnot ukázalo, že neexistuje statisticky významná souvislost mezi profilovým skórem v Testu hledání klíče a věkem probandů.

Pomocí ROC analýzy jsme se pokusili určit cut off skóre v MMSE, které by predikovalo neúspěch v Testu hledání klíče. Jelikož Test hledání klíče nemá standardizovaný profilový skór, který se považuje za neúspěšný výkon u české populace, ve své analýze jsme považovali za neúspěšný výkon v Testu hledání klíče profilový skór rovnající se 0. Pro optimální cut-off hrubého skóru v MMSE = 24 při profilovém skóru v Testu hledání klíče = 0 nám vyšla senzitivita 0,79 a specificita 0,56, s přesností 67 %. Plocha pod křivkou dosahuje AUC = 0,64. Dosažené výsledky neukazují na příliš dobrou prediktivní schopnost výkonu v testu MMSE ve vztahu k selhání v Testu hledání klíče. Vzhledem k malému počtu pozorování a skutečnosti, že Test hledání klíče nemá určený cut-off pro neúspěšný výkon u české populace, můžeme považovat zjištěné výsledky pouze za orientační.



7. Diskuze

Hlavním cílem této práce bylo validizovat Test hledání klíče na vzorku české klinické populace. Původní záměr, který spočíval v získání dat ze souboru české klinické populace v rozmezí 30 osob, byl splněn. Tento soubor byl však prezentován osobami s různými kognitivními poruchami. Baterie BADS, součástí které je Test hledání klíče, byla původně vytvořena pro detekci dysexekutivního syndromu při poškození frontálního laloku. Na druhou stranu jsou ale studie, které naznačují, že BADS je vhodným prostředkem ke zjišťování exekutivních deficitů u Alzheimerovy choroby (Espinosa et al., 2009). Náš soubor byl tvořen z 50 % právě osobami s diagnózou Alzheimerovy choroby. Pro budoucí výzkum by ovšem bylo vhodné přezkoumat validitu Testu hledání klíče na vzorku české populace s frontálním syndromem.

Dalším cílem výzkumu bylo ověřit platnost stanovených hypotéz pomocí statistického zpracování získaných dat. Nejtěsnější vztah byl nalezen u Testu hledání klíče s MMSE. Hypotézu H1 jsme postavili na předpokladu, že *u výběrového souboru české klinické populace existuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v testu MMSE a T-skórem v Testu hledání klíče*. Tato hypotéza byla ověřena pomocí Spearmanova korelačního koeficientu, který měl hodnotu **0,395** při p-hodnotě **0,03**. Jelikož p-hodnota vyšla menší než stanovená hladina alfa 0,05, jedná se o statisticky významnou souvislost. Hypotéza H1 byla ověřena a přijata. Bylo zjištěno, že na hladině významnosti $p = 0,05$ existuje statisticky významná pozitivní korelace mezi ukazateli T-skóre v MMSE a ukazateli T-skóre v Testu hledání klíče. Tohle zjištění je celkem zajímavé, protože MMSE není zaměřen výlučně na schopnosti plánování. Kromě toho, jak jsme již uvedli, MMSE zachycuje obecné kognitivní fungování, ale není schopen rozpoznat deficit exekutivních funkcí. Při výzkumu reliability BADS na brazilském vzorku kontrolní skupiny starších dospělých a skupiny osob s časným začátkem Alzheimerovy nemoci (Canali, Brucki, Bertolucci, Bueno, 2010) se ukázalo, že korelace mezi sub-skóre BADS a celkovým profilovým skórem u skupiny pacientů byly slabé nebo statisticky nevýznamné, s výjimkou celkového profilového skóru BADS a MMSE. V našem případě se jedná o významnou statistickou korelaci právě mezi subtestem BADS a MMSE. Tuto souvislost je možné vysvětlit zvláštností našeho výběrového souboru. Nicméně si myslím, že tohle zjištění potřebuje další přezkoumání na větším souboru klinické populace s Alzheimerovou nemocí.

Hypotéza H2 byla postavena na předpokladu, že u výběrového souboru české klinické populace existuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v Testu verbální fluence a T-skórem v Testu hledání klíče. Hypotéza H2 byla ověřena pomocí Spearmanova korelačního koeficientu mezi ukazateli T-skóre v Testu VF a ukazateli T-skóre v Testu hledání klíče. Výsledný korelační koeficient má hodnotu (r_s) **0,302** při p-hodnotě **0,1**, která je větší než stanovená hladina alfa 0,05. Hypotéza H2 byla ověřena a nepřijata. Bylo zjištěno, že na hladině významnosti $p = 0,05$ neexistuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v Testu verbální fluence a T-skórem v Testu hledání klíče. Jak je známo, za verbální schopnosti odpovídá levá hemisféra, za schopnosti plánování a vizuoprostorové schopnosti odpovídá hemisféra pravá. Nicméně jsme očekávali možnou statisticky významnou korelaci z toho důvodu, že v současné době v neuropsychologii převládá názor o funkční doplňující se specializaci hemisfér.

Hypotéza H3 předpokládá, že u výběrového souboru české klinické populace existuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v kopii Reyovy-Osterriethovy komplexní figury (ROCF) a T-skórem v Testu hledání klíče. Platnost hypotézy H3 byla ověřena pomocí Spearmanova korelačního koeficientu, který měl hodnotu **0,372** při p-hodnotě **0,04**. Jelikož p-hodnota vyšla menší než stanovená hladina alfa 0,05, jedná se o statisticky významnou souvislost. Hypotéza H3 byla ověřena a **přijata**. Bylo zjištěno, že na hladině významnosti $p = 0,05$ existuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v kopii Reyovy-Osterriethovy komplexní figury (ROCF) a T-skórem v Testu hledání klíče. Síla zjištěného vztahu není moc velká, ačkoliv obě úlohy měří schopnost plánování. Na druhou stranu byla zjištěna konstruktová validita Testu hledání klíče s testem Porteusových labyrintů (0,28) a s FSIQ ve WAIS-III (0,32) (Website BADS, nedat.), což ukazuje na slabší vztah, než je námi zjištěná korelace s kopií Reyovy-Osterriethovy komplexní figury (ROCF). Myslím si, že ve skutečnosti vztah mezi Testem hledání klíče a kopií Reyovy-Osterriethovy komplexní figury může být silnější, než se nám podařilo prokázat. Dovoluji si to předpokládat z toho důvodu, že analýza Reyovy komplexní figury zahrnuje kromě kvantitativní stránky také stránku kvalitativní. Právě pomocí kvalitativního hodnocení způsobu překreslení úlohy se dá vytvořit komplexnější představa o schopnostech plánování zkoumané osoby. Bohužel kvalitativní analýza nemá bodové hodnocení a je založena na klinickém pozorování. Proto neexistuje možnost přiřazení nějaké hodnoty kvalitativním zjištěním a jejich následnému porovnání s výsledkem v Testu hledání klíče.

Hypotéza H4 byla založena na předpokladu, že u výběrového souboru české klinické populace existuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v reprodukci

po 3 minutách Reyovy-Osterriethovy komplexní figury (ROCF) a T-skórem v Testu hledání klíče. Hypotéza H4 byla ověřena pomocí Spearmanova korelačního koeficientu mezi T-skórem v reprodukci po 3 minutách Reyovy-Osterriethovy komplexní figury (ROCF) a T-skórem v Testu hledání klíče. Výsledný korelační koeficient má hodnotu (r_s) **0,357** při p-hodnotě **0,0053**, která je větší než stanovená hladina alfa 0,05. Hypotéza H4 byla ověřena a nepřijata, jelikož na hladině významnosti $p = 0,05$ neexistuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v reprodukci po 3 minutách Reyovy-Osterriethovy komplexní figury (ROCF) a T-skórem v Testu hledání klíče. Jak je ale zřejmé, p-hodnota vyšla velmi blízko statisticky významné hladině alfa 0,05. Pro budoucí validizační výzkum Testu hledání klíče bych zachovala porovnání s reprodukci po 3 minutách Reyovy-Osterriethovy komplexní figury. Tento vztah by bylo vhodné prověřit na jiném vzorku klinické populace.

Celkově mohly být výsledky testů ovlivněny hned několika faktory. Zaprvé jsou to faktory na straně zkoumaných osob. Určitou roli hraje jak aktuální emoční stav probandů, včetně úzkosti, únavy, negativních emocí spojených s podrobením se testování, tak i možné rušivé vlivy z vnějšího prostředí. Zadruhé jsou to faktory na straně examinátora a hodnotitele (moje vlastní). Hodnocení Testu hledání klíče a Reyovy-Osterriethovy komplexní figury není zcela přesné a objektivní. Jak uvádí Krčová (2014), skórovací kritéria u Reyovy-Osterriethovy komplexní figury nejsou standardizována tak, „aby byl ponechán co nejmenší prostor ke zkreslení ze strany hodnotitele“. Ohledně skórování v Testu hledání klíče jsme již psali v kapitole 2.3: „... hodnocení je založeno na řadě pravidel, včetně toho, zda hodnotitel považuje strategii za systematickou, účinnou a pravděpodobně úspěšnou“.

Pro následující zjištění by bylo vhodné provést studii se skupinou zdravých jedinců pro určení cut-off skóre v Testu hledání klíče. Kromě toho bych navrhla eliminovat (pomocí příslušných dotazníků) vliv dalších proměnných, jakými jsou například současný emoční stav probandů a možná depresivní symptomatika, která také může zkreslit výsledky testů.

Na základě zjištěných výsledků se nám podařilo prokázat kongruentní validitu Testu hledání klíče na vzorku české klinické populace s různými kognitivními poruchami.

8. Závěr

Výsledky použitých psychodiagnostických metod naznačují, že:

1. na hladině významnosti $p = 0,05$ byla prokázána statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v testu MMSE a T-skórem v Testu hledání klíče.
2. nebyla prokázána statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v Testu verbální fluence a T-skórem v Testu hledání klíče.
3. na hladině významnosti $p = 0,05$ existuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v kopii Reyovy-Osterriethovy komplexní figury (ROCF) a T-skórem v Testu hledání klíče.
4. neexistuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v reprodukci po 3 minutách Reyovy-Osterriethovy komplexní figury a T-skórem v Testu hledání klíče.
5. neexistuje statisticky významná souvislost mezi věkem a profilovým skórem v Testu hledání klíče.
6. pro optimální cut-off hrubého skóru v MMSE = 24 při profilovém skóru v Testu hledání klíče = 0 nám vyšla senzitivita 0,79 a specificita 0,56, s přesností 67 %. Plocha pod křivkou dosahuje AUC = 0,64. Dosažené výsledky neukazují příliš dobrou prediktivní schopnost výkonu v testu MMSE ve vztahu k neúspěšnému výkonu v Testu hledání klíče.

Souhrn

Pojem „exekutivní funkce“ se vyskytuje v literatuře v posledních 15-20 letech. Přestože je v neuropsychologii známý a rozšířený, pořád neexistuje jeho jednotné teoretické vymezení. Jednu z prvních definic exekutivních funkcí uvedli ve své práci „Frontální laloky“ Stuss a Benson: „Exekutivní funkce jsou významné schopnosti, které jsou nejčastěji spojeny s frontálním lalokem a které se aktivují v nových, v minulé zkušenosti nezafixovaných situacích vyžadujících originální řešení. Obvykle k nim patří anticipace, stanovení cíle, plánování, kontrola a také použití zpětné vazby“ (Stuss, Benson, 1986, p. 244). Nejčastěji používanou definicí EF je definice Lezakové, která zdůrazňuje význam zmíněných funkcí při vůli, plánování, účelném jednání a úspěšném výkonu (Lezak, 2004).

Mezi různými autory není shoda, jestli koncept EF představuje samostatný jev, nebo obecně patří do kognitivních funkcí, protože neexistuje nějaká specifická forma chování spojená vyloženě s exekutivními funkcemi. Většina autorů je popisuje jako procesy vysoké úrovně, které mají za úkol organizaci jiných základních procesů (Alekseyev, Rupchev, 2010). Při vymezení pojmu EF rozlišujeme „chladnou“ a „horkou“ složku exekutivních funkcí a specifičnost situací, ve kterých se aktivují. „Chladná“ složka EF zahrnuje procesy založené z velké části na logickém podkladu: plánování, řešení problému, kognitivní flexibilita a schopnost vyrovnat se s novými informacemi. Za „horkou“ složku jsou považovány procesy, které naopak zapojují emoce (Kulišťák a kol., 2017). Specifičnost situací předpokládá rozdělení situací na rutinní, běžné, a nové, dynamicky se rozvíjející. Regulace činnosti v rutinních situacích je způsobena automatickými procesy na základě hotových schémat, zatímco řešení nových neobvyklých situací vyžaduje větší aktivitu jedince v plánování a vědomé kontrole jeho činnosti a uskutečňuje se pomocí exekutivních funkcí (Stuss, Alexander, 2000).

Za sídlo EF jsou považovány frontální laloky, zejména prefrontální kůra. Koncept EF je nejvíce spojen s funkcemi dorzolaterální a frontopolární oblasti prefrontální kůry (Kulišťák a kol., 2017; Koechlin, Hyafil, 2007).

Zpočátku neuropsychologie považovala frontální laloky za „funkčně němé“, a to až do dvacátého roku života (Klucká, 2011). V současnosti víme, že exekutivní funkce prochází vývojem již od útlého dětství. Kognitivní vývoj dětí a adolescentů je spojen s vývojem frontální kůry. Změny v mozku obvykle sledují cyklus charakterizovaný obdobími aktivního vývoje a následujícími statickými obdobími. Zdá se, že vývoj EF postupuje dle stejného vzoru „vzestupů a pádů“ jako vývoj mozku. K funkčnímu dozrávání prefrontální kůry dochází mezi

osmnáctým a dvacátým rokem života, což je také spojeno s dozráváním morálky, empatie, s respektováním společenských norem a života společnosti jako celku (Orel, 2015). Koncept EF je úzce spojen s funkcemi pozornosti a paměti. Účelem pozornosti je integrace a organizace vnímání, paměti a řeči. Kvalita pozornostních funkcí zajišťuje kvalitu informačního zpracování (Kulišťák a kol., 2017). Paměť hraje klíčovou roli v kognitivních funkcích. Je nezbytná pro naši orientaci osobou, místem a časem. Pro koncept EF je nejvíce důležitá krátkodobá (pracovní) paměť a dlouhodobá deklarativní paměť (Goldstein, Naglieri, 2014).

V současné době existuje několik různých a velmi kontroverzních modelů exekutivních funkcí. Mezi nejčastěji zmiňované koncepty patří: model Normana a Shallice, Grafmanův model, Dūnkanův model, model centrální exekutivy (neboli model pracovní paměti) a Banichové model kaskády kontroly.

Exekutivní funkce se překrývají s lézemi čelního laloku, současně ale může léze v jiných oblastech mozku způsobit zhoršení exekutivního fungování (Goldstein, Naglieri, 2014). Dysexekutivní syndrom je provázán s kognitivními a behaviorálními poruchami, mezi které patří selhání v přizpůsobení vlastního chování k novým neobvyklým situacím, problém s potlačením nevhodného chování, poruchy plánování, snížené schopnosti zahájení jednání a globální hypo/hyperaktivita (Godefroy et al., 2010).

Pro měření EF jsou nejčastěji používány Wisconsinský test třídění karet, testy Hanojské nebo Londýnské věže, Testy verbální fluence, Testy cesty a Stroopův test (Goldstein, Naglieri, 2014; Hanna-Pladdy, 2007).

Poruchy EF mají obrovský dopad na běžný život jedince, a proto jsou testy s vysokou ekologickou validitou důležité při diagnostice dysexekutivního syndromu. BADS je souborem testů citlivých na poruchy schopnosti plánování, organizace, řešení problémů a pozornosti, které ovlivňují chování v každodenních situacích (Chamberlain, 2003).

Hlavním cílem výzkumné části byla validizace krátkého Testu hledání klíče z BADS na vzorku české klinické populace jako vhodné alternativy standardním testům exekutivních funkcí. K tomuto účelu byla získána data v následujících testech: MMSE, Reyova-Osterriethova komplexní figura, Test verbální fluence a Test hledání klíče z BADS. Dále byl výsledek Testu hledání klíče porovnán s výkonem v testu Reyovy-Osterriethovy komplexní figury, Testu verbální fluence a MMSE. Sběr dat probíhal v Národním ústavu duševního zdraví v Klecanech u Prahy. Výběrový vzorek byl tvořen 30 dospělými osobami české národnosti s různými kognitivními poruchami ve věkovém rozmezí od 57 do 88 let; z toho bylo 12 mužů a 18 žen.

Při testování hypotéz pomocí Spearmanova korelačního koeficientu na hladině významnosti $\alpha < 0,05$ bylo zjištěno, že existuje statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v Testu hledání klíče a T-skóry v testech MMSE a v kopii Reyovy-Osterriethovy komplexní figury. Nebyla prokázána statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v Testu hledání klíče a T-skóry v Testu verbální fluence a v reprodukci po 3 minutách Reyovy-Osterriethovy komplexní figury. Nebyla nalezena statisticky významná souvislost mezi věkem a profilovým skórem v Testu hledání klíče.

Dále jsme pomocí ROC analýzy určovali optimální cut-off hrubého skóru v testu MMSE odpovídající neúspěchu v Testu hledání klíče. Pro optimální cut-off hrubého skóru v MMSE = 24 při profilovém skóru v Testu hledání klíče = 0 nám vyšla senzitivita 0,79 a specificita 0,56, s přesností 67 %. Plocha pod křivkou dosahuje AUC = 0,64. Dosažené výsledky neukazují na příliš dobrou prediktivní schopnost výkonu v testu MMSE ve vztahu k selhání v Testu hledání klíče. Vzhledem k malému počtu pozorování a skutečnosti, že Test hledání klíče nemá určený cut-off pro neúspěšný výkon u české populace, můžeme považovat zjištěné výsledky pouze za orientační.

Výsledky celého výzkumu mohly být zkresleny různými faktory na straně účastníků a examinátora. Pro budoucí výzkum by bylo vhodné přezkoumat validitu Testu hledání klíče na vzorku české populace s frontálním syndromem. Nabízí se také provést studii se skupinou zdravých jedinců pro určení cut off-skóre v Testu hledání klíče.

Na základě zjištěných výsledků se nám podařilo prokázat kongruentní validitu Testu hledání klíče na vzorku české klinické populace s různými kognitivními poruchami.

Seznam literatury

Akhutina, T. V., Melikyan, Z. A. (2012). Neuropsychological Assessment: an overview of modern tendencies (dedicated to 110-th anniversary of A.R. Luria). *Časopis Klinická a Speciální psychologie*, 2. Získáno z <https://elibrary.ru/item.asp?id=18051923>

Alekseyev A. A., Rupchev G. E. (2010, August 29). *The notion of executive functions in psychological studies: perspectives and contradictions*. Získáno z <http://psystudy.ru/num/2010n4-12/348-alekseev-rupchev12.html#e3>

Alvarez J. A., Emory E. (2006). Executive function and the frontal lobes: a meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, 16(1), 17-42. doi:10.1007/s11065-006-9002-x

Andrewes D. (2001). *Neuropsychology. From Theory to Practice*. New York: Psychology Press.

Baddeley, A. (1992). Working Memory. *Science*, 255, 556 – 559. Získáno z <http://www.cogsci.ucsd.edu/~coulson/203/baddely.pdf>

Banich, M. T. (2009). Executive function: The Search for an Integrated Account. *A journal of the association for psychological science*, 18(2), 89-94. Získáno z <http://cafeped.m.cafescolorado.org/Banich%20Exec%20Function.pdf>

Bartos, A., Raisova, M. (2016). The Mini-Mental State Examination: Czech Norms and Cutoffs for Mild Dementia and Mild Cognitive Impairment due to Alzheimer's Disease. *Dementia and Geriatric Cognitive disorders*, 42, 50-57. doi: 10.1159/000446426

Bechara, A., Damasio H., Damasio A. R., Lee P. G. (1999). Different Contributions of the Human Amygdala and Ventromedial Prefrontal Cortex to Decision-Making. *Journal of Neuroscience*, 19(13), 5473-5481. Získáno z <http://www.jneurosci.org/content/19/13/5473>

Canali, F., Brucki, S. M., Bertolucci, P. H., Bueno, O. F. (2011). Reliability study of the Behavioral Assessment of the Dysexecutive Syndrome adapted for a Brazilian sample of older-adult controls and probable early Alzheimer's disease patients. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 33(4), 338-346. Získáno z <http://www.scielo.br/pdf/rbp/v33n4/aop1911.pdf>

Chamberlain, E. (2003). Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome (BADS). *Journal of Occupational Psychology, Employment and Disability*, 5(2), 33-39. Získáno z http://www.sxf.uevora.pt/wp-content/uploads/2013/03/Munir_2003.pdf

Chomskaja, E. D. (2005). *Neuropsychologie: 4-é vydání*. Spb.: Piter.

Duncan, J., Emslie, H., Williams, P., Johnson, R., Freer, C. (1996). Intelligence and the frontal lobe: The organization of goal-directed behavior. *Cognitive psychology*, 30(3), 257-303. Získáno z <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8660786>

Espinosa, A., Alegret, M., Boada, M., Vinyes, G., Valero S, Martinez-Lage P...
Tarraga, L. (2009). Ecological assessment of executive functions in mild cognitive impairment and mild Alzheimer's disease. *J Int Neuropsychol Soc.*,15(5),751-757. doi 10.1017/S135561770999035X

Fuster, J. M. (2002). Frontal lobe and cognitive development. *Journal of Neurocytology*, 31, 373-385. Získáno z <http://people.hss.caltech.edu/~steve/fuster.pdf>

Godefroy, O., Azouvi, Ph., Robert, Ph., Roussel, M., LeGall D., Meulemans, Th. (2010). Dysexecutive Syndrome: Diagnostic Criteria and Validation Study. *Ann Neurol*, 68(6), 855-864. doi 10.1002/ana.22117

Goldestein, S., Naglieri J. A. (2014). *Handbook of executive functioning*. New York: Springer-Verlag.

Hanna-Pladdy, B. (2007). Dysexecutive Syndromes in Neurologic Disease. *Journal of neurologic physical therapy: JNPT*, 31(3),119-127, získáno z https://www.researchgate.net/publication/5821205_Dysexecutive_Syndromes_in_Neurologic_Disease

Hebben, N., Milberg, W. (2010). *Essentials of neuropsychological assessment: Second edition*. New Jersey: John Wiley & Sons

Hunter, S. J., Edidin, J. P., Hinkle, C. D. (2012). The developmental neuropsychology of executive functions. In S. J. Hunter, E. P. Sparrow (Eds.), *Executive function and dysfunction* (pp. 17–36). New York: Cambridge University Press

Klucká, J. (2011). *Exekutivní funkce: jejich diagnostika a rehabilitace*. (Rigorózní práce). Karlová univerzita, Praha.

Knight, R. T., Stuss, D. T. (2002). *Prefrontal cortex: The present and the future*. In D. T. Stuss, R. T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 573-597). New York: Oxford University Press

Národní ústav duševního zdraví. (2017). *Mini-Mental State Examination (MMSE)*. Získáno z http://www.nudz.cz/adcentrum/kratke_kognitivni_testy.html#mmse

Koechlin, E. & Hyafil, A. (2007). Anterior prefrontal function and the limits of human-decision making. *Science*, 318(5850), 594-598. doi 10.1126/science.1142995

Krčová, V. (2014). Rey-Osterriethova komplexní figura: Recenze metody. *TESTFÓRUM*, 4, 22–26. doi 10.5817/TF2014-4-24

Kulišťák, P. a kol. (2017). *Klinická neuropsychologie v praxi*. Praha: Karolinum.

Lezak, M. D. (2004). *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press.

Lezak, M. D., Howieson, D. W., Bigler, E. D., Tranel, D. (2012). *Neuropsychological Assessment: fifth edition*. New York: Oxford University Press.

Logue, S. F., Gould T. J. (2014). The neural and genetic basis of executive function: Attention, cognitive flexibility, and response inhibition. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 123,

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0091305713001974?via%3Dihub>

Luria, A. R. (2003). *Základy neuropsychologie*. M.: Akademia.

Nikolai, T., Štěpánková, H., Michalec, J., Bezdíček, O., Horáková, K., Marková... E., Kopeček, M. (2015). Testy verbální fluence, česká normativní studie pro osoby vyššího věku. *Česká Slovenská Neurologie*, 78/111(3), 292–299. doi 10.14735/amcsnn2015292

Orel, M. (2015). *Nervové bunky a jejich svět*. Praha: Grada Publishing, a.s.

Preiss, M., Bartoš, A., Čermaková, R., Nondek, M., Benešová, M., Rodriguez, M. ...Nikolai, T. (2012). *Neuropsychologická baterie Psychiatrického centra Praha*. Praha: Psychiatrické centrum Praha

Rabin LA, Burton LA, Barr WB (2007). Utilization rates of ecologically oriented instruments among clinical neuropsychologists. *The Clinical Neuropsychologist*, 21(5), 727-743. doi 10.1080/13854040600888776

Shallice, T., Burgess, P. (1996). The domain of supervisory processes and the temporal organisation of behavior. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 351(1346), 1405-1412. Získano z <http://cnpbi.sissa.it/Articles/ShalliceBur1996.pdf>

Siddiqui S. V., Chatterjee U., Kumar D. (2008) Neuropsychology of prefrontal cortex. *Indian Journal of Psychiatry*, (50)3, 202-208. doi 10.4103/0019-5545.43634

Sternberg, R. J. (2009). *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál.

Strauss, E., Sherman, E. M. S., Spreen, O. (2006). *A Compendium of Neuropsychological Tests: Administration, Norms, and Commentary, Third Edition*. New York: Pxfprd University Press

Stuss, D.T. (2007). New approaches to prefrontal lobe testing. In B.L. Miller, J.L. Cummings (Eds.), *The Human Frontal Lobes: Functions and Disorders, 2nd Edition* (pp. 292-305). The Guilford Press: New York

Stuss, D. T., Alexander, M. P. (2000). Executive function and the frontal lobes: a conceptual view. *Psychological research*, 63, 289–298. Získano z https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id=57a44b64ed99e18d7524dd36&as_setKey=AS%3A391637210550274%401470384995497

Stuss, D. T., Benson, D. F. (1986). *The Frontal Lobes*. N.Y.: Raven Press.

Website BADS. (nedat.). *Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome (BADS)*. Získáno

<http://movingahead.psy.unsw.edu.au/documents/research/outcome%20measures/adult/Neuropsychological%20Impairment/Website%20BADS.pdf>

Příloha 1: Abstrakt BcDP

ABSTRAKT DIPLOMOVÉ PRÁCE

Název práce: Neuropsychologické testování exekutivních funkcí

Autor práce: Ing. Sofia Diondet

Vedoucí práce: PhDr. Mgr. Roman Procházka, Ph.D.

Počet stran a znaků: 52 s. (109410 znaků)

Počet příloh: 5

Počet titulů použité literatury: 40

Obsahem bakalářské práce je testování exekutivních funkcí. Teoretická část se zabývá pojetím exekutivních funkcí, jejich lokalizací, vývojem, modely, jejich testováním, ekologickou validitou testů a testovou baterií BADS. Hlavním cílem práce byla validizace krátkého Testu hledání klíče z BADS na vzorku české klinické populace jako vhodné alternativy k standardním testům exekutivních funkcí. Výběrový soubor byl tvořen 30 dospělými osobami české národnosti s různými kognitivními poruchami ve věkovém rozmezí od 57 do 88 let se středním věkem 76 ± 8 . Od každého účastníka byla získána data z testů MMSE, ROCF, Testu verbální fluence a Testu hledání klíče z BADS. V rámci stanovených hypotéz byla prokázána statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v Testu hledání klíče a T-skóry v testech MMSE a kopii ROCF. Nebyla prokázána statisticky významná pozitivní korelace mezi T-skórem v Testu hledání klíče a T-skóry v Testu verbální fluence a reprodukci po 3 minutách ROCF. Nebyla nalezena statisticky významná souvislost mezi věkem a profilovým skórem v Testu hledání klíče. V rámci bakalářské práce byla prokázána kongruentní validita Testu hledání klíče na vzorku české klinické populace.

Klíčová slova: exekutivní funkce, neuropsychologické testování, validizace Testu hledání klíče, BADS, plánování

ABSTRAKT OF THESIS

Title: Neuropsychological testing of executive functions

Author: Ing. Sofia Diondet

Supervisor: PhDr. Mgr. Roman Procházka, Ph.D.

Number of pages and characters: 52 p. (109410 characters)

Number of appendices: 5

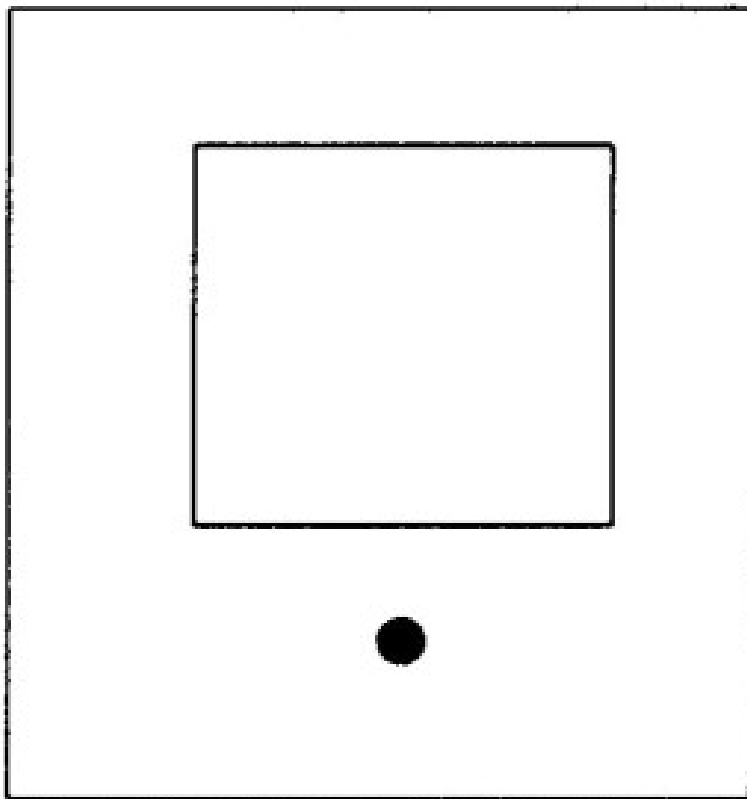
Number of references: 40

The content of the bachelor thesis is the testing of executive functions (EF). The theoretical part deals with the concept of EF, their localization, development, models, EF testing, ecological test validity and BADS test battery. The main aim of this work was the validation of a short Key Search Test from BADS on a sample of the Czech clinical population as a suitable alternative to standard tests of executive functions. The sample had 30 Czech adults with various cognitive disorders in the age range of 57 to 88 years old with a mean of 76 ± 8 . Each person was tested with MMSE, ROCF, Verbal Fluency Test (VF), and Key Search Test. Due to the established hypotheses, a statistically significant positive correlation was found between the T-score in the Key Search Test and T-score in the MMSE and the ROCF copy. There was no statistically significant positive correlation between the T-score in the Key Search Test and T-score in VF and 3-minute ROCF reproduction. There was no statistically significant relationship between age and Profile score in the Key Search Test. The bachelor thesis proved the congruent validity of the Key Search Test on the sample of the Czech clinical population.

Key words: executive functions, neuropsychological testing, validation of Key Search Test, BADS, planning

Příloha 2: Test hledání klíče

(postup a instrukce viz. manuál)



Kritéria hodnocení:

1. Vstup do pole
2. Místo ukončení hledání
3. Nepřerušovaná čára
4. Paralelní všechny čáry
5. Všechny svislé/vodorovné čáry
6. Postup hledání
7. Pokrytí celého pole
8. Při využití svého hledacího postupu by mohl klíč nalézt

Příloha 3: Hrubé skóry a T-skóry jednotlivých metod

ID	MMSE HS	MMSE T-skór	VF HS	VF T-skór	Rey Kopie HS	Rey Kopie T-skór
1	28	48	38	42	29	46
3	20	31	35	45	11	27
4	22	23	8	23	27	39
5	23	27	30	35	14,5	29
6	23	31	3	21	24,5	36
7	14	20	24	34	35	68
8	21	20	11	23	34	61
9	25	33	35	38	29	43
10	22	27	27	30	32	54
11	21	30	11	24	27,5	39
12	28	47	23	30	30	46
13	24	30	27	30	34	57
14	10	20	11	24	28	43
15	27	46	26	42	23,5	36
16	15	27	14	25	1	27
17	28	48	42	47	27	39
18	19	25	27	41	5	24
19	22	27	35	38	32	54
20	19	29	36	40	33	54
21	26	44	28	44	30	50
22	28	53	46	53	28	46
23	28	48	56	57	30	46
24	24	31	46	49	20,5	32
25	20	31	28	44	15	29
26	30	80	22	37	33	50
27	16	27	26	41	20	32
28	19	29	24	40	26	39
29	25	39	16	30	20,5	29
30	23	27	18	27	33	54
31	24	37	16	25	28,5	46

Tab. 5: Hrubé skóry a T-skóry MMSE, VF, kopie Reyovy-Osterriethovy komplexní figury

ID	Rey Reprodukce HS	Rey Reprodukce T-skór	Hledání klíče HS	Hledání klíče PS	Hledání klíče T-skór
1	11	46	10	2	56
3	4,5	32	7	1	49
4	11	43	4	0	42
5	5,5	36	3	0	42
6	5,5	32	5	0	42
7	16	50	15	3	64
8	16	50	6	0	42
9	0	27	11	2	56
10	0	29	7	0	42
11	9,5	43	5	1	49
12	0	27	4	0	42
13	7	36	15	3	64
14	5	29	4	0	42
15	6,5	36	5	0	42
16	0	29	4	0	42
17	13,5	50	15	4	71
18	0	27	4	0	42
19	3	29	5	1	49
20	6	36	11	2	56
21	12	50	5	0	42
22	15,5	54	15	4	71
23	9,5	43	16	4	71
24	7	36	4	0	42
25	6,5	36	5	0	42
26	16,5	50	6	1	49
27	2	29	6	1	49
28	0	29	7	0	42
29	0	27	5	1	49
30	25	73	6	1	49
31	7,5	36	13	3	64

Tab. 6: Hrubé skóry a T-skóry reprodukce Reyovy-Osterriethovy komplexní figury, Testu hledání klíče

Příloha 4: Korelace mezi jednotlivými metodami

Proměnné	Spearmanova korelace			
	Na hladině významnosti $p < ,05000$			
	Počet pozorování	Spearman	t(N-2)	p-hodnota
Hledání klíče T-skór & MMSE T-skór	30	0,3954	2,2779	0,0306
Hledání klíče T-skór & VF T-skór	30	0,3015	1,6734	0,1054
Hledání klíče T-skór & Rey Kopie T-skór	30	0,3716	2,1179	0,0432
Hledání klíče T-skór & Rey Reprodukce T-skór	30	0,3568	2,0213	0,0529

Příloha 5: Cut-off skór u MMSE pro neúspěch v Testu hledání klíče

cut off	FN	FP	TN	TP	Senzit	Specif	Maximum	Přesnost
0	14	0	16	0	0%	100%	50%	53%
1	14	0	16	0	0%	100%	50%	53%
2	14	0	16	0	0%	100%	50%	53%
3	14	0	16	0	0%	100%	50%	53%
4	14	0	16	0	0%	100%	50%	53%
5	14	0	16	0	0%	100%	50%	53%
6	14	0	16	0	0%	100%	50%	53%
7	14	0	16	0	0%	100%	50%	53%
8	14	0	16	0	0%	100%	50%	53%
9	14	0	16	0	0%	100%	50%	53%
10	14	0	16	0	0%	100%	50%	53%
11	13	0	16	1	7%	100%	54%	57%
12	13	0	16	1	7%	100%	54%	57%
13	13	0	16	1	7%	100%	54%	57%
14	13	0	16	1	7%	100%	54%	57%
15	13	1	15	1	7%	94%	50%	53%
16	12	1	15	2	14%	94%	54%	57%
17	12	2	14	2	14%	88%	51%	53%
18	12	2	14	2	14%	88%	51%	53%
19	12	2	14	2	14%	88%	51%	53%
20	10	3	13	4	29%	81%	55%	57%
21	9	4	12	5	36%	75%	55%	57%
22	8	5	11	6	43%	69%	56%	57%
23	6	6	10	8	57%	63%	60%	60%
24	3	7	9	11	79%	56%	67%	67%
25	3	9	7	11	79%	44%	61%	60%
26	3	11	5	11	79%	31%	55%	53%
27	2	11	5	12	86%	31%	58%	57%
28	1	11	5	13	93%	31%	62%	60%
29	0	15	1	14	100%	6%	53%	50%
30	0	15	1	14	100%	6%	53%	50%