

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Filozofická fakulta

Katedra psychologie

**SROVNÁNÍ EXEKUTIVNÍCH A MNESTICKÝCH FUNKCÍ
ZDRAVÉ POPULACE SENIORŮ A MLADÝCH
DOSPĚLÝCH**

THE COMPARISON OF EXECUTIVE AND MEMORY FUNCTIONS
AMONG HEALTHY POPULATION OF SENIORS AND YOUNG
ADULTS

Magisterská diplomová práce

Autor: Alžběta Müllerová

Vedoucí práce: PhDr. Radko Obereignerů, Ph.D

Olomouc

2013

Prohlášení

Ochrana informací v souladu s ustanovením § 47b zákona o vysokých školách, autorským zákonem a směrnicí rektora k Zadání tématu, odevzdávání a evidence údajů o bakalářské, diplomové, disertační práci a rigorózní práci a způsob jejich zveřejnění.

Student odpovídá za to, že veřejná část závěrečné práce je koncipována a strukturována tak, aby podávala úplné informace o cílech závěrečné práce a dosažených výsledcích.

Student nebude zveřejňovat v elektronické verzi závěrečné práce plné znění standardizovaných psychodiagnostických metod chráněných autorským zákonem (záznamový arch, test/dotazník, manuál). Plné znění psychodiagnostických metod může být pouze přílohou tištěné verze závěrečné práce. Zveřejnění je možné pouze po dohodě s autorem nebo vydavatelem.

Místopřísežně prohlašuji, že jsem tuto magisterskou diplomovou práci na téma „Srovnání exekutivních funkcí zdravé populace seniorů a mladých dospělých“ vypracovala samostatně pod dohledem vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Olomouci dne

Podpis

PODĚKOVÁNÍ:

Můj největší dík patří PhDr. Radkovi Obereignerů, PhD., za odborné vedení diplomové práce, za jeho trpělivost, ochotu a cenné rady, které mi pomohly tuto práci dokončit.

Dále také všem účastníkům výzkumu, domovu pro seniory Jihlava a Žďáře nad Sázavou a domovu s pečovatelskou službou ve Žďáře nad Sázavou, za ochotu a spolupráci.

OBSAH

ÚVOD	7
TEORETICKÁ ČÁST	8
1. ANATOMICKÁ STAVBA NERVOVÉ SOUSTAVY	8
1.1. Centrální nervová soustava	8
1.2. Hřbetní mícha (medulla spinalis)	8
1.3. Mozek (cerebrum)	8
1.3.1. Mozkový kmen	9
1.3.2. Mezimozek	9
1.3.3. Mozeček	9
1.3.4. Koncový mozek	10
1.4. Bazální ganglia	10
1.5. Limbický systém	10
1.6. Retikulární formace	11
2. KONCOVÝ MOZEK	12
2.1. Mozkové laloky	12
2.1.1. Spánkové laloky	12
2.1.2. Čelní laloky	13
2.1.3. Temenní laloky	13
2.1.4. Týlní lalok	13
2.1.5. Ostrovní lalok (insula)	14
2.2. Mozková kůra	14
3. FRONTÁLNÍ MOZKOVÉ LALOKY	16
3.1. Anatomické dělení frontálního laloku	16
3.2. Rozdíly mezi čelními laloky	16
3.3. Anatomické rozdíly mezi muži a ženami	17

3.4. Motorické oblasti	17
3.4.1. Primární motorická kůra	17
3.4.2. Premotorická kůra	18
3.4.3. Frontální zrakové pole	18
3.4.4. Brocova oblast	18
3.5. Prefrontální kůra	19
3.5.1. Funkce prefrontální kůry	19
3.6. Prefrontální funkční systémy	20
4. PAMĚŤ	22
4.1. Dělení paměti	22
4.2. Senzorická (ultrakrátká) paměť	22
4.3. Krátkodobá paměť	22
4.4. Dlouhodobá paměť	24
4.4.1. Explicitní paměť	24
4.4.2. Implicitní paměť	25
4.5. Pracovní paměť	26
4.6. Exekutivní paměť	27
5. EXEKUTIVNÍ FUNKCE	29
5.1. Zařazení exekutivních funkcí	30
5.2. Exekutivní versus kognitivní funkce	30
5.3. Složky exekutivních funkcí	31
5.3.1. Pozornost	31
5.3.2. Paměť	33
5.3.3. Pracovní paměť	33
5.3.4. Plánování	34
5.3.5. Časová integrace	35
5.3.6. Rozhodování	35

5.3.7. Kontrola	36
5.3.8. Inhibiční kontrola	36
5.4. Exekutivní funkce u mladých dospělých	37
5.5. Exekutivní funkce ve stáří	37
VÝZKUMNÁ ČÁST	40
6. METODOLOGICKÝ RÁMEC VÝZKUMU	40
6.1. Výzkumný problém a cíl práce	40
6.2. Stanovení hypotéz	40
6.3. Charakteristika použitých psychodiagnostických metod	41
6.3.1. Rey-Osterriethova komplexní figura	41
6.3.2. Krátký test všeobecné inteligence	42
6.3.3. Test Hanojské věže	43
6.4. Metody zpracování získaných dat	44
6.5. Charakteristika výzkumného souboru	45
6.6. Organizace a průběh šetření	46
7. VÝSLEDKY VÝZKUMU	47
7.1. Testování hypotézy H1:	47
7.2. Testování hypotézy H2:	47
7.3. Testování hypotézy H3:	48
7.4. Testování hypotézy H4:	49
7.5. Testování hypotézy H5:	49
7.6. K platnosti hypotéz	50
8. DISKUZE	53
9. ZÁVĚR	59
10. SOUHRN	60
LITERATURA	62
SEZNAM PŘÍLOH	67

ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá oblastí neuropsychologie, konkrétně exekutivními funkcemi a pamětí, což jsou dvě velké oblasti, které se vzájemně prolínají a ovlivňují.

Problematika exekutivních funkcí je v posledních letech důležitým tématem kognitivních neurovědeckých výzkumů. Tento termín zahrnuje řadu dalších funkcí jako je například vůle, kontrola, účelné jednání, rozhodování, plánování, pozornost, řešení problémů aj.

Vysvětlení a zařazení exekutivních funkcí stále není mezi odborníky jednoznačné. Někteří je považují za součást kognitivních funkcí a přiřazují k nim i paměť. Jiní je vyčleňují zvlášť. Shoda snad panuje v jejich umístění do frontálních laloků, konkrétně prefrontální kůry. Jednou z možností, jak diagnostikovat pouze exekutivní funkce, je Test Hanojské věže.

Tato diplomová práce navazuje na moji ročníkovou práci „Mnestické a exekutivní funkce u zdravé populace seniorů“, která byla nyní rozšířena o populaci mladých dospělých. Následující práce se skládá ze dvou částí. První, teoretická část, je zaměřena na základní přehled paměťových a exekutivních funkcí a snaží se najít teoretická východiska pro následný výzkum. Práce si klade za cíl porovnat mnestické a exekutivní funkce u mladých dospělých a zdravých seniorů. Přestože se mnohým může zdát výzkumný cíl banální a výsledek předem zjevný, jde o základní práci na normativních hodnotách Testu Hanojské věže, a proto je třeba ověřit i tyto základní ukazatele.

Tato diplomová práce byla vedena jako součást širších výzkumných cílů v rámci grantové výzvy Katedry psychologie Filozofické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci Projekt s názvem „Test Hanojské věže a nové normy pro efektivní diagnostiku exekutivních funkcí“ vznikl v roce 2011 na katedře psychologie pod vedením PhDr. Radka Obereignerů, PhD.

TEORETICKÁ ČÁST

1. ANATOMICKÁ STAVBA NERVOVÉ SOUSTAVY

1.1. Centrální nervová soustava

Nervový systém máme pouze jeden, ale z didaktických důvodů ho můžeme rozdělit na dvě anatomické části:

- *Centrální nervový systém* (CNS): řídící centrum nervového systému, které je tvořeno mozkem a míchou.
- *Periferní nervový systém* (PNS): tvoří ho především nervy vycházející z mozku a míchy (Marieb, Mallat, 2005).

1.2. Hřbetní mícha (medulla spinalis)

Mícha je umístěna v páteřním kanále a je chráněna kostí, míšními obaly a mozkomíšní tekutinou. Je k ní připojeno 31 párů míšních nervů. Je to hlavní centrum pro reflexy, zároveň se podílí na sensitivním a motorickém zásobení těla od krku dolů a zabezpečuje převod signálů mezi tělem a mozkem (Marieb, Mallat, 2005).

1.3. Mozek (cerebrum)

Váží přibližně 1,4 kg až 1,8 kg a dělí se na pravou a levou hemisféru spojenou silným svazkem nervových drah zvaných bílé těleso (*corpus callosum*) (McMillan, 2009).

Mozek se dále dělí na 4 hlavní části:

- Mozkový kmen (*Truncus encephali*)
 - Mezimozek (*Diencephalon*)
 - Mozeček (*Cerebellum*)
 - Koncový mozek (*Telencephalon*)
- (Čihák, 1997).

1.3.1. Mozkový kmen

Mozkový kmen navazuje na hřbetní míchu a skládá se z:

- Prodloužené míchy (*medulla oblongata*), která je zapojena do řízení autonomních funkcí – řídí činnost srdce a cév, řídí činnost dýchání, přijímání potravy, trávení a zvracení
- Varolova mostu (*pons Varoli*), který se účastní nervové regulace dýchání
- Středního mozku (*mesencephalon*), jehož hlavními částmi jsou „tectum“ (tvořené čtyřhrbolím), které se dále dělí na horní a dolní hrboly, a „tegmentum“. V tegmentu jsou jádra okohybných nervů (III. a IV.) a řídí zornicový reflex. Úkolem jádra středního mozku (*nucleus ruber*) je koordinace vlivů z mozkové kůry a mozečku (Rokyta, 2008).

1.3.2. Mezimozek

Mezimozek dostal svůj název od svého umístění v pomyslném středu mozku mezi mozkovými hemisférami (Orel, Facová et al., 2009). Skládá se ze tří párových útvarů – thalamu, hypotalamu a epithalamu (Marieb, Mallat, 2005).

- *Thalamus*: struktura vejčitého tvaru, která tvoří 80 procent mezimozku a obsahuje velké množství jader. Přijímá informace ze všech smyslů a přepojuje je do primárních sensitivních oblastí kůry. Kromě přepojování informací do kůry také zpracovává informace, které tudy procházejí (Marieb, Mallat, 2005). Z funkčního hlediska můžeme talamická jádra rozdělit do čtyř skupin: 1. specifická senzorická jádra, 2. nespecifická převážně senzorická jádra, 3. motorická jádra, 4. asociační jádra (Rokyta, 2008).
- *Hypothalamus*: tvoří dolní část mezimozku a podobně jako thalamus obsahuje velké množství jader. Jeho hlavní funkcí je řízení tělesných orgánů, kontrola autonomního nervového systému, kontrola emocionální odpovědi, regulace tělesné teploty, regulace pocitu hladu a žízně, kontrola chování, regulace spánkových cyklů, kontrola endokrinního systému, tvorba paměti.
- *Epithalamus*: je složený ze skupiny drobných jader a šišinky. Šišinka je žláza vylučující hormon melatonin (Marieb, Mallat, 2005).

1.3.3. Mozeček

Mozeček je umístěn v zadní jámě lební. Jeho funkcí je řízení a kontrola pohybové aktivity (Čihák, 1997). Představuje asi 10 procent mozkové tkáně člověka (McMillan,

2009). Je složen ze dvou mozečkových hemisfér uprostřed připojené ke struktuře nazývané vermis (červ). Povrch mozečku tvoří tenké závitky zvané folia (listy) oddělené zářezy (fissury). Každá hemisféra se dělí do tří laloků – přední lalok, zadní lalok a flokulonodulární lalok. Přední a zadní lalok kontrolují pohyby těla a flokulonodulární laloky zajišťují správné držení těla a rovnováhu (Marieb, Mallat, 2005).

1.3.4. Koncový mozek

Ze všech částí mozku je koncový mozek nejmladší a zároveň i nejvíce rozvinutou mozkovou strukturou. Sídí zde nejsložitější mozkové funkce (např. jednání a myšlení) a podle odborníků nás právě koncový mozek nejvíce odlišuje od zvířat (Fine, 2009).

1.4. Bazální ganglia

Bazální ganglia je název pro skupinu jader uvnitř bílé hmoty mozkové, tvořené nervovými výběžky (Marieb, Mallat, 2005). Anatomicky je tvoří: *nucleus caudatus* (ocasaté těleso) a *nucleus lentiformis* (čočkovité těleso). Čočkovité těleso tvoří *corpus striatum* (žíhané těleso) a *globus pallidus* (pallidum). K bazálním gangliím funkčně patří i *nucleus subthalamicus* a *substantia nigra* ve středním mozku (Rokyta, 2008). Pracují jako komplexní nervová struktura komunikující s mozkovou kůrou, která začíná, zastavuje a reguluje intenzitu volných pohybů. Dále kontrolují rytmus, odhadují tok času a podílí se na tvorbě návyků (Marieb, Mallat, 2005).

1.5. Limbický systém

Limbický systém je skupina buněk na vnitřním povrchu mozkových hemisfér a mezimozku. Je tvořen septálními jádry, cingulárním závitkem, hippokampální formací a částí amygdaly. V mezimozku pak zahrnuje hypotalamus a přední thalamická jádra. Amygdala a cingulární závit jsou velmi důležité pro emoce (Marieb, Mallat, 2005). Díky dráždění nebo naopak vyřazení jader amygdaly dochází ke změnám emoční aktivity, změnám řady somatických reakcí a změnám v produkci hormonů (Čihák, 1997). Hippokampální formace spolu s amygdalou se podílejí na získávání a zpětném vybavování vzpomínek. Limbický systém je propojen s mnoha dalšími oblastmi mozku a komunikuje i s nefrontálními laloky mozkové kůry (Marieb, Mallat, 2005). Díky specifickým vazbám

svých funkcí na autonomní nervový systém byl limbický systém označován jako „viscerální mozek“. Limbické korové oblasti získávají informace z oblastí smyslového vnímání a každý smyslový vjem je v limbickém systému vyhodnocen a zpracován (Čihák, 1997).

1.6. Retikulární formace

Retikulární formace je soubor šedých hmot síťovitého vzhledu rozkládající se v celém mozkovém kmeni (Čihák, 1997). Začátek má v prodloužené míše a projikuje se do celé mozkové kůry. Podílí se na koordinaci a řízení životně důležitých funkcí (Rokyta, 2008). Skupiny neuronů regulující tyto funkce se nazývají centra. Je zde uloženo dýchací centrum, pneumotaktické centrum, vasomotorické centrum, centrum regulace srdeční akce a centrum zvracení. K funkcím retikulární formace patří funkce aktivační a inhibiční, spojovací a koordinační. Je ovlivňována aferentními spoji z CNS a na jejich impulsy odpovídá eferentními dráhami. Je to centrum mnoha reflexů, které mají životní význam – z těch nejdůležitějších např. polykací reflex, sací reflex, slinivý reflex, visceromotorické reflexy, mrkací reflex, slzivý reflex, kašlací reflex a dávivý reflex. Dále se retikulární formace podílí na regulaci tělesné teploty, na vedení bolesti a aktivaci neuronů (Čihák, 1997).

2. KONCOVÝ MOZEK

2.1. Mozkové laloky

MozeK se dělí do pěti hlavních laloků, jimiž jsou čelní lalok (*lobus frontalis*), temenní lalok (*lobus parietalis*), spánkový lalok (*lobus temporalis*), týlní lalok (*lobus occipitalis*) a insula (lat. ostrůvek). Laloky jsou od sebe navzájem odděleny rýhami. Centrální rýha (*sulcus centralis*) odděluje frontální lalok od temenního laloku. Týlní lalok od temenního laloku odděluje temeno-týlní rýha (*sulcus parietooccipitalis*). Spánkový lalok je oddělen od čelního a temenního laloku hlubokou zevní rýhou (*sulcus lateralis*). Pátý lalok insula je hluboko zanořen v zevní brázdě a tvoří část jejího dna (Marieb, Mallat, 2005).

Laloky se od sebe liší nejen svou polohou, ale také tvarem, velikostí, vnitřní mikroskopickou stavbou a funkčními oblastmi (Orel, Facová et al., 2009). Frontální lalok je největší a jediný eferentní (vede informace z centrálního nervového systému na efekторы). Ostatní laloky jsou aferentní. Spánkový lalok zpracovává sluchové informace, temenní lalok proprioceptivně dotekové informace a týlní lalok zpracovává informace zrakové (Pfeiffer, 2007).

Laloky se dále člení na závity (gyri) (Dylevský, 2009). Závity, gyri na frontálním mozkovém laloku jsou: gyrus frontalis superior, gyrus frontalis medius, gyrus frontalis interior, gyrus precentralis, gyri orbitales a gyrus cinguli (z vnitřní strany) (Putz, Pabst, 2007).

2.1.1. Spánkové laloky

Spánkové laloky analyzují sluchové vjemy, a proto jsou vstupní branou tvorby řeči. Informace z obou sluchových receptorů vedou přes talamus do obou spánkových laloků (Pfeiffer, 2007). Na vnějších vrstvách spánkových laloků se nachází asociační oblasti, kde se sjednocují senzorické funkce a probíhá zde kontrola pohybů (kolektiv autorů, 2009). V horní části spánkových laloků se nachází Heschlovy závity, kde je uložena primární sluchová oblast. Různé neurony Heschlových závitů reagují na různé tóny. V blízkosti Heschlových závitů se nachází sekundární sluchová oblast a korové centrum rovnováhy. Na rozhraní spánkového, temenního a týlního laloku leží Wernickoho senzitivní centrum řeči, které je důležité pro porozumění a tvorbu řeči (Orel, Facová, 2009).

2.1.2. Čelní laloky

V lebce jsou čelní laloky umístěny v přední jámě lební. Dělí se na oblast motorickou, premotorickou, prefrontální a paralimbickou (Kulišťák, 2003).

Představují přibližně 2/3 rozlohy mozkové kůry. Mají zvláštní význam pro psychiku a motoriku člověka (Pfeiffer, 2007).

2.1.3. Temenní laloky

Temenní laloky jsou děleny do tří částí: postcentrálního závitu, horního temenního lalůčku (lobulu) a spodního temenního lalůčku (kolektiv autorů, 2009). V postcentrálním závitu se nachází korová oblast senzitivity. Zpracovává senzitivní informace z kožních čidel a hlubokých mechanoreceptorů uložených ve svalech a vnitřních orgánech. V dolní části postcentrálního závitu je lokalizována chuťová korová oblast (Orel, Facová, 2009). U temenních laloků platí, stejně jako u čelních, spánkových a týlního laloku, že každou primární senzorickou či motorickou oblast doprovází menší sekundární oblast. Sekundární senzorická oblast přijímá informace z thalamu i primární senzorické kůry, primární senzorická kůra přijímá informace pouze z thalamu (kolektiv autorů, 2009). Funkcí sekundární senzitivní oblasti je vytváření prostorové mapy těla, napomáhá orientaci a navigaci těla a slouží ke vnímání pohybů těla (Orel, Facová, 2009). Do každého temenního laloku jsou z thalamu přiváděny aferentní podněty z periferie protilehlé poloviny těla (Pfeiffer, 2007).

2.1.4. Týlní lalok

Po obou stranách ostruhové brázdy (hlavní brázda týlního laloku tvořící tvar písmene Y s parieto-okcipitální rýhou) se rozkládá primární zraková oblast (kolektiv autorů, 2009). „Primární zraková korová oblast zpracovává zrakové informace ze sítnice.“ Funkcí sekundární zrakové korové oblasti je třídění a rozbor zrakových informací, zařazování zrakových vjemů souvislostí a jejich ukládání do paměti (Orel, Facová, 2009, str.79).

2.1.5. Ostrovní lalok (insula)

Přední část insuly integruje především čichové a chuťové vjemy, zadní část získává informace ze sluchových, somatosenzorických a nemotorických oblastí mozku. Neurony ostrovního laloku kontrolují vnitřní prostředí a podílejí se na jeho regulaci. Také se podílí na tvorbě emocí a emoční inteligenci (Orel, Facová, 2009).

2.2. Mozková kůra

Mozková kůra je šedá hmota pokrývající povrch mozkových hemisfér. V různých místech má různou tloušťku a můžeme ji dále rozdělit do vrstev. Fylogeneticky starší úseky mozkové kůry se nazývají allocortex a fylogeneticky mladší úseky jako neocortex. Allocortex je daleko jednodušší a patří mezi něj oblast tzv. čichového mozku neboli palaeocortex a oblast tzv. limbického mozku neboli archicortex (Diamant, Vašina, 1998).

Neocortex je poměrně rozsáhlejší (zaujímá asi 95,6% plochy mozkové kůry) a má typickou šestivrstevnou stavbu. Jsou to tyto vrstvy: lamina molecularis, lamina granularis externa, lamina pyramidalis externa, lamina granularis interna, lamina pyramidalis interna, lamina multiformis (Čihák, 1997). Obecně můžeme říci, že čím jsou buňky hlouběji v mozkové kůře, tím jsou větší (výjimkou jsou fuziformní buňky v poslední vrstvě) (Mysliveček, 2003).

Mozková kůra je rozdělena podle velikosti, typu, množství a způsobu spojení buněčných vrstev, podle funkce, kterou daná oblast zabezpečuje. Brodmann ji rozděлил na 11 oblastí (regiones) a 52 polí (areae):

1. Regio postcentralis (areae 1, 2, 3, 43 – korové centrum chuťové)
2. Regio praecentralis (areae 4, 6)
3. Regio frontalis (areae 8, 9, 10, 11, 12, 44 – Brocovo centrum řeči, 45, 46, 47)
4. Regio insularis (areae 13, 14, 15)
5. Regio temporalis (areae 20, 21, 22 – asociační oblast sluchová, 36, 37, 38, 41, 42, 52)
6. Regio parietalis (areae 5, 7, 39, 40)
7. Regio occipitalis (areae 17, 18, 19)
8. Regio cingularis (areae 23, 24, 31, 32, 33)
9. Regio retrosplenialis (areae 26, 29, 30)
10. Regio hippocampica (areae 27, 28, 34, 35, 48, 51)

11. Regio olfactoria

Brodmannova cytoarchitektonická mapa je dodnes užívaná (Diamant, Vašina, 1998, str. 40). Ale byly vypracovány i další modifikované cytoarchitektonické mapy, avšak vycházejí vždy ze základního Brodmannova členění (Dylevský, 2009).

Podle funkce můžeme mozkovou kůru rozdělit na:

1. Primární projekční oblasti (senzorické oblasti), mezi které patří oblasti somestetické, sluchové, chuťové, čichové, zrakové a vestibulární.
2. Asociační oblasti, mezi které patří motorický asociační systém, senzorický asociační systém, oblasti parasenzorické, oblasti paralimbické, oblasti prefrontální a někdy bývá přiřazena i prefrontální korová oblast a korová lokalizace řeči.
3. Efektorové (výkonné) oblasti, mezi které patří oblasti motorické, autonomní a supresorické (Mysliveček, 2003, str. 82).

3. FRONTÁLNÍ MOZKOVÉ LALOKY

3.1. Anatomické dělení frontálního laloku

Na laterálním povrchu hemisféry můžeme vidět 3 oblasti frontálního laloku, a to motorickou kůru, premotorickou kůru a prefrontální kůru. Na mediálním povrchu je pak kůra limbická nebo paralimbická (Kulišťák, 2003).

Míka (1978, str. 29) rozděluje čelní laloky na: precentrální gyrus (nejvíce vzadu), premotorickou oblast (Brodmannova area 6 a 8), prefrontální oblast (area 45,46 a 10) (nejvíce vpředu) a mediobasální část (střední, spodní strana čelních laloků).

3.2. Rozdíly mezi čelními laloky

Levý a pravý frontální lalok jsou stále více diferencovány. Levý frontální lalok je více specializovaný na funkce související s jazykem a pravý frontální lalok je dominantní v sociálním poznávání a emocích (Miller, Cummings, 2007).

Praváci mají obvykle větší pravý čelní lalok než levý čelní lalok. Leváci také mohou mít větší pravý čelní lalok než levý, ale je mezi nimi vyšší podíl jedinců se stejně velkými čelními laloky, nebo s větším levým čelním lalokem než pravým (Koukolík, 2008).

Mozkové hemisféry můžeme také rozdělit na kategorizující a reprezentační.

a) Kategorizující hemisféra

- Zajišťuje řečové funkce
- Je dominantní ve smyslu motoriky
- Podílí se na tvorbě a třídění pojmů
- Má významnou úlohu ve verbálních funkcích
- Zajišťuje postupné zpracování informací
- Je zde užší kůra frontálního laloku
- Je zde větší okcipitální lalok

b) Reprezentační hemisféra

- Zpracovává non-verbální informace
- Zpracovává prostoročasové vztahy
- Umožňuje rozpoznávání obličejů

- Umožňuje identifikaci předmětů podle tvaru
- Umožňuje identifikaci melodie hudby

(Myslivoček, Trojan, 2004, str. 442).

3.3. Anatomické rozdíly mezi muži a ženami

Podle Goldberga mají muži větší frontální pól než levý, což je nesouměrnost označovaná jako Yakovlevova torze. U žen je tento jev mnohem méně patrný. Podobně i tloušťka mozkové kůry čelních laloků je u žen téměř stejná, zatímco u mužů je na pravém čelním laloku větší tloušťka mozkové kůry než na levém (Goldberg, 2004).

Goldberg poukazuje také na biochemické rozdíly. Distribuce estrogenových receptorů ve frontálních lalocích je u žen souměrná, zatímco u mužů je asymetrická. Také funkční rozdíl mezi pravým a levým čelním lalokem je více zřejmý u mužů než u žen. Většina těchto rozdílů je patrná i u dalších savčích druhů (Goldberg, 2004).

3.4. Motorické oblasti

V zadní části čelního laloku jsou uloženy oblasti kůry, které kontrolují motorické funkce. Mezi tyto oblasti patří primární motorická kůra, premotorická kůra, Brocova oblast a čelní zrakové pole (Marieb, Mallat, 2005).

3.4.1. Primární motorická kůra

Primární motorická kůra, také nazývaná jako oblast M1, se nachází podél precentrálního závitů čelního laloku. V této oblasti se nachází Betzovy pyramidové buňky, které jsou uloženy v V. korové vrstvě a patří k největším neuronům (Orel, Facová et al., 2009). Je tvořena mozaikou korových polí, jejichž stimulací můžeme vyvolat pohyby (Myslivoček, Trojan, 2004). Primární motorická kůra zajišťuje přesné a zručné volní pohyby těla, zvláště obličej a prsty, a ovládá vždy kolaterální část těla (Marieb, Mallat, 2005). Největší plochu primární motorické kůry představují oblasti řídící pohyby ruky, jazyka a hrtanu (Langmeier, 2009). Stimulací precentrálního závitů se vyvolají kontralaterální pohyby, kromě polykacích pohybů a pohybů svalstva mluvidel, které jsou bilaterální (Myslivoček, Trojan, 2004).

Funkční vlastnosti primární motorické kůry jsou determinovány aferentními a eferentními spoji. Aferentní spoje vycházejí z talamu, eferentní míří do mnoha podkorových struktur (Myslivoček, Trojan, 2004).

3.4.2. Premotorická kůra

Premotorická kůra je propojená se sousedící motorickou kůrou. Funguje jako paměťová banka pro svaly používané k naučené činnosti (McMillan, 2009).

Má za úkol kontrolovat složitější pohyby než primární motorická kůra. Přijímá senzitivní informace z ostatních oblastí kůry a s jejich pomocí kontroluje volní činnosti, které jsou závislé na senzitivní zpětné vazbě pro prostorové vnímání (Marieb, Mallat, 2005). Dráždění premotorické kůry vyvolává svalové pohyby jako primární motorická kůra, ale k jejich vyvolání je třeba vyšší intenzity proudu. Vyvolané pohyby jsou hrubší a patří mezi ně: otáčivé pohyby hlavy, očních bulbů, trupu, zvedání a ohýbání končetin apod. Má význam pro kontrolu pohybů řízených zrakem (Myslivoček, Trojan, 2004).

Podílí se také na přípravě a realizaci nových, náročných pohybů, na plánování pohybů, na výběru konkrétního pohybu k realizaci. Aktivuje se zejména při změnách pohybů (Orel, Facová et al., 2009).

3.4.3. Frontální zrkové pole

Je to oblast motorické kůry, která leží před premotorickou kůrou. Tato oblast je určena pro řízení jemných chtěných pohybů očí nebo řízení očí na podkladě nevědomých podnětů (Orel, Facová et al., 2009).

Elektrická stimulace této oblasti vyvolává kontralaterální, konjugované pohyby očních bulbů. Aferentní spoje přijímá ze zrkových korových polí a eferentní směřují do pretektální oblasti, do colliculus superior a do retikulární formace (Myslivoček, Trojan, 2004).

3.4.4. Brocova oblast

Brocova oblast, neboli Brocovo motorické centrum řeči, se nachází před dolní částí premotorické kůry a to v dominantní mozkové hemisféře. Má na starost ovládání svalů uplatňujících se při řeči, kontroluje pohyby nutné pro mluvení a spolu s premotorickou

kůrou spolupracuje na uchování pracovní paměti, slov a řeči. Odpovídající oblast v nedominantní hemisféře kontroluje emotivní zabarvení mluveného slova (Marieb, Mallat, 2005).

Tato oblast je aktivována při mnoha úkolech souvisejících s vytvářením a vyhledáváním slov. Při jeho poškození vzniká neschopnost vyjádřit své myšlenky řečí. Nemocný si svoji poruchu uvědomuje (Myslivoček, Trojan, 2004).

3.5. Prefrontální kůra

Asociační kůra frontálního laloku, nazývaná prefrontální kůra, řídí naše kognitivní procesy. Podle Fustera (1999; in Kulišťák 2003, str. 118) „... prefrontální kůra koordinuje provádění nejpropracovanějších a nových činností organismu, a proto je též nazývána ‚exekutivou mozku‘ a ‚orgánem kreativity‘“.

Je lokalizována v předním pólu frontálního laloku, před motorickou a premotorickou kůrou. Zapojuje se do řízení chování a to tak, že vybírá určité vzorce chování, které jsou vhodné pro okamžitou situaci. Umožňuje odhadování dopadu vlastního chování z hlediska pozdější úspěšnosti. Dále rozhoduje o potlačení určitého jednání či motivační potřeby, pokud se v dané situaci jeví jako neperspektivní. „Vzorce chování i myšlenkové stereotypy, které jsou generovány v prefrontálních oblastech, se vytvářejí individuálně v průběhu výchovy jedince. Představují obvykle tradici udržované formy myšlení určité společenské skupiny, např. morální zákony a formy chování (Langmeier, 2009).

Prefrontální kůra je pravděpodobně nejlépe propojeným místem mozku. Je přímo propojena se všemi funkčními mozkovými jednotkami: se zadní asociační kůrou, s premotorickou kůrou, s bazálními ganglii, s mozečkem, s dorzomediálním jádrem talamu, s hippokampem, s cingulární kůrou, s amygdalou, s hypothalamem a s jádry mozkového kmene. Prefrontální kůra však není spojena s primárními smyslovými korovými oblastmi. Tento způsob zapojení umožňuje čelním lalokům koordinaci a integraci činnosti všech ostatních struktur mozku (Goldberg, 2004).

3.5.1. Funkce prefrontální kůry

Funkce frontálních laloků byla historicky zahalena tajemstvím a nesprávnými úsudky. Odhadovala se pouze na základě pozorování chování vzniklého následkem zranění

frontálního laloku. V posledních 20 letech bylo hledání sjednocující teorie funkce prefrontální kůry hlavním zaměřením kognitivního neurovědeckého výzkumu (Miller, Cummings, 2007).

1. Potlačování aktivity mimopyramidového systému
2. Podíl na následujících emočních stavech: aktivita, sociální chování, normální emoční interakce s okolím (při lézi může dojít k zuřivosti)
3. Podíl na vyšší nervové činnosti, a to na:
 - učení, zejména aktivním podmiňování (tvorba nových paměťových stop)
 - sociálním intelektem, tj. např. autokritické hodnocení vlastních schopností
 - vypracování vzorce chování, především s motorickou složkou.

(Myslivoček, 2003, str. 86).

3.6. Prefrontální funkční systémy

Koukolík (Koukolík, 2000, str. 264) popisuje čtyři prefrontální funkční systémy:

1. Dorzolaterální prefrontální-subkortikální obvod (zevní obvod)
2. Orbitofrontální-subkortikální obvod (spodní obvod)
3. Mediální prefrontální-subkortikální obvod (vnitřní obvod)
4. Polární obvod

Jsou to otevřené systémy, což znamená, že jsou jednotlivé části systému propojené vnitřně mezi sebou a zároveň jsou propojeny s jinými funkčními systémy. Na každý z těchto systémů se vážou různé druhy chování a některé druhy chování se vážou společně na všechny čtyři funkční systémy (Koukolík, 2000). První tři obvody jsou sestaveny podle jednotného plánu a liší se v klíčových podrobnostech zapojení. Princip jejich zapojení je: Prefrontální kůra – striatum a pallidum – některé části thalamu a zpět do různých částí mozkové kůry. Každý prefrontální obvod je zapojen do jiné části striata a pallida atd. Zapojení polárního obvodu je odlišné (Koukolík, 2008).

1. *Dorzolaterální prefrontální-subkortikální obvod* neboli zevní obvod začíná na zevní ploše čelních laloků v Brodmannových oblastech 9 a 10 a zprostředkovává exekutivní funkce a motorické programování. Při poškození tohoto systému dochází k poruchám znovuvybavení, poruše plynulosti řeči i neřečových činností, neschopnosti tvořit domněnky a zachovávat myšlenkové sestavy (Koukolík, 2000).

2. *Orbitofrontální-subkortikální obvod* neboli spodní obvod začíná v inferolaterální prefrontální kůře, v Brodmanově oblasti 10. Při poškození tohoto obvodu, obzvláště jeho vnitřní části spolu s přilehlou částí mediálního obvodu, dochází k rozsáhlým a těžkým změnám osobnosti. Lidé s poškozeným spodním obvodem nejsou schopni integrovat složité podněty běžného života, i přesto, že v laboratorních podmínkách je jejich chování přiměřené (Koukolík, 2008).
3. *Mediální prefrontální-subkortikální obvod* neboli vnitřní obvod začíná na vnitřní ploše čelních laloků. Přední části cingulárního závitu nazýváme přední exekutivní oblastí. U lidí se v této oblasti nachází systém orientované pozornosti. Při poškození této korové oblasti vzniká porucha exekutivních funkcí, visceromotorické kontroly a vokalizace (Koukolík, 2000, 272). Poškození tohoto systému doprovázejí také výrazné změny osobnosti, apatie, pokles motivace a neschopnost udržet aktivitu. Může se objevit také akinetický mutismus (Koukolík, 1997).
4. *Polární obvod* byl vědci popsán nejpozději. „Tato korová oblast se oboustranně namáhá, jakmile je úkolem podržet ve vědomí hlavní cíl a přitom se současně věnovat cílům vedlejším“ (Koukolík, 2008).

V současnosti existuje osm modelů zabývajících se činností prefrontálních funkčních systémů. Některé modely kladou důraz na reprezentaci informací v prefrontální kůře, jiné zdůrazňují jejich zpracování neboli processing (Koukolík, 2008).

4. PAMĚŤ

Paměť má v životě lidí obrovský význam. Podílí se téměř na všem, co děláme. Je součástí naší identity, naší inteligence, naší afektivity. Procesy paměti jsou dost složité a odehrávají se v celém mozku. Proto je nutné si paměť dále rozdělit.

4.1. Dělení paměti

Podle Atkinsonové (Atkinson, 2003, str. 267) je vhodné rozdělovat paměť podle tří kritérií:

1. dělení podle tří stádií paměti – vstípení (kódování), uchování (retence) a vybavování (rekognice).
2. dělení podle délky uchování informace na ultrakrátkou, krátkodobou a dlouhodobou.
3. dělení podle toho, jaké informace paměť uchovává (např. sémantická, epizodická).

Kulišťák (Kulišťák, 2003, str. 154) navrhuje dělení paměti:

1. podle analyzátorů na paměť zrakovou, sluchovou, hmatovou, chuťovou, čichovou...
2. podle délky uchování záznamu na krátkodobou, střednědobou a dlouhodobou
3. dělení na paměť deklarativní (explicitní) a nedeklarativní (implicitní)

4.2. Senzorická (ultrakrátká) paměť

Ultrakrátká paměť je termín používaný pro udržení malého množství materiálu po dobu několika sekund (Baddeley, Eysenck, Anderson, 2009).

Ultrakrátká paměť uchovává na krátkou dobu přesný obraz smyslových podnětů a vyhodnotí informace ze smyslů jako významné či bezvýznamné. Významné podněty přesouvá k vyhodnocení do krátkodobé, nebo přímo dlouhodobé paměti. Pokud se data nepřevedou do krátkodobé nebo dlouhodobé paměti, tak se velmi rychle zapomenou (Plháková, 2007).

4.3. Krátkodobá paměť

Pojem krátkodobá paměť používáme teoreticky neutrálním způsobem jako dočasné uložení malého množství materiálu po krátké prodlevě (Baddeley, Eysenck, Anderson,

2009). Liší se od pracovní paměti, u které se předpokládá, že kombinuje uskladnění a zpracování a slouží jako mentální pracovní prostor k vykonávání komplexních úkolů. Výzkumy krátkodobé paměti začali s úlohami na rozsah číslic používaných k měření mentální kapacity. Rozsah je obvykle okolo šesti nebo sedmi číslic, ale je pravděpodobně kratší pro slova a ještě kratší pro nesmyslné slabiky nebo slova v cizím jazyce.

V padesátých letech dvacátého století se objevila myšlenka jednotného obecného systému paměti, převážně založena na dvou experimentálních paradigmatech. Petersonův efekt zapomínání demonstruje, že malé množství informací zapomeneme během vteřin, pokud předejdeme jejich opakování a pokud byly původně interpretovány v období dráhy rozpadu. Později se ukázalo, že úplně první prezentovaná položka ukázala slabé zapomnutí, což naznačuje interpretaci z hlediska interference dřívějších položek spíše než rozpad.

Druhé významné paradigma bylo volné vybavování, kde je efekt novosti typicky ztracen během vteřin, pokud se předejde opakování a je odolný k mnoha fenoménům dlouhodobé paměti, které ovlivňují dřívější položky.

Následná práce se přesunula na studii charakteristik různých systémů krátkodobé paměti. Ukázalo se, že verbální paměť je ovlivněna fonologickou podobností a délkou slov, které jsou udržovány. Hypotéza fonologické smyčky se toto pokouší vysvětlit uvnitř širšího rámce pracovní paměti přijímáním dočasného uložení a artikulačními procesy opakování, které mohou být přerušeny artikulačním přerušením.

Vizuální krátkodobá paměť se může dále dělit na vizuální a prostorovou paměť. Zdá se, že paměť pro prostorové umístění prokazuje zapomínání přes období vteřin, zatímco paměť pro vizuální objekty ne. Patrně jsme schopni udržet až čtyři objekty s klesající výkonností za tímto bodem. Poněkud překvapivé je, že počet prvků, které objekt obsahuje, se nezdá být omezen. Vizuální a prostorové složky byly navrženy jako část vizuomotorické mapy, součást pracovní paměti, která je protipólem fonologické smyčky (Baddeley, Eysenck, Anderson, 2009).

Pro krátkodobou paměť je důležitý především dorzolaterální prefrontální komplexní okruh a spoje mezi hipokampální formací a entorhinální kůrou (Preiss, Kučerová, 2006).

4.4. Dlouhodobá paměť

Dlouhodobá paměť slouží především k ukládání velkého množství informací, a to od několika minut až po celý život. Než se informace zakóduje v dlouhodobé paměti, tak přetrvává v krátkodobé paměti. K přenosu informace mezi oběma paměťmi může docházet několika způsoby, nejvíce zkoumaným je ovšem opakování, neboli vědomé reprodukování informace v pracovní paměti, které je základem učení (Atkinson, 2003).

Podle Kulišťáka (Kulišťák, 2003) a dalších autorů můžeme dlouhodobou paměť rozdělit na dva subsystémy – na explicitní a implicitní paměť.

4.4.1. Explicitní paměť

„Explicitní paměť je vědomé vybavení údajů a událostí z minulosti, včetně okolností času a místa“ (Hartl, Hartlová, 2000, str. 392).

Většina nervových struktur, které jsou zahrnuty do explicitní paměti, patří k limbickému systému nebo jsou k němu v blízkém vztahu. Patří k nim mimo jiné orbitální kůra, amygdala, hipokampus, rhinální kůra, bazální přední mozek, talamus a neokortex. Kulišťák (Kulišťák, 2003, str. 159) uvádí, že čichová kůra se podílí na paměti na předměty, hipokampus na prostorové paměti a amygdala na emoční paměti.

Je pravděpodobné, že vzájemné zpracování mezi systémem mediálního spánkového laloku a frontálními laloky je nezbytné pro explicitní paměť. Frontální lalok poskytuje exekutivní vstup do systému mediálního spánkového laloku naplněním paměti inteligencí. Frontální laloky skrze jejich rozsáhlé reciproční spojení s hipokampální formací pravděpodobně přispěli k uspořádání a umístění zkušeností v prostorovo-časovém kontextu. Čelní laloky v jistém smyslu přidávají orientaci na cíl k paměti (Kay, Tasman, 2006).

Explicitní paměť dále rozdělil kanadský psycholog Endel Tulving v roce 1972 na epizodickou a sémantickou.

Epizodická paměť:

V epizodické paměti uchováváme vzpomínky, které jsme osobně prožili a jsou časově a prostorově umístěny v našem životě (Plháková, 2007).

Epizodická paměť je podle Koukolíka (Koukolík, 2000) funkcí především hipokampální formace spolu s přilehlou spánkovou kůrou a prefrontální kůrou. Levostranná hipokampální formace se aktivuje tehdy, když se jedinec učí identitu jednotlivých položek.

Hipokampální formace se dále podílí na vyhledávání nových podnětů, sémantickém zpracování informací, na tvorbě sémantické paměti a na prostorové paměti a orientaci.

Levostranná dorzolaterální prefrontální kůra se podílí na organizaci pojmů do celků vyššího řádu, při učení neznámým tvářím a novým prostorovým úlohám. Při vybavování informací z epizodické paměti se aktivuje pravostranná prefrontální kůra (Koukolík, 2000).

Sémantická paměť:

Sémantická paměť je systém, který předpokládá uchování kumulativní znalosti o světě (Baddeley, Eysenck, Anderson, 2009). Její funkce závisí především na činnosti spodní a zevní části spánkové kůry (Koukolík, 2000).

Sémantická paměť se v podstatě týká vědomostí o světě a obecných znalostí, které považujeme za samozřejmost (Baddeley, 1998). „Podle Tulvinga (Tulving, 1972; in Plháková, 2007, str. 207) slouží sémantická paměť k uchování a využívání znalostí o slovech a pojmech, jejich vlastnostech a vzájemných vztazích.“

4.4.2. Implicitní paměť

„Implicitní paměť je nevědomá mimovolní paměť pro dovednosti, kterou lze vyjadřovat chováním“ (Hartl, Hartlová, 2000, str. 392). Její funkcí je vyhledávání informací z dlouhodobé paměti prostřednictvím výkonu spíše než explicitním vědomým vzpomínáním nebo rozpoznáváním (Baddeley, Eysenck, Anderson, 2009).

Je to soubor několika subsystémů, k nimž patří:

- *priming*, neboli senzibilizace, což je narůstání reakce vůči opakovaně působícímu podnětu
- *procedurální paměť*, která obsahuje automatizované senzomotorické dovednosti, percepčně-motorické dovednosti a automatizované kognitivní operace a postupy
- *jednoduché klasické podmiňování*, tedy vytváření spoju mezi nepodmíněným a podmíněným podnětem
- *neasociativní učení*

Procedurální paměť je zvláštní v tom, že k ní dochází transformací vědomých explicitních postupů na bezděčné, čili ukládáme do ní postupy, které byly původně explicitní (Plháková, 2007).

Z anatomických oblastí, které se podílejí na funkci implicitní paměti, je to především obvod bazálních ganglií, talamus, premotorická kůra, frontální kůra, parietální kůra, temporální kůra a okcipitální kůra (Kulišťák, 2003).

4.5. Pracovní paměť

Pracovní paměť je systém, který podtrhuje naši schopnost „udržování věcí v paměti“, při provádění komplexních úkolů (Baddeley, Eysenck, Anderson, 2009).

Výzkumníci zabývající se pamětí věří, že frontální laloky modulují používání paměti v exekutivních funkcích jako je plánování a rozhodování. Miyake a Shah (1999; in Kay, Tasman, 2006) při jejich komplexním zkoumání modelů pracovní paměti definovali pracovní paměť jako takové mechanismy nebo procesy, které jsou zapojeny do provozu komplexního poznávání, zahrnující jak nové, tak známé dovednostní úkoly. Tato definice odlišuje pracovní paměť od krátkodobé paměti, protože naznačuje, že pracovní paměť přesahuje prosté uchování informací v mysli a spíše přináší nebo drží informace přímo v cíleném tvaru.

Podle Koukolíka (Koukolík, 2000, str. 86) má pracovní paměť z neuropsychologického hlediska 3 složky: fonologickou smyčku, vizuospeciální náčrtník a centrální výkonnostní složku.

Fonologická smyčka: ukládá zvukové, řečové i neřečové informace, které se nehlasným opakováním mohou udržovat dlouhodobě, bez opakování se ztrácejí. Jednoslabičná slova se udržují snadněji než víceslabičná. Při použití fonologické smyčky se aktivuje levostranná kůra v okolí Sylviovy rýhy.

Vizuospeciální náčrtník: slouží k ukládání dat, která jsou po krátké době smazána, aby uvolnila místo pro uložení nových dat. Činnost vizuospeciálního náčrtníku souvisí s aktivací zrakové kůry týlních laloků, kůry čelních a temenních laloků.

Centrální výkonnostní složka: se aktivuje při řešení úloh zaměřených na rotaci předmětů v prostoru. Souvisí s aktivací předních a dorzolaterálních částí prefrontální kůry.

Pracovní paměť se uplatňuje i při myšlení. Při vědomém řešení problémů používáme pracovní paměť jako duševní pracovní prostor. Používá se při uchovávání částí problému a informací přicházejících z dlouhodobé paměti, které k řešenému problému přísluší. Dále se podílí na řešení složitých problémů, jako jsou geometrické analogie využívané v testech inteligence, dále je důležitá pro jazykové zpracovávání (umožňuje

sledovat tok konverzace nebo souvislosti při čtení textu). Je to přestupní stanice k dlouhodobé paměti (Atkinson, 2003).

Koncept pracovní paměti je založen na předpokladu, že systém existuje pro dočasné udržení informací a manipulací s nimi, a že pomáhá při vykonávání mnoha komplexních úkolů. Je mnoho různých modelů pracovní paměti a každý model závisí na konkrétní oblasti zájmu teoretika a jeho teoretickém stylu. Nicméně většina teoretiků předpokládá, že pracovní paměť se chová jako forma mentálního pracovního prostoru, který poskytuje základ pro myšlení. Obvykle se předpokládá, že je spojen s pozorností a je schopný čerpat i z jiných zdrojů v krátkodobé a dlouhodobé paměti. V žádném případě nezdůrazňují všechny přístupy roli paměti více než pozornost. Jeden přístup, který ji zdůrazňuje, je vícesložkový model, který navrhnul původně Baddeley a Hitch v roce 1974 jako prostředek propojení výzkumu psychologie a neuropsychologie krátkodobé paměti, a její funkční role při provádění důležitých kognitivních aktivit, jako je uvažování, porozumění a učení (Baddeley, Eysenck, Anderson, 2009).

Baddeley a Hitch (1974; in Kay, Tasman, 2006) byli první, kdo navrhnul lidský kognitivní model jako koncept pracovní paměti. Tento model stanovuje dynamický systém jako dočasné a omezené uložení. Skládá se z centrální exekutivy a dvou podřízených systémů – vizuo-prostorového náčrtníku a fonologické smyčky. Neuroanatomické umístění tohoto modelu do frontálních laloků bylo široce rozvinuto rozsáhlou prací Patricie Goldman-Rakicové.

Zdá se, že centrální exekutivní aspekt systému pracovní paměti vykonává kontrolu nad tokem činnosti mezi podřízenými systémy a umožňuje ukládání do dlouhodobé paměti. Nicméně je to nejméně pochopitelná složka pracovní paměti. Interakce podřízených systémů s centrální exekutivou pravděpodobně reflektuje vzájemné působení mezi mechanismy frontálních laloků, exekutivní kontrolou, informacemi z temenních, spánkových a týlních systémů, percepce a asociací. Přestože podrobnosti role centrální exekutivy zůstávají nejasné, důkazy naznačují, že prefrontální kůra je zaměřená s ohledem na pracovní paměť (Kay, Tasman, 2006).

4.6. Exekutivní paměť

Fuster (2002) rozlišuje navíc paměť exekutivní. Exekutivní paměť označuje za jednu ze dvou obrovských kategorií dlouhodobé paměti. Druhou kategorií je paměť percepční. Jsou uloženy v zadní a frontální části kůry. Obě kategorie kortikální paměti

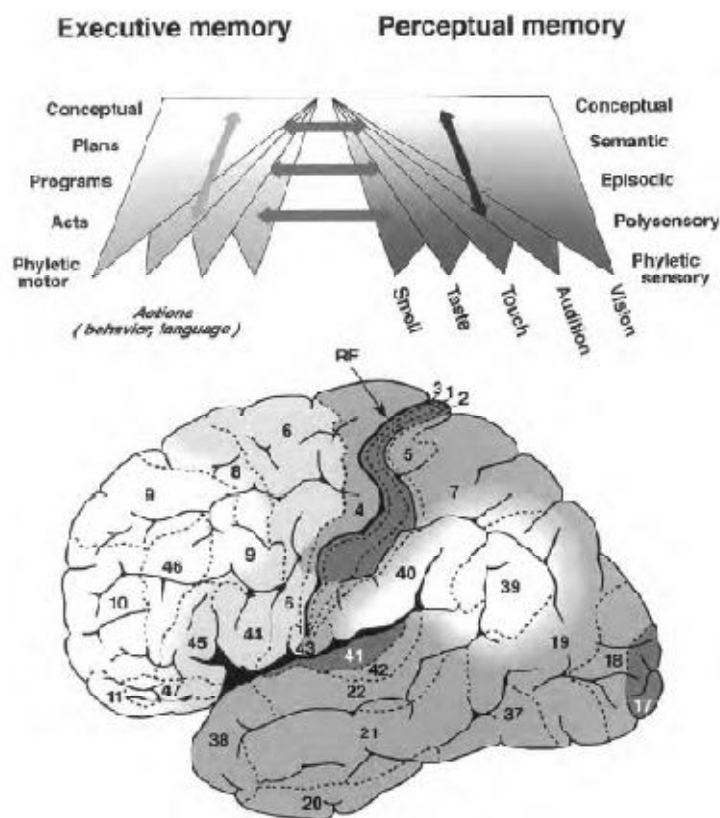
(percepční a exekutivní) jsou hierarchicky uspořádány. Protějškem hierarchie percepční paměti v zadní části kůry je hierarchie exekutivní paměti ve frontální kůře.

Laterální prefrontální oblasti tvoří nejvyšší stupeň v hierarchii frontální kůry pro zastoupení exekutivní paměti. Jejich neuronové sítě představují schémata postupných dějů, minulých nebo plánovaných, plány chování a jazyka. Provedení na cíl zaměřené sekvence dějů je průběžný proces časové integrace. V kořenech tohoto procesu je zprostředkování časových událostí mezi plánem chování, cílem a chováním vedoucím k cíli. Laterální prefrontální kůra řídí nejméně čtyři kognitivní operace, které zprostředkovávají tyto události: selektivní pozornost, připravenost, pracovní paměť a kontrolu.

Data získaná mikroelektrodami poskytují důkazy pro následující:

- temporální integrace probíhá v prefrontální kůře prostřednictvím místních transakcí mezi aktivními buňkami v pracovní paměti a aktivními buňkami v oblasti připravenosti
- pracovní paměť se v podstatě skládá z dočasné aktivace nadcházejícího jednání, které vychází z široké kortikální sítě dlouhodobé paměti.
- Pracovní paměť je udržována ozvěnou činnosti uvnitř této sítě

(Fuster, 2002).



Obr.1 Nahore: Fusterovo schéma hierarchie paměti, Dole: Obecné rozdělení paměťové sítě

5. EXEKUTIVNÍ FUNKCE

Fuster (2008) definuje exekutivní funkce jako schopnost organizovat sled dějů směrem k cíli. Toto jednoduché prohlášení také definuje hlavní, nejobecnější funkci prefrontální kůry. S mírnou úpravou může být definice aplikována převážně na člověka: Exekutivní funkce, hlavní funkce prefrontální kůry, jsou schopnosti dočasně organizovat účelné chování, jazyk a uvažování. Definice nicméně vyvolává dvě otázky, které je třeba vyřešit, aby se zabránilo tautologii. Jde o kauzalitu a empirickou redukci.

Kauzalita

Neuropsychologie má jednoznačně determinováno, že prefrontální kůra je zapojena do exekutivních funkcí, ale přiřazení exekutivních funkcí do prefrontální kůry nevyhnutelně vede k nekonečnému návratu nebo neobhájitelnému předpokladu kůry jako největšího činitele – tj. jako iniciátora, organizátora a vykonavatele akce. Představa prefrontální kůry jako samostatného největšího činitele, zdroje vůle a rozhodnutí nemůže být trvalá ani na neurofyzilogickém základě.

Empirická redukce

Další problém, ne méně závažný, je metodologická rozdílnost při omezení exekutivních funkcí. Abychom mohli změřit jednotlivé složky (pozornost, pracovní paměť, tvoření úsudků a jiné), je třeba je od sebe oddělit a identifikovat pro ně oddělené prefrontální oblasti. Problém v podstatě vychází z funkční provázanosti všech složek exekutivních funkcí. Jako ve všech složitých systémech, žádná složka nemůže být strukturálně nebo funkčně oddělena od ostatních bez ovlivnění celého systému více než jedním způsobem. Tudíž odstranění jedné strukturální složky nezanechá funkci systému neporušenou kromě nepřítomnosti funkce této složky. Důsledky této situace pro neuropsychologii čelního laloku jsou závažné:

- a) Nelze demonstrovat žádný čistý řez – dvojí oddělení prefrontálních oblastí od složek exekutivních funkcí
- b) Po oddělení léze prefrontální oblasti nelze získat žádné měření, které přesně odráží přínos oblasti na funkční integritu exekutivního systému.
- c) Žádná prefrontální oblast nemůže být připsána pouze jedné exekutivní složce

Nicméně nyní je nepopíratelné, že některé prefrontální oblasti mají větší podíl než jiné na některých složkách exekutivních funkcí. Například orbitální kůra se podílí více na

emocionálních složkách při rozhodování než laterální kůra. Laterální kůra se podílí více na pracovní paměti než cingulární kůra, atd. Zkrátka jsou topografické rozdíly ve funkčním propojení prefrontální kůry a exekutivních funkcí (Fuster, 2008).

Mnoho výzkumníků nyní souhlasí, že studium frontálních laloků reprezentuje důležitý aspekt pokusů k pochopení lidských vyšších mentálních funkcí jako je plánování, rozhodování, uvažování a usuzování, které jsou často označovány jako exekutivní procesy. Frontální laloky lidského mozku zahrnují všechny přední tkáně až k centrální rýze. Dvě prefrontální oblasti, orbitomediální prefrontální kůra a dorzolaterální prefrontální kůra, byly zacíleny v mnoha výzkumech zaměřených na exekutivní procesy. Funkční role v poskytování exekutivní kontroly na chování je pravděpodobně spojena s rozsáhlou vzájemnou anatomickou spojitostí mezi frontálními laloky a dalšími mozkovými oblastmi spojenými se zpracováním informací. Bylo prokázáno četné aferentní a eferentní spojení frontálního laloku. Extrakortikální a transkortikální spojení frontálních laloků jsou mimořádně složitá, obzvláště tam, kde se podílí prefrontální kůra (Kay, Tasman, 2006).

5.1. Zařazení exekutivních funkcí

Každý autor řadí exekutivní funkce jiným způsobem. Podle Höschla, Libigera a Švestky (2002, str. 181) patří exekutivní funkce mezi tři hlavním funkčním systémy chování. Dalšími jsou kognice a emoce.

Koukolík (2002) ji považuje za součást kognitivních funkcí, spolu se schopností tvořit a uskutečňovat plány, tvořit analogie, respektovat pravidla sociálního chování, řešit problémy, adaptovat se na nečekané proměny okolností, vykonávat větší počet činností současně, umisťovat události v čase a prostoru, pracovat s informacemi v pracovní paměti.

Parkin (1998; in Kulišťák 2003, str. 119) odmítá myšlenku centrální exekutivy spolu s testy k jejich měření a odůvodňuje to neexistencí jediné mozkové oblasti spojené s touto funkcí.

5.2. Exekutivní versus kognitivní funkce

Růžička a Špačková (in Ambler, Bednařík, Růžička a kol., 2008, 847) označují kognitivní funkce jako procesy zúčastněné na vnímání a myšlení. Zahrnují symbolické funkce, jako je paměť, řeč, čtení a psaní, gnostické a praktické funkce a exekutivní funkce, což jsou duševní pochody vedoucí k realizaci cíleného chování.

Podle Höschla, Libigera a Švestky (2002, str. 181) můžeme rozdělit kognitivní funkce na:

- *receptivní funkce*, kam patří výběr, udržení, třídění a integrace informací
- *paměť a učení*
- *myšlení*, neboli schopnost abstrakce, usuzování, rozhodování, analýza a syntéza
- *expresivní funkce*, mezi které bychom zařadili mluvení, kreslení, psaní, manipulaci s materiálem, gestikulaci a výraz tváře

Exekutivní funkce jsou pak součástí kognitivních funkcí, jež kontrolují lidské chování v čase. Patří sem adaptivní plánování, tvorba analogií, dodržování sociálních pravidel, řešení problémů, adaptace na nečekané proměny v prostředí a slovní uvažování. Úzkým profilem těchto funkcí jsou pak tři prefrontální-subkortikální obvody popsané Koukolíkem (viz výše) (Höschl, Libiger, Švestka, 2002).

Ať už jsou exekutivní funkce popisovány jako součást kognitivních funkcí nebo jsou vyčleněny zvlášť, tak zahrnují mnoho procesů úzce souvisejících s kognitivními funkcemi (Lezak, 2004).

5.3. Složky exekutivních funkcí

Podle Lezakové (1995; in Preiss, 1998) mají exekutivní funkce čtyři složky:

1. *Vůli*, což je „schopnost rozhodnout se pro určitý cíl společně s uvědoměním si a aktivací prostředků k jeho dosažení“ (Höschl, Libiger, Švestka, 2002).
2. *Plánování*
3. *Účelné jednání* neboli jednání, které vede k cíli, je zaměřeno na určitý účel
4. *Úspěšný výkon*, což je výkon, který má předpokládaný efekt

Fuster (2008) dělí složky exekutivních funkcí na pozornost, paměť, plánování, časovou integraci, rozhodování a kontrolu.

5.3.1. Pozornost

Nejběžnější kognitivní poruchou pacientů s poškozením frontálního laloku pramení z abnormalit pozornosti. Tyto abnormality spadají pod pět základních kategorií podle toho,

který aspekt pozornosti je nejvíce zasažen: 1. Ostražitost, 2. Připravenost, 3. Prostorová pozornost, 4. Nepřetržitá pozornost, 5. Kontrola vlivu rušivosti

Ostražitost

Jedinec s prefrontálním poškozením je obecně méně ostražitý a méně si uvědomuje svět kolem sebe než normální jedinec. Obzvláště pokud poškození zasáhlo větší části postranních prefrontálních závitů. Některé potíže s pozorností ovšem mohou být přisouzeny nízké míře vzrušivosti u pacientů s frontálním poškozením (Stuss et al., 1994; in Fuster, 2008).

Připravenost

Připravenost značí přípravu neuronových zdrojů pro očekávané smyslové vjemy nebo motorické reakce v průběhu exekutivního výkonu. V daný moment se očekává druh smyslových vjemů nebo motorické reakce, záleží pouze na časovém a prostorovém kontextu, ve kterých se děj odehraje (Fuster, 2008).

Prostorová pozornost

Jedny z nejjasnějších poruch smyslové pozornosti u pacientů s frontálním poškozením, obzvláště pokud je zasažena osmá Brodmannova oblast, jsou poruchy týkající se prostorového vidění. Nejpozoruhodnější je ztráta normálního logického pořadí v analýze obrázkového detailu. Vyšetření vizuálních představ se stává náhodné, nesystematické a náchylné ke zbytečnému opakování (Fuster, 2008).

Nepřetržitá pozornost

Pravděpodobně nejstálější ze všech poruch pozornosti (pramenící z poruchy prefrontální kůry) je neschopnost udržet pozornost na jeden daný sled činností nebo myšlenek. Pacienti shledávají nejtěžším udržet trvalou pozornost na vnitřní reprezentace. Například pracovní paměť je druh pozornosti zaměřený na vnitřní reprezentace nedávných událostí nebo stimulů pro dosažení budoucích cílů (Fuster, 2008).

Kontrola vlivu rušivosti

Kromě toho, že je jedinec s lézí v prefrontální oblasti neschopný udržet nepřetržitě pozornost, je také neschopný odolat rušení. Pacientova pozornost je neustále přitahována k irelevantním podnětům a on je neschopný odolat rušení z podnětů, které by normálně potlačil nebo ignoroval. Pozornost těchto pacientů je zranitelná nejen vnějšími vlivy, ale také vnitřními, rušením z vnitřních impulzů (Fuster, 2008).

5.3.2. Paměť

Všechny exekutivní funkce pracují s obrovským systémem kognitivních funkcí, široce rozložených skrz kůru. Tyto sítě jsou tvořeny pospojovanými asociacemi mezi seskupeními neuronů (v některých případech značně rozptýlené od sebe), které představují jednodušší a konkrétnější položky znalostí a dlouhodobé paměti. Jelikož tyto sítě obsahují spojení s činností, tak jsou to exekutivní sítě a roztahují se do kůry frontálního laloku. Vyšší úroveň exekutivních kognitivních sítí je ta, která představuje cílené řady dějů, obzvlášť pokud se jedná o nové nebo budoucí plány, které zasahují do prefrontální kůry.

Prefrontální kůra je také úschovna sítě exekutivní paměti – tj. sítě, která představuje minulé činnosti, budoucí činnosti nebo oboje. Je nemožné zkonstruovat exekutivní funkci bez předpokladu exekutivní paměťové sítě, představující neuronový podklad, na kterém bude funkce probíhat. Ta samá síť – řádně a včas aktivovaná – bude použita v pozornosti, pracovní paměti, v plánování, atd. V určitou dobu síť přestane být pouze reprezentativní a stane se také funkční a slouží jedné nebo všem exekutivním funkcím.

Pacient s frontálním poškozením je běžně schopen tvoření a znovuzískání percepční dlouhodobé paměti – tj. paměti získané přes smysly. Nicméně ačkoliv tito pacienti nejsou zřetelně amnestičtí, mají potíže s jednoduchým vybavováním a rekognicí.

Mezi dvěma prefrontálními exekutivními funkcemi (pamětí a plánováním) je úzký vztah. Plán činnosti je konec konců pamětí promítán do budoucnosti. Je tvořen z přidružených prvků dlouhodobé exekutivní paměti svázaných dohromady do prefrontální sítě, která obsahuje asociace s budoucností a pořádkem (Fuster, 2008).

5.3.3. Pracovní paměť

Pracovní paměť je schopnost udržet informace pro budoucí realizaci činnosti, která je závislá na této informaci. Je to nezbytná kognitivní funkce pro zprostředkování časoprostorových událostí, v časové integraci uvažování, řeči a cíleného chování.

Pracovní paměť může selhat u mnoha patologických stavů mozku. Důvod selhání je obzvlášť evidentní u pacientů s poruchou frontálního laloku, protože tento druh paměti je nezbytný pro budoucí činnosti, ať už jde o činnost motorickou, mentální operaci nebo část mluveného jazyka. Pacienti s poruchou frontálního laloku mají problémy s pracovní pamětí, obzvlášť pokud léze zahrnuje laterální prefrontální kůru. Rozsah a kvalita takového poškození závisí na souvislostech testování a na stupni, na kterém test vyžaduje

potlačení interference. Frontální léze mohou nepříznivě ovlivňovat toto rušení kontroly funkcí (Fuster, 2008).

5.3.4. Plánování

Zatímco poškození paměti zbavuje pacienty s frontálním poškozením schopnosti využít zkušeností nedávné minulosti, poškozená předvídavost je zbavuje schopnosti plánovat do budoucna, řízenou interními podněty. Podle Fustera (2008) jsou tyto dva nedostatky vzájemným zrcadlovým obrazem. Jeden odráží selhání funkce časové retrospektivy (vzhlížení do minulosti), druhý selhání funkce časové perspektivy. Tyto selhávající funkce jsou 2 strany stejné mince – dva vzájemně komplementární aspekty časové integrace.

Pravděpodobně žádný prefrontální symptom nebyl popsán důsledněji než schopnost plánovat. Neschopnost formulovat plány, speciálně nové plány, je obecně přijímána jako společný rys prefrontálních syndromů. Pozoruhodné je, že syndrom se objevuje příznačně u dysfunkcí prefrontální kůry. V případě současné absence demence nebo poruchy vědomí, není symptom spojován s klinickým poškozením jiné nervové struktury. Plánování a realizace na cíl zaměřených akčních schémat, které jsou řízeny vnitřními podněty, jsou výrazně citlivé na léze frontálního laloku, obzvláště pokud jsou v levé postranní prefrontální kůře.

Nedostatek předvídavosti nebo „prospektivní paměti“ a nedostatek schopnosti formulovat a provádět plány jsou úzce spojeny. Úspěšná realizace plánu vyžaduje koncepční schéma plánu, přípravu každého kroku k jeho realizaci a předvídání jeho následků. Proto je tak obtížné odloučit u pacientů s frontální poruchou neschopnost plánovat od jejich špatné schopnosti předvídání. Londýnská věž je běžně považována za test plánování a jako taková bývá používána u pacientů s frontálním poškozením ke zdůvodnění jejich problémů s plánováním.

Stejně jako pracovní paměť, i plánování a provádění plánů jsou závislé na pozornosti, a proto jsou ovlivněny interferencí. Obzvláště rušivé mohou být vnitřní interference z protichůdných akčních plánů, zejména rutinní plány (Fuster, 2008).

5.3.5. Časová integrace

Pracovní paměť a plánování (retrospektivní a prospektivní aspekty exekutivních funkcí) se navzájem doplňují, aby sloužili obecnější funkci časové integrace, což je schopnost vykonávat nové, časově prodloužené a cílené chování, řeč nebo odůvodňování. Prakticky všechny léze prefrontální kůry vedou k problémům v časové integraci, ačkoliv léze kdekoli jinde v asociativní kůře ne. Zpravidla pacienti s poškozením frontálního laloku nemají vůbec problémy s prováděním staré a dobře nacvičené rutiny, ani když je časově rozšířena. Pacienti však narazí na potíže, když jsou nuceni rozvíjet nové časové vzory chování, řeči nebo odůvodňování, obzvláště pokud to vyžaduje rozvíjení možností přes více časových rovin (Fuster, 2008).

5.3.6. Rozhodování

Vedeme naše denní životy přes nesčetná malá rozhodnutí, která jsou založena na zvycích a očekáváních okamžitého naplňování, jakkoli malého. Jiná rozhodnutí, méně častá a ještě důležitější, jsou z velké části produktem logického uvažování a dlouhodobého plánování. Jejich očekávané důsledky mohou trvat delší dobu, než dojde k jejich uskutečnění. Občas příležitost a očekávání vyšší odměny – finančního zisku, společenského uznání nebo uspokojení biologické touhy – nás vede k potřebě zvážit následné volby tváří v tvář nejistým výsledkům. Naše rozhodnutí jsou pak determinována počtem faktorů, nejvýrazněji množstvím a načasováním potencionálních odměn a rizik, rozhodování je pak výsledkem pravděpodobnostních odhadů obou – odměn i rizik. Tyto dohady mohou být nevědomé, v tomto případě může být volba nazývaná intuitivní, založená na tzv. „dobrém pocitu“. Rozhodování je emocionálně předpojaté.

Ve skutečnosti nejsou čistě racionální nebo čistě emocionální rozhodnutí, protože v rozhodování hraje roli jak důvod, tak emoce. Podstatné jsou neuropsychologické důkazy, že se prefrontální kůra účastní všech rozhodnutí, ačkoliv pravděpodobně jsou hlavně jeho laterální oblasti zapojeny do racionálních faktorů, zatímco mediální a orbitální oblasti jsou hlavně zapojeny do emocionálních faktorů. Můžeme tedy předpokládat, že laterální prefrontální kůra hraje hlavní roli ve všech rozhodnutích, které jsou výsledkem časové integrace, pracovní paměti a plánování. Rozhodnutí, která nejsou založená na těchto kognitivních funkcích, spadají do značné míry mimo dosah této kůry, a proto nejsou

v podstatě závislé na její absenci. Na druhou stranu, orbitomediální prefrontální kůra hraje hlavní roli ve všech rozhodnutích, která jsou emocionálně zaměřená (Fuster, 2008).

5.3.7. Kontrola

Kontrola je testování reality – zda je realita externí (definovaná v časoprostorových souřadnicích a přístupná smyslům) nebo interní (definovaná v paměti). Je to exekutivní funkce, která slouží k měření účinků našich činů na okolí tak, aby tyto účinky odpovídaly cílům a očekáváním, a opravovaly další činy.

Bez účinné kontroly nedosáhne žádná výkonná sekvence úspěšně svého cíle. Kontrola je v podstatě založená na zpětné vazbě. Díky klíčové roli v časovém uspořádání chování je kontrola do určité míry ovlivněna prakticky všemi lézemi prefrontální kůry bez ohledu na jejich umístění.

Ačkoliv se narušení kontroly objevuje vzácně samostatně, obvykle je doprovázeno poškozením pozornosti, ztrátou sebekontroly. Z těchto a dalších důvodů, které se vyskytují v souvislosti s každou exekutivní funkcí, žádná prefrontální oblast nebyla neomylně označena jako sídlo kontroly na základě následků lézí. Jisté je, že přední cingulární oblast a orbitální oblasti jsou spojovány s kontrolou chyb (Fuster, 2008).

5.3.8. Inhibiční kontrola

Inhibiční kontrola může být definována jako řada mechanismů, které umožňují potlačení dříve aktivovaných podmínek a nevhodných činů a odolnost proti rušení z irelevantních podnětů (Bjorklund, Harnishfegar, 1995; in Richardson, 2008).

V prefrontální kůře, jako v mnoha dalších strukturách nervového systému, hraje inhibice klíčovou roli. Jako všechny somatické funkce na všech úrovních systému, i exekutivní funkce počínaje pozorností využívají inhibice pro zaměření, kontrast, potlačení rušení, řád a aktuálnost. Pozornost má dvě komplementární složky neboli podfunkce – inkluzivní a exkluzivní. Inkluzivní funkce je excitační funkce zpracování informace – smyslové, motorické a jiné – která je v daném okamžiku v centru pozornosti, což vymezuje obsah toho, co je udržováno.

Exkluzivní složka pozornosti inhibuje, potlačuje nebo filtruje to, co není v centru pozornosti. Obě složky, inkluzivní i exkluzivní, pracují společně, s čistým výsledkem zvýšení obsahu a jeho ochránění od interference, čímž nejefektivněji využívají omezených

zpracovávajících zdrojů nervového systému. Obě složky jsou nezbytné a nejefektivnější při sériovém zpracování jak v trvalé pozornosti, tak v pracovní paměti. Neuronové substráty pro obě složky jsou vzájemně propojené skrz kůru, kde je selektivní zpracování doprovázeno laterální inhibicí ke zvýšení asymetrie a kontrastu.

Tudíž špatné zaměření pozornosti a roztěkanost – dvě poruchy vycházející ze selhání inkluzivní a exkluzivní složky, mohou doprovázet exekutivní poruchy vyplývající z léze prakticky kdekoli v prefrontální kůře.

Zdá se, že ztráta inhibiční kontroly hraje také roli ve spontánní konfabulaci, kde pacient nevědomky trpí vniknutím falešných vzpomínek se slabým vztahem k minulé realitě (Fuster, 2008).

5.4. Exekutivní funkce u mladých dospělých

Většina lidí očekává, že jakmile člověk dosáhne časně dospělosti, tak je plně vybaven všemi myšlenkovými schopnostmi, nezbytnými k úspěšnému zvládnutí požadavků na vyšší vzdělání, práci a vztahy. U lidí od 20 do 35 let života je hlavní změnou probíhající v prefrontální kůře pokračování stálého nárůstu myelinizace. To neznamená, že šedá kůra mozková zůstává během této doby stabilní, ale možná je narušena rovnováha mezi synaptogenezí a synaptickým omezením během časně dospělosti, a to tak, že pomocí strukturálního nebo funkčního měření nejsou zjištěny hlavní změny v objemu šedé hmoty nebo v jejích funkcích. Toto pokračující zrání mozku se projevilo ve výsledcích životní studie, která prokázala maximální úroveň exekutivních dovedností u osob mezi 20 – 29 lety. V souladu s tímto neuronovým zráním vykazuje skupina mladých dospělých schopnost přijmout nejsložitější a nejnáročnější výzvy. Zdá se, že tato úroveň účinnosti a efektivnosti trvá pouze pár desítek let, než se tyto dovednosti v pozdní dospělosti začnou zhoršovat (De Luca, Leventer, 2008).

5.5. Exekutivní funkce ve stáří

Při narození tvoří mozek přibližně 100 miliard neuronů. Do třiceti let mozek zvětšuje svou hmotnost tvorbou nových neuronových synapsí, přibližně na trojnásobek. Od té doby klesá hmotnost mozku přibližně o jeden gram ročně. Pokles je způsoben tím, že každý den života ztrácí člověk asi 100 tisíc neuronů, z toho téměř polovina je z mozkové kůry. Nejvíce neuronů se ztrácí z čelní a spánkové mozkové kůry. Další změnou je

zmenšování těl neuronů a úbytek počtu synapsí. Ztrátu neuronů mohou zvyšovat i některá onemocnění, léky, ale i další vlivy (Howard, 1998).

Howard (1998) dále tvrdí, že stárnutí mozku provázejí dvě funkční změny:

1. Mezi dvaceti a šedesáti lety života se zdvojnásobuje reakční doba, jinými slovy neuronové funkce se zpomalují.
2. Klesá počet neuronů, avšak roste počet synapsí k počtu neuronů. Toto pravidlo platí pouze u osob, které svůj mozek trvale užívají.

Rozhodující pro posouzení exekutivního fungování u starších dospělých je porozumění tomu, co představuje normální výkon při měření exekutivních funkcí. Pro posouzení této otázky byla použita data získaná z nedávné studie normálního kognitivního výkonu u zdravých starších dospělých ve věku 65-94 let (Wardill, 2003; in Wardill, Anderson, 2008). Tato data mohou být nejenom použita ke zhodnocení výkonu jedinců, ale také poskytují informace, jaký má proces stárnutí dopad na exekutivní funkce.

Mnoho nemocí, které mají vyšší prevalenci ve stáří, zasahují fungování mozku a v důsledku toho mají dopad na poznávání a chování. Proto lze očekávat vzrůstající potřebu přesně posoudit kognitivní výkon ve stáří. Je nezbytné, aby starší pacienti byli vhodným způsobem léčeni a byly zvládnuty přesné diagnózy kognitivních poruch. Hlavním znakem stárnoucí populace je nárůst demence. Mnoho poruch, včetně demence Alzheimerova typu, frontotemporální demence, demence s Lewyho tělísky a kortikobazální degenerace, působí přímo na kognitivní funkce. Další degenerativní onemocnění jako například Parkinsonova choroba, mohou mít za následek měřitelné změny v kognitivním výkonu. Všechny tyto poruchy mohou potenciálně ovlivňovat exekutivní fungování. Rozsah onemocnění, která mohou ovlivnit kognitivní výkon, je široký a rozsáhlejší než u mladších osob. Na druhou stranu, práce klinických pracovníků se staršími osobami musí rozlišovat mezi běžným a patologickým stárnutím. To vyžaduje povědomí o rozsahu a podmínkách, které mohou potenciálně způsobit kognitivní změnu u této populace, a také pochopení, co představuje normální kognitivní výkon u starších osob, založené na zkušenosti a spolehlivých normativních datech.

Exekutivní funkce jsou často považovány za náchylné k poruchám při procesu stárnutí. Teorie kognitivních změn ovlivněných stárnutím vznikla alespoň částečně jako výsledek neuroanatomických zjištění, které naznačují, že změny mozku ve stáří se zdají být spíše selektivní než globální (Coffey et al. ,1992; in Wardill, Anderson, 2008).

Pokud starší lidé prokazují příznaky připomínající kognitivní dysfunkce, pak je zde tendence přisuzovat tyto změny degenerativním procesům a může zde být nevhodně

aplikované označení demence. To může mít za následek podstatné omezení nezávislosti starších lidí (Wardill, Anderson, 2008).

Raz (Raz, Dahle, Rodrigue, Kennedy & Land, 2011) ve své studii zaměřené na zdůvodnění poklesu exekutivních funkcí v souvislosti s věkem, zkoumala 158 dospělých ve věku 18 – 81 let. Se svým týmem sledovali vliv věku, krevního tlaku a 2 polymorfismy týkající se pracovní paměti a kognitivní flexibility. Výsledky ukazují, že kromě často replikovaných věkových rozdílů, alely dvou polymorfismů, které podporují zužování cév, a snížená dostupnost dopaminu v nekortikálních synapsích, negativně ovlivňují všechny aspekty úkolů na exekutivní funkce, které zahrnují pracovní paměť. V některých případech je potlačení kognitivního výkonu omezeno na muže nebo vyžaduje kombinaci obou rizikových alel. Z výše uvedeného vyplývá, že pokles exekutivních funkcí souvisí s věkem a genetickými rizikovými faktory. Krevní tlak v této studii neměl žádný dodatečný účinek na exekutivní funkce.

Mimo jiné také Bergman s kolektivem (Bergman, Blomberg & Almkvist, 2007) zkoumali vliv věku společně s vlivem fyzického zdraví na kognitivní funkce ve stáří. Vyšetřili 118 osob ve věku od 26 do 91 let. Vyšetření zahrnovalo klinické vyšetření, snímání mozku a komplexní neuropsychologické posouzení.

Regresní analýza ukázala významný výskyt zdravotních problémů, který vysvětloval 10,8% rozdílů v kognitivním výkonu, zatímco zhoršení související s věkem vysvětlovalo 5,6%. Výsledky centrálního nervového systému byly důležité, ale různé další lékařské nálezy vysvětlily asi polovinu rozdílů souvisejících se zdravím. Kognitivně náročné úkoly více podléhaly narušenému fyzickému zdraví, zatímco úkoly zahrnující hlavně motorické a vizuálně – prostorové prvky byly více náchylné k oslabení věkem.

Bergman (Bergman et al., 2007) ve výsledku zjistil, že narušené fyzické zdraví je při objasňování kognitivních poruch v průběhu dospělosti důležitější, než chronologický věk.

VÝZKUMNÁ ČÁST

6. METODOLOGICKÝ RÁMEC VÝZKUMU

6.1. Výzkumný problém a cíl práce

Cílem výzkumné práce bylo porovnat výsledky kognitivních metod, především ukazatelů mnestických funkcí, a Testu Hanojské věže mezi mladými dospělými a zdravými seniory nad 65 let. Přestože můžeme dopředu přepokládat lepší výsledky testů u mladší populace a také je očekáváme, jedná se o základní práci na normativních hodnotách Testu Hanojské věže, a proto považuji za nutné ověřit i tyto základní ukazatele. Dalším cílem je zjistit, jak spolu souvisí celkový výsledek Testu Hanojské věže a paměť u mladých dospělých a seniorů nad 65 let.

6.2. Stanovení hypotéz

Na základě uvedených teoretických předpokladů byly stanoveny následující hypotézy:

H1: Existuje statisticky významný rozdíl v celkovém skóru Testu Hanojské věže mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů.

H2: Existuje statisticky významný rozdíl v momentu přítomnosti (Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů.

H3: Existuje statisticky významný rozdíl v paměťovém výkonu v Rey-Osterriethově komplexní figuře při první i druhé reprodukci mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů.

H4: Existuje statisticky významná souvislost mezi výkonem krátkodobé auditivní paměti (na základě indexu momentu přítomnosti Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence a celkovým skóre v Testu Hanojské věže, jak pro skupinu zdravých seniorů, tak pro skupinu mladých dospělých.

H5: Existuje statisticky významná souvislost mezi paměťovým výkonem v Rey-Osterriethově komplexní figuře při první i druhé reprodukci a celkovým skóre v Testu Hanojské věže, jak pro skupinu zdravých seniorů, tak pro skupinu mladých dospělých.

6.3. Charakteristika použitých psychodiagnostických metod

Pro potřeby výzkumu byla použita testová baterie, která se skládá z těchto testových metod:

- Rey-Osterriethova komplexní figura (ROCF)
- Krátký test všeobecné inteligence (KAI) – ze kterého byla k výzkumu použita pouze část na měření momentu přítomnosti
- Test Hanojské věže

6.3.1. Rey-Osterriethova komplexní figura

(Rey, Osterrieth, 1997)

Rey-Osterriethova komplexní figura je vizuo-motorický test, který se používá při zjišťování:

- Úrovně strukturační percepční aktivity
- Vizualně-motorické kontroly a pozornosti
- Mnesticke kapacity

Materiálem testu typu „tužka-papír“ je předloha tvořená bezesmyslným obrazcem, který nepřipomíná žádný předmět. Jednotlivé prvky figury jsou samostatně velmi snadno reprodukovatelné, problém spočívá v jejich zařazení do celku (Rey, Osterrieth, 1997).

Celý test se skládá ze dvou fází. V první fázi má proband za úkol udělat kopii figury, tj. co nejpřesněji ji překreslit podle předlohy. Tři minuty po skončení překreslování probíhá reprodukce z paměti, proband má za úkol opět nakreslit onu figuru, tentokrát bez předlohy. V obou fázích zaznamenáváme čas kreslení. Může se použít i kresba po oddáleném vybavení po 30 minutách (Rey, Osterrieth, 1997).

Pro hodnocení je třeba si figuru rozdělit na 18 elementů, přičemž každý z nich má stejnou hodnotu. Každému elementu připisujeme 0, 0,5, 1 nebo 2 body. Nejvyšší počet získaných bodů je tedy 36. Hrubý skór můžeme pomocí tabulek převést na skór profilový (Rey, Osterrieth, 1997).

Normy tesu podle Osterrietha jsou pro věkovou skupinu od 4 do 15 let a pro dospělé. V roce 1981 byla provedena standardizace pro naši populaci (Rey, Osterrieth, 1997).

6.3.2. Krátký test všeobecné inteligence

(Lehrl, Gallwitz, Blaha, Fischer, 1995)

Krátký test všeobecné inteligence slouží ke zjišťování obecné psychické výkonnosti u dospělých. Podrobněji měří:

- Rychlost zpracování informací
- Trvání momentu přítomnosti
- Aktuální úroveň obecné inteligence

Rychlost zpracování informací nám určuje, kolik psychických momentů může člověk uložit do vědomí za 1 vteřinu. Její jednotka je BIP.

Moment přítomnosti je odvozen od kapacity krátkodobé paměti. Je to rozsah paměti neboli rozsah bezprostředního zapamatování si např. čísel.

Celý test je tvořen dvěma subtesty. První subtest označovaný jako čtení písmen měří maximální rychlost přenosu informací do krátkodobé paměti. Tato část sestává ze čtyř kartiček, z nichž na každé je v řádku dvacet písmen, která při čtení nedávají žádný smysl. Úkolem probanda je řadu písmen co nejrychleji přečíst, měří se čas a jen nejrychlejší čtení karty se dostává do hodnocení (Lehrl, Gallwitz, Blaha, Fischer, 1995).

Druhý subtest nazvaný opakování znaků se skládá ze dvou dalších částí. V první části se předčítají číslíčky, které má proband opakovat. Ve druhé části jde o reprodukci písmen. Předčítané řady číslic (písmen) mají vzrůstající obtížnost. Nejdelší probandem reprodukováný řádek se pokládá za míru trvání momentu přítomnosti (Lehrl, Gallwitz, Blaha, Fischer, 1995).

Z výsledných výkonů jednotlivých subtestů můžeme pomocí tabulek zjistit konkrétní hodnoty IQ. Normy testu zahrnují populaci od 17 do 65 let, ale podle autorů neexistuje žádné věkové omezení testu, pouze je důležité, aby proband uměl plynule číst (Lehrl, Gallwitz, Blaha, Fischer, 1995).

6.3.3. Test Hanojské věže

Test Hanojské věže je dobře charakterizovaný test exekutivních funkcí, který je široce uznávaný jako citlivý na dysfunkci frontosubkortikálních systémů (Mataix-Cols, Bartrés-Faz, 2002).

Materiálem testu je obdélníková základna, na které jsou svisle umístěny tři kolíky (hroty). Hroty jsou stejně vysoké a vzdálenost mezi nimi je stejná. Dalším materiálem je 9 disků o velikostech 2,2cm, 2,8cm, 3,4cm, 4,0cm, 4,5cm, 5,2cm, 5,8cm, 6,4cm a 7,2cm. Pro využití metody jako diagnostického nástroje je však potřeba pouze pět disků s diametry 2,8cm, 3,4cm, 4,5cm, 5,8cm a 7,2cm. Hanojská věž se v neuropsychologické diagnostice používá se třemi, čtyřmi a pěti disky (Obereignerů et al., 2012).

Disky jsou poskládány na sobě na prvním hrotu a to od největšího po nejmenší. Úkolem probanda je přesunout všechny disky z prvního hrotu na třetí, a to tak, aby po dokončení byly stále ve stejném pořadí, tedy od největšího po nejmenší. Při přemísťování disků musí být dodržována následující pravidla:

- V jednom tahu je možné pohybovat vždy jen jedním diskem, nelze najednou přemístit dva a více disků
- Disky je možné pokládat na sebe vždy jen tím způsobem, že se položí menší disk na větší

Nejmenší počet pohybů potřebných k vyřešení úkolu je $2^n - 1$, kde n představuje počet disků (Rönnlund et al., 2001).

Při testování administrátor zaznamenává čtyři ukazatele (Obereignerů et al., 2012):

- *Čas řešení*, přičemž maximální časový limit pro každou verzi testu je 300 vteřin. Pokud se probandovi nepodaří dokončit úkol v tomto časovém limitu, pak další verzi již neadministrujeme
- *Počet pohybů*, což je počet všech motorických úkonů, při kterých disk opustí hrot
- *Perseverace*, která vzniká, když dojde k přesunutí disku a jeho následném navrácení na původní místo (pravá perseverace) nebo když dojde k navrácení disku na původní místo bez jeho přesunutí na jiné místo (nepravá perseverace)
- *Porušení pravidla*, což je pohyb, při kterém nebylo dodrženo jedno z výše uvedených pravidel

Všechny čtyři ukazatele měříme zvlášť pro třídiskovou, čtyřdiskovou i pětiskovou verzi testu. Před vypršením časového limitu administraci nepřerušujeme. Administrace trvá přibližně 12 minut, maximálně však 15 minut čistého času + 3 minuty instrukce.

Vyhodnocení testu probíhá na sedmistupňové škále, kdy za každou dokončenou verzi testu dostává proband bod, další bod pak za časový výkon dle mediánových hodnot pro každou verzi (Obereignerů et al., 2012).

K diagnostickému využití je tento test ve dvou verzích, dřevěné a počítačové. Ale počítačovou a dřevěnou verzi nemůžeme považovat za rovnocenné. Počítačová administrace má výhodu v okamžitém vyhodnocování a v redukci nákladů a chyb. Dřevěná verze vyžaduje ruční manipulaci s disky, zatímco počítačové verze vyžadují buď použití myši, stisknutí klávesy na klávesnici nebo dotýkání se obrazovky počítače (Mataix-Cols, Bartres-Faz, 2002).

6.4. Metody zpracování získaných dat

Sebraná a podle manuálů vyhodnocená data byla zpracována pomocí statistických metod v aplikaci Microsoft Office Excel 2007. Byly využity následující statistické metody a postupy:

- *Popisná statistika*
 - průměr
 - směrodatná odchylka
 - modus
 - medián
 - součet
 - počet
 - minimum
 - maximum
- *Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu* – korelace, která určuje, zda rozdíly v naměřených hodnotách dvou proměnných jsou ve vzájemném vztahu.
- *t-test pro výpočet signifikantního koeficientu* – Studentův t-test, který ověřuje statistickou významnost korelačního koeficientu.
- *Fisherův test* – parametrický test významnosti, který určuje, jak signifikantní je rozdíl mezi dvěma rozptyly.
- *t-test pro výpočet rozdílu dvou středních hodnot, za podmínky, že rozptyly základního souboru jsou shodné* – parametrický test významnosti, který určuje, jak

signifikantní je rozdíl mezi dvěma průměry za podmínky, že F test prokázal rovnost rozptylů ZS.

- *t-test pro výpočet rozdílu dvou středních hodnot, za podmínky, že rozptyly základního souboru jsou rozdílné* – parametrický test významnosti, který určuje, jak signifikantní je rozdíl mezi dvěma průměry za podmínky, že F-test prokázal statisticky významný rozdíl rozptylů ZS (Reiterová, 2009).

6.5. Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvoří 113 mladých dospělých a 91 zdravých seniorů. Jedná se o seniory z Domova pro seniory v Jihlavě, z Domova pro seniory ve Velkém Meziříčí, z Domova s pečovatelskou službou ve Velkém Meziříčí a seniory žijící samostatně. Z mladých dospělých šlo převážně o studenty středních škol a středních odborných učilišť, vysokoškolské studenty a osoby v pracovním poměru s již dokončeným vzděláním.

Z celkového souboru bylo 127 žen a 77 mužů. Pohlaví ani vzdělání nebylo ve výzkumu zohledňováno. Základními kritérii pro výběrový soubor byl věk (18 až 25 let pro mladé dospělé a minimálně 65 let pro seniory), gramotnost (schopnost číst a psát), nepřítomnost depresivních a úzkostných symptomů. Vylučovací kritéria pro přijetí do výběrového souboru byla: přítomnost neurologických poruch, závažných interních, onkologických a jiných (např. psychických) onemocnění. (Alzheimerova demence, Parkinsonova choroba, stav po cévní mozkové příhodě, roztroušená skleróza, schizofrenie, deprese, ankxieta, diabetes mellitus).

Základní charakteristiky výběrového souboru:

Počet ml. dospělých	113
Průměrný věk	20,15
Věkové maximum	29
Věkové minimum	18
Směrodatná odchylka	2,69
Rozptyl výběru	7,24
Počet mužů	40
Počet žen	73

Tab.1 zákl.charakteristiky mladých dospělých

Počet seniorů	91
Průměrný věk	72,5
Věkové maximum	93
Věkové minimum	65
Směrodatná odchylka	7,15
Rozptyl výběru	51,07
Počet mužů	37
Počet žen	54

Tab. 2 zákl.charakteristiky zdravých seniorů

6.6. Organizace a průběh šetření

Získávání dat probíhalo od 5. dubna 2011 do 24. června 2012. Výzkumný vzorek byl získán metodou příležitostného výběru a metodou sněhové koule, probandi však museli splňovat kritéria pro výzkumný vzorek. Všichni účastníci byli seznámeni s účelem a průběhem výzkumu a podepsali dobrovolný souhlas s účastí ve výzkumu.

Po získání souhlasu s výzkumem proběhlo sebrání anamnestických údajů. Zaznamenáno bylo pohlaví, věk, vzdělání, rodinná anamnéza, sociální anamnéza a přítomnost nemoci. Poté byla administrována Rey-Osterriethova figura. Nejdříve byl proband požádán o co nejpresnější kopii předlohy, poté následovali 3 minuty negativní interference (konkrétně kresba postavy, která však neměla pro účely výzkumu vypovídající hodnotu, sloužila pouze jako interference), následně byl proband vyzván k reprodukci obrazce, tentokrát již bez předlohy.

Dále byl administrován Krátký test všeobecné inteligence a Test Hanojské věže. Po třiceti minutách následovala reprodukce z paměti Rey-Osterriethovy figury. Testování jednoho probanda trvalo 45 minut až 1 hodinu. K účasti na výzkumu nebyli účastníci motivováni žádnou finanční odměnou. Motivací k účasti na výzkumu byla nejvíce ochota pomoci a zpestření trávení volného času.

Administrace probíhala individuálně v přirozeném prostředí, u stolu s dostatkem prostoru a s dobrými světelnými podmínkami. V průběhu administrace se nevyskytla žádná nepředvídatelná situace, která by ovlivnila získávání dat.

7. VÝSLEDKY VÝZKUMU

Testovány byly následující hypotézy:

7.1. Testování hypotézy H1:

H1: Existuje statisticky významný rozdíl v celkovém skóru Testu Hanojské věže mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů.

Hypotéza H1 byla ověřena a přijata. Byl naměřen statisticky významný rozdíl v celkovém skóru Testu Hanojské věže mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů, a to ve prospěch mladých dospělých.

Hypotéza H1 byla ověřena na základě Fisherova testu (F-test) a Studentova t-testu pro srovnání rozdílů dvou středních hodnot. F- testem byl vypočítán rozdíl mezi rozptylem celkového skóru ToH mladých dospělých a rozptylem celkového skóru ToH seniorů. Hodnota F je 0,57. Kritická hodnota F_p pro $n_1=113$ a $n_2=91$ na hladině významnosti $p=0,01$ je 1,66. $F=0,57 < F_p=1,66$. Rozdíl mezi oběma rozptyly není signifikantní na hladině významnosti $p = 0,01$.

Rozdíl průměru mladých dospělých a průměru seniorů v celkovém skóru ToH byl vypočítán t-testem pro rozdíl výběrových průměrů dvou nezávislých výběrů za podmínky, že rozptyly základních souborů, ze kterých výběry pocházejí, jsou stejné. Hodnota t je **10,73**. Kritická hodnota t_p pro $n_1=113$ a $n_2=91$ na hladině významnosti $p=0,01$ je 2,6. Hodnota $t = 10,73 > t_p=2,6$, rozdíl je statisticky významný.

7.2. Testování hypotézy H2:

H2: Existuje statisticky významný rozdíl v momentu přítomnosti (Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů.

Hypotéza H2 byla ověřena a přijata. Byl zjištěn statisticky významný rozdíl v momentu přítomnosti (Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů, a to ve prospěch mladých dospělých.

Hypotéza H2 byla ověřena pomocí Fisherova testu (F-test) a Studentova t-testu pro srovnání rozdílů dvou středních hodnot. F- testem byl vypočítán rozdíl mezi rozptylem mladých dospělých a zdravých seniorů v hodnotě Tr v Krátkém testu všeobecné

inteligence. Hodnota F je 1,05. Kritická hodnota F_p pro $n_1=96$ a $n_2=91$ na hladině významnosti $p=0,01$ je 1,68. Hodnota $F=1,05 < F_p=1,68$. Mezi oběma rozptyly není signifikantní rozdíl na hladině významnosti $p=0,01$.

Rozdíl průměru mladých dospělých a průměru seniorů v momentu přítomnosti Tr byl opět vypočítán t-testem pro rozdíl výběrových průměrů dvou nezávislých výběrů za podmínky, že rozptyly základních souborů, ze kterých výběry pocházejí, jsou stejné. Hodnota t je **6,72**. Kritická hodnota t_p pro $n_1=96$ a $n_2=91$ na hladině významnosti $p=0,01$ je 2,6. Hodnota $t=6,72 > t_p=2,6$, rozdíl je statisticky významný.

7.3. Testování hypotézy H3:

H3: Existuje statisticky významný rozdíl v paměťovém výkonu v Rey-Osterriethově komplexní figuře při první i druhé reprodukci mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů.

Hypotéza H3 byla ověřena a přijata. Byl naměřen statisticky významný rozdíl v paměťovém výkonu v Rey-Osterriethově komplexní figuře při první i druhé reprodukci mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů, a to ve prospěch mladých dospělých.

Hypotéza H3 byla ověřena na základě Fisherova testu (F-test) a Studentova t-testu pro srovnání rozdílů dvou středních hodnot. F- testem byl vypočítán rozdíl mezi rozptylem hrubých skóre v Rey-Osterriethově komplexní figuře mladých dospělých a rozptylem hrubých skóre v ROCF seniorů. Hodnota F_1 u reprodukce z paměti po 3 minutách v ROCF je 2,06. Hodnota F_2 u oddáleného vybavení po 30 minutách v ROCF je 1,95. Kritická hodnota F_α pro $n_1=35$ a $n_2=91$ na hladině významnosti $p=0,01$ je 1,899. Hodnota $F_1=2,06 > F_p=1,899$. Hodnota $F_2=1,95 > F_p=1,899$. Rozdíl mezi rozptyly hrubých skóre v ROCF při první i druhé reprodukci je statisticky významný.

Rozdíl průměru hrubých skóre mladých dospělých a průměru hrubých skóre seniorů v ROCF byl vypočítán t-testem pro rozdíl výběrových průměrů dvou nezávislých výběrů za podmínky, že mezi rozptyly základních souborů, ze kterých výběry pocházejí, je statisticky významný rozdíl. Hodnota t_1 u reprodukce po 3 minutách v ROCF je **11,28**. Hodnota t_2 u reprodukce po 30 minutách v ROCF je **11,68**. Kritická hodnota t_p pro $n_1= 35$ a $n_2 = 91$ na hladině významnosti $p=0,01$ je 2,68. Hodnota $t_1=11,28 > t_p=2,68$ a hodnota $t_2=11,68 > t_p=2,68$ – rozdíl je statisticky významný.

7.4. Testování hypotézy H4:

H4: Existuje statisticky významná souvislost mezi výkonem krátkodobé auditivní paměti (na základě indexu momentu přítomnosti Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence a celkovým skóre v Testu Hanojské věže, jak pro skupinu zdravých seniorů, tak skupinu mladých dospělých.

Hypotéza H4 byla ověřena a nepřijata. Nebyla naměřena statisticky významná souvislost mezi výkonem krátkodobé auditivní paměti (na základě indexu momentu přítomnosti Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence a celkovým skóre v Testu Hanojské věže jak u zdravých seniorů, tak u mladých dospělých.

Hypotéza H4 byla ověřena pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. Pearsonův korelační koeficient byl vypočítán mezi momentem přítomnosti (Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence a celkovým skóre v Testu Hanojské věže u skupiny zdravých seniorů. Tento korelační koeficient je **0,43**. Pro počet párových měření pro $n=90$ na hladině významnosti $p=0,01$ je nejnižší hodnotou, které by korelační koeficient měl dosáhnout, aby byl signifikantní, 0,267. Vypočítaný korelační koeficient $r_1=0,43 > r_p=0,267$ je statisticky významný.

Dále byl Pearsonův korelační koeficient vypočítán mezi momentem přítomnosti (Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence a celkovým skóre v Testu Hanojské věže u skupiny mladých dospělých. Tento korelační koeficient je **-0,113**. Pro počet párových měření pro $n=34$ na hladině významnosti $p=0,01$ je nejnižší hodnotou, které by korelační koeficient měl dosáhnout, aby byl signifikantní, 0,42. Vypočítaný korelační koeficient $r_1=-0,113 < r_p=0,42$ není statisticky významný.

7.5. Testování hypotézy H5:

H5: Existuje statisticky významná souvislost mezi paměťovým výkonem v Rey-Osterriethově komplexní figuře při první i druhé reprodukci a celkovým skóre v Testu Hanojské věže, jak pro skupinu zdravých seniorů, tak skupinu mladých dospělých.

Hypotéza H5 byla ověřena a nepřijata. Nebyla naměřena statisticky významná souvislost mezi paměťovým výkonem v Rey-Osterriethově komplexní figuře při první i druhé reprodukci a celkovým skóre v Testu Hanojské věže jak pro skupinu zdravých seniorů, tak pro skupinu mladých dospělých.

Hypotéza H5 byla ověřena na základě korelace pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. Pearsonův korelační koeficient byl vypočítán mezi hrubými skóry v Rey-Osterriethově komplexní figuře a celkovým skóre v Testu Hanojské věže u skupiny zdravých seniorů. Tento korelační koeficient mezi reprodukcí z paměti po 3 minutách u ROCF a celkovým skóre v ToH u skupiny zdravých seniorů je **0,302**. Korelace mezi oddáleným vybavením po 30 minutách u ROCF a celkovým skóre v ToH u skupiny zdravých seniorů je **0,265**. Pro počet párových měření $n=90$ na hladině významnosti $p=0,01$ je nejnižší hodnotou, které by korelační koeficient měl dosáhnout, aby byl signifikantní, 0,267. Vypočítaný korelační koeficient $r_1=0,302 > r_p=0,26$ je statisticky významný a korelační koeficient $r_2=0,265 < r_p=0,267$ není statisticky významný.

Dále byl Pearsonův korelační koeficient vypočítán mezi hrubými skóry v Rey-Osterriethově komplexní figuře a celkovým skóre v Testu Hanojské věže u skupiny mladých dospělých. Tento korelační koeficient mezi reprodukcí z paměti po 3 minutách u ROCF a celkovým skóre v ToH u skupiny mladých dospělých je **0,245**. Korelace mezi oddáleným vybavením po 30 minutách u ROCF a celkovým skóre v ToH u skupiny mladých dospělých je **0,283**. Pro počet párových měření $n=34$ na hladině významnosti $p=0,01$ je nejnižší hodnotou, které by korelační koeficient měl dosáhnout, aby byl signifikantní, 0,42. Vypočítaný korelační koeficient $r_1=0,245 < r_p=0,42$ a korelační koeficient $r_2=0,283 < r_p=0,42$ nejsou statisticky významné.

7.6. K platnosti hypotéz

V rámci výzkumné části bylo stanoveno pět hypotéz, jejichž výsledky jsou shrnuty níže.

Výsledky hypotézy H1

K ověření platnosti hypotézy: *Existuje statisticky významný rozdíl v celkovém skóre Testu Hanojské věže mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů.*

Tato hypotéza byla ověřena a přijata.

Bylo prokázáno, že existuje statisticky významný rozdíl v celkovém skóre Testu Hanojské věže mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů.

Výsledky hypotézy H2

K ověření platnosti hypotézy: *Existuje statisticky významný rozdíl v momentu přítomnosti (Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů.*

Tato hypotéza byla ověřena a přijata.

Prokázalo se, že existuje statisticky významný rozdíl v momentu přítomnosti (Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů.

Výsledky hypotézy H3

K ověření platnosti hypotézy: *Existuje statisticky významný rozdíl v paměťovém výkonu v Rey-Osterriethově komplexní figuře při první i druhé reprodukci mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů.*

Tato hypotéza byla ověřena a přijata.

Bylo zjištěno, že existuje statisticky významný rozdíl v paměťovém výkonu v Rey-Osterriethově komplexní figuře při první i druhé reprodukci mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů.

Výsledky hypotézy H4

K ověření platnosti hypotézy: *Existuje statisticky významná souvislost mezi výkonem krátkodobé auditivní paměti (na základě indexu momentu přítomnosti Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence a celkovým skóre v Testu Hanojské věže, jak pro skupinu zdravých seniorů, tak pro skupinu mladých dospělých.*

Tato hypotéza byla ověřena a nepřijata.

Prokázalo se, že neexistuje statisticky významná souvislost mezi výkonem krátkodobé auditivní paměti (na základě indexu momentu přítomnosti Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence a celkovým skóre v Testu Hanojské věže jak pro skupinu zdravých seniorů, tak pro skupinu mladých dospělých.

Výsledky hypotézy H5

K ověření platnosti hypotézy: *Existuje statisticky významná souvislost mezi paměťovým výkonem v Rey-Osterriethově komplexní figuře při první i druhé reprodukci a*

celkovým skóre v Testu Hanojské věže, jak pro skupinu zdravých seniorů, tak pro skupinu mladých dospělých.

Tato hypotéza byla ověřena a nepřijata.

Bylo prokázáno, že existuje negativní statisticky významná souvislost mezi paměťovým výkonem v Rey-Osterriethově komplexní figuře při první i druhé reprodukci a celkovým skóre v Testu Hanojské věže jak pro skupinu zdravých seniorů, tak pro skupinu mladých dospělých.

8. DISKUZE

Cílem provedeného výzkumu bylo porovnání výsledků paměťových testů a Testu Hanojské věže mezi mladými dospělými a seniory nad 65 let. Dalším cílem výzkumu bylo zjistit, jak spolu souvisí celkový výsledek Testu Hanojské věže a paměť u mladých dospělých a seniorů nad 65 let. Test Hanojské věže je jedním z testů, které ukazují schopnost plánování jako ústřední jednotku exekutivních funkcí. Z paměťových testů k porovnání s ToH byla vybrána Rey-Osterriethova komplexní figura a moment přítomnosti (Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence.

Aby byl naplněn výzkumný záměr, bylo vyšetřeno celkem 113 mladých dospělých do 30 let a 91 seniorů nad 65 let. Respondenti byli vybíráni metodou sněhové koule a příležitostného výběru, což nezaručuje reprezentativnost vzorku. Nešlo o náhodný výběr a vzorek nepokrývá celou populaci mladých dospělých a seniorů nad 65 let.

Hlavním kritériem pro výběr vzorku byl věk. Výběrový soubor byl vybrán z populace mladých dospělých od 18 do 30 let a seniorů nad 65 let. Věkové maximum u seniorů stanoveno nebylo. Věková hranice byla stanovena arbitrárně, u zdravých seniorů vychází z věkové hranice pro dělení demencí, u mladých dospělých vychází z věkové hranice pro časnou dospělost dle Šimíčkové - Čížkové et al. (2005). Mezi další kritéria při výběru vzorku patřila schopnost číst a psát. Vylučovací kritéria obsahovala seznam onemocnění a stavů, jejichž nepřítomnost byla podmínkou pro účast ve výzkumu. Vyloučení z výzkumu byli především osoby se známou somatickou diagnózou.

Sběr dat proběhl bez větších komplikací. Administrace testů trvala u mladých dospělých asi 40 minut, u seniorů 45 minut až hodinu, což pro většinu seniorů představovalo značnou zátěž. Po seznámení s průběhem vyšetření někteří odmítli pokračovat, a to z různých důvodů (délka administrace, zdravotní obtíže, odmítli kreslit apod.). Avšak většina respondentů byla ochotná spolupracovat.

Do této výzkumné práce byla zařazena i data sebraná a vyhodnocená kolegy: Martou Boučkovou, Josefem Mižigarem a Marií Stielovou, kteří pro svoji práci potřebovali stejný vzorek.

Předním cílem výzkumu bylo ověřit stanovené hypotézy a na základě výsledků statistického zpracování dat tyto hypotézy přijmout či nepřijmout. Statistické zpracování dat bylo provedeno za pomoci statistických funkcí v programu Microsoft Excel 2007.

Na začátku výzkumu bylo stanoveno pět hypotéz. Při ověřování hypotézy H1: *Existuje statisticky významný rozdíl v celkovém skóru Testu Hanojské věže mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů*, byl použit Fisherův test a t-test pro srovnání rozdílů dvou středních hodnot. Hodnota rozdílu rozptylů mladých dospělých a seniorů v celkovém skóru ToH byla 0,57. Pro zjištění statistické významnosti byla tato hodnota porovnána s tabulkou kritických hodnot. Tabulková hodnota pro $n_1 = 113$ a $n_2 = 91$ na hladině významnosti $p = 0,01$ je 1,66, což je vyšší hodnota než vypočítaná hodnota F, proto nemůžeme rozdíl považovat za statisticky významný a pro výpočet rozdílu průměrů obou skupin byl použit t-test pro rozdíl výběrových průměrů dvou nezávislých výběrů za podmínky, že rozptyly základních souborů, ze kterých výběry pocházejí, jsou stejné. Hodnota rozdílu výběrových průměrů byla 10,73 a byla porovnána s tabulkou kritických hodnot. Aby byl rozdíl mezi oběma průměry statisticky významný, musel by mít větší hodnotu, než tabulková hodnota, která je 2,6. V tomto případě je hodnota rozdílu větší než tabulková hodnota, tedy mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů v celkovém skóru ToH je statisticky významný rozdíl. Hypotéza H1 tak byla ověřena a přijata.

V již zmíněné studii Razové (Raz et al., 2011) se podařilo prokázat, že pokles exekutivních funkcí ve stáří má za příčinu nejen věk, ale také genetické rizikové faktory, kdy některé geny způsobují sníženou dostupnost dopaminu v nekortikálních synapsích a negativně tak ovlivňují všechny aspekty exekutivních funkcí.

Pokud přijmeme teorii Lezakové (2004), Höschla, Libigera a Švestky (2002), Fustera (2008) a dalších, že exekutivní funkce jsou samostatnou jednotkou oddělenou od funkcí kognitivních, pak by výsledky Testu Hanojské věže, jako diagnostického nástroje exekutivních funkcí, měli být rozdílné od výsledků testování kognitivních funkcí. To se v našem případě nepotvrdilo, ale může to být způsobeno i tím, že exekutivní funkce zahrnují mnoho procesů úzce souvisejících s kognitivními funkcemi, jak bylo zmíněno v teoretické části práce.

V rámci hypotézy H2: *Existuje statisticky významný rozdíl v momentu přítomnosti (Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů*, byl opět použit Fisherův test a t-test pro srovnání rozdílů dvou středních hodnot. Hodnota rozdílu rozptylů mladých dospělých a seniorů v momentu přítomnosti v KAI byla 1,05. Tato hodnota byla porovnána s tabulkou kritických hodnot. Abychom rozdíl rozptylů obou výběrů mohli považovat za statisticky významný, musela by jeho hodnota být větší než 1,68. Hodnota rozdílu je menší než tabulková hodnota, mezi rozptyly

obou výběrů v Tr v KAI není statisticky významný rozdíl, proto byl pro výpočet opět použit t-test pro rozdíl výběrových průměrů dvou nezávislých výběrů za podmínky, že rozptyly základních souborů, ze kterých výběry pocházejí, jsou stejné. Hodnota rozdílu výběrových průměrů byla 6,72 a byla porovnána s tabulkou kritických hodnot. Aby byl rozdíl mezi oběma průměry statisticky významný, musel by mít větší hodnotu, než tabulková hodnota, která je 2,6. V tomto případě je hodnota rozdílu větší než tabulková hodnota, tedy mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů v momentu přítomnosti (Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence je statisticky významný rozdíl. Hypotéza H2 tak byla ověřena a přijata.

Moment přítomnosti je odvozen od kapacity krátkodobé paměti, která s věkem klesá daleko výrazněji než paměť dlouhodobá. V důsledku organických změn centrální nervové soustavy dochází k celkovému zpomalení organismu, což se projevuje i v myšlení a vnímání (Šimíčková Čížková, 2005).

Hypotéza H3 je založena na předpokladu, že *existuje statisticky významný rozdíl v paměťovém výkonu v Rey-Osterriethově komplexní figuře při první i druhé reprodukci mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů*. Hypotéza byla ověřována Fisherovým testem a t-testem pro srovnání rozdílu dvou středních hodnot. Hodnota rozdílu rozptylů mladých dospělých a seniorů v reprodukci z paměti ROCF po 3 minutách byla 2,06, v oddálené reprodukci po 30 minutách byla 1,95. Tyto hodnoty byly porovnány s tabulkou kritických hodnot. Aby byl rozdíl rozptylů statisticky významný, musela by jeho hodnota být větší než 1,899. V tomto případě byly oba rozdíly rozptylů větší než tabulková hodnota, tedy rozdíl mezi rozptyly je statisticky významný, proto pro výpočet rozdílu průměrů byl zvolen t-test pro rozdíl výběrových průměrů dvou nezávislých výběrů za podmínky, že mezi rozptyly základních souborů, ze kterých výběry pocházejí, je statisticky významný rozdíl. Hodnota rozdílu průměrů mladých dospělých a seniorů v reprodukci po 3 minutách v ROCF byla 11,28 a hodnota po 30 minutách byla 11,68. Tyto hodnoty byly porovnány s kritickou hodnotou, která byla vypočítána na 2,68. Hodnoty rozdílu průměrů jsou menší než kritická hodnota, tedy v paměťovém výkonu v ROCF při první i druhé reprodukci mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů je statisticky významný rozdíl, a to ve prospěch mladých dospělých. Hypotéza H3 tak byla ověřena a přijata.

Při administraci ROCF se projevila snížená motorická schopnost seniorů, především jemná motorika. Delší doba při obkreslování figury i následném kreslení bez předlohy mohla hrát roli při zapamatování jednotlivých prvků. Dalším defektem u seniorů

může být zhoršený zrak. Dle Langmeiera a Krejčířové (2006) dochází u 90 % osob po 60. roce k výraznému zhoršení zrakové percepce.

ROCF je test, při kterém může hrát roli také somatické zdraví jedince. Z výzkumu Bergmana et al. (2007), (viz kapitola 5.5.) vyplývá, že fyzické zdraví hraje větší roli při neúspěchu v kognitivních úkolech než věk. Ovšem ve stejné studii zjistili, že v úkolech, zahrnující motorické a vizuálně – prostorové prvky (takovým úkolem ROCF jednoznačně je), dochází k horším výsledkům s postupně přibývajícím věkem.

Lepší výsledky u mladých dospělých můžeme vidět i v dalších výzkumech na porovnání kognitivních funkcí mladých dospělých a starších dospělých. Například ve výzkumu Ballester, Maya & Reala (2013) zaměřeném na porovnání kognitivních schopností u 20 mladých dospělých (věk 21 – 28 let) a 20 zdravých starších dospělých (věk 65 – 75 let), byl použit Winsconsinský test na měření reakčního času a úkoly na priming, na posouzení implicitní paměti. Dále byla přidána skupina 20 starších dospělých s mírným kognitivním deficitem. Mladší dospělí překonali starší ve všech kognitivních úkolech, zatímco starší dospělí s mírnou kognitivní poruchou byli podstatně horší než zdraví. Zajímavé je, že obě zdravé skupiny měly podobnou hladinu primingu.

Při testování hypotézy H4: *Existuje statisticky významná souvislost mezi výkonem krátkodobé auditivní paměti (na základě indexu momentu přítomnosti Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence a celkovým skóre v Testu Hanojské věže, jak pro skupinu zdravých seniorů, tak pro skupinu mladých dospělých*, byl použit Pearsonův korelační koeficient, jehož hodnota byla 0,43 pro skupinu zdravých seniorů a -0,113 pro skupinu mladých dospělých. Tyto hodnoty byly porovnány s tabulkou kritických hodnot pro zjištění signifikantnosti korelačního koeficientu. Aby byl korelační koeficient statisticky významný, musel by mít větší hodnotu než tabulková hodnota, která je 0,267 pro skupinu seniorů (n=90). Korelační koeficient je vyšší než tabulková hodnota, což znamená, že mezi výkonem v krátkodobé auditivní paměti (na základě indexu momentu přítomnosti Tr) v KAI a celkovým skóre v ToH u zdravé populace seniorů je statisticky významná souvislost. Tabulková hodnota pro skupinu mladých dospělých (n=34) je 0,42, která je vyšší než naměřený korelační koeficient, což znamená, že mezi výkonem v krátkodobé auditivní paměti (na základě indexu momentu přítomnosti Tr) v KAI a celkovým skóre v ToH u populace mladých dospělých není statisticky významná souvislost.

V diplomové práci Mižigara (2011) se také nepodařilo prokázat statisticky významnou souvislost mezi intelektovým výkonem v KAI a výkonem a počtem pohybů v ToH. Výzkumu se zúčastnilo 33 zdravých seniorů nad 65 let a neprokázala se statisticky

významná souvislost ani u jedné z verzí ToH. Mižigar tuto skutečnost odůvodňuje tím, že intelekt je kognitivní funkcí, kdežto ToH zachycuje pouze funkce exekutivní a také nereprezentativností vzorku. Podle mého názoru zde hraje roli i velikost vzorku. Mižigarův vzorek o počtu 33 zdravých seniorů vykazuje nezávislost mezi výkonem v KAI a ToH. V našem případě, kdy vzorek tvoří 90 zdravých seniorů, se ukazuje statisticky významná souvislost mezi Tr u KAI a Testem Hanojské věže.

Důvod pro inteligenci jakožto zástupce kognitivních funkcí nezávislých na exekutivních funkcích uvádí i Stielová (2012), která ve své práci porovnávala rychlost zpracování informace v KAI a čas řešení čtyřdiskové verze ToH. A nezjistila žádnou statisticky významnou souvislost mezi oběma ukazateli.

Poslední hypotéza H5: *Existuje statisticky významná souvislost mezi paměťovým výkonem v Rey-Osterriethově komplexní figuře při první i druhé reprodukci a celkovým skóre v Testu Hanojské věže, jak pro skupinu zdravých seniorů, tak pro skupinu mladých dospělých*, byla ověřena Pearsonovým korelačním koeficientem, který v tomto případě dosáhl hodnot 0,302 pro korelaci mezi celkovým skóre ToH a výkonem ROCF po 3 minutách a 0,265 pro korelaci mezi celkovým skóre ToH a výkonem ROCF po 30 minutách u skupiny zdravých seniorů. Tyto hodnoty byly opět porovnány s tabulkou kritických hodnot pro signifikanci korelačního koeficientu. První korelační koeficient je větší než tabulková hodnota, což znamená, že mezi výkonem v ROCF po 3 minutách a celkovým skóre v ToH je statisticky významná souvislost, ovšem druhý korelační koeficient nedosahuje tabulkové hodnoty na hladině významnosti $p=0,01$. Pokud ho budeme posuzovat na hladině významnosti $p=0,05$, pak můžeme tvrdit, že je statisticky významný.

Další zjišťovaná korelace byla mezi hrubými skóry v Rey-Osterriethově komplexní figuře a celkovým skóre v Testu Hanojské věže u skupiny mladých dospělých. Korelační koeficient mezi reprodukcí z paměti po 3 minutách u ROCF a celkovým skóre v ToH u skupiny mladých dospělých je 0,245 a mezi oddáleným vybavením po 30 minutách a celkovým skóre v ToH je 0,283. Obě hodnoty jsou menší než tabulková hodnota kritických hodnot korelačního koeficientu na hladině významnosti $p=0,05$ i $p=0,01$, není zde žádná statistická souvislost.

Důvodem neprokázání souvislostí mezi paměťovými výkony a výkony v Testu Hanojské věže může být malý vzorek. Výpočty korelací bez závislosti na věku prokazují vysoce signifikantní souvislost. Dalším důvodem může být také skutečnost, že exekutivní

funkce jsou samostatnou funkcí nezávislou na funkcích kognitivních, a proto není závislá na paměti.

Výsledky výzkumu ukazují, že mezi seniory nad 65 let a mladými dospělými od 18 do 30 let existuje statisticky významný rozdíl v exekutivních a mnestických funkcích, což může být způsobeno poklesem kognitivní činnosti ve stáří. Po 60. roce věku se u lidí výrazně zhoršuje smyslové vnímání, paměť (především pro nové události), inteligence, tvořivost, dochází k úpadku sil a schopností (Langmeier, Krejčířová, 2006).

9. ZÁVĚR

Ze zpracování a analyzování naměřených dat můžeme shrnout následující zjištění:

- Mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů v celkovém skóru Testu Hanojské věže je statisticky významný rozdíl.
- Byl prokázán statisticky významný rozdíl v momentu přítomnosti (Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů.
- V paměťovém výkonu v Rey-Osterriethově komplexní figuře při první i druhé reprodukci mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů existuje statisticky významný rozdíl.
- Nebyla prokázána statisticky významná souvislost mezi výkonem krátkodobé auditivní paměti (na základě indexu momentu přítomnosti Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence a celkovým skóre v Testu Hanojské věže, jak pro skupinu zdravých seniorů, tak pro skupinu mladých dospělých.
- Mezi paměťovým výkonem v Rey-Osterriethově komplexní figuře při první i druhé reprodukci a celkovým skóre v Testu Hanojské věže, jak pro skupinu zdravých seniorů, tak pro skupinu mladých dospělých, není žádná statisticky významná souvislost.

10. SOUHRN

Exekutivní funkce je neuropsychologický pojem zahrnující dovednost a procesy, jako je například schopnost plánování, řešení problémů, respektování sociálních pravidel, dosahování cílů apod. Definování a zařazení exekutivních funkcí je však velmi problematické, každý autor řadí exekutivní funkce jiným způsobem. Podle Lezakové (1995) mají exekutivní funkce 4 složky – vůli, plánování, účelné jednání a úspěšný výkon. Fuster (2008) zase dělí složky exekutivních funkcí na pozornost, paměť, plánování, časovou integraci, rozhodování a kontrolu. Otázka exekutivních funkcí je kognitivními neurovědci stále ještě řešena.

Činnost exekutivních funkcí je závislá na správném fungování frontálních mozkových laloků. Prefrontální kůra čelních laloků (obzvláště dorzolaterální subkortikální obvod) je velmi dobře propojena s jinými částmi mozku a ostatními funkčními systémy, zajišťuje tak správnou činnost exekutivních funkcí. Výzkumníci zabývající se pamětí věří, že frontální laloky modulují používání paměti v exekutivních funkcích jako je plánování a rozhodování.

Pracovní paměť můžeme odlišit od krátkodobé paměti, protože přesahuje prosté uchování informací v mysli a spíše přináší nebo drží informace přímo v cíleném tvaru. Pracovní paměť používáme jako duševní pracovní prostor, při vědomém řešení problémů a podílí se také na jazykovém zpracování.

Stěžejním tématem této práce bylo podat základní přehled paměťových a exekutivních funkcí a snažit se najít teoretická východiska pro zkoumání souvislostí mezi výsledky Testu Hanojské věže, který je představitelem exekutivních funkcí, a mnestických funkcí u skupiny zdravých seniorů a mladých dospělých.

Výzkumný vzorek tvořilo 91 zdravých seniorů nad 65 let (horní hranice nebyla stanovena) a 113 mladých dospělých ve věku 18 až 29 let. Sbírání dat probíhalo individuálně, nejdříve byla sebrána anamnestická data, poté proběhla administrace vybraných psychodiagnostických metod testujících paměť a exekutivní funkce, konkrétně Rey-Osterriethova komplexní figura (ROCF), moment přítomnosti (Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence (KAI) a Test Hanojské věže (ToH). Probandi byli vybíráni metodou příležitostného výběru a metodou sněhové koule, přičemž pro výběr do výzkumného vzorku museli splňovat kritérium věku a nepřítomnost neurologických, onkologických, interních a jiných onemocnění.

Po ověření stanovených hypotéz bylo zjištěno, že existuje statisticky významný rozdíl v celkovém skóru Testu Hanojské věže mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů. Také byl zjištěn statisticky významný rozdíl v momentu přítomnosti (Tr) v Krátkém testu všeobecné inteligence mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů, a to ve prospěch mladých dospělých. Stejně tak i v paměťovém výkonu v Rey-Osterriethově komplexní figuře při první i druhé reprodukci mezi skupinami mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů byl zjištěn statisticky významný rozdíl.

Dále bylo zjištěno, že neexistuje statisticky významná souvislost mezi Tr v Krátkém testu všeobecné inteligence a celkovým skóre v Testu Hanojské věže, jak pro skupinu zdravých seniorů, tak pro skupinu mladých dospělých. A nebyla prokázána statisticky významná souvislost mezi paměťovým výkonem v Rey-Osterriethově komplexní figuře a celkovým skóre Testu Hanojské věže, jak pro skupinu zdravých seniorů, tak pro skupinu mladých dospělých.

Důvodem pro lepší výkon mladých dospělých je pravděpodobně zhoršení kognitivních a exekutivních funkcí ve stáří. Důvodem neprokázání souvislostí mezi paměťovými výkony a výkony v Testu Hanojské věže může být malý vzorek nebo také skutečnost, že exekutivní funkce jsou samostatnou funkcí nezávislou na funkcích kognitivních, a proto není závislá na paměti.

LITERATURA

- Ambler, Z., Bednařík, J., Růžička, E., et.al (2008). *Klinická neurologie, I. část obecná*. Praha: Triton
- Atkinson, R. L. (2003). *Psychologie*. Praha: Portál
- Baddeley, A. (1998). *Vaše paměť*. Brno: Jota
- Baddeley, A., Eysenck, M. W., Anderson, M. C. (2009). *Memory*. New York: Psychology Press
- Ballesteros, S., Mayas, J. & Reales, J. M. (2013). Cognitive function in normal aging and in older adults with mild cognitive impairment. *Psicothema*, 25(1), 18-24
- Bergman, I., Blomberg, M. & Almkvist, O. (2007). The importance of impaired physical health and age in normal cognitive aging. *Scandinavian Journal of Psychology*, 48, 115-125
- Čihák, R. (1997). *Anatomie 3*. Praha: Grada Publishing
- De Luca, C. R., Leventer, R. J. (2008). *Executive Functions and the Frontal Lobes. Developmental Trajectories of Executive Functions Across the Lifespan*. New York: Taylor & Francis
- Diamant, J. J., Vašina, L. (1998). *Kapitoly z neuropsychologie*. Brno: Masarykova univerzita v Brně
- Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada Publishing
- Fine, C. (Ed.), Encyclopaedia britannica (2009). *Mozek: průvodce po anatomii mozku a jeho funkcích*. Brno: Jota

- Fuster, J. M. (2002). *Principles of Frontal Lobe Function*. New York: Oxford University Press
- Fuster, J. M. (2008). *The prefrontal cortex*. London: Elsevier
- Goldberg, E. (2004). *Jak nás mozek civilizuje*. Praha: Karolinum
- Hartl, P. & Hartlová, H. (2000). *Psychologický slovník*. Praha: Portál
- Höschl, C., Libiger, J. & Švestka, J. (2002). *Psychiatrie*. Praha: Tigis
- Howard, P. J. (1998). *Příručka pro uživatele mozku*. Praha: Portál
- Kay, J. & Tasman, A. (2006). *Essentials of psychiatry*. Chichester: John Wiley & sons, Ltd
- Koukolík, F. (1997). *O vztahu lidského mozku a chování*. Praha: Karolinum
- Koukolík, F. (2000). *Lidský mozek: funkční systémy, norma a poruchy*. Praha: Portál
- Koukolík, F. (2002). *Lidský mozek: funkční systémy, norma a poruchy*. Praha: Portál
- Koukolík, F. (2008). *Mozek a jeho duše*. Praha: Galén
- Kulišťák, P. (2003). *Neuropsychologie*. Praha: Portál
- Langmeier, M., a kol. (2009). *Základy lékařské fyziky*. Praha: Grada Publishing
- Langmeier, J. & Krejčířová, D. (2006). *Vývojová psychologie*. Praha: Grada Publishing
- Lehrl, S., Gallwitz, A. & Blaha, L. (1995). *Krátký test všeobecné inteligence KAI*. Brno: Psychodiagnostika s.r.o.
- Lezaková, M., Howieson, D. B. & Loring, D. W. (2004). *Neuropsychological assessment* (4th ed.). New York: Oxford university Press

- Marieb, E. N. & Mallat, J. (2005). *Anatomie lidského těla*. Brno: CP Books, a.s.
- Mataix-Cols, D. & Bartrés-Faz, D. (2002). Is the Use of the Wooden and Computerized Versions of the Tower of Hanoi Puzzle Equivalent? *Applied Neuropsychology*, 9 (2), 117-120
- McMillan, B. (2009). *Velký ilustrovaný atlas lidského těla*. Praha: Svojtka & Co., s.r.o.
- Míka, J. (1978). *Úvod do neuropsychologie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství
- Miller, B. L. & Cummings, J. L. (2007). *The human frontal lobes*. Guilford Press
- Mižigar, J. (2011). *Exekutivní funkce*. Unpublished master's thesis. Univerzita Palackého, Olomouc.
- Myslivoček, J. (2003). *Základy neurovědy*. Praha: Triton
- Myslivoček, J. & Trojan, S. (2008). *Fyziologie do kapsy*. Praha: Triton
- Orel, M., Facová, V., a kol. (2009). *Člověk, jeho mozek a svět*. Praha: Grada Publishing
- Obereignerů, R., Dostál, D., Divéky, T., Obereignerů, K., Mižigar, J., Vanáčková, L., ... Stielová, M. (2005). *Test Hanojské věže. Manuál pro administraci*. Nepublikovaný manuál. Olomouc: Univerzita Palackého
- Pfeiffer, J. (2009). *Neurologie v rehabilitaci. Pro studium a praxi*. Praha: Grada Publishing
- Plháková, A. (2007). *Učebnice obecné psychologie*. Praha: Academia
- Preiss, M. (1998). *Klinická neuropsychologie*. Praha: Grada Publishing

- Preiss, M. & Kučerová, H. (2006). *Neuropsychologie v psychiatrii*. Praha: Grada Publishing
- Putz, R., & Pabst, R. (2007). *Sobottův atlas anatomie člověka, Díl 1*. Praha: Grada Publishing
- Raz, N., Dahle, C. L., Rodrigue, K. M., Kennedy, K. M. & Land, S. (2011). Effects of age, genes, and pulse pressure on executive functions in healthy adults. *Neuropsychology of Aging*, 32 (6), 1124-1137
- Reiterová, E. (2009). *Základy statistiky pro studenty psychologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci
- Rey, A. & Osterrieth, P. A. (1997). *Rey-Osterriethova komplexní figura TKF*. Brno: Psychodiagnostika s.r.o.
- Richardson, T. H. (2008). Inhibitory Control in Psychiatric Disorders – A Review of Neuropsychological and Neuroimaging Research. *Undergraduate Research Journal for the Human Sciences*, 7. Získáno z: www.kon.org/urc/v7/richardson3.html
- Rokyta, R. (2008). *Fyziologie*. Praha: ISV nakladatelství
- Rönnlund, M. et al. (2001). Adult Age Differences in Tower of Hanoi Performance: Influence From Demographic and cognitive Variables. *Aging, Neuropsychology and Cognition*; 8(4), 269-283.
- Stielová, M. (2011). *Souvislost exekutivních a kognitivních funkcí u adolescentů – stanovení orientačních norem pro test Hanojské věže*. Unpublished master's thesis. Univerzita Palackého, Olomouc.
- Šimíčková – Čížková, J., Binarová, I., Holásková, K., Petrová, A., Plevová, I. & Pugnerová, M. (2005). *Přehled vývojové psychologie*. Olomouc: Univerzita Palackého

Wardill, T. & Anderson, V. (2008). *Executive Functions and the Frontal Lobes. Assessment of Executive Functioning in Older Adults*. New York: Taylor & Francis

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1: Formulář zadání diplomové práce
- Příloha č. 2: Český a cizojazyčný abstrakt diplomové práce
- Příloha č. 3: Ukazatelé celkového skóru ToH mladých dospělých a zdravých seniorů
- Příloha č. 4: Ukazatelé momentu přítomnosti (Tr) v KAI mladých dospělých a zdravých seniorů
- Příloha č. 5: Hrubé skóre v reprodukci po 3 minutách v ROCF mladých dospělých a zdravých seniorů
- Příloha č. 6: Hrubé skóre v reprodukci po 30 minutách v ROCF mladých dospělých a zdravých seniorů
- Příloha č. 7: Korelace mezi celkovým skóre ToH a hrubým skóre v ROCF při první a druhé reprodukci a momentem přítomnosti Tr v KAI

Příloha č.1: Formulář zadání diplomové práce

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

Studijní program: Psychologie
Forma: Prezenční
Obor/komb.: Psychologie (PS)

Podklad pro zadání DIPLOMOVÉ práce studenta

PŘEDKLÁDÁ:	ADRESA	OSOBNÍ ČÍSLO
MÜLLEROVÁ Alžběta	Červený Kříž 102, Jihlava	F080261

TÉMA ČESKY:

Srovnání exekutivních a mnestických funkcí mezi zdravou populací seniorů a vysokoškolských studentů

NÁZEV ANGLICKY:

The comparison of executive and memory functions among healthy population of seniors and university students

VEDOUcí PRÁCE:

PhDr. Radko Obereignerů, Ph.D. - PCH

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ:

- 1; Studium literatury z oblasti klinické psychologie, neuropsychologie a obecné psychologie. Zpracování současných výzkumů týkajících se dané problematiky exekutivních a mnestických funkcí.
- 2; Zvláštní orientace: Současný přehled výzkumů v oblasti frontálních mozkových laloků, především prefrontální kůry. Mnesticke a exekutivní funkce u specifických skupin - seniorů a vysokoškolských studentů.
- 3; Formulovat projekt práce od základního problému a výchozí hypotézy ke stanovení orientační osnovy práce, metodiky a cíle práce.
- 4; Pravděpodobný cíl práce: Zpracování výsledků se zaměřením na rozdíly mezi vybranými zkoumanými skupinami. Jejich interpretace s přihlédnutím k současným teoretickým poznatkům.
- 5; Zkoumaný soubor: Skupina třiceti seniorů a skupina třiceti vysokoškolských studentů.
- 6; Parametry práce: V souladu s metodickými pokyny katedry.
- 7; Statistické zpracování: popisná statistika, t-test, korelace.

SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:

Baddeley, A., Eysenck, M. W., Anderson, M. C. (2009). Memory. New York: Psychology Press
Koukolík, F. (2002). Lidský mozek: funkční systémy, norma a poruchy. Praha: Portál
Kulišťák, P. (2003). Neuropsychologie. Praha: Portál
Miller, B. L., Cummings, J. L. (2007). The human frontal lobes. Guilford Press
Tulving, E., Donaldson, W. (1972). Organization of memory. New York: Academic Press

Podpis studenta:

Datum:

Podpis vedoucího práce:

Datum:

Příloha č. 2: Český a cizojazyčný abstrakt diplomové práce

ABSTRAKT DIPLOMOVÉ PRÁCE

Název práce: Srovnání exekutivních a mnestických funkcí zdravé populace seniorů a mladých dospělých

Autor práce: Alžběta Müllerová

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

Počet stran a znaků: 66 / 114 233

Počet příloh: 7

Počet titulů použité literatury: 51

Abstrakt:

Práce je zaměřena na zkoumání souvislostí exekutivních a kognitivních funkcí u mladých dospělých a zdravých seniorů. Teoretická část se zabývá neuroanatomii mozkových laloků, především frontálních laloků a prefrontální kůře. Je zde věnována kapitola o paměti, která s exekutivními funkcemi úzce souvisí. Poslední kapitola teoretické části se zabývá exekutivními funkcemi, jejich zařazením, jejich složkám a srovnáním s kognitivními funkcemi. Závěr teoretické části je věnován vývojovému hledisku exekutivních funkcí u mladých dospělých a seniorů.

Cílem práce bylo porovnat výsledky kognitivních metod, především ukazatelů mnestických funkcí, a Testu Hanojské věže mezi mladými dospělými a zdravými seniory nad 65 let. Pro uskutečnění tohoto záměru byl sestaven výzkumný soubor tvořený 113 mladými dospělými a 91 zdravými seniory, kteří byli vybráni pomocí metody příležitostného výběru. Ve výzkumné části jsou prezentovány výsledky zpracování a analýzy získaných dat z Rey-Osterriethovy komplexní figury (ROCF), Krátkého testu všeobecné inteligence (KAI) a testu Hanojské věže (ToH). U těchto testů byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi skupinou mladých dospělých a skupinou zdravých seniorů. Vztah mezi pamětí a celkovým skóre ToH nebyl prokázán. Práce byla součástí grantové výzvy (grant č. FF_2011_14) s názvem Test Hanojské věže a nové normy pro efektivní diagnostiku exekutivních funkcí.

Klíčová slova: exekutivní funkce, paměť, frontální mozkové laloky, Test Hanojské věže

ABSTRACT OF THESIS

Title: The comparison of executive and memory functions among healthy population of seniors and young adults

Author: Alžběta Müllerová

Supervisor: PhDr. Radko Obereignerů, Ph.D.

Number of pages and characters: 66 /114 233

Number of appendices: 7

Number of references: 51

Abstract:

The thesis is focused on exploring the connection between executive and cognitive functions in young adults and health seniors. The theoretical part deals with the neuroanatomy of brain lobes, particularly the frontal lobes and prefrontal cortex. There is a chapter about memory, closely related to executive functions. The last chapter of the theoretical part deals with executive functions, their classification, their components and comparisons with cognitive functions. Conclusion of the theoretical part is devoted to the developmental aspect of executive functions in young adults and seniors.

The main aim of the study was to compare the results of cognitive methods, especially indicators of memory functions and Tower of Hanoi Test among young adults and health seniors. To execute this intention was assembled a research sample consisting of 113 young adults and 91 healthy seniors who were recruited by opportunistic choice. In a research part there are presented results of data processing and analyzes from Rey-Osterrieth complex figure (ROCF), Short Test of General Intelligence (KAI) and Tower of Hanoi Test (ToH). In these tests, a statistically significant difference between a group of young adults and group of healthy seniors has been found. The relationship between memory and overall score in the Tower of Hanoi Test wasn't proved. This work was a part of Science Foundation (No. FF_2011_14) called The Tower of Hanoi Test and new standards for executive functions efficient diagnosis.

Key words: Executive functions, memory, frontal lobes, Tower of Hanoi Test

**Příloha č. 3: Ukazatelé celkového skóru ToH mladých dospělých a
zdravých seniorů**

Celkový skór ToH ml. dospělých	Celkový skór ToH zdrav. Seniorů	Celkový skór ToH ml. dospělých	Celkový skór ToH zdrav. Seniorů	Celkový skór ToH ml. dospělých	Celkový skór ToH zdrav. Seniorů
3	2	4	3	6	4
1	2	5	4	6	2
4	3	6	3	6	0
6	3	4	1	6	0
6	2	6	4	4	4
5	3	4	2	6	3
4	3	3	5	6	1
6	3	4	4	6	1
6	4	2	3	6	3
6	6	6	2	4	5
4	4	5	0	6	1
4	5	4	4	6	4
5	4	4	3	6	1
6	4	2	6	6	2
3	5	5	4	6	0
4	2	6	4	6	
4	4	4	3	4	
4	2	4	2	6	
4	2	5	3	6	
6	3	4	3	6	
4	2	5	5	6	
4	3	5	2	6	
4	2	5	2	6	
3	4	6	6	6	
6	3	6	5	4	
5	5	6	2	6	
6	4	6	0	6	
6	2	4	0	6	
3	4	6	2	6	
4	3	6	4	6	
4	3	6	6	6	
4	6	6	1	6	
3	4	6	3	6	
4	2	6	0	6	
2	6	6	1	6	
4	4	4	0	6	
6	4	6	3	6	
4	4	6	1		

Příloha č. 4: Ukazatelé momentu přítomnosti (Tr) v KAI mladých dospělých a zdravých seniorů

Tr ml.dospělých	Tr zdr.seniorů	Tr ml.dospělých	Tr zdr.seniorů	Tr ml.dospělých	Tr zdr.seniorů
4,85	4,85	4,85	5,75	6,8	3,5
5,05	6,3	4,85	4,55	6,3	4,7
6,05	6,3	5,05	4,35	6,05	4,75
4,55	6,05	5,05	5,05	5,45	4,35
6,55	5,35	5,55	5,05	6,8	5,55
6,05	5,35	5,05	7,55	6,8	5,05
5,55	5,55	6,05	4,35	5,3	7,05
5,05	4	5,35	6,55	7,5	4,8
5,05	4,35	5,55	4,35	7,8	5,05
6,05	6,05	5,05	4,55	7,05	4
7,05	5,5	6,05	5,55	7,3	5,8
6,55	3,5	6,05	4,05	8,05	4
6,05	5,5	5,55	8,05	7,55	5,3
6,05	5,35	5,55	7,05	8,4	4,55
6,55	4	6,05	6,05	6,55	4,35
6,05	4,5	5,05	4,35	5,8	4,35
5,55	4,35	5,05	4,85	7,55	5,8
4,85	3,5	6,05	6,05	7,05	4,85
6,05	5,1	7,55	5,05	7,55	4,25
5,55	5,95	5,55	5,55	6,3	5,55
5,05	5,5	6,05	6,05	8,05	5,05
6,55	5,85	6,55	5,05	6,05	5,45
5,55	5	5,55	4,35	6,55	4,55
6,55	4,5	6,05	4,35	4,45	5,05
6,05	4,75	4,55	5,55	7,3	4,25
5,55	4,75	6,55	7,05	9,05	4,95
5,05	6,05	5,55	7,05	6,55	3,85
6,05	4,85	5,55	4,55	6,05	
5,55	4,85	6,05	4,35	6,55	
4,35	5,25	7,55	6,55	6,05	
5,55	5,95	5,55	7,05	5,55	
7,05	5,05	7,8	5,1	6,55	

Příloha č.5: Hrubé skóre v reprodukci po 3 minutách v ROCF mladých dospělých a zdravých seniorů

3 min. ml.dospělí	3 min. zdr.senioři	3 min. ml.dospělí	3 min. zdr.senioři	3 min. ml.dospělí	3 min. zdr.senioři
30	17,5	29	16		6
26	14,5	24	8,5		15
28	1	28	28		10
33	11	28	21,5		7
23,5	18		22,5		13
32	28		31,5		26
31	9		14		7
30	9		14		22
26	22		23,5		19
31	14,5		8		10
13	10,5		6		2
32	7		11		14
25	14,5		23,5		17
33	5		17		18
27	12		7,5		12
29	8		12		16
26	11		8,5		8
20,5	28		9		22
28	15,5		15		19
14	12		3		22
20	13		24		14
29	9,5		13,5		15
27	11		16		11
20	4,5		15,5		9
31	18,5		4,5		9
24	24		16,5		6
20	10		19,5		10
27	15		8,5		0
26	7		24		
25,5	24		8,5		
26	22		19		

Příloha č. 6: Hrubé skóre v reprodukci po 30 minutách v ROCF mladých dospělých a zdravých seniorů

30 min. ml.dospělí	30 min. zdr.senioři	30 min. ml.dospělí	30 min. zdr.senioři	30 min. ml.dospělí	30 min. zdr.senioři
31	19,5	19	22		6,5
26	15	27	20		15,5
29	15,5	22	10,5		10
32	9,5	27	21,5		16
21,5	20	28	19		6
34	18		23		6
31	9,5		30,5		11
27	4,5		14		26
26	18		11		7
31	17,5		21,5		28
22	14		8,5		17
30	7		6,5		12
25	13		10,5		5
32	10		20,5		17
26	13		17		15
31	9,5		8		23
25	11		13,5		10
23	26		13		13
30	16,5		9,5		5
14	12,5		14,5		26
20	14		1		15
28	9		25,5		23
32	14		6		14
19	6,5		13		14
31	19		16		10
24	27		6		9
18	8		15,5		7
28	9,5		19		6
26	7		9		11
25	23		26,5		0

Příloha č. 7: Korelace mezi celkovým skóre ToH a hrubým skóre v ROCF při první a druhé reprodukci a momentem přítomnosti Tr v KAI

	Mladí dospělí	Zdraví senioři
Korelace Tr a ToH	-0,13	0,43
Korelace ROCF 3 minuty a ToH	0,245	0,302
Korelace ROCF 30 minut a ToH	0,283	0,265