

UNIVERZITA KARLOVA

Filozofická fakulta

Katedra psychologie

Rigorózní práce



Mgr. Nikola Doubravová

**Paralelnost verzí A a B Neuropsychologické baterie pro
děti v doménách Exekutivní funkce a Pozornost**

**Parallelism of Versions A and B of the Neuropsychological
Battery for Children in the Executive Function and
Attention Domain**

Praha 2024

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí diplomové práce PhDr. Alici Maulisové, PhD. a konzultantce diplomové práce Mgr. Kateřině Bukačové za možnost administrace nově vznikající Neuropsychologické baterie pro děti a za možnost využití získaných dat v rámci své diplomové i rigorózní práce. Také chci oběma poděkovat za trpělivost, ochotu a podnětné komentáře a rady jak při sběru dat, tak při zpracování literárně-přehledové a empirické části diplomové práce. Děkuji PhDr. Alici Maulisové, PhD. i za podporu a zpětnou vazbu k rigorózní práci. Velký dík patří i všem zúčastněným probandům a jejich rodinám za ochotu dobrovolně se studiu účastnit.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem rigorózní práci vypracovala samostatně, že jsem řádně citovala všechny použité prameny a literaturu a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 24.8.2024

Mgr. Nikola Doubravová

Abstrakt

Cílem rigorózní práce s názvem *Paralelnost verzí A a B Neuropsychologické baterie pro děti v doménách Exekutivní funkce a Pozornost* bylo ověřit paralelnost dvou verzí nově vznikající Neuropsychologické baterie pro děti, a to v doménách exekutivní funkce a pozornost. První doména zahrnuje subtesty Třídění, Inhibice a přesun pozornosti, Pracovní paměť, Verbální fluence a Prospektivní paměť, druhá subtesty Sluchová pozornost a Zraková pozornost.

Část literárně-přehledová v první řadě shrnuje dosavadní poznatky a teoretické modely zaměřené na exekutivní funkce a pozornost. Dále se zabývá různými způsoby odhadu reliability a v poslední kapitole se zaměřuje právě na odhad reliability paralelních forem a jeho užití v testech exekutivních funkcí a pozornosti.

Empirická část se pak zabývá samotnou výzkumnou studií. Obě verze testové baterie byly probandům, dětem ve věku od šesti do devatenácti let, administrovány v rozmezí dvou až čtyřech týdnů. Výzkumný soubor ($N = 31$) byl náhodně rozdělen na dvě skupiny, kterým byly verze zadány v opačném pořadí. Dále byl všem probandům administrován anamnestický dotazník a Zkrácená Wechslerova inteligenční škála, druhé vydání (Wechsler, 2011). Statistická analýza dat zahrnovala korelační analýzu (Pearsonův nebo Spearmanův korelační koeficient) a rozdílové statistiky (t -test nebo Wilcoxonův test pro párové vzorky). Na základě statistických analýz splňují v doméně Exekutivní funkce kritéria pro ekvivalenci paralelních verzí testu A a B subtesty *Třídění*, *Pracovní paměť* a *Prospektivní paměť*. Dále se ekvivalence potvrdila pro verze *Fonemické fluence* pro hlásky V (ve verzi A) a M (ve verzi B), a měřený čas v části *Inhibice* subtestu *Inhibice a přesun pozornosti*. V doméně Pozornost se ekvivalence potvrdila u obou subtestů pro celkový hrubý skór.

Práce navazuje na mou diplomovou práci (Doubrovová, 2024) a rozšiřuje ji o poznatky týkající se pozornostních subtestů. Je spojena se standardizací nově vznikající Neuropsychologické baterie pro děti a spolu s prací diplomovou se jako první zabývá potřebou ověření paralelnosti obou verzí této testové baterie. K umožnění praktického využití těchto poznatků je nutné zabývat se paralelností forem i v ostatních doménách baterie a také vyrovnáváním těchto alternativních forem, což by vedlo k zajištění co nejvyšší srovnatelnosti testových skóre.

Klíčová slova: měření kognitivních funkcí; neuropsychologická diagnostika; reliabilita; dětská neuropsychologie

Abstract

The aim of this thesis titled *Parallelism of Versions A and B of the Neuropsychological Battery for Children in the Domains of Executive Functions and Attention* was to verify the parallelism of two versions of the newly developed Neuropsychological Battery for Children in the domains of executive functions and attention. The first domain includes the subtests Sorting, Inhibition and Attention Shifting, Working Memory, Verbal Fluency, and Prospective Memory, while the second includes the subtests Auditory Attention and Visual Attention.

The literature review part firstly summarizes the current knowledge and theoretical models focused on executive functions and attention. It also discusses various methods of estimating reliability, and in the last chapter, it specifically addresses the estimation of reliability for parallel forms and its application in tests of executive functions and attention.

The empirical part deals with the research study itself. Both versions of the test battery were administered to participants, children aged six to nineteen, within a two to four-week interval. The research sample ($N = 31$) was randomly divided into two groups, which were given the versions in the opposite order. Additionally, all participants were administered an anamnestic questionnaire and the Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence, Second Edition (Wechsler, 2011). Statistical data analysis included correlation analysis (Pearson's or Spearman's correlation coefficient) and differential statistics (t -test or Wilcoxon test for paired samples). Based on the statistical analyses, the subtests Sorting, Working Memory, and Prospective Memory in the domain of Executive Functions meet the criteria for the equivalence of parallel versions of tests A and B. Furthermore, equivalence was confirmed for the Phonemic Fluency versions for the letters V (in version A) and M (in version B), and the measured time in the Inhibition part of the Inhibition and Attention Shifting subtest. In the domain of Attention, equivalence was confirmed for both subtests for the total raw score.

This work builds on my master's thesis (Doubravová, 2024) and expands it with findings related to attention subtests. It is connected to the standardization of the newly

developed Neuropsychological Battery for Children and, together with the master's thesis, is the first to address the need to verify the parallelism of both versions of this test battery. To enable practical application of these findings, it is necessary to address the parallelism of forms in other domains of the battery as well as the equating of these alternative forms, which would ensure the highest possible comparability of test scores.

Key words: assessment of cognitive functions; neuropsychological diagnostics; reliability; pediatric neuropsychology

Obsah	
Úvod	13
I. Teoretická část	15
1. Exekutivní funkce	15
1.1. Modely exekutivních funkcí	16
1.1.1. Duncanův model	16
1.1.2. Model B. Millera & J. Cummingse	17
1.1.3. Model Lezakové	17
1.1.4. Model Stusse a Bensona	18
1.1.5. Model jednoty a diverzity (Unity and diversity model)	18
1.1.6. Dělení exekutivních funkcí na horké (hot) a chladné (cold)	22
1.2. Biologický podklad exekutivních funkcí	22
1.3. Vývoj exekutivních funkcí	26
1.3.1. Senzitivní období	29
1.4. Reflexe dosavadních modelů exekutivních funkcí	30
1.5. Poruchy exekutivních funkcí	31
1.5.1. Dysexekutivní syndrom	32
1.5.2. Apatický syndrom	32
1.5.3. Desinhibovaný syndrom	33
2. Pozornost	35
2.1. Vlastnosti pozornosti	35
2.2. Modely pozornosti	36
2.2.1. Teorie časného filtru	36
2.2.2. Teorie pozdního filtru	37
2.2.3. Kapacitní model pozornosti	37
2.2.4. Teorie zátěže	38
2.2.5. Posnerova konceptualizace pozornosti	39
2.2.6. Dělení pozornosti	40
2.3. Biologický podklad pozornosti	41
2.4. Vývoj pozornosti	42
2.5. Poruchy pozornosti	43
2.5.1. Poruchy selektivní pozornosti	44
2.5.2. Poruchy udržované pozornosti	44
2.5.3. Poruchy rozdělené pozornosti	45
2.6. Souvislost exekutivních funkcí a pozornosti	45
3. Reliabilita	47
3.1. Definice reliability	47
3.1.1. Standardní chyba měření	48
3.1.2. Domain sampling model	50
3.1.3. Item response Theory	51
3.2. Typy reliability	51

3.2.1. Test-retest reliabilita	52
3.2.2. Split-half reliabilita	53
3.2.3. Item-total korelace	54
3.2.4. Reliabilita jako vnitřní konzistence	54
3.2.5. Kuderova-Richardsonova reliabilita	55
3.2.6. Reliabilita jako shoda posuzovatelů	56
3.2.7. Reliabilita rozdílového skóru	56
3.2.8. Zvyšování reliability nástroje	57
4. Reliabilita paralelních forem a měření exekutivních funkcí a pozornosti	59
4.1. Odhad reliability paralelních forem	59
4.1.1. Vyrovnávání alternativních forem testu	60
4.2. Reliabilita paralelních forem ve vybraných testech exekutivních funkcí	62
4.2.1. Verbální fluence	63
4.2.2. Wisconsinský test třídění karet	65
4.2.3. Test cesty	66
4.2.4. Stroopův test	69
4.2.5. Rey-Osterriethova komplexní figura a komplexní figura Taylorové	70
4.2.6. Limity alternativních forem testů exekutivních funkcí	72
4.3. Měření pozornosti	73
II. Empirická část	75
5. Cíl výzkumu	76
5.1. Výzkumné otázky a hypotézy	76
6. Metodika	77
6.1. Výzkumný soubor	77
6.2. Měřicí nástroje	77
6.2.1. Anamnestický dotazník	78
6.2.2. Zkrácená Wechslerova inteligenční škála, druhé vydání (WASI-II)	78
6.2.3. Neuropsychologická baterie pro děti (NB-D)	79
6.3. Proces sběru dat	81
6.4. Statistická analýza	82
6.5. Etika výzkumu	82
7. Výsledky	83
7.1. Deskriptivní statistika	83
7.1.1. Výzkumný soubor	83
7.1.2. Exekutivní funkce	84
7.1.3. Pozornost	85
7.2. Statistická analýza	86
7.2.1. Exekutivní funkce	87
7.2.2. Pozornost	89
8. Diskuse	92
Závěr	97

Seznam zkratek

ADHD	Porucha aktivity a pozornosti (Attention Deficit Hyperactivity Disorder)
APA	Americká psychologická asociace (American Psychological Association)
ARAS	Ascendentní retikulární aktivační systém (Ascending Reticular Activating System)
BADS-C	Behaviorální posouzení dysexekutivního syndromu (The Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome in Children)
BRIEF	Škála hodnocení exekutivních funkcí u dětí (Behavior Rating Inventory of Executive Function)
BTC	Barevný test cesty
CANTAB	Cambridgeská neuropsychologická testová baterie (The Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery)
CFA	Konfirmatorní faktorová analýza (Confirmatory Factor Analysis)
COWAT/FAS	Ústní test slovní asociace (Controlled Oral Word Association Test)
CST	Clevelandský test třídění karet (The Cleveland Sorting Test)
CoT	Úloha spojování (Connections Task)
CT	Počítačová tomografie (Computed Tomography)
CTMT	Komplexní test cesty (Comprehensive Trail Making Test)
DCCS	Test třídění karet podle změny dimenze (Dimensional Change Card Sort Test)
D-KEFS	Delis-Kaplanův systém pro hodnocení exekutivních funkcí (Delis-Kaplan Executive Function System)
DK-TMT	Delis-Kaplanův systém pro hodnocení exekutivních funkcí - Test cesty (Delis-Kaplan Executive Function System - Trail Making Test)
DSM-V	Diagnostický a statistický manuál duševních poruch, páté vydání (Diagnostic and statistical manual of mental disorders, fifth revision)
DTPS	Difúzní thalamický projekční systém (Diffuse Thalamic Projection System)
EEG	Elektroencefalogram (Electroencephalogram)
fMRI	Funkční magnetická rezonance (Functional Magnetic Resonance Imaging)

GABA	Gamma-aminomáselná kyselina (Gamma Aminobutyric Acid)
ID	Identifikační číslo
IDS	Intelligenční a vývojová škála pro děti ve věku 5–10 let (The Intelligence and Development Scales)
IDS-P	Intelligenční a vývojová škála pro předškolní děti (Intelligence and Development Scales for Preschool Children)
IRT	Teorie odpovědi na položku (Item Response Theory)
LSPAN	Test kapacity sluchové paměti (Listening Span Task)
MRI	Magnetická rezonance (Magnetic Resonance Imaging)
MTCF	Modifikovaná komplexní figura Taylorové (Modified Taylor Complex Figure)
NB-D	Neuropsychologická baterie pro děti
NEPSY II	Vývojová neuropsychologická baterie, druhé vydání (A Developmental Neuropsychological Assessment, Second Edition)
PET	Pozitronová emisní tomografie (Positron Emission Tomography)
PTSD	Posttraumatická stresová porucha (Posttraumatic Stress Disorder)
ROCF	Rey-Osterriethova figura (Rey-Osterrieth Complex Figure)
SD	Směrodatná odchylka (Standard Deviation)
SEM	Standardní chyba měření (The Standard Error of Measurement)
SOPT	Úkol s výběrem v pořadí (Self-Ordered Pointing task)
TCF	Komplexní figura Taylorové (Taylor Complex Figure)
TEA-Ch	Test ovládní pozornosti a chování u dětí (The Test of Everyday Attention for Children)
TMT	Test cesty (Trail Making Test)
WASI-II	Zkrácená Wechslerova intelligenční škála, druhé vydání (Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence, Second Edition)
WCST	Wisconsinský test třídění karet (Wisconsin Card Sorting Test)
WEIRD	Západní, vzdělaná, industrializovaná, bohatá a demokratická (Western, Educated, Industrialized, Rich, and Democratic)
WISC-III	Wechslerova intelligenční škála pro děti, 3. vydání (Wechsler Intelligence Scale for Children, 3rd ed.)

Úvod

Tato práce je součástí vývoje a normativní studie Neuropsychologické baterie pro děti (NB-D). NB-D představuje komplexní soubor testů vyvinutý pod hlavičkou Fakultní nemocnice Motol, určený pro neuropsychologickou diagnostiku kognitivních funkcí u dětí. Hlavním cílem práce je posoudit, zda verze A a B NB-D v doménách exekutivních funkcí a pozornosti poskytují srovnatelná data a zda mohou být považovány za ekvivalentní. To by umožnilo jejich využití pro retestování exekutivních funkcí a pozornosti v případě potřeby a práce má tedy potenciál přispět klinické praxi v oblasti dětské neuropsychologie. Práce rozšiřuje mou diplomovou práci (Doubravová, 2024) obhájenou na Katedře psychologie Filozofické fakulty Univerzity Karlovy na jaře roku 2024. V diplomové práci jsem se zabývala paralelností verzí A a B v doméně exekutivní funkce, práce rigorózní pak toto zkoumání rozšiřuje o poznatky týkající se subtestů měřících pozornost.

Vyvoj NB-D a v souvislosti s ní i tato práce reaguje na nedostatek kvalitních neuropsychologických metod určených pro přesnou diagnostiku kognitivních funkcí u dětí. V tuto chvíli jsou k dispozici diagnostické metody jen pro dílčí funkce. V jiných případech máme k dispozici metody, které nemají normy pro dostatečné věkové rozpětí, mají normy zastaralé nebo nedostatečně psychometricky kvalitní. Nově vyvíjená NB-D by měla tento nedostatek doplnit a poskytnout praktikujícím psychologům kvalitní nástroj k posouzení neuropsychologického vývoje dětí (Bukačová et al., 2021).

První, literárně přehledová, část práce zahrnuje nejprve přehled teoretických modelů exekutivních funkcí a pozornosti a zabývá se jejich neurobiologickým podkladem a vývojem. Exekutivní funkce jsou souborem kognitivních procesů, které zajišťují řízení ostatních kognitivních funkcí. Mezi aspekty exekutivních funkcí se řadí pracovní paměť, inhibice a kognitivní flexibilita, dále také schopnost volit cíle, plánovat nebo udržovat a měnit činnost (Diamond, 2013). Druhá kapitola se podobně zabývá pozorností, přístupy k jejímu popisu, jejím neurobiologickým podkladem a vývojem. Pozornost je proces, který umožňuje zaměřit se na specifické informace a ignorovat irelevantní podněty (Plháková, 2005). Může být záměrná nebo bezděčná, týkat se různých smyslových systémů a mezi její hlavní vlastnosti patří selektivita, koncentrace, distribuce, kapacita a stabilita.

V další kapitole se práce zabývá metodami odhadu reliability v psychometrii. Reliabilita paralelních forem je pak jednou z těchto metod a právě tou se zabývá i třetí kapitola literárně přehledové části. Reliabilita paralelních forem používá dvě ekvivalentní formy testu, které měří stejný konstrukt. Tím je zajištěna vysoká míra srovnatelnosti výsledků a eliminace vlivu paměti na opakované testování (Helmstadter, 1964). Reliabilita paralelních forem je důležitá pro vytvoření alternativní testové metody s minimálním rizikem efektu učení (McDonald, 1999; Rust et al., 2021; Urbánek et al., 2011).

Druhá, empirická část, této diplomové práce se zabývá samotnou studií paralelnosti verzí A a B NB-D. Shrnuje cíle výzkumu a ověřované hypotézy, metodologii výzkumu, včetně použitých metod, a výzkumný soubor. Dále se zabývá provedenou statistickou analýzou a výsledky výzkumu a na závěr diskuzí výsledků v kontextu dosavadních poznatků.

Diplomová práce byla citována dle manuálu Americké psychologické asociace (APA; American Psychological Association, 2020).

I. Teoretická část

Teoretická část práce je přehledem současných poznatků v oblasti exekutivních funkcí a psychometrického zkoumání kognice. V první části se zabývá exekutivními funkcemi a pozorností z pohledu různých teoretických modelů a také jejich biologickým podkladem a vývojem. V další kapitole se práce soustředí na odhad reliability v psychologii, zabývá se jednotlivými typy reliability i standardní chybou měření. V poslední, třetí kapitole, teoretické části se zaměřuje na odhad reliability paralelních forem a jeho užití v měření psychometrických charakteristik testů exekutivních funkcí a pozornosti v České republice i zahraničí.

1. Exekutivní funkce

Exekutivní funkce jsou souborem kognitivních funkcí, které zajišťují řízení ostatních mentálních procesů. Zapojují se v situacích, kdy není možné nebo efektivní spoléhat se na automatické a intuitivní reakce. Umožňují nám vědomě volit cíle a směřovat k jejich plnění, plánovat a udržovat, zastavovat nebo měnit činnost (Diamond, 2013).

Existují různé modely, které se snaží teoreticky zachytit exekutivní funkce. Tradičně se tyto modely dělí na unitární modely, jehož příkladem může být Duncanův model a které vysvětlují exekutivní funkce jako fluidní inteligenci, tedy obecný „g“ faktor inteligence (Duncan et al., 1996), a non-unitární modely, mezi které patří model Millera & Cummingse a které vykládají exekutivní funkce jako samostatné specifické procesy (Miller & Cummings, 2007).

Studie z posledních let (Diamond, 2013; Karr et al., 2018; Lehto et al., 2003; Miyake et al., 2000; Miyake & Friedman, 2017) zmiňují tři vzájemně korelované, ale oddělitelné složky exekutivních funkcí, a to inhibici, pracovní paměť a kognitivní flexibilitu. Z těch pak vychází vyšší exekutivní funkce, jako je deduktivní a induktivní myšlení, řešení problémů a plánování. Model založený na těchto studiích bývá označován jako model jednoty a diverzity (Unity and diversity model) exekutivních funkcí (Miyake et al., 2000). Po jeho uvedení ho Miyake i jiní autoři (Karr et al., 2018; Lehto et al., 2003; Miyake & Friedman, 2017) dále propracovávali.

Mezi nejčastěji citované modely exekutivních funkcí patří vedle modelu jednoty a diverzity ještě model Lezakové (2004), dle které jsou základními komponentami exekutivních funkcí vůle, plánování, účelné jednání a úspěšný výkon, a model Stusse a Bensona (1986), kteří identifikují tři systémy interagující mezi sebou, jež jsou zodpovědné za monitoring pozornosti a exekutivních funkcí jedince. Mezi tyto systémy patří ascendentní retikulární aktivační systém (ARAS), difúzní thalamický projekční systém (DTPS) a fronto-thalamický gating systém (Dias et al., 2023).

1.1. Modely exekutivních funkcí

1.1.1. Duncanův model

Duncanova teorie exekutivních funkcí reprezentuje unitární modely (Duncan et al., 1996), tedy chápe exekutivu jako jednotnou funkci. Tento pohled vychází z konceptu obecné inteligence formulovaného Spearmanem, která předpovídá úspěšné zvládnání různých kognitivních úkolů. K tomuto obecnému faktoru jsou Duncanem přirovnávány exekutivní funkce (Duncan et al., 1996).

Ve chvíli, kdy lidské chování směřuje k dosažení cíle, dochází k aktivaci frontálních laloků. Duncan et al. (1996) prezentovali případy pacientů s lézemi ve frontálních lalocích, u kterých pozorovali jev nazvaný *goal neglect* – tito pacienti nesplnili zadaný úkol i přesto, že ho správně chápali i si ho zapamatovali. Vedle toho jedinci s poškozením v dané oblasti často dosahovali nižších výsledků v testech fluidní inteligence. Na základě těchto poznatků Duncan prosazuje právě unitární model a fluidní inteligenci považuje za nejlepšího prediktora úrovně exekutivních funkcí.

Unitární model je v současnosti považován za příliš zjednodušující. Jedním z důvodů je nesoulad s existujícími poznatky, které naznačují, že exekutivní funkce jsou spíše tvořeny vícero odlišnými schopnostmi. Například studie s pacienty s lézí v různých oblastech mozku ukázala, že poškození může vést k problémům ve specifické oblasti exekutivních funkcí (Tsuchida & Fellows, 2009, 2013). Nezabývá se navíc ani tím, jak se tyto funkce uplatňují v různých kognitivních úkolech. Různé funkce totiž mohou být zapotřebí v odlišných úkolových situacích (Miyake et al., 2000; Miller & Cummings, 2007).

1.1.2. Model B. Millera & J. Cummingse

Bruce L. Miller a Jeffrey L. Cummings (2007) prezentují svůj model exekutivních funkcí, který předpokládá, že jsou tvořeny vícero odlišnými schopnostmi. Mezi ty zahrnují:

- selektivní pozornost, tedy schopnost soustředit se na důležité informace a ignorovat rozptýlení;
- plánování jako schopnost vymyslet a realizovat postup k dosažení cíle;
- organizaci, která nám umožňuje udržet si přehled o informacích a úkolech;
- behaviorální kontrolu, zahrnující schopnost ovládat své emoce a chování.

Uvádějí, že tyto schopnosti jsou nezávislé na sobě a mohou být poškozeny nebo oslabeny v důsledku různých faktorů, včetně zranění, nemocí nebo vývojových poruch. Zmiňují také ontogenezi exekutivních funkcí, přičemž vysvětlují, jak se s věkem exekutivní funkce zlepšují a schopnost dětí plnit úkoly, které vyžadují plánování, organizaci a kontrolu chování, se zvyšuje.

1.1.3. Model Lezakové

Lezaková v rámci svého konceptu exekutivních funkcí definuje tento komplex mentálních procesů jako prvek, který umožňuje jednotlivcům cílevědomé a plánované chování. Tato schopnost řídit lidské aktivity tak, aby směřovaly k dosažení stanovených cílů, výrazně odlišuje exekutivní funkce od kognitivních, které jsou spíše zaměřeny na zpracování informací. Zatímco kognitivní funkce podle ní odpovídají na otázky „co“ nebo „kolik,“ exekutivní funkce se zaměřují spíše na otázky typu „zda“ a „jak“ (Lezak et al., 2004).

V rámci svého modelu pak identifikuje čtyři základní složky exekutivních funkcí. První z nich, vůle, je manifestována schopností jedince motivovat se k činnosti, jež směřují k dosažení stanoveného cíle. Druhá složka, plánování, zahrnuje schopnost organizovat jednotlivé kroky k dosažení zamýšleného výsledku. Třetí složka, účelné jednání, se týká schopnosti iniciovat, strukturovat a řídit aktivitu tak, aby dosáhla úspěšného dokončení. Poslední, čtvrtou složkou je úspěšný výkon, který demonstruje schopnost dotáhnout činnost do konce a dosáhnout očekávaného výsledku (Lezak et al., 2004).

1.1.4. Model Stusse a Bensonova

Podle Stusse a Bensonova (1986) existují tři systémy, které vzájemně interagují při monitorování pozornosti a exekutivních funkcí jednotlivce.

Prvním systémem je ascendentní retikulární aktivační systém (ARAS), který je zodpovědný za udržování obecné úrovně bdělosti jednotlivce. Poškození systému ARAS tedy může vést ke ztrátě vědomí.

Druhým systémem je difúzní thalamický projekční systém (DTPS), který se podílí na krátkodobém udržování jedincova zaměření na vnější podněty, jde o fázické změny pozornosti. Narušení tohoto systému může způsobit nadměrné rozptylování pozornosti externími podněty.

Třetím systémem je fronto-thalamický gating systém, který je zodpovědný za vyšší kognitivní funkce, jako jsou plánování, výběr stimulů a odpovědí a monitorování každodenního výkonu, a podílí se tedy na exekutivní kontrole pozornosti. Poškození tohoto systému může ovlivnit vyšší úrovně kortikálních funkcí.

Zatímco první dva systémy se starají o udržení úrovně bdělosti, třetí systém se zaměřuje na exekutivní kontrolu pozornosti, konkrétně na plánování, výběr stimulů a odpovědí, a monitorování každodenního výkonu. Později se Stuss et al. (1995; 2005; 2011) zabýval propojením této teorie s empirickými důkazy z neuroanatomických, neuropsychologických a fyziologických studií.

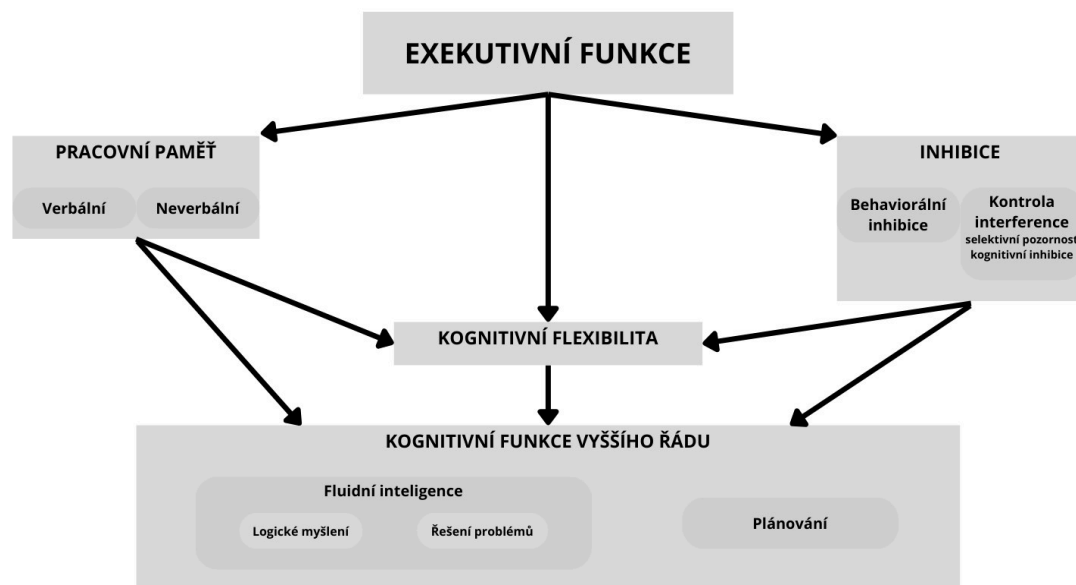
1.1.5. Model jednoty a diverzity (Unity and diversity model)

Miyake et al. (2000) na základě poznatků ze svých studií naznačují, že exekutivní funkce nejsou pouze samostatné jednotky, ale jsou na sobě také závislé a jsou vzájemně propojené. Tento nový pohled na exekutivní funkce, který je založený na statistickém přístupu, integruje unitární a non-unitární modely. K závěru, že jde o samostatné složky exekutivy, došli výzkumníci na základě faktorové analýzy, která odhalila tři nezávislé faktory odpovídající inhibici, pracovní paměti a kognitivní flexibilitě (Obrázek 1). Z nich pak vychází exekutivní funkce vyššího řádu, tedy logické myšlení, řešení problémů a plánování. Z analýzy latentních struktur, která odhalila vazby mezi jednotlivými složkami, pak vyvozují, že jde o vzájemně propojené funkce. (Miyake et al., 2000; Miyake & Friedman, 2017).

Studie založené na tomto konceptu se zároveň zabývaly i souvislostí exekutivních funkcí a obecné inteligence. Došly k závěru, že jsou tyto koncepty úzce spojeny a že lidé s vyšší úrovní exekutivních funkcí mají také obvykle vyšší intelektovou výkonnost (Friedman et al., 2008; 2011). Nejde ale o zcela totožné koncepty. Exekutivní funkce sdílí jen asi 25 % variance s obecným g-faktorem, mají vlastní genetický podklad odlišný od genetického podkladu inteligence a poskytují informace o schopnostech a potenciálu jednotlivce, které nejsou obsaženy v inteligenčních testech (Miyake & Friedman, 2017). Vyvrací tak i unitární model, který považuje g-faktor za nejlepší prediktor úrovně exekutivních funkcí.

Obrázek 1

Model jednoty a diverzity exekutivních funkcí



Pozn. Obrázek je vizuálním znázorněním modelu jednoty a diverzity exekutivních funkcí.

Inhibice zahrnuje sebekontrolu (behaviorální inhibici) a kontrolu interference (selektivní pozornost a kognitivní inhibici). Inhibiční kontrola znamená schopnost ovládat svou pozornost, chování, myšlenky nebo emoce, a to navzdory vnitřním tendencím či vnějším podnětům. Místo toho nám umožňuje jednat v souladu s tím, co je vhodnější nebo potřebné. Namísto přenechání řízení našeho chování návykům a impulzům nám tedy nabízí možnost vybrat si způsob, jakým budeme reagovat. Pokud selektivně zaměřujeme pozornost na to, co si vědomě zvolíme, případně pokud potlačujeme pozornost na jiné podněty, využíváme inhibiční kontrolu pozornosti. Když je ale naše pozornost přitahována nějakým výrazným podnět, aniž bychom si zaměření

na tento podnět vědomě volili (např. hlasitý zvuk), exekutivní funkce do tohoto procesu nejsou zapojeny. Jedná se o automatickou, podnětově řízenou pozornost, která směřuje zdola nahoru, oproti tomu inhibiční kontrola směřuje shora dolů. Vedle inhibiční kontroly pozornosti je důležitým procesem také kognitivní inhibice, díky které můžeme potlačit mentální reprezentace, například nepodstatné a nechtěné myšlenky a vzpomínky. Díky tomu můžeme odolávat proaktivní nebo retroaktivní interferenci. Dalším aspektem inhibiční kontroly, který zahrnuje ovládání chování a emocí, je sebekontrola, která spočívá v odolávání pokušením a nejednání impulzivně nebo ve schopnosti zůstat u úkolu navzdory rušivým elementům. Projevem sebekontroly je pak schopnost oddálení okamžitého uspokojení, tedy schopnost odříct si okamžité potěšení ve prospěch většího potěšení v budoucnu (Diamond, 2013).

Další exekutivní funkcí dle tohoto modelu je *pracovní paměť*, která zahrnuje udržování informací v paměti a mentální manipulaci s nimi. Miyake (2000) tuto funkci nazývá updating nebo updating a monitoring pracovní paměti. Tato funkce vyžaduje sledování a kódování přichozích informací podle relevance pro daný úkol a následně přiměřené revidování položek uložených v pracovní paměti. Jde o nahrazení starých, již nepodstatných informací, novými a relevantnějšími. Pracovní paměť je nezbytná pro porozumění všemu, co se odvíjí v čase, protože toto porozumění vždy vyžaduje udržování minulých událostí v paměti a jejich vztahování k tomu, co přichází později. Je také zásadní pro porozumění psanému nebo mluvenému jazyku, provádění matematických úvah a výpočtů, mentální přeorganizování položek (například přeorganizování seznamu úkolů), převádění instrukcí na akční plány, aktualizace myšlenkových nebo akčních plánů, zkoumání alternativ a mentální vztahování informací k odvození obecného principu nebo k vidění vztahů mezi položkami nebo myšlenkami. Důležitá je i pro naši schopnost vidět spojení mezi zdánlivě nesouvisejícími věcmi a rozkládat prvky z integrovaného celku. Tím je také podkladem pro kreativitu, která v tomto případě znamená rozkládání a znovu kombinování prvků originálním způsobem. Pracovní paměť nám dále umožňuje uplatňovat konceptuální znalosti při rozhodování a zohledňovat naše zkušenosti a budoucí cíle při plánování a rozhodování. Odlišuje se od krátkodobé paměti, protože není pouhým udržováním informací v paměti, ale její hlavní vlastností je právě manipulace s těmito informacemi a reprezentacemi. Pracovní a krátkodobá paměť se seskupují do samostatných faktorů při faktorových analýzách jak u dětí, tak u adolescentů a dospělých (Alloway et al.

2004; Gathercole et al. 2004). Dle obsahu se dá rozdělit na dva typy – verbální a neverbální (zrakově-prostorová) pracovní paměť. (Diamond, 2013).

Známý model pracovní paměti vytvořili A. Baddeley a G. Hitch (1974). V jejich původním modelu byly popsány tři komponenty, ze kterých se pracovní paměť skládá. Pracovní paměť považují za dynamickou a proměnlivou funkci. První složkou je centrální exekutiva, která je odpovědná za kontrolu a koordinaci ostatních dvou komponent: fonologické smyčky, která umožňuje uchovávání a zpracování zvukových informací, a vizuoprostorového náčrtníku, jež odpovídá za uchovávání a zpracování vizuálních a prostorových informací. V průběhu let byl model dále rozvíjen a modifikován a byla přidána další komponenta zvaná epizodický buffer, který uchovává epizodické informace (Baddeley, 2000).

Třetí exekutivní funkcí dle modelu jednoty a diverzity je *kognitivní flexibilita*, nebo také shifting, mentální flexibilita nebo mentální set shifting (změna nastavení), ta staví na předchozích dvou funkcích a objevuje se také mnohem později ve vývoji. Zajišťuje schopnost změny perspektivy, ať už prostorové nebo interpersonální, schopnost přecházet mezi různými úkoly a provádět novou operaci v konfrontaci s proaktivní interferencí nebo negativním primingem. Pro změnu perspektivy potřebujeme potlačit nebo deaktivovat naši předchozí interpretaci situace a nahrát do pracovní paměti nebo aktivovat nový úhel pohledu. V tomto smyslu kognitivní flexibilita staví na inhibiční kontrole a pracovní paměti. Kognitivní flexibilita také zahrnuje dostatečnou pružnost k přizpůsobení se změněným požadavkům nebo prioritám, přiznání si chyby a využívání náhlých, neočekávaných příležitostí. Zajišťuje nám, že naše kognitivní procesy nejsou rigidní (Diamond, 2013; Miyake et al., 2000).

Mezi *exekutivní funkce vyššího řádu* můžeme zařadit schopnost logického myšlení, plánování a řešení problémů (Diamond, 2013). Jde o komplexní schopnosti, které nám umožňují efektivní fungování v různorodých situacích běžného života, profesního uplatnění nebo studia.

Logické myšlení zahrnuje induktivní myšlení, díky kterému můžeme zobecňovat na základě konkrétního pozorování, a deduktivní myšlení, které naopak poskytuje konkrétní závěry na základě obecných pravidel. Řešení problémů znamená identifikaci problému, generování možných řešení, jejich vyhodnocení a výběr toho nejlepšího. Plánování pak zahrnuje schopnost definovat cíle, rozdělit je na jednotlivé kroky,

prioritizovat, vytvořit časový plán a předvídat různá úskalí a možné překážky (Cristofori et al., 2019). Schopnost logického myšlení a řešení problémů se překrývají s fluidní inteligencí, což pravděpodobně také vysvětluje vysokou korelaci g-faktoru a exekutivních funkcí (Diamond, 2013).

1.1.6. Dělení exekutivních funkcí na horké (hot) a chladné (cold)

Zelazo a Müller (2002) rozdělili exekutivní funkce do dvou kategorií: chladné (cold) a horké (hot) exekutivní funkce. Chladné exekutivní funkce se týkají čistě kognitivních procesů, zatímco horké exekutivní funkce jsou spojeny s odměnami a emocemi.

Chladné exekutivní funkce zahrnují schopnosti jako je pracovní paměť, kontrola pozornosti, kognitivní flexibilita, inhibice, plánování a organizace (Salehinejad et al., 2021). Tyto funkce jsou nezbytné pro dosažení cílů a řešení problémů. Na druhé straně, horké exekutivní funkce se zaměřují na roli emocionálních procesů v kognitivní kontrole. Patří sem schopnosti jako sebezpešování, empatie, teorie mysli, sociální úsudek, emocionální seberegulace, schopnost odložit odměny a rozhodování s afektivními komponentami. Tyto funkce nám umožňují vnímat a reagovat na emocionální podněty, což je nezbytné pro sociální interakce a efektivní rozhodování.

Výzkum zaměřený na vývoj exekutivních funkcí ukázal, že tyto schopnosti se začínají formovat již v dětství a dále se rozvíjejí s věkem (Zelazo & Müller, 2011). Chladné exekutivní funkce, jako je inhibice a mentální flexibilita, se rozvíjejí v raném dětství a pokračují v růstu během dospívání. Naopak horké exekutivní funkce, které zahrnují emocionální a sociální dovednosti, se rozvíjejí později a jsou ovlivněny zkušenostmi a sociálním prostředím.

1.2. Biologický podklad exekutivních funkcí

S rozvojem neurozobrazovacích metod se více studií v posledních letech zabývá i biologickým podkladem kognitivních funkcí. To platí i o výzkumu exekutivy, které jsou částečně v souladu s modelem jednoty a diverzity. Ty tvrdí, že exekutivní funkce jsou založeny na spolupráci různých mozkových oblastí, které se mohou překrývat a spolupracovat, ale zároveň mají každá své specifické funkce. Využívají přitom různé metody, včetně funkčních zobrazovacích metod jako je funkční magnetická rezonance (fMRI; Aron et al., 2014; Banich & Depue, 2015; Kim et al., 2012; Miyake &

Friedman, 2017; Novák, 2009; Rottschy et al., 2012; Sylvester et al., 2003; Wager et al., 2005), pozitronová emisní tomografie (PET; Kim et al., 2012; Novák, 2009; Rottschy et al., 2012) nebo elektroencefalogram (EEG; Novák, 2009), které umožňují sledovat aktivitu mozku v reálném čase, nebo neuroanatomických metod jako je magnetická rezonance (MRI; Miyake & Friedman, 2017; Novák, 2009; Tsuchida & Fellows, 2013) nebo počítačová tomografie (CT; Novák, 2009; Tsuchida & Fellows, 2013), které umožňují sledovat anatomickou strukturu mozku. Obvykle je tento typ výzkumu založen na korelaci a zjišťuje, které oblasti jsou významně aktivní při plnění úloh zaměřených na specifické exekutivní funkce. To se liší od původních studií zaměřených na léze ve frontální oblasti. Ty identifikují anatomické oblasti, které jsou pro jednotlivé úkony nezbytné. Vyplývá z nich, že frontální léze způsobují rozsáhlé až globální poškození exekutivních funkcí, což je konzistentní s obecným faktorem exekutivních funkcí; existují ale disociace mezi jednotlivými úkolovými situacemi, což poukazuje na diverzitu funkcí (Tsuchida & Fellows, 2009; 2013).

Z posledních výzkumů tohoto typu vyplývá, že jsou exekutivní funkce založeny na spolupráci frontálních a parietálních oblastí mozku. Jde o oblasti, které jsou součástí frontoparietální sítě, označované také jako „multiple-demand system”. Tento systém je aktivovaný při různorodých komplexních úkolech, zahrnujících úlohy zaměřené na inhibici, pracovní paměť a kognitivní flexibilitu. Na druhé straně ale výsledky studií také indikují existenci odlišných oblastí asociovaných s konkrétními exekutivními funkcemi (Miyake & Friedman, 2017).

Inhibice je schopnost potlačovat nežádoucí myšlenky, pocity a chování. Ukazuje se, že je spojena s aktivitou pravého prefrontálního kortexu (Banich & Depue, 2015) a pravého inferiorního frontálního kortexu (Aron et al., 2014). Wager et al. (2005) zjistili, že úlohy vyžadující inhibici aktivovali oblasti anteriorní insuly, anteriorního prefrontálního kortexu, pravého dorzolaterálního prefrontálního kortexu a dále premotorický kortex, putamen, anteriorní cingulum a parietální kortex. Pouze aktivita v oblasti anteriorní insuly ale korelovala s výkonem ve všech zadávaných úlohách. Ze zobrazovacích studií (Tsuchida & Fellows, 2013) dále vyplývá, že schopnost inhibice byla narušena u pacientů s lézí v oblasti levého ventrolaterálního prefrontálního kortexu.

Pracovní paměť je schopnost udržet si informace v paměti po krátkou dobu, manipulovat jimi a využívat je k řešení problémů. Dle recentních poznatků je spojena s bilaterální aktivitou ve fronto-parietální oblasti. Brocova oblast byla pak selektivně aktivní při verbálních úlohách, ventrální premotorický kortex byl aktivní při paměti na objekty a dorzální premotorický kortex při úlohách vyžadujících paměť na lokaci (Rottschy et al., 2012). Smolker et al. (2015) zjistili, že lepší výkon v oblasti pracovní paměti koreluje s objemem šedé hmoty v dorsolaterálním prefrontálním kortexu. V předchozí studii Tsuchida a Fellows (2009) identifikovali vztah pracovní paměti s lézí v levém a mediálním prefrontálním kortexu.

Kognitivní flexibilita, tedy schopnost měnit své chování v reakci na nové informace nebo požadavky, je spojena s aktivitou parietálního kortexu, levého dorzolaterálního prefrontálního kortexu, premotorického kortexu a mediálního frontálního kortexu (Sylvester et al., 2003). Kim et al. (2012) kognitivní flexibilitu asociuje s inferiorní frontální junkcí a posteriorním parietálním kortexem. Percepční flexibilita byla spojena s dorsálním premotorickým kortexem a kontextová flexibilita s frontopolárním kortexem. Výzkum s pacienty s lézí (Tsuchida & Fellows, 2013) pak ukazuje, že zhoršení kognitivní flexibility souvisí s poškozením v levém ventrolaterálním prefrontálním kortexu.

Výzkumy tedy ukazují, že jsou exekutivní funkce založeny na spolupráci různých mozkových oblastí. Tyto oblasti se mohou překrývat a spolupracovat, ale zároveň mají každá své specifické funkce, přesto se studie zaměřené na identifikaci konkrétních funkcí jednotlivých oblastí plně neshodují. To naznačuje, že diverzita exekutivních funkcí může být interpretována řadou způsobů a že model jednoty a diverzity nemusí být pro vysvětlení exekutivních funkcí dostatečně komplexní. Tento model tedy není v úplném souladu s nejnovějšími poznatky z neuroanatomických studií (Cisek & Kalaska, 2010).

Ukazuje se například, že rozhodování je lokalizováno ve stejných senzomotorických oblastech mozku jako plánování a provedení akcí, je tedy obtížné kortikálním asociačním oblastem jednoznačně přiřadit jednotlivé funkce (Cisek & Kalaska, 2010), různé oblasti paralelně zpracovávají různé aspekty rozhodování (Pezzulo & Cisek, 2016).

Skrze modely exekutivních funkcí jsou tedy identifikovány určité zásadní složky exekutivních funkcí, není ale jisté, že jsou jedinými relevantními faktory. Studie, které se zaměřují na exekutivní funkce skrze pohled modelu jednoty a diverzity, tento model často potvrzují, a to zejména u dospělých populací (Karr et al., 2018). V některých studiích se přesto objevovaly nové faktory, jako je verbální fluence nebo rozhodování (Tirapu-Ustárrroz et al., 2017). Je možné, že tato předchozí zjištění vedla k neúměrnému důrazu na tři funkce dle modelu jednoty a diverzity, a to na úkor jiných relevantních funkcí nebo více obsáhlých klinických modelů. To, že byly tyto funkce identifikovány a studiem opakovaně potvrzeny, sice naznačuje, že se jedná o dobře definované a relevantní složky, nicméně neznamena to, že jsou nutně jedinými (Dias et al., 2023). Struktura faktorů a dokonce i konkrétní rozměry nebo dovednosti považované za exekutivní funkce se liší napříč studiem (Tirapu-Ustárrroz et al., 2018). Příkladem dalších, v literatuře nejčastěji zmiňovaných, složek na základě uvažování různých autorů jsou plánování, iniciace, teorie mysli nebo rozhodování (Tirapu-Ustárrroz et al., 2017). Tirapu-Ustárrroz et al. (2017) proto navrhli integrační model založený na zjištěních ze studií používajících různé metody (faktorové modely, studie úrazů a neurovizuální metody) a navrhli osm složek exekutivních funkcí: pracovní paměť, inhibice, flexibilitu, rychlost zpracování, verbální fluenci, duální provedení (souběžnost), plánování a rozhodování. Kromě toho navrhli novou složku, multitasking (neboli větvení), která by měla být v budoucnu dále zkoumána (Dias et al., 2023).

Ukazuje se také, že existují i individuální rozdíly v neuroanatomické struktuře, které mají vliv na úroveň exekutivních funkcí. Jedinci s vyšší úrovní těchto funkcí mají snížený objem šedé hmoty ve frontoparietální síti a také vyšší hustotu šedé hmoty v těchto oblastech, což naznačuje hustší propojení neuronů. Individuální rozdíly v exekutivních funkcích jsou tedy spojeny s rozdíly v neuroanatomické struktuře a funkčních odlišnostech mozku (Miyake & Friedman, 2017). Smolker et al. (2015) zjistili na základě MRI, že lepší výkon ve všech komponentách exekutivních funkcí souvisí s objemem šedé hmoty, konkrétně ve ventromediální oblasti pro obecný faktor exekutivních funkcí, v dorzolaterální oblasti pro pracovní paměť a ve ventrolaterální oblasti pro kognitivní flexibilitu. Naopak při studii založené na funkčním zobrazení pomocí fMRI došli výzkumníci k závěru, že obecný faktor exekutivních funkcí je spojen se silnějším propojením pravé frontoparietální sítě s mozečkem a vyšší úroveň

kognitivní flexibility je spojena s rozšířením somatomotorické a ventrální pozornostní sítě o levý angulární gyrus (Reineberg et al. 2015).

Smolker et al. (2018) dále zjistili, že vysoká úroveň obecného faktoru byla spojena s větším objemem a povrchovou plochou oblastí v pravém středním frontálním gyru, pravém dolním temporálním gyru a s frakční anizotropií v částech pravého superiorního podélného fasciculu a levé anteriorní thalamické dráhy. Lepší schopnost pracovní paměti byla spojena s větší tloušťkou kortexu v oblasti levého cunea a precunea a sníženou tloušťkou kortexu v oblasti pravého superiorního frontálního gyru a pravého mediálního a superiorního temporálního gyru. Kognitivní flexibilita byla spojena se zvýšenou mediální difuzivitou a sníženou radiální difuzivitou v převážné části mozku a se sníženou axiální difuzivitou v odlišných klastrech levého superiorního podélného fasciculu, corporu callosum a pravé optické dráhy.

Znalost neuroanatomických korelátů různých exekutivních funkcí je důležitá nejen pro výzkum, ale i pro praxi. Využívá se při diagnostice, kde pomáhá lépe porozumět specifickým poruchám exekutivních funkcí na základě postižených mozkových oblastí, umožňuje rozlišovat mezi poruchami specifických exekutivních funkcí a obecnějším kognitivním poklesem nebo poskytuje informace o pravděpodobné příčině poruchy exekutivních funkcí, ať už je to mozkové poškození, neurovývojová porucha, nebo jiný patologický stav. Je ale zásadní i pro rehabilitaci, kdy napomáhá při tvorbě individualizovaných rehabilitačních programů zaměřených na posílení specifických exekutivních funkcí s ohledem na postižené mozkové oblasti, umožňuje výběr nejvhodnějších rehabilitačních technik a strategií pro daného pacienta a tím i zvyšuje pravděpodobnost úspěšné rehabilitace a funkčního zlepšení.

1.3. Vývoj exekutivních funkcí

Úroveň exekutivních funkcí v dětství predikuje nejen akademickou úspěšnost, ale i zdraví a well-being jedince. Ve věku 24 měsíců jsou exekutivní funkce již relativně stabilní a prediktivní hodnota budoucí úrovně těchto funkcí je vysoká. Do této doby takovou stabilitu nevykazují (Broomell & Bell, 2022).

Vývoj exekutivních funkcí je ovlivněn několika faktory. Prvním jsou genetické faktory, které se v raném věku mohou projevovat reakcí na různé podněty. Tyto reakce mohou nabývat různé rychlosti a intenzity. Dalším faktorem je zrání, funkční

diferenciace frontální kůry a propojení frontální kůry s dalšími oblastmi mozku. Na vývoj exekutivních funkcí mají ale vliv i environmentální faktory, jako je výchova nebo dítětem získané zkušenosti. Pokud dítě vyrůstá v podnětném prostředí, má také více příležitostí získat zkušenosti, které pro rozvoj těchto funkcí potřebuje (Doebel, 2020; Lynch et al., 2023; Miller et al., 2023).

V dětství je složité jednotlivé exekutivní funkce (inhibici, pracovní paměť a kognitivní flexibilitu) kvantifikovat, což vede k názoru, že jde v dětství o unitární faktor, který se separuje do diskrétních faktorů až později během vývoje. Existují už ale i empirické důkazy, které podporují v dětství dvoufaktorový model, složený z pracovní paměti a inhibiční kontroly (Miller et al., 2012). Přestože panuje nejistota ve struktuře exekutivních funkcí v raném dětství, zdá se, že jejich vývoj začíná v prvním roce života a pokračuje během vývoje až do adolescence (Blankenship et al., 2019; Broomell & Bell, 2022).

Prvotní projevy *inhibice* se objevují v dětství, když dítě začíná být schopné oddálit uspokojení. Raná schopnost inhibice se projevuje již kolem desátého měsíce (Cuevas et al., 2012). Tyto počátky exekutivy se od prvního roku zkvalitňují, přičemž nejvýraznější vývoj probíhá mezi třetím a pátým rokem (Diamond, 2013). Ve čtyřech letech jsou děti úspěšné jak v jednoduchých, tak komplexních úkolech zaměřených na inhibiční kontrolu. Inhibice se dále rozvíjí, a to především ve věku od pěti do osmi let (Romine & Reynolds, 2005), obzvláště v úlohách které kombinují inhibici a pracovní paměť (Carlson et al., 2005). Kognitivní, behaviorální i neurální vývoj inhibice ukazuje rychlé zlepšení v nízkém věku, které následuje pomalejším zkvalitňováním inhibiční kontroly až do adolescence. To je doprovázeno větší lokalizací této funkce v mozku. Tento vývoj se může dít skrze maturaci mozku, zvýšenou schopnost zvládnout komplexní úkoly, vyšší schopnost řídit se pravidly a rozvoj metakognice (Best & Miller, 2010).

Již děti ve věku osmi měsíců udrží mentální reprezentaci po krátkou dobu, což lze považovat za první měřítko *pracovní paměti* (Bell, 2012). Dle Gathercole et al. (2004) mají děti ve věku sedmi let pracovní paměť vyvinutou dostatečně, aby zvládly komplexní úkoly. Zjistili také, že jednoduché a komplexní úkoly zaměřené na pracovní paměť měly podobnou trajektorii vývoje, tedy lineární nárůst od čtyř do čtrnácti let a jejich vyrovnání mezi čtrnáctým a patnáctým rokem. Rozvoj pracovní paměti tedy

záleží na komplexitě, to znamená, že jednodušší úlohy budou zvládnuty v nižším věku, zatímco s narůstajícím věkem dítě zvládne i narůstající komplexitu úlohy. Vývoj pracovní paměti tedy nezávisí na modalitě, ale na komplexitě, a probíhá až do adolescence. I v neurální aktivitě dochází k vývoji, především se projevuje lokalizovanou aktivitou ve frontoparietálním laloku, včetně dorzolaterálního prefrontálního kortexu (Best & Miller, 2010).

První projevy připomínající *kognitivní flexibilitu* se objevují u předškolních dětí ve věku od tří do čtyř let, pokud jsou pravidla v jednotlivých úkolech jednoduchá a jsou kladeny nízké nároky na inhibici. Zdá se ale, že jde o funkci, která není u předškolních dětí diferencovaná od pracovní paměti a inhibiční kontroly. To odpovídá předpokladu, že jsou pracovní paměť a inhibice prerekvizitou kognitivní flexibility (Best & Miller, 2010). K nejvýraznějšímu zlepšení dochází na počátku školní docházky, tedy kolem šesti let. U starších dětí a adolescentů dochází k jejímu dalšímu vývoji, který se projevuje v komplexnějších úlohách a v adolescenci dosahuje dospělé úrovně (Best & Miller, 2010).

V současné době nabývá výzkum v oblasti exekutivních funkcí u dětí na významu. Tradiční přístup k tomuto tématu se opíral o představu o exekutivních funkcích jako o separabilních komponentách, jako jsou pracovní paměť, inhibiční kontrola a kognitivní flexibilita. Nové empirické i konceptuální poznatky však vedou k pochybnostem o tomto tradičním paradigmatu. Nový pohled na vývoj exekutivních funkcí představuje Doebeľová (2020). Zdůrazňuje, že vývoj exekutivních funkcí je spíše spojen s vytvářením dovedností v užívání kontroly ve prospěch konkrétních cílů, které jsou ovlivněny mentálním obsahem, jako jsou znalost, přesvědčení, normy, hodnoty a preference. Zatímco tradiční modely se soustředily na identifikaci a izolaci jednotlivých komponent exekutivních funkcí (Bell, 2012; Carlson et al., 2005; Cuevas et al., 2012; Gathercole et al., 2004; Miller et al., 2012; Romine & Reynolds, 2005), tento nový pohled tvrdí, že exekutivní funkce nelze oddělit od konkrétních cílů a kontextů, ve kterých se uplatňují. Důraz na mentální obsah, který je aktivován v rámci specifických úkolů, nám umožňuje lépe porozumět individuálním rozdílům v exekutivních funkcích a jejich vývoji. Pro praxi pak doporučuje, aby měření a intervence v oblasti exekutivních funkcí lépe reflektovaly skutečné cíle a kontexty, ve kterých se děti nacházejí. Namísto abstraktních laboratorních úkolů by se měly používat ekologicky validní metody, které lépe odrážejí skutečné situace, ve kterých se exekutivní funkce

uplatňují. Navíc by intervence měly být navrženy s ohledem na konkrétní cíle a potřeby dětí a měly by brát v úvahu jejich mentální obsahy (Doebel, 2020).

1.3.1. Senzitivní období

Pro rozvoj exekutivních funkcí je nejdůležitější období raného dětství. To vychází z výzkumů zaměřených na senzitivní období vývoje (Andersen, 2018; Chen et al., 2022; Fiske & Holmboe, 2019; Gilman et al., 2019; Sharma et al., 2002; Sonuga-Barke et al., 2017; Thompson & Steinbeis, 2020). Senzitivní období je období vývoje, kdy je zvýšená neurální senzitivita pro specifické environmentální stimuly. Při vystavení těmto stimulům dochází k typickému vývoji a po uzavření této periody je vývoj v dané oblasti omezen zkušenostmi ze senzitivního období. Exekutivní funkce jsou závislé na sensorických informacích, tedy i vývoj exekutivních funkcí je závislý na vývoji nižších systémů, které tyto informace sdružují, například na zrakové a sluchové percepce. Senzitivní období je spuštěno maturací GABAergního systému, tedy mediátorového systému syntetizujícího gamma-aminomáselnou kyselinu (GABA), hlavní inhibiční neurotransmitter centrálního nervového systému (Hensch, 2004).

Poznatky o tomto období jsou často získávány ze studií zaměřených na deprivaci v určitém věku dítěte (Andersen, 2018; Sonuga-Barke et al., 2017; Thompson & Steinbeis, 2020). Deprivaci může být v takovém případě chudoba, zanedbání nebo například institucionální péče. V raném věku mají tyto události dlouhodobý efekt na vývoj exekutivních funkcí, a to především pokud se odehrávají v prvním půl roce života. Děti, které byly v institucionální péči a adoptovány do uplynutí prvních šesti měsíců, sice vykazovaly nižší úroveň exekutivních funkcí, ale nenabývaly klinické závažnosti, kdežto děti adoptované po uplynutí tohoto období častěji projevovali poruchy exekutivních funkcí, jako je například porucha aktivity a pozornosti (ADHD). Čím dříve tedy dochází ke kompenzaci deprivujících okolností, tím nižší jsou dopady na budoucí vývoj exekutivních funkcí. Přesto i relativně krátké působení těchto okolností má na jejich vývoj významný vliv (Sonuga-Barke et al., 2017).

Vývoj exekutivních funkcí odráží dozrávání prefrontálního kortexu, který v porovnání s ostatními mozkovými oblastmi dozrává pomalu a plně zralý je až v rané dospělosti. Šedá hmota nabývá na objemu v raném dětství přibližně do čtyř let, kdy dochází k synaptickému prořezávání, což vede k opětovnému snížení objemu šedé hmoty. Strukturální a funkční změny prefrontálního kortexu jsou zásadní pro rozvoj

exekutivních funkcí a mají vliv na období, kdy může dojít ke stabilizaci těchto funkcí (Fiske & Holmboe, 2019). Individuální odlišnosti v dozrání prefrontálního kortexu byly také spojeny s pozorovanými odlišnostmi ve výkonu v úkolových situacích zaměřených na exekutivní funkce (Broomell & Bell, 2022; McKenna et al., 2017).

1.4. Reflexe dosavadních modelů exekutivních funkcí

Mezi nejčastěji citované modely exekutivních funkcí patří kromě modelu jednoty a diverzity dle Miyakeho (2000) také model Diamondové (2013), Lezakové (2004) nebo model dle Stusse (2011). V předchozích kapitolách byly podrobně analyzovány teoretické modely exekutivních funkcí, s důrazem na nejčastěji citovaný model jednoty a diverzity založený na faktorové analýze. Tento model identifikuje tři základní exekutivní funkce: pracovní paměť, kognitivní flexibilitu a inhibiční kontrolu.

Avšak i přesto, že model jednoty a diverzity poskytuje strukturovaný rámec pro porozumění exekutivním funkcím, výzkum a diskuse v této oblasti se neustále vyvíjejí. Při prozkoumávání literatury a článků vznikají pochybnosti ohledně validity a úplnosti modelu, zvláště v souvislosti s výzvami spojenými s výzkumem.

Analýza literatury posledních let (Dias et al., 2023) odhaluje, že mnohé studie vycházejí z populací zvaných WEIRD (Western, Educated, Industrialized, Rich, and Democratic), což omezuje reprezentativnost a generalizovatelnost výsledků o lidské kognici a chování. Vzhledem k tomu, že kulturní vlivy mohou významně ovlivnit vývoj exekutivních funkcí, zdůrazňuje se nutnost získání empirických dat, která by objasnila tento vliv. Výzkum exekutivních funkcí by tedy neměl být omezen pouze na WEIRD populaci, aby byla zajištěna vyšší validita.

Pochybnosti o validitě modelů exekutivních funkcí dále vyplývají z identifikace dalších exekutivních funkcí v rámci různých výzkumů, celkově jich bylo, mimo zmiňované tři vycházející z modelu jednoty a diverzity, objeveno 76. Mezi nejčastější patří plánování, verbální fluence, abstraktní myšlení, řešení problémů, monitoring, konceptualizace, emocionální kontrola, organizace a plánování, rychlost zpracování, iniciace, selektivní pozornost a rozhodování. Dané oblasti zůstávají mimo dosavadní rámec modelů, včetně modelu jednoty a diverzity, což naznačuje, že jeho současná podoba nemusí zcela pokrýt komplexní spektrum exekutivních funkcí (Dias et al., 2023).

Ani neuroanatomické studie nejsou plně v souladu s tímto modelem. Potvrzují sice existenci oblastí specifikovaných na jednotlivé funkce, které se ale dále překrývají a spolupracují, neshodují se však na identifikaci jednotlivých oblastí a zároveň poukazují i na další funkce kromě těch definovaných modelem jednoty a diverzity. Tento model tedy není v úplném souladu s nejnovějšími poznatky z neuroanatomických studií (Cisek & Kalaska, 2010).

Model jednoty a diverzity, přestože poskytuje užitečný teoretický rámec pro studium exekutivních funkcí, čelí oprávněným pochybnostem ohledně své validity a komplexnosti. Model zdánlivě omezuje svou schopnost zahrnout celé spektrum exekutivních funkcí a nedostatečně reflektuje kulturní rozmanitost v těchto funkcích. Otázky týkající se kulturních rozdílů, reprezentativnosti vzorků a kompletnosti modelů vedou k hledání nových dimenzí a přístupů k operacionalizaci a studiu exekutivních funkcí (Dias et al., 2023).

1.5. Poruchy exekutivních funkcí

Exekutivní funkce jsou souborem mnoha samostatných, i když spolu souvisejících funkcí. Jejich poruchy se pak projevují podle toho, jaká část exekutivy je narušená. Symptomy poruchy exekutivních funkcí se sdružují do čtyřech syndromů: dysexekutivní syndrom, apatický syndrom, desinhibovaný syndrom a porucha aplikování strategií. Tyto syndromy se však zřídka vyskytují samostatně a v praxi se u pacientů obvykle překrývají (Brown et al., 2023).

Další možný náhled na poruchy exekutivních funkcí vychází z jejich dělení na horké a chladné. Chladné exekutivní funkce, týkající se převážně kognitivních aspektů, jsou spojeny s dorzolaterálními oblastmi prefrontální kůry, zatímco horké exekutivní funkce, zahrnující emoční a motivační aspekty exekutivy, jsou spojeny s ventrálními a mediálními oblastmi prefrontální kůry (Zelazo & Müller, 2002). Na základě toho je možné exekutivní funkce dělit na dorzolaterální syndrom, který dle předchozího dělení koresponduje nejvíce s dysexekutivním syndromem, a orbitofrontální a mediální frontální syndrom, který zase nejvíce koresponduje s desinhibovaným syndromem (Ardila, 2013).

Floden a Reiter (2024) pak poruchy exekutivních funkcí sdružují do tří syndromů: dysexekutivní, desinhibovaný a apatický. Syndromy poruch exekutivních funkcí se

obvykle projeví až při výrazných lézích, nejčastěji při traumatických poraněních mozku nebo při neurodegenerativních onemocněních postihujících frontální laloky.

1.5.1. Dysexekutivní syndrom

Dysexekutivní syndrom je soubor sdružených symptomů poruchy exekutivních funkcí. Týká se především oslabených schopností plánovat, řešit problémy, strategického a abstraktního myšlení a pracovní paměti. U pacientů se objevuje snížená schopnost cíleného chování vzhledem k obtížím v těchto oblastech. Může se také objevit perseverativní chování a myšlení. V závažnějších případech vede dysexekutivní syndrom k závislosti na pomoci druhých i v běžných každodenních aktivitách, v mírnějších případech mohou působit jako nespolehliví a zapomnětliví (Floden & Reiter, 2024).

Godefroy (2003) dělí dysexekutivní syndrom dále na kognitivní a behaviorální. Behaviorální dysexekutivní syndrom zahrnuje celkově sníženou aktivitu s apatií nebo abulií, případně hyperaktivitu se zvýšenou distraktabilitou a psychomotorickou nestabilitou, dále stereotypní a perseverativní chování nebo imitační a utilizační chování, doplňkovými diagnostickými kritérii jsou pak poruchy emocionální kontroly nebo poruchy sociálního chování. Kognitivní dysexekutivní syndrom pak zahrnuje poruchu inhibice, deduktivního myšlení a generalizace, poruchu kognitivní flexibility a fluence, doplňkově také například poruchu plánování, sníženou schopnost udržení pozornosti nebo poruchu metakognice.

Podobně pak dorzolaterální syndrom, nebo také metakognitivní exekutivní dysfunkce, zahrnuje poruchy plánování, řešení problémů, abstrakce, strategického myšlení nebo pracovní paměti, a v chování se projevuje potížemi v organizaci chování, perseveracemi, imitačním nebo utilizačním chováním (Ardila, 2013).

1.5.2. Apatický syndrom

Apatický syndrom se často objevuje v souvislosti s neurodegenerativními onemocněními a projevuje se sníženou iniciativou, ztrátou zájmu a zhoršeným emocionálním projevem či reaktivitou (Miller et al., 2021). Apatie může být definována jako ztráta motivace, která se projevuje sníženou aktivitou zaměřenou na cíl, zhoršenou úrovní kognitivních funkcí a omezeným emocionálním projevem (Robert et al., 2018).

Apatický syndrom se vyznačuje nedostatkem behaviorálních projevů a může ovlivnit motorické, kognitivní i emocionální oblasti. Stupeň závažnosti apatie se může lišit. Na mírnějším konci spektra může být pacient schopný iniciovat činnost, ale vykazuje nestálost nebo neschopnost tuto činnost udržet. Snižuje se také zvědavost a zájem o dříve oblíbené aktivity. Pacienti mohou být emočně ploší nebo mít nedostatek zájmu o sebe či ostatní. Vzhledem k těmto projevům může být apatický syndrom zaměňován s depresí (Floden & Reiter, 2024).

Abulie, závažnější forma apatie, představuje výrazný nedostatek motivace nebo vůle. Na nejextrémnějším konci spektra se nachází syndrom akinetického mutismu, který zahrnuje úplnou absenci aktivity. Pacient je němý, nejí, když má hlad, a může dokonce trpět proleženinami kvůli neschopnosti měnit polohy. Tento syndrom má poměrně konzistentní lokalizaci na mediálním kortexu čelních laloků. Akinetický mutismus se obvykle vyskytuje pouze u bilaterálních lézí (Floden & Reiter, 2024).

1.5.3. Desinhibovaný syndrom

Desinhibovaný syndrom znamená ztrátu emocionální a behaviorální kontroly a koreluje s atrofií v orbitofrontálním kortexu (Rosen et al., 2005; Pressman and Miller, 2014). U těchto pacientů se objevují tendence překračovat a porušovat sociální normy a pravidla. S postupem času začíná být syndrom více prominentní a objevuje se výraznější impulzivní chování a zvýšená iritabilita a zvyšuje se také pravděpodobnost závislostního a antisociálního chování. Chování je zaměřeno na bezprostřední uspokojení potřeb a motivováno odměnou, přičemž dochází k minimální kontrole, která by potlačila automatické reakce nebo odložila okamžité uspokojení. Tyto projevy se mohou lišit v četnosti nebo intenzitě (Floden & Reiter, 2024).

Projevit se může ale také přílišnou přátelskostí a desinhibicí v navazování konverzací i s cizími lidmi, přičemž tyto konverzace mohou být nevhodné nebo příliš osobní, zahrnovat ofenzivní vtipy nebo sexuální narážky. Objevovat se také může narušování osobního prostoru, dětské chování nebo nerespektování pravidel etikety (Floden & Reiter, 2024; Manoochehri & Huey, 2012). Ve většině případů pacient není schopný vyhodnotit své chování jako nevhodné a není ani schopen se tohoto chování vyvarovat po zpětné vazbě z okolí. Může být ale schopný rozpoznat podobné chování jako nevhodné u druhých (Floden & Reiter, 2024).

Podobně také orbitofrontální a mediální frontální syndrom (emočně-motivační exekutivní dysfunkce) zahrnuje desinhibici, nevhodné chování, změny osobnosti, agresivitu a náladovost (Ardila, 2013).

2. Pozornost

Pozornost je komplexní kognitivní proces, který umožňuje zaměřit se na specifické informace a ignorovat irelevantní podněty (Plháková, 2005). Značí proces, skrze který organismus začíná přijímat podněty z okolí (Lezak, 2012). Pozorností se zabývalo mnoho autorů a vzniklo velké množství různých modelů, které často odrážejí pouze dílčí aspekty pozornosti. Jednotlivými významnými přístupy ke zkoumání pozornosti se budu zabývat v této kapitole.

2.1. Vlastnosti pozornosti

Mezi základní vlastnosti pozornosti můžeme řadit selektivitu, koncentraci, distribuci, kapacitu a stabilitu.

Selektivitu je možné chápat jako proces, ve kterém z podnětů, které na nás působí, vybíráme ty, kterým se budeme věnovat, a ty, které budeme ignorovat. William James (1980) popsal selektivitu pozornosti jako *proud vědomí*, ve kterém se některé podněty dostávají do popředí, zatímco jiné jsou potlačovány. Selektivitou pozornosti se ale zabývali i další, například Broadbent (1958) ve svém modelu selektivního filtru, nebo Treismanová (1964), která tento model dále rozpracovala.

Koncentrace pozornosti znamená volbu podnětu, na který se budeme soustředit, a ignorování podnětů ostatních. Jde o záměrný a náročný psychický proces vyžadující úsilí (James, 1890).

Distribuci Neisser (1967) popsal jako schopnost rozdělit pozornost mezi více úkolů najednou. Podle něj je tato schopnost omezená a závisí na náročnosti úkolů a míře jejich podobnosti. Kahneman (1973) pak v rámci svého kapacitního modelu pozornosti vysvětluje, že pokud pozornost distribuujeme mezi přílišné množství podnětů, dochází k zahlcení a zhoršení výkonu.

Dostáváme se tedy k další vlastnosti pozornosti, kterou je kapacita. Kapacita charakterizuje množství podnětů, které dokážeme vnímat (Broadbent, 1958). Broadbent ve svém modelu časného filtru mluví o omezené kapacitě pozornosti a vysvětluje, že se do popředí dostávají pouze ty podněty, které projdou filtrem na základě jejich intenzity nebo relevance k našim cílům. V návaznosti na něj pak Treismanová (1964) říká, že i potlačené podněty jsou vnímány, ale s menší intenzitou.

Poslední vlastností pozornosti je stabilita. Kahneman (1973) ji popsal jako schopnost udržet pozornost zaměřenou na jeden podnět po delší dobu. Podle něj je tato schopnost ovlivněna řadou faktorů, jako je novost podnětu, jeho význam, náročnost, motivace subjektu a vnitřní i vnější interference. Rozlišuje také mezi trvalou a momentální stabilitou pozornosti. Trvalou stabilitou pozornosti myslí obecnou dispozici člověka k udržení zaměřené pozornosti, momentální stabilita pozornosti pak znamená aktuální schopnost soustředit se v závislosti na výše zmíněných faktorech.

2.2. Modely pozornosti

2.2.1. Teorie časného filtru

Jedna ze základních teorií, vysvětlující pozornost a její selektivitu, je teorie časného filtru (Broadbent, 1958). Broadbent vycházel ze svých experimentálních studií a pozorování, které naznačovaly, že existuje mechanismus, jenž selektuje a omezuje množství informací, které se dostávají do našeho vnímání.

Základním předpokladem této teorie je, že máme omezenou kapacitu pro zpracování informací a že v jednom okamžiku můžeme vědomě vnímat a zpracovávat pouze omezené množství podnětů. Naše zdroje jsou tedy limitované a musíme si nějakým mechanismem vybírat, na co se zaměříme. Broadbent dále předpokládal, že na základě fyzikálních charakteristik podnětu filtruje náš mozek smyslové informace a propouští do vědomého vnímání pouze některé. Ostatní podněty jsou potlačovány a stávají se nevědomými. Tímto způsobem se náš mozek chrání před přetížením a umožňuje nám soustředit se na to, co je pro nás důležité.

Broadbentův model byl později rozšířen o teorii oslabení pozornosti, kterou navrhla Treismanová (1964). Na rozdíl od Broadbenta, který tvrdil, že potlačené podněty jsou zcela blokovány, Treismanová předpokládala, že tyto podněty jsou pouze oslabeny v intenzitě a že i když nejsou okamžitě relevantní, mohou stále do jisté míry ovlivňovat naše myšlenky a chování.

Treismanová vycházela ze svých experimentálních studií a pozorování, a navrhla několik základních principů své teorie. Prvním je hierarchické zpracování smyslových informací. Podle tohoto principu jsou informace zpracovávány hierarchicky, od nejzákladnějších fyzikálních vlastností, jako je barva a tvar, až po komplexnější významové aspekty. Tento hierarchický model umožňuje postupné zpracování

informací od jednodušších k složitějším. Dalším principem je neomezená analýza, kdy jsou všechny smyslové informace, které vnímáme, v rané fázi zpracování analyzovány paralelně. Tento proces probíhá bez ohledu na to, zda jsou tyto informace relevantní pro náš aktuální cíl. Všechny podněty jsou tedy zpočátku podrobeny analýze, tedy že žádné informace nejsou zcela ignorovány od samého počátku. Princip oslabení pozornosti pak vysvětluje, jak jsou podněty, které nejsou relevantní pro náš aktuální cíl, oslabeny a odsunuty do pozadí. I když jsou stále vnímány, věnujeme jim menší pozornost. Tento mechanismus nám umožňuje soustředit se na důležité informace, zatímco méně relevantní podněty jsou potlačeny, ale ne zcela vyloučeny (Treismanová, 1964).

2.2.2. Teorie pozdního filtru

Jinou teorii navrhuji Deutsch a Deutschová (1963). Jejich teorie pozdního filtru tvrdí, že filtrování informací probíhá až v pozdějších fázích zpracování, kdy je informace filtrována na základě svého významu.

Podle této teorie dochází k určité analýze všech smyslových vstupů, ať už jim věnujeme vědomou pozornost či nikoliv, a naše smysly tedy zaznamenávají a analyzují veškeré podněty, které nás obklopují, bez ohledu na jejich relevanci. Informace jsou filtrovány až poté, co je jejich význam alespoň částečně zpracován. Tento přístup umožňuje systému pozornosti být flexibilnější a efektivnější při rozpoznávání důležitých podnětů.

Množství informací, kterým můžeme věnovat vědomou pozornost, se může lišit v závislosti na aktuálních úkolech a cílech, naše schopnost soustředit se na určité podněty tedy není pevně daná a může se měnit v závislosti na situaci a našich momentálních potřebách (Deutsch & Deutsch, 1963).

2.2.3. Kapacitní model pozornosti

Kapacitní model pozornosti, který navrhl Daniel Kahneman (1973), vychází z předpokladu, že pozornost je omezený zdroj, který lze rozdělit mezi různé úkoly a aktivity. Podle Kahnemana máme určitou kapacitu pozornosti, kterou můžeme věnovat různým činnostem, a lidé mohou toto omezené množství kognitivních zdrojů použít pro zpracování informací a provádění úkolů.

Tato kapacita je flexibilní a může se měnit v závislosti na různých okolnostech, jako je úroveň bdělosti nebo stresu. Kapacita pozornosti může být rozdělena mezi různé úkoly, přičemž jednoduché úkoly, které vyžadují méně pozornosti, umožňují vykonávat více činností současně. Naopak, složité a náročné úkoly si vyžadují větší část kapacity pozornosti a není možné jich zvládnout tolik najednou. Kahneman také rozlišuje mezi automatizovanými a kontrolovanými procesy. Automatizované procesy, jako například chůze nebo řízení auta po známé trase, vyžadují málo pozornosti a umožňují nám provádět je současně s jinými činnostmi.

Rozhodnutí o tom, jak rozdělit pozornost mezi různé úkoly, závisí na několika faktorech, včetně momentálních cílů, očekávaných odměn a náročnosti úkolů. Tento proces je ovlivněn také vnějšími podněty a motivací. Naše kapacita pozornosti se může měnit v závislosti na úrovni bdělosti a fyziologickém stavu, například únava schopnost soustředit se snižuje (Kahneman, 1973).

2.2.4. Teorie zátěže

Předchozí teorie rozšiřuje a spojuje teorie zátěže pozornosti (Lavie et al., 2004), která bere v potaz jednak schopnost filtrování podnětů, jednak i omezenou kapacitu pozornosti. Zahrnuje dva mechanismy: pasivní percepční výběr a aktivní kognitivní kontrolu.

Pasivní percepční výběr je proces probíhající za podmínek nízké zátěže podněty. V tomto případě jsou jak relevantní, tak irelevantní vstupy plně a automaticky zpracovány, a později vysoká úroveň kognitivní kontroly identifikuje relevantní informace a reaguje na podstatné podněty.

Naopak při vysoké zátěži podněty se vzhledem k omezené kapacitě pozornosti účinnost zpracování snižuje a pasivní percepční výběr irelevantních vstupů je omezen, zpracovávají se tedy především relevantní podněty a k filtrování podnětů dochází již při vstupu.

Na základě těchto poznatků je pak pozornost skutečnou volbou jen v případě vysoké percepční zátěže, v opačném případě totiž k volbě nedochází a jsou zpracovány všechny přicházející podněty (Lavie et al., 2004).

2.2.5. Posnerova konceptualizace pozornosti

Na tři typy pak pozornost rozděluje také Posnerova konceptualizace pozornosti (Posner & Petersen, 1990), dělí ji na síť bdělosti (alerting), síť orientace (orienting) a síť exekutivní kontroly (executive control), přičemž každá síť je anatomicky i funkčně odlišná a plní specifické úkoly. Tento přístup k popisu pozornosti integruje behaviorální, systémové, buněčné a molekulární přístupy.

Síť bdělosti souvisí s udržováním optimálního stavu bdělosti a výkonu při úkolech. Zahrnuje regiony frontálního a parietálního kortexu, které interagují s difuzními spoji z mozkového kmene a thalamu, je také spojena se změnami, jako je tělesná teplota a sekrece kortizolu, a její funkce je těžce lateralizována do pravé hemisféry. Síť orientace je zodpovědná za výběr smyslových vstupů a jejich prioritizaci. Tato pozornostní síť zahrnuje především parietální kortex a frontální oblasti mozku, jako je frontální zrkové pole (Posner & Petersen, 1990). Parietální oblasti jsou pak zapojeny do specifikace motorických nebo očních pohybů (Lindner et al. 2010) a abstraktních procesů, jako je pohyb po číselné ose (Hubbard et al. 2005). Exekutivní kontrola umožňuje zaměření na cíl a zpomalení detekce dalšího cíle (Posner & Petersen, 1990). Tato síť zahrnuje oblasti mediálního frontálního kortexu a frontálního cingulárního kortexu (Dehaene & Changeux 2011), jež jsou také spojeny s regulací kognice a emocí (Bush et al. 2000).

V posledních letech se model pozornosti, který navrhli Posner (1990), výrazně vyvinul a obohatil o nové poznatky. Zatímco původní model zahrnoval tři hlavní sítě pozornosti zmíněné výše, nové výzkumy zdůraznily složitější struktury a interakce mezi nimi (Petersen & Posner, 2012). Významný pokrok nastal v porozumění roli neuromodulátorů, jako je norepinefrin, významný pro síť bdělosti, a acetylcholin, který se podílí na orientaci (Fan et al., 2005). Ukazuje se, že norepinefrin je zodpovědný za zvyšování reakční rychlosti na varovné signály, zatímco acetylcholin ovlivňuje orientaci. V oblasti exekutivní kontroly pak byly rozlišeny dvě oddělené sítě, frontoparietální a cingulo-operculární, kdy každá z nich zajišťuje odlišné funkce v rámci úkolů (Corbetta & Shulman, 2002).

2.2.6. Dělení pozornosti

Pozornost je možné dělit dle různých kritérií. Prvním takovým kritériem může být rozdělení na pozornost řízenou zdola nahoru (bottom-up) nebo shora dolů (top-down). Pozornost řízená zdola nahoru je proces, při kterém intenzivní fyzické vlastnosti podnětů, jako jsou hlasité zvuky nebo jasná světla, rychle a automaticky přitahují pozornost. Zpracování pozornosti tedy začíná v nižších, sensorických oblastech mozku a postupuje k vyšším, kognitivním oblastem, proto se označuje jako řízená zdola nahoru (Katsuki & Constantinidis, 2014), jiná označení pro tento typ pozornosti jsou také exogenní pozornost nebo pozornost řízená podnětem (Chica & Lupiáñez, 2009; Hopfinger & West, 2006). Tento typ pozornost se zaměřuje na extrakci, analýzu a vnímání fyzických charakteristik podnětů, jako jsou intenzita, barva, orientace nebo zvuková výška, a jde o systém, který je citlivější na některé fyzické rysy podnětů, například červenou barvu, blikající světlo nebo hlasité zvuky. Jeho dynamika je rychlá a aktivuje se okamžitě při příjmu sensorických vstupů. Různé faktory, jako opakovaná prezentace podnětů, únava nebo užívání určitých léků, mohou ovlivnit výkonnost a dynamiku této pozornosti (Katsuki & Constantinidis, 2014).

Pozornost řízená shora je forma pozornosti, která je zaměřena na objekty a informace relevantní k našim cílům a záměrům. Tento typ pozornosti je úzce spojený s pamětí, jež nám umožňuje vybavit si cíle a úmysly. Pozornost řízená shora dolů nese toto označení, protože příkazy k pozornosti jsou zasílány z vrchních center mozku směrem dolů k nižším neuronovým oblastem (Katsuki & Constantinidis, 2014), jiné označení pro tento typ pozornosti je také endogenní pozornost, protože je řízena našimi interními cíli a očekáváními (Chica & Lupiáñez, 2009). Tento mechanismus umožňuje zpracování informací relevantních k našim cílům, ovšem dynamika pozornosti řízené shora je pomalejší než u pozornosti řízené zdola. To může být způsobeno časem potřebným k získání informací o podnětech a časem potřebným k vyhledání informací o cílech a úmyslech z dlouhodobé nebo krátkodobé paměti. Roli ve výkonu shora řízené pozornosti hrají faktory jako únava, užívané léky nebo emoční ladění (Katsuki & Constantinidis, 2014).

Dalším možným dělením pozornosti je dělení na funkční typy, mezi ty patří selektivní pozornost, přechodná pozornost, udržovaná pozornost, zaměřená pozornost, střídavá pozornost a rozdělená pozornost. Selektivní pozornost je proces, kdy se

zaměřujeme na jeden nebo několik vybraných relevantních objektů a ignorujeme ostatní (Treisman, 1964) v závislosti na fyzikálních charakteristikách podnětů a našich cílech a motivaci. Zaměřená pozornost je pak schopnost soustředit se na konkrétní objekt nebo úkol, která není reflexivní a je řízena vůlí. Uplatňuje se při řešení složitých úkolů a problémů (Srinivasan et al., 2009).

Přechodná pozornost je obvykle závislá na zdola řízené pozornosti (Liu et al., 2005) a znamená pozornost věnovanou jednomu nebo několika podnětům po krátkou dobu (Eimer, 1997). Naopak udržovaná pozornost se objevuje v případě soustředění se na podnět, například úkol, po delší dobu (Sarter et al., 2001), umožňuje nám soustředit se na informace relevantní k plněnému úkolu a potlačit interferující podněty. Aby byla udržovaná pozornost efektivní, je nutný soulad pozornosti řízené zdola nahoru a pozornosti řízené shora dolů tak, aby kapacita pozornosti byla směřovaná k potřebnému úkolu.

Střídavá pozornost je taková, která nám umožňuje přepínat pozornost mezi různými úkoly (Posner, 1990). Může se dít vědomě nebo nevědomě a je úzce spojena s exekutivní kontrolou, konkrétně kognitivní flexibilitou. Vedle toho rozdělená pozornost označuje schopnost soustředit se na více než jeden podnět současně (Hahn et al., 2008).

Posledním možným dělením pozornosti, které zde zmíním, je dělení na základě modality podnětů. Pozornost takto můžeme dělit na zrakovou, sluchovou, olfaktorickou, taktilní a gustatorní (Baghdadi et al., 2021).

2.3. Biologický podklad pozornosti

Neurobiologický podklad pozornosti je zkoumán v posledních desetiletích pomocí neurovizuálních metod. Ukazuje se, že je spojena především s aktivitou bilaterálních parietálních a dorsolaterálních prefrontálních kortexů (Pessoa et al., 2003). Při úkolech vyžadujících prostorově orientovanou pozornost jsou aktivní oblasti frontální zorné pole, superioriorní parietální lobule a intraparietální sulcus (Gitelman et al., 1999; Kim et al., 1999; Rosen et al., 1999; Hopfinger et al., 2000; Beauchamp et al., 2001; Corbetta et al., 2002). Aktivita při vizuálních, sluchových i prostorových úkolech byla zaznamenána také ve středním a dolním frontálním gyru, dolním parietálním lobulu a předním cingulárním kortexu (Lipschutz et al., 2002; Naghavi & Nyberg, 2005; Zatorre et al., 1999). Významnou roli v pozornostních procesech hrají také

acetylcholinové nikotinové receptory a serotoninové a dopaminové transportéry (Alves et al., 2022).

Ukazuje se, že existuje multimodální systém pozornosti, který zahrnuje dvě hlavní sítě, dorzální a ventrální. Dorzální síť by se dala přirovnat k shora dolů řízené pozornosti, tedy jde o pozornost řízenou motivací a vůlí. Mezi její hlavní centra patří intraparietální oblast a frontální oční pole (Corbetta & Shulman, 2002; Corbetta et al., 2005; Fox et al., 2006; Giesbrecht et al., 2003; Hopfinger et al., 2000). Ventrální síť zajišťuje zdola nahoru řízenou pozornost, tedy takovou, která je reaktivní a reaguje na výrazné podněty. Skládá se hlavně z pravostranného temporo-parietálního spojení a fronto-insulárního kortexu (Astafiev et al., 2003; Corbetta et al., 2008; Fox et al., 2006; Kincade et al., 2005). Obě pozornostní sítě jsou však vzájemně propojené a interagují mezi sebou (Corbetta & Shulman, 2002; Katsuki & Constantinidis, 2014; Suo et al., 2021; Vossel et al., 2014) skrze hustě propojené síťové uzly (Alves et al., 2022).

Identifikace neuroanatomických korelátů pozornosti je důležitým poznatkem pro praxi i další výzkum. Je součástí diagnostického procesu, ve kterém může přispět k rozlišení oslabení pozornostních funkcí a celkovým kognitivním poklesem, přispět tedy může v rámci diferenciální diagnostiky. Navíc poskytuje informace o pravděpodobné příčinách poruchy pozornosti, jež mohou zahrnovat mozkové léze, neurovývojové poruchy a jiné patologické stavy. Umožňuje nastavení individuálního léčebného plánu a nejvhodnějšího přístupu k léčbě a rehabilitaci kognitivních funkcí, čímž zvyšuje možnost funkčního zlepšení.

2.4. Vývoj pozornosti

Exekutivní kontrola pozornosti, ve smyslu schopnosti plánovat, organizovat a udržovat pozornost, se vyvíjí až do rané adolescence a stabilizuje se v pozdní adolescenci (Baijal et al., 2011; Mullane et al., 2016; Waszak et al., 2010). Exekutivní kontrola je pozitivně spojena s tloušťkou kortexu v frontálních cingulárních a inferiorních frontálních oblastech (Westlye et al., 2011). S věkem se rovněž zvyšuje konzistence těchto oblastí, přičemž dospívající vykazují menší variabilitu (Dykiert et al., 2012; Tamnes et al., 2012). Schopnost zaměřit pozornost na konkrétní podnět, schopnost orientovat se v prostředí a reagovat na podněty je relativně stabilní od středního dětství (Lewis et al., 2016; Mullane et al., 2016; Rueda et al., 2004). Variabilita orientace roste s věkem, přičemž nižší variabilita je spojena s tloušťkou

kortexu ve frontálních oblastech (Menon & Uddin, 2010; Nomi et al., 2018). Bdělost, schopnost udržovat pozornost v čase, pokračuje ve vývoji až do pozdního dětství (Lewis et al., 2016; Pozuelos et al., 2014). S věkem klesá variabilita bdělosti, což ukazuje na lepší schopnost udržet pozornost po delší dobu. Tloušťka kortexu v parietálních oblastech je spojena s bdělostí a zmenšení těchto oblastí může být spojené s její nižší úrovní (Westlye et al., 2011).

Vývoj pozornosti u dětí je řízen komplexním systémem, který zahrnuje různé mozkové oblasti a neurotransmitery (Reynolds & Romano, 2016). Tento systém zahrnuje retikulární aktivační systém, mozkový kmen, thalamus a cholinergní vstupy z bazální přední části mozku (Reynolds et al., 2013; Sarter et al., 2001). Jde o systém, který podporuje optimální úroveň vzrušení pro pozornost a učení tím, že snižuje srdeční frekvenci, zklidňuje motoriku a uvolňuje acetylcholin. Behaviorální projevy, jako je intenzivní koncentrace dětí při hraní s hračkami, odrážejí tento obecný systém vzrušení a pozornosti (Ruff and Rothbart, 1996; Ruff and Capozzoli, 2003).

Po narození je vizuální fixace novorozenců primárně reflexní a řízena reflexním systémem zahrnujícím superior colliculus a primární vizuální kortex (Johnson et al., 1991). Jak novorozenci rostou, vyvíjí se dorzální orientační systém, který umožňuje volní kontrolu pohybu očí (Posner and Peterson, 1990; Courage et al., 2006). Kolem 6 měsíců věku se aktivuje ventrální pozornostní systém, což umožňuje lepší kontrolu pozornosti a inhibici rušivých podnětů (Courage et al., 2006). Tento vývoj je spojen také s rozvojem pracovní paměti (Baddeley, 1996; Kane and Engle, 2002; Klingberg et al., 2002).

2.5. Poruchy pozornosti

Poruchy pozornosti patří mezi nejčastější potíže spojené s poškozením mozku i s psychiatrickými onemocněními. Mohou se vyskytovat i samostatně bez poškození dalších funkcí (Lezak, 2012). Z pohledu obecné psychologie se poruchy pozornosti mohou dělit na aprosexii, tedy plnou ztrátu pozornosti, týkající se v plné intenzitě všech složek pozornosti, hypoprosexii, tedy sníženou pozornostní schopnost, hyperprosexii, označující zvýšenou pozornost na úkor její kvality, a paraprosexii, neboli kvalitativní změny pozornosti související s jejím nesprávným zaměřením (Orel, 2020). Poruchy pozornosti se ale dají dělit i podle typu pozornosti, který je narušen. Abnormalita jednotlivých typů pozornosti může vést k různým symptomům u různých

neurokognitivních onemocnění. Například zhoršená schopnost udržet pozornost se objevuje jako symptom ADHD, dysfunkce selektivní pozornosti může ovlivnit efektivní využití krátkodobé paměti a následně vést k symptomům Alzheimerovy choroby, problémy s rozdělenou pozorností mohou vést k neschopnosti provádět dvě úlohy současně, deficit ve schopnosti přepínat pozornost může zaměřit pozornost na nerelevantní informace a vést k úzkostem nebo ulpívavým myšlenkám (Baghdadi et al., 2021). Poruchy pozornosti mohou být vývojové, jako je například ADHD, nebo získané po traumatech hlavy, jiných onemocněních nebo přibývajícím věkem (Nobre & Kastner, 2014), případně mohou souviset s jiným neurologickým nebo psychiatrickým onemocněním, například s afektivními poruchami, schizofrenií nebo demencemi (Cohen, 2014).

2.5.1. Poruchy selektivní pozornosti

Selektivní pozornost, také nazývaná zaměřená pozornost, se vztahuje ke schopnosti soustředit se na informace relevantní k úkolu, zatímco ignorujeme irelevantní a rušivé podněty. Můžeme ji dále dělit na prostorovou, zaměřenou na jednotlivé vlastnosti objektu, zaměřenou na objekty, intermodální, časovou nebo internalizovanou, tedy podle toho, k jakým aspektům v prostředí nebo v mysli se váže (Nobre & Kastner, 2014).

Syndrom opomíjení (neglect syndrom) pak patří mezi nejzávažnější poruchy selektivní pozornosti. Právě narušení selektivní prostorové pozornosti je podkladem tohoto syndromu (Cohen, 2014). Pacienti se syndromem opomíjení nejsou schopni orientovat pozornost kontralaterálně k lézi, nejsou schopni vnímat senzorké podněty v této oblasti nebo k předmětům v této oblasti záměrně vést motorickou aktivitu (Nobre & Kastner, 2014).

Studie zaměřené na neurologické základy selektivní pozornosti a jejích poruch identifikují bilaterální frontoparietální oblast mozku jako zdroj této funkce (Hopfinger et al., 2001; Kastner & Ungerleider, 2000; Nobre, 2001; Yantis & Serences, 2003). Tato oblast, označovaná jako dorzální pozornostní síť, zahrnuje dorzální frontální kortex a frontální oční pole (Lanssens et al., 2020; Nobre & Kastner, 2014; Son et al., 2023; Vossel et al., 2014).

2.5.2. Poruchy udržované pozornosti

Udržovaná pozornost, neboli schopnost udržet bdělost a soustředění po delší dobu, je považována za základní pozornostní proces. Deficity v udržované pozornosti mohou zasahovat dvě hlavní složky: úroveň bdělosti a pokles bdělosti v průběhu času (Sarter et al., 2001). Pokles v úrovni bdělosti vede k lapsům v pozornosti, často spojeným s momentálními výkyvy v reakční době nebo chybami v odpovědích. Pokles bdělosti v průběhu času pak odpovídá neschopnosti udržet pozornost po delší časové období, což je charakterizováno zvýšenou reakcí na podněty nebo chybovostí s časem stráveným na úkolu (Nobre & Kastner, 2014).

Pro neporušenou schopnost udržované pozornosti je zásadní ventrální pozornostní systém (Vossel et al., 2014), konkrétně pravostranná ventrální fronto-parietální oblast (Husain & Rorden 2003; Posner & Rothbart 2007; Singh-Curry & Husain 2009).

2.5.3. Poruchy rozdělené pozornosti

Rozdělená pozornost označuje schopnost současně zpracovávat více zdrojů informací. Tento aspekt pozornosti je přímo spojen s konceptem pozornostních zdrojů, který předpokládá, že kapacita zpracování pozornosti je omezená (Kahneman, 1973). Pozornost může být rozdělena v rámci plnění jednoho úkolu mezi podněty stejné nebo odlišné modality, nebo ji můžeme rozdělovat při plnění více úkolů zároveň (Nobre & Kastner, 2014).

Snahou zmapovat rozdělenou pozornost a její neurologické koreláty se zabývalo málo studií. Ukazují, že rozdělená pozornost aktivuje oblasti spojované se selektivní pozorností a její exekutivní kontrolou (Hahn et al. 2008; Loose et al. 2003; Vohn et al. 2007). To pravděpodobně odráží nutnost těchto funkcí při rozdělené pozornosti, při které je nezbytné selektivní zpracování informací ze dvou různých úkolů, implementace pravidel a výběr vhodných reakcí (Nobre & Kastner, 2014).

2.6. Souvislost exekutivních funkcí a pozornosti

Exekutivní funkce a pozornost jsou dva druhy kognitivních funkcí, které spolu úzce souvisí. To se odráží i v teoretických modelech, které tyto funkce popisují. Například model B. Millera & J. Cummingse (2007), popisující exekutivu, mezi exekutivní funkce řadí plánování, organizaci, behaviorální kontrolu a selektivní

pozornost. Selektivní pozornost v jejich koncepci značí schopnost soustředit se na důležité informace a ignorovat rozptýlení. Model exekutivních funkcí Stusse a Bensona zahrnuje tři systémy: ARAS, zajišťující bdělost, DPTS, umožňující fázické změny pozornosti, a fronto-thalamický gating systém, který je zodpovědný za vyšší kognitivní funkce, jako jsou plánování, výběr stimulů a odpovědi a monitorování každodenního výkonu, a podílí se tedy na exekutivní kontrole pozornosti. Vedle toho Posnerova konceptualizace pozornosti (Posner & Petersen, 1990) dělí pozornost na síť bdělosti (alerting), síť orientace (orienting) a síť exekutivní kontroly (executive control). Jak v popisu pozornosti, tak v popisu exekutivy, se tedy objevuje pozornost, bdělost a exekutivní kontrola, což naznačuje neoddělitelnost těchto dvou systémů.

I William James (1890) zdůrazňuje volní složku v jeho konceptualizaci pozornosti, a to ve schopnosti volby podnětu, na který se budeme soustředit, a ignorování podnětů ostatních. V jeho modelu jde o záměrný, vůlí řízený psychický proces. Podobná tendence je patrná v dělení pozornosti na zdola nahoru a shora dolů řízenou, protože pozornost řízená shora je forma pozornosti, která je zaměřena na objekty a informace relevantní k našim cílům a záměrům.

Toto propojení je dále patrné i v diagnostických pomůckách užívaných k měření exekutivních funkcí i pozornosti. Například Stroopův test (Stroop, 1935) je možné využít k měření selektivní pozornosti, ale také inhibiční kontroly. Test cesty (TMT) pak měří vizuální pozornost nebo kognitivní flexibilitu (Motýl, 2015).

3. Reliabilita

Reliabilita je důležitý koncept v oblasti psychodiagnostiky a měření a hraje významnou roli při posuzování kvality a přesnosti výsledků získaných prostřednictvím různých testových metod. Umožňuje nám porozumět, do jaké míry jsou naměřené hodnoty konzistentní a svědčí o reálných rozdílech ve sledovaných jevech, přičemž zohledňuje vliv chyb měření. Veškerá variabilita v naměřených hodnotách vychází ze dvou základních zdrojů – skutečných rozdílů v měřené proměnné a chyb měření. Je nutné rozlišovat mezi manifestními (měřenými) a latentními (skutečnými) proměnnými, přičemž chyby měření jsou považovány za nepozorovatelné složky. Předpokladem pro správnou interpretaci reliability je také představa o nezávislosti chyb měření na hodnotách měřených atributů (Urbánek et al., 2011).

Z hlediska matematické statistiky je reliabilita definována jako podíl variability skutečných hodnot měřeného atributu k celkové variabilitě naměřených hodnot. Tato definice reflektuje snahu maximalizovat podíl latentní složky a minimalizovat šum v naměřených datech, což je nutné pro zajištění vysoké reliability měření. Přestože teoretická definice reliability ukazuje na podstatu této charakteristiky, je důležité zdůraznit, že v praxi nelze přímo měřit variability pravých skóre a náhodných chyb. Reliabilita je většinou odhadovaná pomocí různých metod, které zohledňují specifické charakteristiky chyb měření, a výsledky těchto odhadů jsou poté důležité pro interpretaci výsledků měření v různých oblastech vědeckého výzkumu (Urbánek et al., 2011).

3.1. Definice reliability

Reliabilita, neboli spolehlivost psychodiagnostické metody, představuje zásadní koncept ve vědeckém výzkumu a měření. Nicméně různí autoři přistupují k definici reliability s různými důrazy a perspektivami. Urbánek et al. (2011, s. 95) uvádí dvě možné definice:

„Reliabilita je charakteristika psychodiagnostické metody, která uvádí relativní nepřítomnost proměnných chyb v měření.“

„Reliabilita je v podstatě jiné označení pro spolehlivost nebo přesnost metody měření.“

Sürücü a Maslakçı (2020) zdůrazňují, že reliabilita je ukazatelem stability naměřených hodnot při opakovaných měřeních za stejných podmínek. Reliabilita není pouze vlastností měřicího nástroje, ale i výsledků tohoto nástroje. Hammersley (1987) pak zdůrazňuje, že mnoho definic reliability se orientuje na skóry opakovaných pokusů měřit stejný atribut stejným nástrojem. Uvádí také několik definic reliability od různých autorů, přičemž tyto definice se zaměřují na různé aspekty měření a jeho opakovatelnosti. Campbell a Fiske (1959) definují reliabilitu jako shodu mezi dvěma snahami o měření stejného atributu pomocí maximálně podobných metod, zatímco Lehner (1996) klade důraz na reprodukovatelnost měření a schopnost opakování stejných dat nejen samotným pozorovatelem, ale i dalšími, zdůrazňuje tedy reprodukovatelnost výsledků měření v různých situacích a prostřednictvím různých pozorovatelů. Jiné definice reliability, jako uvádí Johnston et al. (1981), se zaměřují na stabilitu měřicího nástroje pod stejnými podmínkami, tedy konzistenci měřicího nástroje a jeho schopnost poskytovat stejné hodnoty při opakovaném kontaktu se stejným jevem či stavem (Hammersley, 1987).

Z uvedených definic je patrné, že přístupy k reliabilitě se mohou lišit v závislosti na interpretaci, ať už se jedná o zaměření na reprodukovatelnost měření, stabilitu měřicího nástroje nebo schopnost konzistentně měřit požadovaný fenomén.

3.1.1. Standardní chyba měření

Podle teorie pravého skóru, vycházející z klasické teorie testů, je pozorovaný skór v testu součtem pravého skóru, který je neznámý, a chyby spojené s jeho měřením. Standardní chyba měření (SEM) poskytuje informace o přesnosti, s jakou pozorovaný skór odráží pravý skór. Znalost SEM a reliability testu nám umožňuje stanovit intervaly spolehlivosti a poskytuje nám informace pro interpretaci pozorovaných skórů v testech (Rust et al., 2021).

Chyby při odhadu reliability mohou mít různé zdroje a typy. Hammersley (1987) uvádí tři základní typy chyb: náhodné, konstantní a korelované chyby. Náhodné chyby se chovají tak, jako by jejich velikost a směr byly určeny náhodným výběrem, přičemž průměr těchto čísel je nula. Konstantní chyby nastávají, když průměr hodnot chyby není

nula a vzniká nadhodnocení (nebo podhodnocení) o stejnou hodnotu. Korelované chyby jsou chyby související s různými skupinami, u kterých daný jev měříme, tvořenými na základě nějakého společného kritéria, například na základě pohlaví nebo socioekonomického statutu.

Porovnání skóre získaných za různých podmínek nám může pomoci posoudit účinky různých zdrojů a typů chyb. Například porovnáním skóre pro stejné objekty získané stejným pozorovatelem s použitím stejného nástroje v různých situacích můžeme odhadnout úroveň chyby způsobené variacemi mezi pozorováními. Stejně tak srovnáním skóre pro stejné objekty získaného různými pozorovateli s použitím stejného nástroje při stejné události můžeme odhadnout chybu odvozenou od nástroje. Kaplan a Saccuzzo (2018) zdůrazňují, že pozorované skóre se mohou lišit od pravého z mnoha důvodů, včetně situačních faktorů a nedostatečné reprezentativnosti testových položek.

Chyby měření jsou tedy běžným jevem v rámci testování a mohou významně ovlivnit přesnost získaných skóre. Reliabilita testu pak představuje relativní schopnost skóre odolávat těmto chybám měření. Mezi klíčové faktory, které mohou ovlivnit přesnost skóre testu, patří výběr obsahu (content sampling) a časový výběr (time sampling). Chyby způsobené výběrem obsahu (content sampling error) nastávají, když test měří pouze určitou část oblasti, kterou má zkoumat. Čím více položek obsahuje test, tím menší je pravděpodobnost, že tyto chyby budou mít významný dopad na konečný skóre. Vedle toho chyby způsobené časovým výběrem (time sampling error) vznikají, když test měří dovednosti nebo schopnosti, které se mohou v průběhu času měnit. Čím delší je interval mezi dvěma měřeními, tím vyšší je pravděpodobnost, že chyby způsobené časovým výběrem budou mít vliv na konečný skóre (Reynolds et al., 2021).

Content sampling error, chyba výběru obsahu, se definuje jako rozdíl mezi vzorkem úloh, které test obsahuje, a oblastí všech možných úloh, které by mohly být zahrnuty pro obsazení celé zkoumané oblasti. V praxi testy zřídka mohou zahrnovat všechny potenciální otázky nebo vyhodnocovat všechna relevantní chování, což otevírá prostor pro vznik této chyby. Content sampling error je obvykle považován za největší zdroj chyby v testových skórech. Jeho odhalení a správné zhodnocení mohou zásadně ovlivnit reliabilitu a platnost testových výsledků. Množství chyby měření způsobené výběrem obsahu je především dáno tím, jak efektivně a reprezentativně jsme vybrali

vzorek úloh nebo otázky. Metody odhadu chyby výběru obsahu zahrnují analýzu míry podobnosti mezi jednotlivými úlohami. Je důležité, aby úlohy pokrývaly různé úrovně obtížnosti a reprezentovaly známé aspekty měřeného konstruktů, a proto je třeba tuto chybu pečlivě zvážit při konstrukci a interpretaci testů. Testy, které mají dobré vzorkování úloh, mají tendenci k nižší míře chyby výběru obsahu a jsou tak považovány za spolehlivější nástroje pro měření schopností a dovedností (Reynolds et al., 2021).

Time sampling error, chyba časového výběru, vzniká v důsledku náhodných změn u zkoušené osoby nebo vlivem prostředí. Změny u zkoušeného může způsobit například únava, nemoc nebo úzkost. Vliv prostředí při testování může souviset například s rušivými vlivy okolí. Tyto faktory mohou výrazně ovlivnit výkon zkoušené osoby a tím i výsledky testu. Time sampling error omezuje schopnost generalizovat výsledky testu napříč různými situacemi, což může ohrozit validitu testových zjištění. Je důležité, aby byly testy administratrovány v kontrolovaných podmínkách a minimalizovala se tak chyba měření. To znamená, že prostředí zkoušení by mělo být co nejstabilnější a nejneutrálnější, aby se minimalizoval vliv vnějších faktorů na výkon zkoušené osoby. Takové testování má tendenci vést k validnějším a spolehlivějším výsledkům (Reynolds et al., 2021).

Chyby měření mohou být způsobeny i několika dalšími faktory, včetně chyb při sčítání skóre nebo při administraci testu. Chyby při sčítání skóre se mohou vyskytnout především při manuálním zpracování skóre. Chyby při administraci vznikají například chybným zadáním testového materiálu nebo nesprávným vysvětlením instrukcí. Rozdíly mezi hodnotiteli mohou také přispět k variabilitě v interpretaci výkonů zkoušených osob, například při hodnocení esejí (Reynolds et al., 2021).

3.1.2. Domain sampling model

Domain sampling model, základní koncept klasické testové teorie, se zabývá problémy vznikajícími při použití omezeného počtu položek k reprezentaci rozsáhlejšího a složitějšího konstruktů. Je užitečný především při snaze porozumět, jak počet položek v testu ovlivňuje jeho reliabilitu.

Tento model konceptualizuje reliabilitu jako poměr variance pozorovaného skóre na kratším testu k varianci pravého skóre. Obecně platí, že větší počet položek v testu

povede k vyšší reliabilitě. Při konstrukci testu je důležité zajistit, aby každá položka adekvátně reprezentovala zkoumanou proměnnou. Díky náhodnému výběru položek by měl každý test nebo skupina položek poskytnout nezkreslený odhad pravého skóru, kvůli chybě způsobené výběrem vzorku ale mohou různé náhodné vzorky položek poskytnout odlišné odhady pravého skóru. Kdybychom vytvořili větší množství náhodných vzorků z jedné domény, odhady pravých skóru by měly mít normální rozložení.

Reliabilitu pak lze odhadnout výpočtem korelace mezi pozorovaným testovým skórem a pravým skórem. Pokud pravý skór není znám, lze jej odhadnout vytvořením několika paralelních testů a průměrováním korelací mezi nimi (Kaplan & Saccuzzo, 2018).

3.1.3. Item response Theory

Item Response Theory (IRT) reprezentuje inovativní metodologický přístup v psychometrii, který přináší efektivnější a spolehlivější mechanismy pro měření schopností jednotlivců. Oproti tradiční klasické testové teorii, která operuje s fixní sadou položek pro každého zkoumaného účastníka, IRT využívá algoritmy a adaptivní strategie pro selekci položek na základě úrovně schopností jedince. Tento adaptivní proces umožňuje testu přizpůsobit se individuálním schopnostem zkoumaného subjektu, což vede k preciznějšímu kvantifikování schopností (De Ayala & Santiago, 2016; DeMars, 2010; Templin, 2016). Díky IRT je možné získat důkladnější a podrobnější poznatky o schopnostech jednotlivců prostřednictvím kratších testových forem, což má význam zejména v oblastech jako je hodnocení inteligence či komplexních psychometrických konstruktů. Tento metodologický přístup vytváří nové možnosti a perspektivy pro výzkum v oblasti psychometrie a nabízí vědeckému i praktickému prostředí nástroje pro analýzu a interpretaci lidských schopností a behaviorálních projevů (Kaplan & Saccuzzo, 2018).

3.2. Typy reliability

Problematika teoretické definice reliability přináší do popředí výzvy spojené s určením podílu pravých skóru a náhodných chyb v naměřených hodnotách. Obě tyto proměnné jsou považovány za nepozorovatelné, latentní veličiny, jejichž přesné určení je často nemožné, a proto se spoléhá na jejich odhad. K odhadu reliability existuje

několik přístupů, které vycházejí z různých definic náhodných chyb měření (Urbánek et al., 2011).

Jedním z nejčastěji používaných přístupů je zkoumání náhodných chyb z hlediska časových fluktuací naměřených hodnot, kdy se reliabilita chápe jako stabilita v čase, měřená test-retestovou metodou. Alternativní pohled na odhad reliability se zaměřuje na konzistenci v odpovědích testovaných osob, což vede k pojetí reliability jako vnitřní konzistence. Tuto konzistenci lze odhadovat různými metodami, včetně metody split-half nebo výpočtu Cronbachova koeficientu alfa. Vedle toho k výpočtu reliability můžeme přistoupit jako ke shodě mezi různými posuzovateli v rámci určitého výsledku. Toto pojetí se využívá například ve shodě posouzení v testu tvořivosti nebo v zařazování odpovědí do kategorií projektivního testu (Urbánek et al., 2011).

3.2.1. Test-retest reliabilita

Test-retest reliabilita odkazuje na konzistenci výsledků získaných při opakované administraci daného nástroje na stejnou skupinu jedinců v různých časových obdobích. Zdrojem chyby je v tomto případě to, co způsobuje změnu skóru atributu měřeného opakovaně v odlišných časových bodech. Základním předpokladem této koncepce reliability je, že jsou měřené atributy stabilní v čase, proto se mluví o reliabilitě ve smyslu stability v čase. Probandům je při zjišťování test-retestové reliability zadán stejný dotazník nebo test dvakrát nebo vícekrát po sobě a odhad reliability spočívá v takovém případě v měření vztahu mezi jednotlivými výsledky měření, často vyjádřeném korelací (Urbánek et al., 2011). Vysoká korelace mezi srovnatelnými daty získanými v různých časových obdobích pak naznačuje vysokou test-retestovou reliabilitu nástroje.

Při určování reliability pomocí metody test-retest se obvykle využívá Pearsonův korelační koeficient, případně je možné data porovnávat pomocí *t*-testu. Je ale důležité mít na paměti, že pro provedení těchto analýz musí mít data normální rozložení (Oluwatayo, 2012). Pro interpretaci existují odlišné názory, přesto obecný konsenzus je, že korelace $r = 0,80$ a vyšší značí dobrou test-retest reliabilitu daného nástroje (Whiston, 2012).

Zásadní problém spočívá v tomto případě v předpokladu stálosti měřených proměnných, protože takový předpoklad obvykle není realistický, zejména pro měření v psychologii. Test-retest reliabilita se dá tedy využít pouze v případě měření atributů,

kteře jsou alespoň relativně stabilní v časovém horizontu administrace všech pokusů. Při dlouhém časovém odstupu se i tyto atributy mohou měnit vlivem vnějších i vnitřních faktorů, což by způsobilo podhodnocení odhadu reliability. Zejména u dětí je nutné toto brát v potaz, jelikož právě u nich může docházet k významným změnám i v krátkém časovém rozmezí. Problém ale představuje i příliš krátké období mezi jednotlivými pokusy. Vlivem zapamatování odpovědi totiž může docházet k nadhodnocování reliability (Urbánek et al., 2011). Na doporučovaném časovém odstupu jednotlivých měření ale není shoda. Někteří autoři se přiklání k delšímu rozestupu, například tři měsíce (Kline, 1993), dle Sürücüho a Maslakçıho (2020) je naopak vhodný kratší rozestup a uvádí interval 1–2 týdny.

Urbánek et al. (2011) argumentuje pro užívání test-retestové reliability navzdory nevýhodám, které se s ní pojí. Uvádí, že test-retest model je kromě odhadu reliability užitečný i pro posuzování samotné míry změny nebo stálosti proměnných. Dále tvrdí, že pouze odhad reliability na základě vnitřní konzistence je nedostatečný a zmiňuje, že u některých např. výkonových testů s rychlostní složkou ani není možné vnitřní konzistenci posuzovat.

3.2.2. Split-half reliability

Tento způsob odhadu reliability spočívá v rozdělení daného testu nebo dotazníku na dvě poloviny, ty se pak porovnávají a výsledná reliability je vyjádřena korelací těchto dvou polovin. V tomto případě je ale důležité přemýšlet nad tím, jak zajistit, aby byly obě poloviny ekvivalentní. Způsobů, jak test rozdělit, je několik. Nejlepší, ale zároveň nejsložitější postup, je skrze položkovou analýzu. Díky ní je možné nalézt položky podobné obsahově, obtížností i diskriminační účinností. Namísto tohoto komplikovaného postupu se ale často používá jednoduché rozdělení na první a druhou polovinu položek, tedy dle pořadí. Někdy se využívá i rozdělení na liché a sudé položky, což je vhodnější například u testů s rychlostní složkou nebo narůstající obtížností, kde by první a druhá polovina testu korelovala jen velmi málo (Urbánek et al., 2011).

Tento přístup k odhadu reliability řeší problémy spojené s variantou test-retest i paralelních forem. Vyhýbá se totiž změně měřeného atributu v čase, která může při těchto variantách nastat a způsobila by podhodnocení skutečné reliability. Zároveň se se split-half metodou nepojí riziko zapamatování odpovědi při příliš malém rozestupu

mezi dvěma testováními a následného nadhodnocení reliability. Kromě toho také není nutné vytvářet paralelní formu, což je jednak složitý proces, jednak není tato forma nikdy dokonale paralelní (Urbánek et al., 2011).

Přináší s sebou ale také nový problém. Jelikož reliabilita testu roste s vyšším počtem položek, při snížení položek na polovinu se hodnota odhadu reliability snižuje (Helmstadter, 1964; Kline, 1993) a může tak docházet k jejímu podhodnocení. Ke kompenzaci tohoto snížení se využívá Spearmanův-Brownův vzorec. Kromě toho, že dokáže odhadnout reliabilitu v případě split-half metody, umožňuje také odhadnout potenciální zvýšení nebo snížení reliability při změně počtu položek. Předpokládá ale, že přidané položky mají srovnatelné vlastnosti jako položky, ze kterých byl vypočítán odhad reliability testu. Spearmanův-Brownův vzorec nabývá hodnot od 0 do 1 a za reliabilní se považuje test dosahující hodnoty 0,70 a vyšší. Škály a testy o méně než deseti položkách by tímto vzorcem neměly být měřeny (Kline, 1993). Předpokládá rovnost rozptylů obou polovin testu a také to, že jednotlivé položky měří stejný atribut. Někdy není možné předpoklad shodnosti rozptylů naplnit a v takovém případě se dá využít Guttmanův (Helmstadter, 1964) vzorec, který to nevyžaduje (Urbánek et al., 2011).

3.2.3. Item-total korelace

Item-total korelace je další způsob, jakým se dá k odhadu reliability přistoupit. Měří, jak moc souvisí jednotlivé položky s celkovým skórem daného testu. Obecně se za vhodné položky považují takové, které nabývají hodnoty od 0,30 do 0,80. Položky s nižšími hodnotami neměří daný koncept a položky s vyšší hodnotou se naopak vztahují pouze ke specifické oblasti. Pro tento způsob odhadu je vhodné mít mezi 100 a 200 respondentů (Sürücü & Maslakçı, 2020).

3.2.4. Reliabilita jako vnitřní konzistence

Přístup k odhadu reliability jako vnitřní konzistence reaguje na nedostatky split-half metody, přičemž neměří pouze korelaci dvou polovin testu, ale spíše korelaci všech možných dvojic položek mezi sebou. Cílem je zajištění vysoké reliability, což předpokládá, že probandí by měli na jednotlivé otázky odpovídat podobně. To vede k pozitivní a vysoké korelaci všech dvojic položek a tím k vysoké reliabilitě celého testu

(Urbánek et al., 2011). Nejčastěji se k odhadu reliability jako vnitřní konzistence používá Cronbachův koeficient alfa (Cronbach, 1951; Urbánek et al., 2011).

Cronbachův alfa koeficient, vyjádřený statistickým ukazatelem v rozmezí 0 až 1, patří mezi nejefektivnější metody měření interní konzistence. Čím vyšší hodnota koeficientu, tím silnější je interní konzistence nástroje. Interpretace hodnot Cronbachova alfa koeficientu je následující:

- $\alpha \geq 0,90$ – Vysoká interní konzistence: Měřicí nástroj je velmi spolehlivý a jeho výsledky jsou konzistentní.
- $0,70 \leq \alpha \leq 0,89$ – Přijatelná interní konzistence: Měřicí nástroj je spolehlivý, i když výsledky mohou vykazovat menší variabilitu.
- $0,50 \leq \alpha \leq 0,69$ – Slabá interní konzistence: Měřicí nástroj je méně spolehlivý a výsledky mohou být značně proměnlivé.
- $\alpha \leq 0,49$ – Chybí interní konzistence: Měřicí nástroj není spolehlivý a výsledky jsou nepředvídatelné.

Vyšší interní konzistence indikuje větší reliabilitu měřicího nástroje a konzistentnější výsledky (Sürücü & Maslakçı, 2020).

3.2.5. Kuderova-Richardsonova reliabilita

Speciální případ Cronbachova koeficientu alfa představuje Kuderův-Richardsonův koeficient KR20, který se využívá zejména u dichotomických položek. Tento koeficient byl publikován již v roce 1937, před samotným Cronbachem (Cronbach, 1951), a později Cronbach ve své analýze koeficientů homogenity provedl jeho obecnější formulaci (Urbánek et al., 2011).

Primárním účelem Kuderova-Richardsonova koeficientu KR20 bylo měření reliability výkonových testů s rychlostní složkou, kde se kladl důraz na to, aby byly položky řazeny podle rostoucí obtížnosti. Tato vlastnost testu byla označována jako homogenita, což podle Helmstadtera znamená konzistenci výkonů v sadě testovacích položek. Helmstadter zdůraznil, že pokud jsou položky vhodně uspořádány podle obtížnosti, měl by proband řešit jednotlivé položky postupně, až dosáhne svého osobního „stropu“, kde už není schopen řešit žádnou další položku. V ideálním případě by výsledek všech probandů vykazoval podobný vzor, kde každý dosáhne bodu, před nímž vyřeší všechny položky a za nímž nedokáže vyřešit žádnou další, každý proband

by tento bod měl na jiném místě podle své schopnosti. Takový test by podle Kudara a Richardsona (Helmstadter, 1964) projevovoval dokonalou reliabilitu.

Přestože Helmstadter hovoří o homogenitě ve smyslu jednodimenzionality testu, ve skutečnosti se při popisu reliability výkonového testu pravděpodobně odvolává na škálovatelnost ve smyslu Guttmanovy škály, a ne na homogenitu, která je v podstatě totožná s vnitřní konzistencí. Kuderův-Richardsonův koeficient KR20, pracující s dichotomizovanými daty, však stále poskytuje užitečnou metodu pro výpočet reliability. V případě potřeby odhadu konzistence nebo homogenity pro položky konstruované ve variantě s pravdivou a nepravdivou odpovědí je KR20 vhodnějším odhadem (Urbánek et al., 2011).

3.2.6. Reliabilita jako shoda posuzovatelů

Předchozí analýzy reliability se zaměřovaly na situace, kdy bylo nutné zhodnotit spolehlivost měřícího nástroje s danou rozlišovací škálou, ať už se jednalo o škálu dichotomickou, ordinální, intervalovou nebo poměrovou. Nicméně v praxi se často setkáváme i se situacemi, kdy měření nebo přesněji zhodnocení odpovědí či výsledků aktivity vyžaduje účast interpreta. Příkladem může být hodnocení esejí, kde každý hodnotitel upřednostňuje různé aspekty. Dokonce i při hodnocení podle strukturovaných směrnic bude každý interpret vnášet do výsledků svou osobní perspektivu. Je evidentní, že při zapojení více interpretů do hodnocení téhož materiálu nemusí docházet vždy k dosažení shody ve výsledcích (Urbánek et al., 2011).

V nejjednodušším scénáři, kdy hodnotící stupnice odpovídá alespoň ordinální proměnné a kdy je k dispozici pouze dvojice hodnotitelů, lze pro určení shody mezi hodnotiteli použít korelační koeficient (Rust & Golombok, 1999). V případě, že je k dispozici větší počet hodnotitelů, kteří hodnotí stejný materiál, lze k posouzení shody využít koeficient konkordance nebo případně vnitrotřídní korelaci. V situacích, kdy jsou interpreti schopni klasifikovat jevy na nominální úrovni, může být odhad shody proveden pomocí koeficientů kappa (Urbánek et al., 2011).

3.2.7. Reliabilita rozdílového skóru

Rozdílový skór představuje numerickou hodnotu, která vychází z rozdílu mezi dvěma měřenými hodnotami. Jeho hlavním účelem je srovnání výsledků nebo schopností jedince v různých kontextech či časových obdobích. Například může sloužit

k vyhodnocení změn v individuálním výkonu před a po absolvování specifického tréninkového programu či k porovnání úspěšnosti v různých oblastech, jako je matematické a čtenářské dovednosti. Rozdílový skór tak poskytuje analytický nástroj pro zhodnocení vývoje či změn výkonů, avšak vyžaduje obezřetný přístup při interpretaci a analýze dat vzhledem k jeho specifickým charakteristikám a omezením (Kaplan & Saccuzzo, 2018).

Reliabilita rozdílového skóru se týká míry, do jaké je skór konzistentní a spolehlivý při opakovaném použití nebo při aplikaci na stejnou populaci či stejné jedince. Jedná se o ukazatel, který vyjadřuje míru, do jaké můžeme důvěřovat rozdílu mezi dvěma měřenými hodnotami a jejich interpretaci. Vyšší reliabilita rozdílového skóru naznačuje, že změny nebo rozdíly mezi dvěma měřeními jsou pravděpodobněji odrazem skutečného vývoje než pouhých náhodných variací nebo chyb měření. Reliabilitu rozdílového skóru lze obvykle vyjádřit pomocí korelačních koeficientů nebo jiných statistických metod, které berou v úvahu reliabilitu jednotlivých měření a jejich vzájemnou korelaci (Kaplan & Saccuzzo, 2018).

Při vytváření rozdílového skóru, které zachycuje rozdíl mezi dvěma měřenými hodnotami, čelíme několika výzvám. Jednou z nich je zvýšená chyba měření, protože tato chyba zahrnuje nedokonalosti z obou původních měření. Dále je reliabilita rozdílového skóru často nižší než u původních měření, což omezuje jeho využitelnost a přesnost při interpretaci výsledků. Tento pokles reliability může být dále ovlivněn závislostí na korelaci mezi dvěma původními měřeními; v případě nízké korelace může dojít k dalšímu snížení reliability rozdílového skóru. Tyto výzvy s reliabilitou rozdílového skóru mohou komplikovat jeho výklad a aplikaci v praxi, zejména v oblasti diagnostiky nebo pedagogiky. Odhady reliability jsou často založeny na pozorování populací, což může být problematické při individuálním použití. Je proto nezbytné přistupovat k interpretaci výsledků s opatrností a zvážit další faktory ovlivňující reliabilitu měření (Kaplan & Saccuzzo, 2018).

3.2.8. Zvyšování reliability nástroje

Zlepšení reliability testu je často žádoucí při jeho konstrukci a interpretaci. Existuje několik strategií, které mohou být aplikovány k zajištění toho, aby test poskytoval konzistentní a spolehlivé výsledky (Reynolds et al., 2021).

Nízká hodnota Cronbachova alfa koeficientu může být způsobena několika faktory. Jedním z nich je nedostatečná interní konzistence měřicího nástroje, což může být způsobeno nedostatečným počtem položek (Sürücü & Maslakçı, 2020). V takovém případě je možností zvýšení počtu položek v testu. Tímto způsobem lze zvýšit reliabilitu testu, zejména pokud jsou přidáné položky stejně kvalitní jako ty původní. V případě, že je limitován počet položek, které lze do testu zahrnout, je možné reliabilitu zvýšit použitím více měření, která jsou poté kombinována do průměrného nebo kompozitního skóru (Reynolds et al., 2021).

Další možností je získání adekvátnějšího vzorku položek ze zkoumané domény. Tím se zajistí, že test obsahuje rozmanité položky, které pokrývají širokou škálu úrovní obtížnosti a měřených aspektů domény, a lze tak zvýšit reliabilitu měření. Je také důležité vybírat a vyvíjet položky s dobrými měřicími charakteristikami. K tomu je užitečná položková analýza, která identifikuje reliabilní a validní položky dané testové metody. Dále je důležité dbát na správné postupy při administraci a skórování testu (Reynolds et al., 2021). Důvodem nízké hodnoty Cronbachova alfa může být i neznalost nebo opomenutí reverzních položek použité škály (Sürücü & Maslakçı, 2020).

V případě, že alfa koeficient dosahuje hodnoty 0,40 a nižší, může to signalizovat, že většina účastníků vyplnila dotazník bez přečtení nebo poskytla náhodné odpovědi. V takovém případě je vhodné provést důkladnou analýzu dat a vyloučit systematicky vyplněná nebo náhodně vyplněná data ze zkoumaného rozsahu. Toho se dá docílit například odstraněním outlierů (Sürücü & Maslakçı, 2020).

Není však vždy vhodné usilovat o co nejvyšší hodnotu Cronbachova alfa koeficientu. Kritika této snahy směřuje k tomu, že vyšší interní konzistence může vést ke snížení validity měřicího nástroje. Pokud jsou položky testu nebo dotazníku interně konzistentní, avšak obsahově specifitější, mohou mít nižší validitu. Proto je důležité zohlednit i další kritéria při výběru položek, jako je například diskriminační účinnost. Úzkým zaměřením na interní konzistenci bychom mohli ztratit důležité informace o testovaném jevu a omezit tak vysvětlující schopnost měřicího nástroje (Urbánek et al., 2011).

4. Reliabilita paralelních forem a měření exekutivních funkcí a pozornosti

Reliabilita paralelních forem je klíčovým prvkem při posuzování konzistence výsledků psychometrických testů, což je zásadní pro validní měření kognitivních funkcí, včetně exekutivních funkcí (Urbánek et al., 2011). Exekutivní funkce jako inhibice, flexibilita, pracovní paměť a plánování jsou nezbytné v situacích, kdy nestačí automatické nebo intuitivní reakce, a umožňují nám aktivně volit cíle, plánovat strategie a adaptivně reagovat na nové podněty (Diamond, 2013). Přesná a spolehlivá měřítka těchto funkcí jsou proto nezbytná pro pochopení jejich role v každodenním fungování.

4.1. Odhad reliability paralelních forem

Reliabilita paralelních forem je metoda odhadu reliability testu, která byla původně navržena Helmstadterem (1964) s cílem eliminovat vliv paměti při test-retestovém způsobu odhadu reliability. Používá dvě odlišné ale ekvivalentní verze testu, které měří stejnou vlastnost (Rust et al., 2021). Díky tomu zajišťuje v porovnání s jinými metodami odhadu reliability vyšší úroveň srovnatelnosti. Doložení reliability paralelních forem je také důležité pro vytvoření alternativní testové metody s minimálním rizikem efektu zácviků. Odhad reliability paralelních forem předpokládá, že chybou měření je rozdíl ve skórech obou forem testu (Urbánek et al., 2011).

Posouzení shody mezi paralelními formami lze provést pomocí expertního posudku, detailní analýzy položek (McDonald, 1999) nebo strukturního modelování (Urbánek, 2000). V praxi je důležité empirické posouzení reliability paralelních forem, které je založeno na statistické analýze průměrů, rozptylů a korelací mezi položkami obou forem. Přestože se často využívá korelace pro odhad reliability, v případě paralelních forem není tato statistika vždy postačující, ačkoliv je často jedinou uváděnou (Urbánek et al., 2011).

Tato metoda k posouzení reliability je často považována za nejlepší formu jejího odhadu, protože je méně ovlivněna faktory jako je učení nebo motivace (Kaplan & Saccuzzo, 2018; Rust et al., 2021). Zdá se, že technika paralelních forem je podobná metodě test-retest reliability, s výjimkou použití dvou odlišných měřících nástrojů k měření stejného chování nebo kvality. Proto některá omezení metody odhadu test-retestové reliability platí také pro metodu paralelních forem (Sürücü & Maslakçı,

2020). Nejzásadnějším problémem je předpoklad stálosti měřených proměnných, což je zejména v psychologii nereálné a zjednodušující. Zkoumané atributy se mohou vlivem vnějších i vnitřních faktorů měnit, a to zejména u dětí i v krátkém časovém rozmezí. Jde tedy o odhad reliability vhodný v případě měření atributů, které jsou alespoň relativně stabilní v časovém horizontu administrace obou pokusů (Urbánek et al., 2011). Oproti test-retestové reliabilitě je reliabilita paralelních forem navíc náročnější na konstrukci, protože vyžaduje vytvoření dvou srovnatelných verzí testu a je tak méně často používána než metoda test-retest (Kaplan & Saccuzzo, 2018; Rust et al., 2021).

Při tvorbě paralelních forem u testů exekutivních funkcí se objevuje ještě další problém, související s efektem učení. V testech zaměřených na exekutivu mají účastníci za úkol generovat nové strategie nebo rozpoznat abstraktní koncepty. Při řešení paralelní formy testu, i když jednotlivé úlohy vypadají jinak, může docházet k rozvzpomenutí na strategie, které užili v minulém řešení ekvivalentních úloh, a tak mohou dosahovat v druhém testování lepšího výsledku. Tvorba paralelních forem testů exekutivních funkcí je tak problematická a většina takto zaměřených testových metod paralelní formu nemá (Kurtz et al., 2004).

4.1.1. Vyrovnávání alternativních forem testu

Obtížnost vytváření skutečně paralelních forem vedla k vývoji postupů vyrovnávání (equating), které se snaží maximalizovat srovnatelnost skóre a tím umožňuje tvorbu alternativních forem testu pro praktické využití (Urbánek et al., 2011).

Proces vyrovnání testů zahrnuje úpravu skóre tak, aby byly kompenzovány rozdíly v obtížnosti mezi různými verzemi testů. Vyrovnané skóre umožňují porovnání výkonů jednotlivců napříč různými verzemi testů. Jde tedy o statistické metody, které se používají k dosažení srovnatelnosti skóre mezi dvěma nebo více verzemi testu. Skóre na těchto různých testových formách, které mají měřit stejný atribut, pak mohou být použity vzájemně zaměnitelně (González & Wiberg, 2017).

Podle Livingstona (2004) jsou testy, které měří stejný atribut, považovány za ekvivalentní, pokud umísťují jednotlivce do stejné relativní pozice ve skupině. Existuje několik metod vyrovnávání, zahrnující průměrné, lineární a equipercilní vyrovnávání, které se liší ve způsobu, jakým definují relativní pozice. Každá z těchto metod vyžaduje specifické úpravy skóre, aby se dosáhlo srovnatelnosti výsledků mezi

různými testovacími formuláři, přičemž každá má své vlastní matematické vyjádření a postup (Gross et al., 2012).

Equipercenilní vyrovnávání je jedním ze způsobů vyrovnávání, který identifikuje skóry na prvním testovém formuláři, které mají stejné percentilové pořadí jako skóry na druhém formuláři testu (González & Wiberg, 2017). Relativní pozici definuje pomocí percentilového pořadí skóru ve skupině (Gross et al., 2012).

Dalším typem je lineární vyrovnávání, které se používá k vyrovnání skóru pomocí lineární funkce a opírá se o standardní odchylky od průměru skupiny (González & Wiberg, 2017; Gross et al., 2012). Tato funkce přiřazuje každému skóru na jednom formuláři odpovídající skór na druhém formuláři tak, aby byla zachována lineární vztahová struktura mezi nimi. Lineární vyrovnávání se často používá v případě, kdy je potřeba skóry vyrovnat rychle a efektivně (González & Wiberg, 2017).

Průměrné vyrovnávání je další způsob vyrovnávání, který předpokládá, že formuláře testů se liší pouze v průměrech skóru a zaměřuje se na absolutní rozdíl od průměru. Tato metoda je často používána pouze pro ilustrativní účely, protože může být příliš zjednodušující (González & Wiberg, 2017; Gross et al., 2012).

Jinou populární metodou je Kernelovo vyrovnávání, které kombinuje parametrické a neparametrické techniky, protože se na odhadu podílejí jak konečné parametry, tak distribuční funkce. Tato metoda odhaduje parametry rozdělení pravděpodobnosti skóru parametricky, zatímco funkce rozdělení skóru jsou odhadovány neparametricky. To umožňuje flexibilní a robustní vyrovnání skóru, což je užitečné především u dat, pro která neznáme rozdělení skóru (González & Wiberg, 2017).

Equipercenilní vyrovnávání se zdá jako nejvhodnější pro neuropsychologické testování jednotlivce, protože nejlépe zohledňuje rozdíl v obtížnosti jednotlivých forem testu. Jde o metodu s širokou možností aplikace v klinickém i výzkumném prostředí a umožňuje využití dvou neekvivalentních forem testu. Přestože se ukázala tato metoda jako ideální, nemusí být vhodná ve všech případech (Gross et al., 2012).

4.2. Reliabilita paralelních forem ve vybraných testech exekutivních funkcí

Pro měření exekutivních funkcí existuje široká škála metod zaměřených na jednotlivé funkce, ale i testových baterií, které se snaží pojmout exekutivní funkce jako komplex. Některé metody vychází z různých teoretických modelů, jiné z klinické praxe.

Diamondová (2013) uvádí metody měření jednotlivých exekutivních funkcí podle modelu jednoty a diverzity. Pro měření inhibice navrhuje například Stroopův test (Krivá, 2013; Stroop, 1935), Simonův test (Simon, 1969), Flanker test (Eriksen & Eriksen, 1974), antisakádové testy, testy oddáleného uspokojení, go/no-go testy a stop-signal testy. Mezi zkouškami pracovní paměti zmiňuje opakování čísel v opačném pořadí, reorganizaci slyšených položek, Corsiho test (Corsi, 1972), SOPT (Self-Ordered Pointing task; Petrides & Milner, 1982) nebo n-back úlohy. A pro kognitivní flexibilitu se užívají testy neobvyklého použití, testy verbální a kategorické fluence, dále WCST (Wisconsinský test třídění karet; Grant & Berg, 1948; Telecká, 2013) nebo DCCS (Dimensional Change Card Sort Test; Zelazo, 2006).

V měření ostatních exekutivních funkcí, mimo inhibici, pracovní paměť a kognitivní flexibilitu, jsou podle Diasové et al. (2023) mezi deseti nejčastěji používanými metodami testy verbální fluence, Test cesty (Bezdiček et al. 2012; Tombaugh, 2004), Stroopův test (Krivá, 2013; Stroop, 1935), WCST (Grant & Berg, 1948; Telecká, 2013), BRIEF (Škála hodnocení exekutivních funkcí u dětí, Behavior Rating Inventory of Executive Function; Gioia et al., 2015; Ptáček, 2011), Londýnská věž (Bezdiček et al., 2018; Shallice, 1982), opakování čísel, test neobvyklého použití, Rey-Osterriethova komplexní figura (Košč & Novák, 1997; Osterrieth, 1944; Rey, 1941) a D-KEFS (Delis-Kaplan Executive Function System; Delis et al., 2001). Kulišťák (2017) ještě kromě zmíněných uvádí test přísloví, Podobnosti ve Wechslerově inteligenčním testu (Černochová et al., 2010; Wechsler, 1997), Perceptual Maze test (Elithorn, 1955) a Hanojskou nebo Torontskou věž.

Pro měření exekutivních funkcí u dětí jsou vhodné baterie D-KEFS (Delis-Kaplan Executive Function System; Delis et al., 2001), CANTAB (The Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery; Wild & Musser, 2013), TEA-Ch (The Test of Everyday Attention for Children; Manly et al., 1998), BADS-C (The Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome in Children; Emslie et al., 2013) nebo NEPSY II (A Developmental Neuropsychological Assessment, Second Edition; Kemp

& Korkman, 2010). Dále se dají využít například testy LSPAN (Listening Span Task), opakování čísel v opačném pořadí, odd one out test, WCST (Grant & Berg, 1948; Telecká, 2013) nebo bludiště (Henry & Bettenay, 2010).

Metod měření exekutivních funkcí je pro výzkum i klinické využití mnoho. Následující kapitola se bude zabývat některými nejčastěji používanými z nich, a to v kontextu paralelních forem v měření exekutivy.

4.2.1. Verbální fluence

Verbální fluence je produkce plynulé řeči, která vyžaduje schopnost flexibilně přemýšlet a organizovanost myšlení. Je také nepřímým indikátorem krátkodobé paměti, kvůli nutnosti udržovat povědomí o tom, která slova již byla řečena. Spočívá ve vymýšlení co nejvyššího počtu slov dle určitého kritéria za omezený čas.

Při vymýšlení slov pro test verbální fluence se lidé často zaměřují na tvorbu klastrového uspořádání slov. Existují dva hlavní typy klastrování: fonologické klastry a sémantické klastry. Fonologické klastry spojují slova podle jejich prvního zvuku nebo homonyma, zatímco sémantické klastry spojují slova podle jejich významu nebo kategorie. Po vyčerpání jednoho klastru musí jedinec efektivně přejít na další, což vyžaduje flexibilitu myšlení (Lezak, 2012).

První test verbální fluence, původně psaný, publikovali Thurstone a Thurstonová (1962). Později Benton (1968) vytvořil COWAT/FAS (Controlled Oral Word Association Test), což je mluvená verze testu se třemi hláskami (F, A, S). Jeho další verze (Benton et al. 1994) byla vyvinuta v rámci Multilingvální examinace afázie pro písmena C, F, L a P, R, W. Písmena byla vybírána na základě frekvence slov, které na ně v angličtině začínají: první písmena C a P mají vysokou frekvenci, zatímco F a R nižší a L a W nejnižší. Úkolem je pak vymyslet co nejvíce slov začínajících na dané písmeno během jedné minuty, jde tedy o tři série slov po jedné minutě.

Fonemická verbální fluence, jako je COWAT/FAS, se ukázala být náročnější a mít menší variabilitu výkonů než kategoriální fluence, která je jednodušší a zahrnuje vymýšlení co nejvíce slov v dané kategorii, například zvířata nebo ovoce a zelenina (Lezak, 2012).

V prostředí České republiky je test oblíbený a často využívaný v pedagogicko-psychologické diagnostice i klinické psychologii. Nejčastěji se používá u dospělé populace především pro diagnostiku mírné kognitivní poruchy nebo demence (Cígler & Durmeková, 2018). Pro tu existují například normy pro osoby nad 59 let (Nikolai et al., 2015). Chybí však aktuální normy pro celou dětskou populaci, i pro ni však může být test verbální fluence užitečný pro diagnostiku neurovývojových a neurodegenerativních onemocnění, psychiatrických onemocnění nebo poškození mozku (Villalobos et al., 2022). V současnosti existují normy jen pro věkově omezené populace, jako jsou studenti druhých ročníků středních škol (Cimleryová et al., 2007), děti z Prahy ve věku 9–14 let (Preiss et al., 2012) nebo děti ve věku 5–12 let (Cígler & Durmeková, 2018).

Ekvivalencí hlásek ve fonemické fluenci se na české populaci zabývali Kopeček a Kuncová (2006). Dobrovolníkům zadali test verbální fluence pro hlásky N, K, P, B, D, L, M, T, R, S. Mezi nimi hledali takové páry hlásek, které budou signifikantně korelovat a zároveň mezi nimi nebude signifikantní rozdíl ve skórech při retestu. Na základě těchto kritérií identifikovali dvojice hlásek NB, KP a TL. Efekt učení byl signifikantní u obou verzí, celkový skóre se mezi měřeními nelišil signifikantně a pro obě měření obě verze signifikantně korelovaly při prvním i druhém měření. Studii uzavírají s tím, že jsou verze NKT a BPL alternativní. Již předtím se Štorková et al. (2004) pokoušela najít ekvivalentní verzi k české verbální fluenci pro hlásky NKP. Na základě frekvence výskytu slov s danými počátečními písmeny jako ekvivalentní formu ověřovali test verbální fluence pro hlásky VRS, zjistili ale, že je tato verze signifikantně složitější a není tak jako alternativa pro retestování vhodná.

Novější českou studií alternativní verze testu verbální fluence je studie Paštrnáka et al. (2018). Autoři použili jako alternativní test verbální fluence pro písmena NKP test s písmeny BTL. Pro kategorickou fluenci použili pro kategorie zvířata a zelenina alternativní kategorie jména a profese. Alternativní forma pro fonemickou verbální fluenci se ukázala jako složitější a není tak považována za ekvivalentní. Duální sady v kategorické fluenci ekvivalentní také nebyly, ale při hodnocení kategorií samostatně se jako ekvivalentní ukázaly kategorie zvířata a jména.

I původní Bentonova verze v rámci Multilingvální examinace afázie obsahovala dvě paralelní verze fonemické fluence, a to pro hlásky C, F, L a paralelně pro P, R, W

(Benton et al., 1994). Normy pro obě trojice hlásek existují pro dospělé různých věkových kategorií a vzdělání (Lezak, 2012). Ekvivalence byla zjišťována u studentů ($N = 66$). Nebyly zjištěny žádné rozdíly průměru pro žádný index a pouze jeden (průměrná velikost klastru) se lišil při zkoumání standardních odchylek. V druhé části studie se zjistilo, že použití obou verzí generuje srovnatelná normativní data a korelace mezi skóry. Tyto studie naznačují, že verze C, F, L a P, R, W mohou být vnímány jako alternativní formy a že pro většinu účelů produkují srovnatelné výsledky (Ross et al., 2006).

4.2.2. Wisconsinský test třídění karet

Wisconsinský test třídění karet (WCST) byl vyvinut k odhadu schopnosti abstrakce a přesunu kognitivních strategií (Grant & Berg, 1948). V osmdesátých letech byl WCST standardizován a skórován Heatonem, čímž se stal vhodným pro klinickou praxi (Heaton, 1981). Další revidovaný manuál WCST z roku 1993 obsahuje upřesnění pravidel skórování a normy pro široký věkový rozsah (Heaton et al., 1993). V prvním formálním vydání testové příručky je WCST označován jako test měřící schopnost strategického plánování a účelného jednání s využitím zpětné vazby (Heaton, 1981).

WCST je úkolem párování karet, kde účastníci párují odpovědní kartu s jednou ze čtyř podnětových karet bez specifické instrukce od administrátora. Test končí buď po dokončení všech šesti kategorií nebo po 128 pokusech. Původně byl prováděn manuálně pomocí fyzických karet a později byl adaptován i do počítačového formátu (Heaton & PAR Staff, 2008). V České republice existují normy pro dětskou populaci od školního věku a pro dospělou populaci (Telecká, 2013).

Na vzorku dospělé populace ($N = 100$) se Steinmetz et al. (2010) pokoušel o odhad ekvivalence počítačové a manuální verze WCST, přičemž zkoumali čtyři skóry: celkový počet správných odpovědí, procento chyby, perseverativní chyby a chyby nedodržení sady. Výsledky ukázaly značné rozdíly ve variancích, malé až střední koeficienty reliability paralelních forem a malé až střední koeficienty časové stability. Poukazují, že skóry na manuální verzi a počítačové verzi WCST vykazují neúplnou psychometrickou ekvivalenci.

Jako alternativní forma WCST byl vytvořen Clevelandský test třídění karet (CST; Poreh et al., 2007), autoři však měřili pouze korelaci obou testů a více se paralelností

forem nezabývali. Pozdější studie toto téma otevírá, v první části porovnávala normativní data získaná pro test CST s demograficky upravenými normami pro test WCST. CST produkoval ekvivalentní skóry pro některé, ale ne všechny věkové skupiny. Druhá část studie se zabývala právě paralelností obou verzí při opakovaném měření. Probandi byli rozděleni do tří skupin, z nichž první skupině byl administrován nejprve CST, poté WCST, u druhé skupiny tomu bylo naopak a třetí skupině byl administrován CST dvakrát. Všechny tři testové skupiny vykázaly srovnatelné skóry a korelace neprokázaly statisticky významné rozdíly mezi různými skupinami. Zdá se, že jsou oba testy srovnatelné, ovšem nepodařilo se zamezit efektu učení. Jakmile se proband naučí princip v testu, v následujícím testování dosahuje lepších výsledků (Poreh et al., 2012).

4.2.3. Test cesty

Metoda známá jako Test cesty, nebo anglicky Trail Making Test (TMT), byla vytvořena Reitanem a Wolfsonem, primárně sloužila jako součást armádních zkoušek pro diagnostiku neuropsychologických poruch a byla veřejně publikována v roce 1944 (Motýl, 2015). Tento test obsahuje dvě části, označené jako TMT-A a TMT-B. Účastníci v první části spojují 25 čísel ve vzestupném pořadí, zatímco ve druhé části střídají mezi čísly a písmeny (Bezdíček et al., 2012).

TMT vyžaduje postupné pohyby rukou, které zapojují jemnou motoriku a zároveň kombinují kognitivní, senzorycké a motorické schopnosti (Klaming & Vlaskamp, 2018). Zatímco TMT-A měří rychlost psychomotorických reakcí a vizuální pozornost, TMT-B poskytuje informace o schopnosti exekutivní kontroly, jako je kognitivní flexibilita a přepínání mezi úkoly (Reitan & Wolfson, 2004). Kromě toho TMT hodnotí i jemnou motorickou manuální výkonnost (Park & Schott, 2022) a je citlivý na různé neuropsychologické poruchy u dospělých i dětí (Reitan & Wolfson, 2004).

Pro českou populaci jsou k dispozici normativní data pro TMT pro mladé dospělé a osoby nad 75 let (Bezdíček et al., 2012). Normy existují i pro dětskou populaci od 8 do 14 let (Preiss & Preiss, 2006) a pro studenty 9. tříd základních škol až 4. ročníků středních škol (Sokolová & Cígler, 2018).

Kromě standardní verze TMT byl vyvinut Barevný test cesty (BTC) pro děti předškolního a mladšího školního věku, tedy ve věku od pěti do sedmi let. Tato

modifikace testu je zaměřena na detekci neurologických poruch a zkoumá kognitivní funkce a exekutivní procesy v tomto specifickém věku. Pro úspěšné absolvování testu je zapotřebí selektivity i inhibice. Dítě se musí koncentrovat na různé podněty a flexibilně vybírat ty, které jsou aktuálně relevantní, zatímco zanedbává rušivé vlivy (Sedláčková & Galbavá, 2021).

Právě ve věku před nástupem do školy dochází u dětí k významnému rozvoji kognitivních funkcí a vývoj exekutivní funkcí zde hraje zásadní roli. Dítě v tomto období rozvíjí schopnost selektivně zaměřovat pozornost a efektivně ji rozdělovat mezi různé podněty (Šnobllová & Krejčová, 2017). Díky důležitosti této fáze ve vývoji je výhodné, že je BTC přizpůsoben dětem od pěti let věku. V České republice, kde je povinné předškolní vzdělávání, může být tato forma užitečná pro částečné srovnání kognitivního vývoje (Šnobllová & Krejčová, 2017). Včasná identifikace obtíží prostřednictvím tohoto testu může vést k intervencím, které předcházejí souvisejícím problémům ve školním výkonu (Sedláčková & Galbavá, 2021).

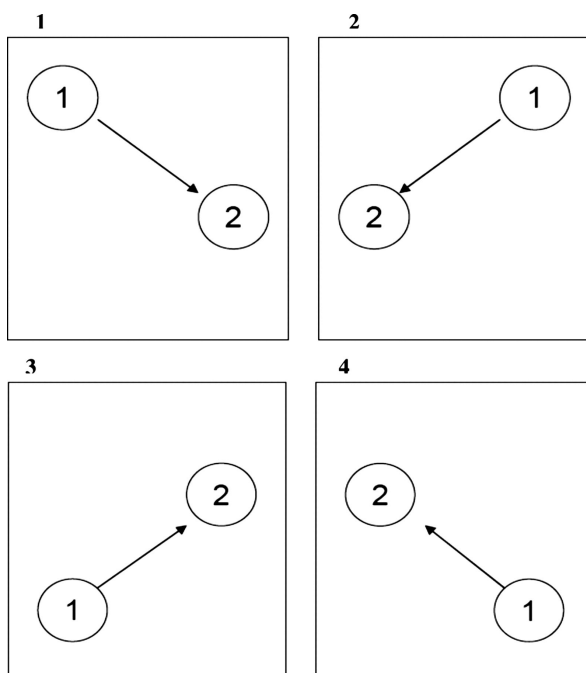
Alternativní formou TMT se zabývala Wagner et al. (2011) ve snaze zajistit test pro měření efektu intervence u pacientů s depresí. Před nimi Franzen et al. (1990) vyvinuli alternativní verze TMT C a D, ale ty neumožňovaly dostatečné sledování změn v průběhu léčby, jen změnu mezi výkonem před a po léčbě. McCracken a Franzen (1992) prokázali vysokou spolehlivost a validitu těchto alternativních forem. Alternativní verze TMT A a B vytvořili Wagner et al. (2011) tak, že zrcadlově zobrazili původní verzi testu. Tři nové verze vznikly otočením původní verze kolem horizontálních a vertikálních os (Obrázek 2).

Tyto verze pak administrovali svému vzorku v jednom sezení, bez určeného časového rozestupu. Probandi byli rozděleni do čtyř skupiny, každé skupině byly jednotlivé verze zadány v jiném pořadí, aby tak kontrolovali efekt učení. Cílem bylo zjistit, jestli se výkon (tedy průměrný čas potřebný k vypracování jedné verze testu) liší mezi jednotlivými verzemi. Nejprve byla použita ANCOVA k porovnání průměrných časů zpracování mezi čtyřmi verzemi TMT A a B. Výsledky ukázaly, že mezi verzemi nebyly významné rozdíly. Byly také zjištěny významné efekty věku a inteligence na výkonnost v TMT. Dále byla provedena regresní analýza ke zkoumání vztahu mezi výkonností v první verzi TMT a v poslední verzi. Výsledky pro TMT A ukázaly, že výkonnost v první verzi, věk a inteligence signifikantně předpovídali výkonnost v

poslední verzi. Pro TMT B bylo zjištěno, že pouze výkonnost v první verzi signifikantně předpovídala výkonnost v poslední verzi. Studie zjistila vysokou spolehlivost a ekvivalenci nových verzí (Wagner et al., 2011).

Obrázek 2

Tvorba alternativní verze TMT



(Wagner et al., 2011)

Další studie (Atkinson et al., 2011) zkoumala tři různé testy, které mají podobné vlastnosti jako TMT A a B, ale liší se v některých detailech. Tyto testy zahrnují Testy cesty v Delis-Kaplan Executive Function System (DK-TMT), Comprehensive Trail Making Test (CTMT) a Connections Task (CoT). Každý z těchto testů obsahuje podobné úlohy jako TMT A a B, ale také přidává další podmínky, jako je například zkoušení rychlosti motorických dovedností. Účastníci studie byli náhodně rozděleni do skupin a každému z nich byly testy zadány v průběhu tří týdnů. Interval mezi jednotlivými testy byl týden a pořadí, v jakém byly testy zadány, bylo pro každou skupinu jiné (výzkumníci využili všech šest možných pořadí). Statistické analýzy zahrnovaly konfirmatorní faktorovou analýzu (CFA) a strukturální multi-group analýzu. Ukázalo se, že pořadí testů nemělo vliv na výsledky testů a že skóre v testech jsou vzájemně ekvivalentní.

4.2.4. Stroopův test

Stroopův test byl původně publikován k vyšetření potenciální interference čtení slov na pojmenování barev a naopak (Stroop, 1935), jde v současnosti o bohatě využívaný nástroj pro měření selhání selektivní pozornosti a funkcí spojených s kognitivní kontrolou, jako je inhibice (Henik et al., 2018).

V tomto testu mají účastníci za úkol reagovat na barvu, kterou jsou vytištěna jednotlivá slova, a zároveň opomíjet význam těchto slov. Barva, kterou jsou slova zobrazena, a význam slov mohou být kongruentní, inkongruentní nebo neutrální. Pokud budeme mít červeně napsané slovo červená, jsou význam slova a barva kongruentní, zeleně napsané slovo červená by znamenalo inkongruenci a neutrální vztah by byl například mezi červeně napsaným řetězcem písmen X (Obrázek 3). Tím je ovlivněna úspěšnost při plnění testu, přičemž bylo zjištěno, že nejrychlejší reakce účastníci mají, pokud jsou slovo a barva kongruentní, naopak nejpomalejší jsou reakce při inkongruenci. Při tomto testu je měřen reakční čas, z něž je pak možné získat informaci o míře facilitace a interference. Za facilitaci se považuje rozdíl v reakčním čase mezi kongruentní a neutrální verzí, jako interference se uvádí rozdíl reakčního času mezi neutrální a inkongruentní verzí (Henik et al., 2018).

Obrázek 3

Kongruentní, inkongruentní a neutrální vztah

ČERVENÁ

Kongruentní

ČERVENÁ

Inkongruentní

XXX

Neutrální

Od původní publikace (Stroop, 1935) byl test mnohokrát použit a modifikován do různých verzí, MacLeodova přehledová práce (1991) uvádí více než tisíc publikací. V minulosti se pozornost v této oblasti věnovala především příčinám interference. V posledních letech se výzkumy zabývají exekutivním procesům, které se s interferencí pojí, jako je schopnost interference ovládat (Henik et al., 2018).

V České republice byl Stroopův test poprvé publikován jako příručka (Krivá, 2013) vycházející z diplomové práce (Krivá, 2010), která obsahuje normy pro dospělou

populaci. Nejnovější českou verzí tohoto testu je Pražská verze Stroopova testu (Bezdiček et al., 2021), která je zaměřena na populaci osob vyššího věku.

Alternativní formou tohoto testu se zabýval již Stroop (1935). Vytvořil ji obrácením položek v každém subtestu. Nikdy však psychometrickou ekvivalenci nezjišťoval. Alternativními verzemi se pak zabývali i další výzkumníci v průběhu let (Beglinger et al., 2005; Shenoy et al., 2020).

Studie z roku 2020 (Shenoy et al., 2020) se zabývala efektem učení při použití alternativních forem Stroopova testu. Jejím cílem bylo určit počet pokusů potřebných k oslabení efektu učení, mimo to výzkumníci zjišťovali také ekvivalenci těchto alternativních forem. Jednotlivé verze testu se lišily v pořadí barev a slov. Celkem bylo připraveno pět alternativních verzí testových formulářů. Participantů byli náhodně rozděleni do pěti různých skupin na základě pořadí administrace různých verzí testu. Každý účastník absolvoval všech pět forem testu, a to v pěti po sobě jdoucích dnech v dopoledních hodinách. Zjistili, že efekt učení se při opakovaném testování projevil, ale jeho velikost se snížila po čtyřech opakováních. Nebyl zjištěn žádný efekt pořadí administrace jednotlivých forem testu, proto považují jednotlivé formy testu za ekvivalentní. Pro omezení efektu učení a zajištění co nejstabilnějších výsledků doporučují administraci čtyř zkušebních testů (Shenoy et al., 2020).

4.2.5. Rey-Osterriethova komplexní figura a komplexní figura Taylorové

Rey-Osterriethova figura (ROCF) (Osterrieth, 1944; Rey, 1941) a figura Taylorové (TCF) (Taylor, 1969) jsou testy, které se běžně užívají v klinickém i výzkumném kontextu (Tremblay et al., 2015) a zjišťují vizuoprostorové dovednosti, paměť, pozornost, organizační dovednosti a plánování. V obou testech musí participantů překreslit figuru a bez předchozího upozornění ji s odstupem tří minut nakreslit znovu, z paměti. Po půl hodině se administruje ještě oddálené vybavení (Meyers & Meyers, 1995). Podnětovým materiálem je figura v obou případech složená z 18 geometrických segmentů. Participantů si figuru, resp. její základní charakteristiky, pamatují i po roce od první administrace (Yamashita, 2009), proto je pro retest vhodná alternativní figura.

V České republice je vydaná příručka z roku 1997 (Košč & Novák, 1997). Její využití má ale několik nedostatků, včetně nedostatečných a zastaralých norem. Pro děti od 7,6 do 15,5 let uvádí příručka normy založené na datech z roku 1981. Pro nižší věk

a pro dospělé používá normy z původního vydání Osterrietha z roku 1945 a pro věk 15,5 až 17,5 let jsou z roku 1993 (Kölesová, 1993), tedy mírně novější (Krčová, 2014). Nově také existují normy pro osoby nad 60 let (Drozdová et al., 2015).

Protože ROCF i TCF obsahují stejné množství elementů, které jsou považovány za srovnatelně komplexní, byly v minulosti i obě figury často považovány za ekvivalentní a bývají interpretovány za použití norem pro ROCF (Strauss et al., 2006). Více studií již ale ukázalo, že TCF je méně obtížná a dochází tak k nadhodnocování výsledků (Delaney et al., 1992; Hamby et al., 1993; Paštrnák et al., 2018; Strauss & Spreen, 1990; Tombaugh et al., 1992). TCF totiž sice replikuje vizuopercepční charakteristiky ROCF, ale ne její organizační kvality (Hamby et al., 1993), proto může TCF poskytovat srovnatelné výsledky v prvotní kopii, ale ne v oddáleném vybavení figury (Lezak et al., 2004).

Proto Hubleyová (1996) vyvinula Modifikovanou komplexní figuru Taylorové (MTCF), u které se potvrdilo, že poskytuje srovnatelné výsledky pro vizuokonstrukci i vizuoprostorovou paměť. Pozdější studie potvrdily srovnatelný výkon mezi ROCF a MTCF při prvotním překreslení s předlohou, při okamžitém vybavení i při oddáleném vybavení po 20 minutách. Participantům byl test zadán s odstupem jednoho týdne, byli také rozděleni na dvě skupiny podle pořadí administrace testu, čímž výzkumníci kontrolovali efekt učení. Rozdíl od komplexní figury Taylorové je tak její modifikovaná verze srovnatelná s původní ROCF (Hubley & Jassal, 2005).

V České republice se ekvivalencí těchto dvou komplexních figur zabýval Paštrnák et al. (2018). Přestože se TCF ukazuje být jednodušší než ROCF, je v Česku pořád hojně užívaná jako její alternativa. Proto se rozhodli zkoumat její psychometrické charakteristiky jako alternativní formy testu. Zjistili signifikantní rozdíly průměrů mezi verzemi testu v několika měřících. Rozdíl průměru pro prvotní kopii byl signifikantní u dvou ze tří hodnotitelů, rozdíl hrubých skóre byl ale minimální. V klinické praxi považují výzkumníci rozdíl hrubého skóre o jeden bod jako marginální. Rozdíly průměru u třetího hodnotitele signifikantní nebyly. Pro vybavení po třech i třiceti minutách byl rozdíl průměru signifikantní u všech tří hodnotitelů. Na základě těchto zjištění doporučují použití TCF kopie s předlohou pro výzkumné užití, ale s obezřetností a přihlédnutím k dosavadním zjištěním o ekvivalenci obou verzí testu (Paštrnák et al., 2018).

4.2.6. Limity alternativních forem testů exekutivních funkcí

S tvorbou alternativních forem testů exekutivních funkcí se pojí několik úskalí. Prvním je předpoklad stálosti těchto atributů. Stejně jako u odhadu test-retestové reliability, u odhadu reliability paralelních forem také předpokládáme stabilitu měřených funkcí, alespoň v období mezi jednotlivými měřeními. Tento předpoklad nemusí být správný, především u dětí může v souvislosti s vývojem docházet ke změnám i v jinak relativně stálých funkcích. Je tedy nutné správně zvolit časový rozestup mezi jednotlivými měřeními (Urbánek et al., 2011).

Tato metoda je navíc velmi náročná na konstrukci, vzhledem k nutnosti vytvořit dvě (nebo více) srovnatelné verze testu (Kaplan & Saccuzzo, 2018; Rust et al., 2021). Taková snaha navíc nemusí být úspěšná. Například při snaze vytvořit alternativní verzi pro ROCF byla vytvořena TCF, u té se ale zjistilo, že je jednodušší a může tak docházet k nadhodnocování výsledků při opakovaném testování (Delaney et al., 1992; Hamby et al., 1993; Paštrnák et al., 2018; Strauss & Spreen, 1990; Tombaugh et al., 1992). Až její modifikovaná verze MTCF (Hubley, 1996) splňuje dostatečně podmínky ekvivalence (Hubley & Jassal, 2005).

Největším problémem se však zdá být efekt učení. Testy exekutivních funkcí totiž často vyžadují rozpoznávání abstraktních konceptů nebo generování strategií. I když tedy jednotlivé úkoly alternativní verze testu mohou vypadat jinak, participant si může pamatovat strategii, kterou použil u předchozího testování, a dochází tak znovu k nadhodnocování výsledků z druhého měření (Kurtz et al., 2004). Jako kontrola efektu učení se obvykle používá strategie rozdělení probandů do několik skupin, přičemž každé skupině jsou pak alternativní testy administrovány v různém pořadí (Atkinson et al., 2011; Hubley & Jassal, 2005; Poreh et al., 2012; Shenoy et al., 2020; Wagner et al., 2011). Ovšem takové studie někdy dochází k závěru, že není možné efektu učení zamezit, protože se probandí princip testu naučí a v dalším testování se vyvarují chyb (Poreh et al., 2012). Možnou strategií je také zjistit, po kolika pokusech se efekt učení stabilizuje. Tím se například zabývala studie alternativních forem Stroopova testu (Shenoy et al., 2020). Zjistili, že až po čtvrté administraci různých forem Stroopova testu dochází ke snížení efektu učení, proto pro dosažení co nejstabilnějších výsledků doporučují administraci čtyř cvičných úloh.

4.3. Měření pozornosti

Testování pozornosti je důležité pro neuropsychologické hodnocení a zahrnuje různé věkové skupiny. Historicky byly testy papírové, ale nyní jsou mnohé počítačové, přičemž některé zůstávají na papíře nebo na audiokazetách (Nasiri et al., 2023). Dysfunkce pozornosti je spojena s poruchami jako ADHD, schizofrenie, úzkost, deprese, posttraumatická stresová porucha (PTSD), epilepsie nebo demence (Carter et al., 2010; Keller et al., 2019; McGuinness et al., 2010; Najmi et al., 2012; Vasterling et al., 1998) a pro diagnostiku a diferenciální diagnostiku těchto a dalších onemocnění je spolehlivý test měřící úroveň pozornosti nezbytný.

Mezi testy pozornosti se často řadí i takové, které se využívají i k měření exekutivních funkcí, například Stroopův test (Stroop, 1935) měřící selektivní pozornost nebo TMT (Motýl, 2015). Dalšími hojně používaným testy pozornosti jsou v prostředí České republiky především Test pozornosti d2-R (Brickenkamp, 1962; Hoskovcová & Černochová, 2014) s normami od 9 let do dospělosti, který je zaměřený na měření rychlosti a přesnosti koncentrace a selektivní pozornosti, nebo Číselný čtverec (Jirásek, 1975) s normami pro děti od 8 do 15 let, užívaný k měření schopnosti organizace, pozornosti a rychlosti zpracování informací. V testu d2-R účastníci musí prozkoumat řadu znaků (většinou písmen d a p), které obsahují různé symboly a tečky. Úkolem je označit znaky, které splňují určitá kritéria. V testu Číselný čtverec je zase probandovým úkolem vyjmenovávat a ukazovat čísla v chronologické posloupnosti.

Je možné také využívat jednotlivé subtesty jiných testových baterií, jako je subtest Selektivní pozornost v Inteligenční a vývojové škále pro děti ve věku 5–10 let (IDS) (Grob et al., 2009; Krejčířová et al., 2013) nebo v Inteligenční a vývojové škále pro předškolní děti (IDS-P) (Grob et al., 2013; Krejčířová, 2018) určené pro děti od tří do pěti let, kde děti vyhledávají obrázky kachen dle stanoveného kritéria, případně Opakování čísel ve Wechslerově inteligenční škále pro děti (WISC-III) (Krejčířová et al., 2002; Wechsler, 1991), jež spočívá v opakování předříkávaných čísel nejprve ve stejném, později v opačném pořadí.

Výrazným problémem je však nedostatečný věkový rozsah norem (Hoskovcová & Černochová, 2014; Jirásek, 1975; Krejčířová, 2018; Krejčířová et al., 2013), případně jejich výrazná zastaralost (Jirásek, 1975; Krejčířová et al., 2002). Navíc žádný z testů,

používaných u nás k měření pozornosti, nemá alternativní verzi a neposkytuje tak možnost retestování v krátkém časovém rozmezí.

Často nebyla zjišťována ani test-retestová reliabilita. V testu IDS na české populaci toto výzkumníci vůbec neměřili a uvádí výsledky ze studie test-retest reliability na německé verzi. Ukázalo se sice, že jsou výsledky při opakovaném testování srovnatelné, ovšem rozptyl mezi jednotlivým testováním byl více než rok (Grob et al., 2013; Krejčířová, 2018), tedy z výsledků nelze usuzovat na využitelnost jednotlivých subtestů pro opakované testování v krátkém časovém rozmezí.

Pro test pozornosti D2 byly různými autory zjišťovány reliability při retestování v různě dlouhých časových rozmezích (od 5 hodin do 40 měsíců). I po tak krátké časové prodlevě, jako je 5 hodin, se ukazuje, že jsou naměřené výsledky stabilní, nízká korelace se objevovala jen na populaci dospívajících s deviantním chováním při delších časových rozmezích, což lze připsat i přirozenému vývoji pozornostních funkcí u dospívajících (Balcar, 2000). Je tedy možné, že u pozornostních testů není efekt učení tak zásadní, jako u testů měřících exekutivní funkce, kde dochází k zapamatování dříve použitých strategií (Kurtz et al., 2004).

II. Empirická část

Pro posouzení exekutivních funkcí existuje mnoho neuropsychologických metod, a to i pro děti. Dostupnost těchto testů je však v České republice velmi omezená, zejména pak chybí normativní studie. Pokud pak máme potřebu dítě testovat opakovaně v kratším časovém úseku, tak k tomu nemáme obvykle žádný nástroj. Přitom mohou být metody pro posouzení exekutivních funkcí důležité při posouzení kognitivní výkonnosti u dětí s neurovývojovým onemocněním, získaným onemocněním (např. po kraniotraumatu) nebo u dětí s poškozením centrální nervové soustavy, neméně důležité je to i u dětí s neurodegenerativním onemocněním nebo psychiatrickým onemocněním, jako jsou například poruchy nálady či schizofrenie (Villalobos et al., 2022). Alternativní verze testů, které by umožnily opakované testování v krátkém časovém intervalu, jsou důležité pro posouzení dynamiky vývoje či změny v naměřené úrovni exekutivních funkcí, obvykle například po nějaké intervenci (po nasazení farmakoterapie, po chirurgickém zákroku, ad.). K tomu není většinou vhodné využívat stejnou variantu testu, a to zejména kvůli efektu učení. Efekt učení je problém, který právě i tvorbu alternativní verze velmi komplikuje a mnoho výzkumníků se o to v měření exekutivních funkcí nepokouší (Kurtz et al., 2004).

Právě efektu učení u měření exekutivních funkcí je specifický tím, že si probandi pamatují nejen podobu prvního zadaného testu, ale mohou si zapamatovat i strategie, které k testu vymysleli, a ty použít u alternativní formy. Dochází tak k nadhodnocování výsledků i přes to, že se od sebe na první pohled alternativní formy liší (Kurtz et al., 2004).

V návaznosti na uvedené problémy v praxi je realizován projekt zaměřený na vývoj a standardizaci NB-D. Baterie by měla být souborem zkoušek, které pomohou komplexně zhodnotit kognitivní schopnosti v celé jejich šíři u dětí od 6 do 19 let. Baterie má několik domén, z čehož jedna je zaměřena právě pozornost, další na exekutivní funkce, přičemž některé subtesty jsou zaměřeny pouze na exekutivu, některé jsou komplexnější, a zahrnují více kognitivních domén. NB-D by měla splňovat psychometrická kritéria pro kvalitní psychodiagnostickou pomůcku, včetně standardizace, vysoké spolehlivosti metody (reliability) a validity. V rámci naplnění

kritérií probíhá i tato práce, která se zaměřuje na odhad reliability dvou paralelních forem (A a B) u domény exekutivních funkcí NB-D.

5. Cíl výzkumu

Cílem této práce je posouzení ekvivalence dvou verzí NB-D v oblastech exekutivní funkce a pozornost u dětí ve věku od 6 do 19 let. Tato analýza zahrnuje srovnání výkonu dětí v jednotlivých subtestech zaměřených na exekutivní funkce a pozornost v první a druhé verzi testové baterie a zabývá se odhadem reliability paralelních forem. Studie vznikla jako součást projektu 2. LF UK s č. TL03000328, který byl spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu ÉTA. Práce je tedy samostatnou součástí procesu standardizace NB-D a klade si za cíl poskytnout ucelené poznatky o použitelnosti obou verzí testu v klinickém a diagnostickém prostředí. Studie vznikla jako součást projektu 2. LF UK s č. TL03000328, který byl spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu ÉTA.

5.1. Výzkumné otázky a hypotézy

Otázky směřují k posouzení ekvivalence mezi verzemi testové baterie v oblasti exekutivních funkcí a pozornosti u dětí.

Otázka č. 1: Jaká je korelace mezi paralelními formami A a B NB-D v oblasti exekutivních funkcí a v oblasti pozornosti?

Otázka č. 2: Bude mezi průměrnými hrubými skóry pro verzi A a B NB-D v oblasti exekutivních funkcí a pozornosti významný rozdíl?

Hypotézy dále zpřesňují výzkumné otázky a zmiňují, v jakých situacích bude nebo nebude daná hypotéza přijata.

Hypotéza č. 1: Skóry dětí ve věku od 6 do 19 let, kterým byly administrovány subtesty cílené na posouzení exekutivních funkcí a pozornosti z NB-D, verze A budou dosahovat alespoň středně silné korelace se skóry, kterých tyto děti dosáhly při administraci stejnojmenných subtestů z NB-D, verze B.

Hypotéza č. 2: Ve skupině dětí ve věku od 6 do 19 let, kterým byly administrovány subtesty posuzující exekutivní funkce a pozornost NB-D, verze A i

verze B, bude pozorován statisticky nevýznamný rozdíl ($p \leq 0,05$) při porovnání jejich průměrných výkonů mezi verzemi.

6. Metodika

6.1. Výzkumný soubor

Kritéria pro účast ve výzkumu byla zjišťována předem pomocí anamnestického dotazníku. Zájemci, kteří je nesplňovali byli tudíž vyloučeni z výzkumu ještě před sběrem dat. Vylučovací kritéria byla následující:

- kognitivní deficit
- onemocnění (aktuálně nebo v anamnéze):
 - neurologické, včetně poranění hlavy s bezvědomím delším než 5 minut;
 - psychiatrické, včetně léčeného a neurovývojového;
 - jiné závažné somatické s vlivem na CNS;
- závažná prenatální nebo perinatální zátěž;
- historie užívání psychoaktivních látek;
- nekorigované senzorní postižení;
- specifické vývojové poruchy nebo poruchy řeči.

Power analýza byla provedena v programu GPower 3.1 (Faul et al., 2007; 2009) s cílem určit požadovanou velikost vzorku pro účely empirické části této práce. Zadané parametry zahrnovaly korelaci o hodnotě $r = 0,45$ a hladinu významnosti stanovenou na $p \leq 0,05$. Cílem bylo dosáhnout síly testu o velikosti minimálně 0,8, což znamená, že pravděpodobnost detekce skutečného efektu, pokud existuje, je 80 %. Výsledkem power analýzy byla doporučená velikost vzorku $N = 29$. S ohledem na možné vyloučení některých účastníků a další faktory, byl nakonec nasbírán vzorek o velikosti $N = 31$, což by mělo zajistit dostatečnou robustnost a spolehlivost výsledků v této studii.

6.2. Měřicí nástroje

Respondentům studie byla administrována celá nově vznikající NB-D, která obsahuje subtesty pro sedm domén: Paměť a učení, Pozornost, Exekutivní funkce a pracovní paměť, Řeč, Zrakově-percepční funkce, Motorické funkce a Sociální kognice (Bukačová et al., 2021). Kromě toho byl zadán všem respondentům i test WASI-II

(Zkrácená Wechslerova Inteligenční Škála, druhé vydání; Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence, Second Edition; Wechsler, 2011) pro zjištění úrovně intelektových předpokladů, a anamnestický dotazník. Všichni probandi, resp. jejich zákonní zástupci, také vyplnili informovaný souhlas s účastí ve studii. Celá studie byla schválena etickou komisí 2. LF UK.

6.2.1. Anamnestický dotazník

Anamnestický dotazník byl součástí záznamového archu NB-D a zjišťuje především základní a demografické údaje probanda. Zjišťuje datum narození (a datum administrace), pohlaví a studovanou školu (vybírání se z možností běžná ZŠ, ZŠ speciální, ZŠ praktická, střední odborné učiliště s výučním listem, střední odborná škola s maturitou, gymnázium, vyšší odborná škola, vysoká škola, mateřská škola), dále studovaný ročník. Ptá se, zda mělo dítě odklad školní docházky, zda opakovalo nějakou třídu a zda má přiděleného asistenta pedagoga, zjišťuje také, zda nemá diagnostikované specifické poruchy učení a jaká je školní úspěšnost dítěte (zda má vyznamenání a jaké má známky z českého jazyka, matematiky a cizího jazyka). Další část se zaměřuje na raný vývoj a zdravotní stav dítěte, zjišťuje rizikové faktory v prenatální a perinatální anamnéze a problémy v psychomotorickém vývoji nebo v adaptaci na školní prostředí, ptá se také na senzorní poruchy, úrazy hlavy, neurologická a psychiatrická onemocnění nebo jiná chronická onemocnění a užívání psychoaktivních látek. Poslední sekce se zaměřuje na rodiče, jejich vzdělání, povolání, bydliště (město nebo vesnice) a rizikové faktory v jejich zdravotní anamnéze.

6.2.2. Zkrácená Wechslerova inteligenční škála, druhé vydání (WASI-II)

Zkrácená Wechslerova inteligenční škála, druhé vydání (WASI-II; Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence, Second Edition; Wechsler, 2011; užito v podmínkách Licenční smlouvy č. LSR-191984), je krátký test posuzující intelektové předpoklady a je určený pro jedince od 6 do 90 let. Ve studii byla škála použita za smluvně stanovených podmínek s psychodiagnostickým nakladatelstvím. Skládá se ze čtyř subtestů.

V subtestu *Kostky* má proband za úkol skládat konstrukce v časovém limitu podle návodu. Návod je buď složená konstrukce nebo obrázek v podnětové knize. Kostky jsou všechny stejné, mají vždy dvě bílé stěny, dvě červené a dvě červenobílé. Subtest je

ukončen po dvou po sobě jdoucích neúspěších. Body získává proband za správné řešení, přičemž při rychlém splnění úkolu dostává více bodů.

Dalším subtestem je *Slovník*. V první části jsou probandovi předkládány obrázky a jeho úkolem je obrázky zobrazené v podnětové knize pojmenovat. Následují verbální položky, ve kterých administrátor nahlas přečte slovo, které má proband definovat. Odpovědi jsou bodovány dle kvality od 0 do 2 bodů a subtest se ukončuje, pokud proband dosáhne ve třech po sobě jdoucích položkách skóru 0.

Jako třetí je administrován subtest *Matrice*, ve kterém je cílem vybrat z možností tu, která doplní sérii nebo neúplnou matici v předložené podnětové knize. Na odpovědi mají probandi časový limit a odpovědi jsou hodnoceny dle správnosti 0 nebo 1 bodem. Ukončuje se po třech nesprávných odpovědích.

Posledním subtestem WASI-II jsou *Podobnosti*. Zde jsou představovány vždy dvě slova, vyjadřující běžné objekty nebo koncepty. Úkolem je vysvětlit, v čem jsou si slova podobná. Odpovědi jsou opět hodnoceny dle kvality a subtest je ukončen po třech po sobě jdoucích neúspěšných odpovědích, tedy odpovědích za 0 bodů.

6.2.3. Neuropsychologická baterie pro děti (NB-D)

NB-D je nově vznikající testová baterie pro děti od 6 do 19 let. Hodnotí kognitivní profil v celkem sedmi doménách (Bukačová et al., 2021).

První doménou je *Paměť a učení*. Ta obsahuje subtest Verbální paměť a učení, Paměť na příběhy, Neverbální paměť a Vybavení s nápovědou. Zaměřuje se tedy na verbální i neverbální paměť a zjišťuje křivku učení, vybavení po interferenci, oddálené vybavení nebo rekognici. Následují domény *Pozornost a Exekutivní funkce a pracovní paměť*, jež jsou pro práci ústřední u budu se jimi zabývat níže. Čtvrtou doménou je *Řeč*, která obsahuje subtesty Konfrontační pojmenování a Porozumění pokynům. Pro doménu *Zrakově-percepční funkce*, byly vybrány subtesty Zrakové vnímání, Zrakově prostorové vnímání a Orientace v prostoru. Pro předposlední doménu *Motorické funkce* pak obsahuje subtest Motorická koordinace, Zrakově-motorická přesnost a Kopie tvarů, a pro doménu *Sociální kognice* subtesty Teorie mysli a Rozpoznávání emocí. Toto dělení na domény volně odráží dělení kognitivních funkcí dle DSM-V (Diagnostický a statistický manuál duševních poruch, páté vydání), kde jsou kognitivní funkce rozděleny do kategorií Komplexní pozornost, Exekutivní funkce, Učení a paměť, Řeč,

Percepčně-motorické funkce a Sociální kognice (American Psychiatric Association, 2013).

Doména *Pozornost* obsahuje dva subtesty – Sluchová pozornost a Zraková pozornost. Subtest *Sluchová pozornost* spočívá v poslechu série nahraných slov, přičemž dítě má za úkol dotýkat se barevných kruhů, pokud slyší barvy modrá nebo žlutá. Zaznamenává se celkový hrubý skór, který značí správné dotyky, chyba opomenutí, která značí, že dítě nereagovalo na dané barvy v dvousekundovém intervalu, chyba záměny, která nastává v případě, že dítě reaguje na cílové slovo, ale po více než 2 sekundách, nesprávně reaguje ve dvousekundovém intervalu, který je ve spojitosti s cílovými slovy (žlutá, modrá) nebo reaguje dvakrát během dvousekundového intervalu spojeného s cílovým slovem, posledním skórem je chyba inhibice, která nastane, když dítě reaguje na barvu dotknutím se barevného kruhu, který však není cílovou reakcí. Reakce se musí objevit do dvousekundového intervalu od zaznění barvy a dítě se musí dotknout barvy, která zazněla.

V subtestu *Zraková pozornost* má dítě za úkol vyškrtávat hlavy zvířat dle předlohy, přičemž po uplynutí 20 sekund se přesouvá na pokyn k dalšímu oddílu (oddíly jsou odděleny linkou). Zaznamenává se celkový počet zpracovaných hlav, dále chyba opomenutí, tedy počet hlav, které měly být přeškrtnuty, ale nejsou, a chyba záměny, tedy počet hlav, které jsou přeškrtnuty, ale neměly být.

Doména *Exekutivní funkce a pracovní paměť* obsahuje celkem pět subtestů – Třídění, Inhibice a přesun pozornosti, Pracovní paměť, Verbální fluence a Prospektivní paměť. Tím prvním je tedy *Třídění*, ve kterém se před dítě rozloží karty s obrázky, celkem osm karet, a v časovém limitu max. 420 sekund má za úkol vytvořit co nejvíce možných dělení na dvě kategorie. Kategorie musí být podle smysluplného kritéria, které karty rozdělí na dva díly po čtyřech kartách. Příkladem takového kritéria jsou třeba malé a velké karty, nebo dívky a chlapci. Každý způsob dělení karet se zapisuje a hodnotí se od 0 do 2 bodů dle kvality odpovědi.

Dalším subtestem v této doméně je *Inhibice a přesun pozornosti*. Tato úloha má celkem tři části. Před probandy je položena podnětová kniha s několika řádky obrázků slunce a měsíce (v alternativní verzi jsou šipky směřující nahoru a dolů). V první části, *Pojmenování*, je má proband pouze co nejrychleji všechny přečíst. V další fázi, *Inhibice*, má číst obrázek opačný, než který vidí, tedy pokud vidí slunce, přečte měsíc a

naopak. V poslední části, *Přesun pozornosti*, má za úkol přečíst opačný obrázek, pokud je vybarven bíle, a obrázek, který vidí, pokud je vybarven černě. U všech částí se zaznamenává doba potřebná pro přečtení všech obrázků a počet chyb.

Následuje subtest *Pracovní paměť*. V podnětové knize jsou probandovi jeden po druhém ukazovány obrázky, posléze sada všech možných devíti obrázků, na kterých má říct viděné obrázky v opačném pořadí, než ve kterém mu byly předkládány. Začíná se na dvou obrázcích a nejvyšším počtem je devět, každý počet obrázků proband zkouší dvakrát. Po neúspěchu u obou pokusů se stejným počtem obrázků je subtest ukončen. Hodnotí se jak správnost zapamatovaných obrázků, tak správnost opačného pořadí.

Čtvrtým subtestem v této doméně je *Verbální fluence*. Zde je probandovým úkolem vymýšlet co nejvíce slov za jednu minutu dle daného kritéria. Nejprve je zadána fonemická fluence pro písmena K a V (pro verzi B písmena T a M), poté kategorická fluence pro kategorii zvířata (pro verzi B kategorie činnosti) a nakonec kategorická fluence s nutností střídání mezi kategoriemi oblečení a nádobí (pro verzi B kategorie jídlo a pohádkové postavy). Celkově jde tedy o čtyři série slov po jedné minutě. Pro jednotlivá kritéria se hodnotí počet unikátních slov a u poslední se navíc hodnotí počet switchů, tedy kolikrát proband vystřídal kategorie.

Prospektivní paměť spočívá v plnění různých úkolů po určité aktivitě nebo v určitý čas. Celkem obsahuje osm položek, které jsou probandovi přečteny. Čtyři z nich zadávají úkoly, které má udělat po nějaké aktivitě, další čtyři jsou úkoly, které má splnit v určitý čas (za 10 minut). Po přečtení se pokračuje v dalších subtestech, dokud neuplyne čas pro splnění poslední úlohy. Hodnotí se každý úkol maximálně dvěma body, přičemž jeden bod je možné získat za splnění úkolu ve správný čas a jeden bod za správné splnění úkolu. Na úlohu navazuje rekognice s nuceným výběrem.

6.3. Proces sběru dat

Probandi byli vybíráni na základě dostupnosti a dobrovolnosti. Možnost účasti ve výzkumu byla včetně informace o finanční odměně sdílána na sociálních sítích Facebook a Instagram. První kontakt s rodiči dětí probíhal obvykle přes dané sociální sítě nebo e-mail, následně jim byly po telefonu vysvětleny podmínky účasti, účastnit se mohly pouze zdravé děti ve věku od 6 do 19 let, které neprodělaly závažné poranění hlavy a neměli žádné neurologické, psychiatrické nebo jiné chronické onemocnění.

Zároveň musely mít možnost účastnit se obou částí výzkumu, tedy dvou vyšetření s rozestupem dvou až čtyř týdnů. Sběr dat probíhal od května 2023 do listopadu 2023.

Při prvním setkání byl s rodiči podepsán informovaný souhlas a měli zároveň prostor doptat se na doplňující informace. Následně byl s rodiči vyplněn anamnestický dotazník a s dětmi bylo zahájeno první vyšetření. Děti byly náhodně rozděleny do dvou skupin, přičemž první skupině byla NB-D administrována v pořadí verze A, pak verze B, druhé skupině naopak. Během prvního setkání byl také administrován WASI-II. Celkově první vyšetření trvalo asi tři hodiny. Druhé vyšetření proběhlo s rozestupem dvou až čtyřech týdnů a dětem byla administrována již jen druhá verze NB-D. Průměrná doba administrace NB-D pro obě vyšetření byla dvě hodiny a patnáct minut. Po absolvování obou částí byla odeslána finanční kompenzace na bankovní účet uvedený v informovaném souhlasu.

6.4. Statistická analýza

Všechny použité testy byly vyhodnoceny dle manuálů a hrubé skóry včetně času plnění zaneseny do matice v MS Excel (Microsoft Corporation, 2018). Pomocí Shapiro-Wilkova testu byla následně posouzena normalita rozložení dat. Pro data s normálním rozložením byly použity parametrické, pro ostatní neparametrické statistické analýzy. Pro odhad reliability paralelních forem byla použita korelace, v případě normálního rozložení Pearsonův korelační koeficient, v případě nenormálního rozložení Spearmanův koeficient. Dále pro zjišťování rozdílů mezi hrubými skóry byl použit *t*-test pro data s normální distribucí a pro nenormální distribuci Wilcoxonův test pro párové vzorky. Pro všechny statistické analýzy byla stanovena hladině signifikance $p \leq 0,05$.

6.5. Etika výzkumu

Rodičům dětí, které se účastnily výzkumu, byl předán písemný informovaný souhlas, který obsahoval informace o účelu studie, průběhu vyšetření a jeho délce a možných rizicích pro dítě (mírná únava). Všechny náležitosti byly rodičům vysvětleny i ústně a měli možnost doptat se na doplňující informace. Za účast ve výzkumu probandům náležela finanční kompenzace ve výši 500,- Kč. Data jsou dále anonymizovaná po přepisu dat ze záznamových archů, každému dítěti je přiřazeno náhodně identifikační číslo (ID). Záznamové archy s osobními údaji respondentů jsou

uloženy ve Fakultní nemocnici Motol dle pravidel pro uskladňování dokumentů obsahujících citlivé údaje. Celý výzkum byl schválen Etickou komisí 2. Lékařské fakulty Univerzity Karlovy (č.j. EK-1196/19).

7. Výsledky

7.1. Deskriptivní statistika

V této kapitole jsou zaznamenány výsledky deskriptivní a inferenční statistiky pro obě verze NB-D v jednotlivých zkoumaných subtestech zaměřených na exekutivní funkce a pozornost. Jsou uvedeny jejich průměry, směrodatné odchylky (SD) a minimální a maximální hodnoty. Dále je ověřována normalita rozložení dat, k tomu byl využit Shapirův-Wilkův test, pro který byla zvolena hladina signifikance $p \leq 0,05$. Všechny analýzy v této kapitole byly provedeny v programu R 4.3.1 (R Core Team, 2023).

7.1.1. Výzkumný soubor

Výzkumu se celkem zúčastnilo 31 dětí, z toho 15 dívek a 16 chlapců. Průměrný věk byl při prvním měření 11,9 roku ($SD = 3,45$), přičemž nejnižší věk byl 6,6 roku a nejvyšší 18,4 roku. Většina dětí docházela na běžnou základní školu ($N = 25$), menší část na střední odborné učiliště zakončené výučním listem ($N = 2$) a střední odbornou školu zakončenou maturitní zkouškou ($N = 1$). Zbytek dětí docházel na gymnázium ($N = 3$). U 3 dětí se objevila obtížnější adaptace při nástupu do mateřské školy a 7 dětí mělo odklad školní docházky (avšak bez vážných příčin). Žádný z probandů neopakoval ani jeden ročník na základní či střední škole, dokonce dvě třetiny dětí ($N = 20$) měly na posledním vysvědčení vyznamenání. Většina dětí ($N = 28$) jsou praváci.

U 1 dítěte rodiče reportovali potíže v těhotenství (konkrétně hlídání porod z důvodu předchozího předčasného porodu a potratu) a u 1 dítěte se objevily blíže nespecifikované nezávažné potíže při porodu. Rodinná anamnéza je u všech probandů bez jednoznačné psychiatrické či neurologické zátěže. U 1 dítěte se projevil pomalejší vývoj řeči, bez diagnózy opožděného vývoje řeči nebo vývojové dysfázie, jinak nikdo žádné potíže v psychomotorickém vývoji dítěte nereportoval.

Větší část rodin ($N = 17$) žije ve městě, zbytek na vesnici, a většina dětí žije v úplné rodině ($N = 19$). Přibližně polovina matek měla dokončenou vysokou školu ($N =$

15), ostatní měly dokončenou střední školu s maturitní zkouškou ($N = 13$) nebo střední odborné učiliště ($N = 3$). I mezi otci měla asi polovina dokončenou vysokou školu ($N = 15$), méně jich ale mělo maturitní zkoušku ($N = 8$) a 1 z nich měl základní vzdělání. Zaměstnání rodičů našich probandů je různorodé jak v oborech, tak v míře kvalifikace (Tabulka 1).

Tabulka 1

Četnost povolání rodičů

Matka		Otec	
Povolání	Četnost	Povolání	Četnost
Administrativa - celní správa	1	Analytik, logistik	2
Asistent pedagoga	4	Datový a finanční analytik	2
Fyzioterapeut	1	Dělník	3
Laborant - chemická výroba	1	Elektrikář	2
Lékař	2	Letecký pozemní technik	1
Nepracuje - pečující osoba	2	Lékař	2
OSVČ - prodej oděvů	2	Manažer	5
Pomocná kuchařka	1	Masér	2
Pracovník České pošty	1	Muzikant	2
Prodáváč	1	Opravář	1
Projektová manažerka	1	Pastorační asistent	1
Psycholog	2	Revizní technik	2
Správce dokumentace	2	Řidič kamionu	1
Telefonista	1	Technik	2
Účetní/ekonom	2	Zahradník	1
Učitelka	5	Zedník	1
Vychovatelka	1		
Zdravotní sestra	1		

Všem dětem byla také zadána Zkrácená Wechslerova inteligenční škála, druhé vydání (WASI-II; Wechsler, 2011). Výsledky byly vyhodnoceny na základě norem získaných na americké populaci. Průměrný intelekt výzkumného souboru byl 108,1 ($SD = 11,68$), přičemž minimální hodnota byla 88, maximální 137. Žádné z dětí tedy nemělo intelekt, který by dle mezinárodní klasifikace nemocí (MKN-10; Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2021) spadal do pásma významného podprůměru (tedy žádné z dětí nesplňovalo kritéria pro diagnózu mentální retardace).

7.1.2. Exekutivní funkce

Předpoklad normality rozložení dat byl na základě těchto analýz potvrzen pro substesty Třídění a Verbální fluence, dále pak pro proměnnou Čas ve verzi A v substestu

Inhibice a přesun pozornosti - Přesun pozornosti a verzi B subtestu Pracovní paměť
(Tabulka 2).

Tabulka 2

Deskriptivní statistika a Shapiro-Wilkův test v doméně Exekutivní funkce

Subtest	Proměnná	Verze	Průměr	SD	Minimum	Maximum	Shapiro-Wilk <i>W</i>	Shapiro-Wilk <i>p</i>
Třídění	Správná pravidla	A	10,97	3,67	4,00	17,00	0,96	0,257
	Správná pravidla	B	11,81	4,31	3,00	21,00	0,97	0,532
Inhibice a přesun pozornosti - Pojmenování	Čas	A	21,66	6,56	13,75	45,00	0,86	< 0,001
	Čas	B	21,58	7,86	12,26	53,00	0,81	< 0,001
	Neopravené chyby	A	0,06	0,25	0,00	1,00	0,27	< 0,001
	Neopravené chyby	B	0,03	0,18	0,00	1,00	0,18	< 0,001
	Opravené chyby	A	0,42	0,67	0,00	2,00	0,65	< 0,001
	Opravené chyby	B	0,29	0,46	0,00	1,00	0,57	< 0,001
	Chyby celkem	A	0,48	0,72	0,00	2,00	0,67	< 0,001
	Chyby celkem	B	0,32	0,48	0,00	1,00	0,59	< 0,001
Inhibice a přesun pozornosti - Inhibice	Čas	A	28,48	11,32	16,12	73,00	0,82	< 0,001
	Čas	B	33,89	20,13	14,22	130,00	0,61	< 0,001
	Neopravené chyby	A	0,26	0,82	0,00	4,00	0,37	< 0,001
	Neopravené chyby	B	0,39	0,99	0,00	4,00	0,46	< 0,001
	Opravené chyby	A	0,61	0,95	0,00	3,00	0,67	< 0,001
	Opravené chyby	B	1,10	1,08	0,00	3,00	0,82	< 0,001
	Chyby celkem	A	0,87	1,15	0,00	4,00	0,76	< 0,001
	Chyby celkem	B	1,48	1,55	0,00	7,00	0,81	< 0,001
Inhibice a přesun pozornosti - Přesun pozornosti	Čas	A	46,71	14,49	26,58	78,00	0,94	0,075
	Čas	B	43,98	22,68	23,43	151,00	0,62	< 0,001
	Neopravené chyby	A	0,87	1,88	0,00	9,00	0,53	< 0,001
	Neopravené chyby	B	0,35	0,75	0,00	3,00	0,54	< 0,001
	Opravené chyby	A	1,71	1,72	0,00	6,00	0,86	< 0,001
	Opravené chyby	B	1,90	1,70	0,00	7,00	0,88	0,002
	Chyby celkem	A	2,57	2,09	0,00	9,00	0,91	0,013
	Chyby celkem	B	2,26	1,65	0,00	7,00	0,92	0,019
Pracovní paměť	Hrubý skór	A	10,77	4,62	6,00	28,00	0,79	< 0,001
	Hrubý skór	B	11,10	3,88	5,00	20,00	0,96	0,270
Verbální fluence - Fonemická	Fonemická pro K/T	A	11,52	6,10	3,00	27,00	0,93	0,051
	Fonemická pro K/T	B	9,45	4,46	2,00	19,00	0,97	0,525
	Fonemická pro V/M	A	9,26	5,33	1,00	19,00	0,95	0,163
	Fonemická pro V/M	B	8,55	3,93	2,00	16,00	0,96	0,220
	Fonemická celkem	A	20,77	10,86	4,00	46,00	0,96	0,244
	Fonemická celkem	B	18,00	7,91	4,00	35,00	0,97	0,534
Verbální fluence - Kategorická	Kategorická	A	21,00	7,27	10,00	37,00	0,96	0,267
	Kategorická	B	16,16	4,90	6,00	27,00	0,99	0,985
	Kategorická se střídáním	A	13,32	3,94	6,00	23,00	0,97	0,399
	Kategorická se střídáním	B	11,71	4,26	5,00	23,00	0,95	0,173
	Počet switchů	A	12,06	3,93	5,00	22,00	0,96	0,374
	Počet switchů	B	10,65	4,27	4,00	22,00	0,95	0,128
Prospektivní paměť	Hrubý skór	A	12,03	3,08	2,00	16,00	0,84	< 0,001
	Hrubý skór	B	11,00	4,02	3,00	16,00	0,89	0,004
	Rekognice	A	7,97	0,18	7,00	8,00	0,18	< 0,001
	Rekognice	B	7,90	0,30	7,00	8,00	0,34	< 0,001

Pozn. SD - směrodatná odchylka.

7.1.3. Pozornost

V doméně Pozornost se normalita rozložení dat nepotvrdila u žádného subtestu, pro statistickou analýzu tak bude nutné využít neparametrické statistické testy (Tabulka 3).

Tabulka 3

Deskriptivní statistika a Shapiro-Wilkův test v doméně Pozornost

Subtest	Proměnná	Verze	Průměr	SD	Minimum	Maximum	Shapiro-Wilk W'	Shapiro-Wilk p
Sluchová pozornost	Hrubý skóre	A	30,87	1,28	27,00	32,00	0,81	< 0,001
	Hrubý skóre	B	30,84	1,57	27,00	32,00	0,75	< 0,001
	Opomenutí	A	1,13	1,28	0,00	5,00	0,81	< 0,001
	Opomenutí	B	1,10	1,51	0,00	5,00	0,74	< 0,001
	Záměna	A	0,55	0,81	0,00	2,00	0,66	< 0,001
	Záměna	B	0,52	1,00	0,00	4,00	0,60	< 0,001
	Inhibice	A	0,55	2,35	0,00	13,00	0,25	< 0,001
	Inhibice	B	1,16	5,57	0,00	31,00	0,22	< 0,001
Zraková pozornost	Hrubý skóre	A	118,65	65,11	42,00	242,00	0,88	0,003
	Hrubý skóre	B	120,65	65,67	38,00	262,00	0,91	0,014
	Opomenutí	A	2,58	3,45	0,00	16,00	0,74	< 0,001
	Opomenutí	B	3,52	4,38	0,00	22,00	0,71	< 0,001
	Záměna	A	1,16	1,55	0,00	5,00	0,76	< 0,001
	Záměna	B	0,68	1,68	0,00	8,00	0,46	< 0,001

Pozn. SD - směrodatná odchylka.

7.2. Statistická analýza

K testování stanovených hypotéz byl využit Spearmanův korelační koeficient pro ověření Hypotézy č. 1 u subtestů, pro které jsme v předchozí části zamítli normalitu rozložení dat na základě Shapirova-Wilkova testu, a Pearsonův korelační koeficient u subtestů, které předpoklad normálního rozložení dat splňují. Síla korelace byla interpretována následujícím způsobem:

- Pearsonovo r /Spearmanovo $\rho \leq 0,39$ – slabá korelace;
- $0,40 \leq \text{Pearsonovo } r/\text{Spearmanovo } \rho \leq 0,69$ – středně silná korelace;
- Pearsonovo r /Spearmanovo $\rho \geq 0,70$ – silná korelace.

Dále pro ověření Hypotézy č. 2 byl použit t -test nebo Wilcoxonův test pro párové vzorky v závislosti na normalitě rozložení daných dat. Pro t -test je uvedena také velikost efektu (Cohenovo d). Velikost efektu byla interpretována takto:

- $d \leq 0,49$ – malý efekt;
- $0,50 \leq d \leq 0,79$ – střední efekt;
- $d \geq 0,80$ – velký efekt.

U Wilcoxonova testu pro párové vzorky byla velikost efektu vyjádřena pomocí r hodnoty a interpretace této hodnoty se řídila následujícím pravidlem:

- $r \leq 0,29$ – malý efekt;
- $0,30 \leq r \leq 0,49$ – střední efekt;
- $r \geq 0,50$ – velký efekt.

Statistické analýzy byly provedeny v programu R 4.3.1 (R Core Team, 2023).

7.2.1. Exekutivní funkce

Pro ověření Hypotézy č. 1 v této doméně byl u většiny subtestů využit Spearmanův korelační koeficient, Pearsonův koeficient je uveden jen u subtestů, které splňují předpoklad normálního rozložení, tedy u subtestů *Třídění* a *Verbální fluence*.

Tabulka 4

Korelace v doméně Exekutivní funkce

Subtest	Proměnná	Pearsonovo r	Spearmanovo ρ	p hodnota
Třídění	Správná pravidla	0,76		< 0,001
Inhibice a přesun pozornosti - Pojmenování	Čas		0,71	< 0,001
	Neopravené chyby		-0,05	0,798
	Opravené chyby		0,16	0,378
	Chyby celkem		0,25	0,166
Inhibice a přesun pozornosti - Inhibice	Čas		0,81	< 0,001
	Neopravené chyby		0,40	0,028
	Opravené chyby		0,40	0,028
	Chyby celkem		0,36	0,047
Inhibice a přesun pozornosti - Přesun pozornosti	Čas		0,79	< 0,001
	Neopravené chyby		0,15	0,417
	Opravené chyby		0,45	0,012
	Chyby celkem		0,43	0,015
Pracovní paměť	Hrubý skór		0,55	0,001
Verbální fluence - Fonemická	Fonemická pro K/T	0,81		< 0,001
	Fonemická pro V/M	0,79		< 0,001
	Fonemická celkem	0,90		< 0,001
Verbální fluence - Kategorická	Kategorická	0,40		0,025
	Kategorická se střídáním	0,59		< 0,001
	Počet switchů	0,60		< 0,001
Prospektivní paměť	Hrubý skór		0,41	0,022
	Rekognice		0,56	0,001

Statisticky signifikantní a alespoň středně silné korelace dosahovaly subtesty *Třídění*, *Pracovní paměť*, *Verbální fluence* a *Prospektivní paměť*, u těchto subtestů je možné zamítnout nulovou hypotézu a přijmout Hypotézu č. 1 (Tabulka 4).

V subtestu *Inhibice a přesun pozornosti* byla korelace statisticky signifikantní a dosahovala dostatečné síly efektu u všech měřených časů. U většiny chybových skóru se však tento předpoklad nepotvrdil, kromě hodnot pro Opravené chyby a Chyby celkem v části Přesun pozornosti a Neopravené chyby a Opravené chyby v části Inhibice, kde korelace dosahují střední síly a jsou statisticky signifikantní. Tyto

výsledky lze vysvětlit nízkou variací v chybových proměnných proměnných a neměly by mít vliv na běžnou využitelnost testu (Tabulka 4).

Tabulka 5
Rozdílové statistiky v doméně Exekutivní funkce

Subtest	Proměnná	<i>t</i> -statistika	<i>p</i> hodnota	Cohenovo <i>d</i>	Wilcoxonův test (<i>p</i> hodnota)	<i>r</i> hodnota
Třídění	Správná pravidla	-1,660	0,106	0,3		
Inhibice a přesun pozornosti - Pojmenování	Čas				0,004	0,52
	Neopravené chyby				0,590	0,02
	Opravené chyby				0,061	0,44
	Chyby celkem				0,056	0,36
Inhibice a přesun pozornosti - Inhibice	Čas				0,629	0,1
	Neopravené chyby				0,773	0,1
	Opravené chyby				0,397	0,09
	Chyby celkem				0,317	0,1
Inhibice a přesun pozornosti - Přesun pozornosti	Čas				0,019	0,43
	Neopravené chyby				0,151	0,22
	Opravené chyby				0,610	0,14
	Chyby celkem				0,562	0,12
Pracovní paměť	Hrubý skór				0,585	0,12
Verbální fluence - Fonemická	Fonemická pro K/T	3,205	0,003	0,58		
	Fonemická pro V/M	1,194	0,242	0,21		
	Fonemická celkem	1,194	0,005	0,54		
Verbální fluence - Kategorická	Kategorická	3,878	< 0,001	0,7		
	Kategorická se střídáním	2,425	0,021	0,44		
	Počet switchů	2,139	0,041	0,38		
Prospektivní paměť	Hrubý skór				0,180	0,24
	Rekognice				0,346	0,25

Pro ověření, zda je mezi verzemi NB-D statisticky signifikantní rozdíl v jednotlivých proměnných, byl u většiny subtestů použit neparametrický Wilcoxonův test pro párové vzorky. Pro subtesty *Třídění* a *Verbální fluence* byl vzhledem k normalitě rozložení dat použit *t*-test.

Jako statisticky nesignifikantní se potvrdily rozdíly mezi proměnnými v subtestech *Třídění*, *Pracovní paměť* a *Prospektivní paměť*, je tedy možné v těchto subtestech zamítnout nulovou hypotézu a přijmout Hypotézu č. 2. Po provedení Wilcoxonova testu pro párové vzorky byl v subtestu *Inhibice a přesun pozornosti* odhalen statisticky signifikantní rozdíl v části *Pojmenování* pro proměnnou *Čas*, *r* hodnota naznačuje velkou sílu efektu. Dále byl významný rozdíl v části *Přesun pozornosti* pro *Čas* se střední silou efektu. V subtestu *Verbální fluence* byl kromě *Fonemické fluence V/M* zaznamenán statisticky signifikantní rozdíl hrubých skóre u všech proměnných. Tento efekt dosahuje na základě *Cohenova d* střední velikosti pro

hodnoty Fonemická fluence pro K/T, Fonemická fluence celkem a Kategorická fluence. Pro ostatní měřené proměnné je velikost efektu malá (Tabulka 5).

7.2.2. Pozornost

Oba subtesty, které spadají do domény Pozornost, nesplňují kritéria normálního rozložení dat, a tak byly pro statistické analýzy zvoleny neparametrické testy, konkrétně Spearmanův korelační koeficient a Wilcoxonův test pro párové vzorky.

Tabulka 6

Korelace v doméně Pozornost

Subtest	Proměnná	Spearmanovo ρ	p hodnota
Sluchová pozornost	Hrubý skór	0,54	0,002
	Opomenutí	0,53	0,002
	Záměna	0,44	0,014
	Inhibice	0,25	0,170
Zraková pozornost	Hrubý skór	0,89	< 0,001
	Opomenutí	0,33	0,068
	Záměna	-0,16	0,404

Pro subtest *Sluchová pozornost* dosahují statisticky signifikantní korelace všechny proměnné kromě Inhibice, velikost efektu je střední. Pro subtest *Zraková pozornost* dosahuje celkový hrubý skór silné korelace, která je také statisticky signifikantní. Ostatní proměnné spolu nekorelují signifikantně. I v těchto subtestech je ale možné připsat nízkou nebo nesignifikantní korelaci v chybových skórech (Opomenutí, Záměna, Inhibice) jejich malé varianci a pro využitelnost testu by tedy neměla být překážkou (Tabulka 6).

Tabulka 7

Rozdílové statistiky v doméně Pozornost

Subtest	Proměnná	Wilcoxonův test (p hodnota)	r hodnota
Sluchová pozornost	Hrubý skór	0,733	0,03
	Opomenutí	0,866	0,06
	Záměna	0,793	0,08
	Inhibice	0,461	0,02
Zraková pozornost	Hrubý skór	0,387	0,17
	Opomenutí	0,182	0,24
	Záměna	0,128	0,28

V žádné měřených proměnných v subtestech Sluchová pozornost a Zraková pozornost nebyl Wilcoxonův test pro párové vzorky statisticky signifikantní. Je tedy možné pro doménu Pozornost přijmout Hypotézu č. 2 (Tabulka 7).

Hypotéza č. 1 byla zaměřena na to, zda spolu budou subtesty verze A a verze B korelovat. Výsledky předkládané studie ukazují v doméně Exekutivní funkce signifikantní korelace pro subtesty *Třídění*, *Pracovní paměť*, *Prospektivní paměť* a *Verbální fluence*, dále pak pro měřené časy v subtestu *Inhibice a přesun pozornosti* a pro chybové skóry Opravené chyby a Chyby celkem v části Přesun pozornosti a Neopravené chyby a Opravené chyby v části Inhibice tohoto subtestu. V doméně Pozornost byly signifikantní a středně silné až silné korelace u subtestu *Sluchová pozornost* ve všech proměnných kromě Inhibice, v subtestu *Zraková pozornost* pak pouze u celkového hrubého skóru, nesignifikantní korelace se tedy objevily u chybových skórů (Opomenutí, Záměna, Inhibice).

Hypotéza č. 2 směřuje k tomu, zda budou rozdílové statistiky skórů jednotlivých subtestů verze A a verze B statisticky signifikantní, což by svědčilo proti ekvivalenci verzí. Signifikantní rozdílové statistiky se v doméně Exekutivní funkce objevily u měřených časů subtestu *Inhibice a přesun pozornosti*, kromě času u části Inhibice, a také pro všechny proměnné ve *Verbální fluenci*, kromě Fonemické fluence pro V/M. V doméně Pozornost nebyl použitý Wilcoxonův test pro párové vzorky signifikantní v žádné proměnné.

Obě hypotézy můžeme přijmout jako platné u subtestů *Třídění*, *Pracovní paměť* a *Prospektivní paměť* v doméně Exekutivní funkce a tyto subtesty je tedy možné považovat za ekvivalentní. Statisticky signifikantní středně silné až silné korelace a nevýznamné rozdíly v průměrných výsledcích obou verzí testu odráží konzistenci v měřených exekutivních funkcích u zkoumané populace a naznačují ekvivalenci obou verzí NB-D.

V subtestech *Inhibice a přesun pozornosti* domény Exekutivní funkce a *Sluchová pozornost* a *Zraková pozornost* se projeví silné korelace pro všechny tři měřené časy a pro celkové hrubé skóry, ovšem korelace chybových skórů nebyla dostatečně silná nebo signifikantní ve všech měřených proměnných.

Posledním zkoumaných subtestem byla *Verbální fluence* domény Exekutivní funkce. Korelace byla ve všech proměnných signifikantní a pro všechny proměnné kromě Kategorické fluence také dosahovala silné korelace. Nesignifikantní rozdíl mezi hrubými skóry se pak ukázal v proměnné Fonemická fluence pro V/M, v ostatních proměnných byly rozdíly signifikantní a velikost efektů byla malá až střední. V tomto subtestu je psychometrická ekvivalence na základě těchto výsledků neúplná a za statisticky plně ekvivalentní lze považovat pouze Fonemickou fluenci pro hlásky V a M.

8. Diskuse

Cílem diplomové práce bylo provést studii zaměřenou na posouzení reliability, konkrétně pro paralelnost verzí A a B NB-D, a to pro subtesty v doménách Exekutivní funkce a Pozornost. Zkoumanými subtesty byly subtesty Třídění, Inhibice a přesun pozornosti, Pracovní paměť, Verbální fluence a Prospektivní paměť v oblasti Exekutivních funkcí a Sluchová pozornost a Zraková pozornost v oblasti Pozornosti. V oblasti měření kognitivních funkcí je pro dětskou populaci v České republice výrazný nedostatek metod s kvalitními a aktuálními normami, přičemž alternativní verze pro existující metody často vůbec nejsou k dispozici. Tato práce, spolu s předchozí prací diplomovou, nabízí studii paralelnosti verzí nově vznikající NB-D ve výše zmíněných doménách, a obě práce jsou tak prvním příspěvkem na toto téma. Kvalitní metody pro měření exekutivy a pozornosti mohou přispět k nastavení individuálních léčebných plánů, měření efektivity léčby nebo rehabilitace, případně poslouží při sledování vývoje těchto funkcí.

Jak je zmíněno v kapitole shrnující výsledky studie, za ekvivalentní lze považovat subtesty Třídění, Pracovní paměť a Prospektivní paměť v doméně Exekutivní funkce. Úplná statistická ekvivalence se nepotvrdila u subtestů Inhibice a přesun pozornosti, Sluchová pozornost a Zraková pozornost. V těchto subtestech nebyla dostatečně silná nebo signifikantní korelace pro některé chybové skóry. To lze však vysvětlit nízkou variancí v těchto proměnných, tedy nízkým rozptylem v počtu jednotlivých druhů chyb, a tyto výsledky by tedy neměly mít dopad na praktickou využitelnost jednotlivých subtestů.

Pro subtesty Verbální fluence byly signifikantní všechny proměnné, ovšem nesignifikantní rozdíl hrubých skóru se podařilo prokázat pouze pro Fonemickou fluenci pro V/M. Ekvivalencí hlásek v testu fonemické fluence se zabývalo již více autorů (Benton et al., 1994; Kopeček & Kuncová, 2006; Paštrnáka et al., 2018; Štorková et al., 2004), ovšem zajištění takové ekvivalence se na české populaci povedlo zatím jen pro hlásky NKT v jedné verzi a BPL ve verzi druhé. Narozdíl od studie předkládané v této práci šlo ale o studii opírající se o dospělou populaci (Kopeček & Kuncová, 2006).

Neekvivalence různých hlásek může mít ve verbální fluenci několik důvodů. Mezi ně patří frekvence slov začínajících na určené hlásky v daném jazyce. Pokud je

frekvence slov vyšší, může být i jejich výbavnost vyšší. Také ale záleží na složitost těchto slov, protože slova začínající na některé hlásky mohou být kognitivně náročnější na generování než jiné i přes to, že jsou frekventovanější ve zkoumaném jazyce (Kopeček & Kuncová, 2006).

V NB-D je pro každou verzi stanovena jedna tvrdá a jedna obojetná souhláska (tedy taková, která se objevuje ve vyjmenovaných slovech). Právě dvojice hlásek obojetných vykazuje dostatečnou psychometrickou ekvivalenci, narozdíl od dvojice souhlásek tvrdých. Bylo by vhodné se v budoucích studiích zabývat tím, zda druh souhlásky v českém jazyce nemá vliv na výbavnost slov, které na ni začínají. Ovšem frekvenci slov v jazyce je obtížné zjistit, navíc je slovní zásoba u dospělých jiná než u dětí. U dětské populace se zpravidla nevyvíjí lineárně a frekvence užívání různých slov je v každém věku odlišná.

Silnou stránkou této práce je prvenství v daném tématu. Pro dětskou neuropsychologii je zásadní mít možnost měření jednotlivých kognitivních funkcí u dětské populace, ovšem dostupných metod není příliš. Navíc může být nezbytné měření těchto funkcí opakovat v krátkém časovém úseku – například pro stanovení úspěšnosti rehabilitace a efektu léčby. Proto je důležité mít k dispozici také ekvivalentní verze testu, užívání stejné verze k opakování měření po krátkém čase by mohlo vést ke zkreslování výsledků.

Populační vzorek této studie navíc dobře reprezentuje populaci, pro kterou bude test v budoucnu využit, tedy děti ve věku od 6 do 19 let. Výzkumu se účastnily děti a dospívající v různém věku tak, aby byly zastoupeny všechny věkové kategorie. Z pohledu rozložení pohlaví jde také o kvalitní soubor a dívek i chlapců je ve vzorku přibližně stejně. Na socioekonomický status rodin, ze kterých děti pochází, lze usuzovat na základě vzdělání a povolání rodičů, přičemž i v tomto ohledu bylo ve vzorku dobré zastoupení různých stupňů vzdělání a různě kvalifikovaných povolání. Zastoupeny jsou také rodiny žijící ve městě a na vesnici. Velikost výzkumného souboru byla navíc stanovena na základě power analýzy a pro použité statistické analýzy by tak měl být adekvátní. Z tohoto pohledu jde o kvalitní výzkumný vzorek.

Práce má ale také své limity. Přestože je výzkumný soubor heterogenní v různých směrech a má na základě power analýzy adekvátní velikost pro získání stanovených

velikostí efektu, jde stále o relativně malý soubor, který by nemusel správně reprezentovat celou populaci. To může negativně ovlivnit generalizovatelnost výsledků.

Významným problémem při testování exekutivních funkcí je efekt učení. Při testech zaměřených na exekutivu je obvykle od probanda vyžadováno generovat nové strategie pro vyřešení zadané úlohy. Přestože je pak alternativní forma testu odlišná, může být zapamatována již použitá strategie a mohlo by tak docházet k nadhodnocování výsledků (Kurtz et al., 2004). Tento problém jsem v předkládané studii řešila po vzoru předchozích studií, tedy probandi byli rozděleni na dvě skupiny a jednotlivé alternativní verze jim byly zadány v odlišném pořadí (Atkinson et al., 2011; Hubley & Jassal, 2005; Poreh et al., 2012; Shenoy et al., 2020; Wagner et al., 2011), aby se předešlo vlivu efektu učení na výsledky statistických analýz.

To ale nemusí znamenat, že by alternativní verze efektu učení dostatečně předcházely. Například k WCST byla vytvořena alternativní verze CST, která se sice na základě statistických analýz jeví jako ekvivalentní, nebrání ale efektu učení a není tak k opakovanému měření v kratším časovém rozmezí vhodná (Poreh et al., 2012). Podobně tomu bylo při tvorbě alternativní formy Testu cesty (Wagner et al., 2011), ani v této studii se nepodařilo zamezit efektu učení i přes dobrou ekvivalenci všech verzí testu. Pro budoucí užití těchto verzí je proto nutné zabývat se nejen ekvivalencí forem, ale také test-retestovou reliabilitou nástroje. (Kurtz et al., 2004).

Je také možné zabývat se strategií, která by efekt učení snížila. Tou by mohla být například administrace více pokusů, což je způsob, který navrhuje Shenoyová et al. (2020) na základě své studie efektu učení u Stroopova testu. Podobně v testové baterii NEPSY II se v Inhibici administrují dva pokusy za sebou (Kemp & Korkman, 2010). Předpokladem je, že by měl efekt učení dosáhnout stropu, po němž se již výsledky učením nezlepšují.

Pro testy zaměřené pouze na pozornost by efekt učení nemusel být tak významným faktorem, jako je tomu u exekutivy. To může vyplývat z měření test-retestové reliability u předchozích studií, pokud k jejímu měření došlo. Například u testu D2 byly různými autory zjišťovány reliability při retestování v různě dlouhých časových rozmezích (od 5 hodin do 40 měsíců). I po tak krátké časové prodlevě, jako je 5 hodin, se ukazuje, že jsou naměřené výsledky stabilní (Balcar, 2000). Pro určení, zda

skutečně k efektu učení u jednotlivých subtestů zaměřených na pozornost nedochází, je nutné doplnit další psychometrické analýzy, jako je test-retestová reliabilita.

Další limitací studie je předpoklad stálosti měřených atributů. Obě verze NB-D byly administrovány v rozmezí dvou až čtyřech týdnů. Předpoklad stálosti měřených atributů v tomto časovém rozmezí může být problematický, a to především u dětí, kde může i v krátkém časovém úseku dojít k přirozenému rozvoji v měřených oblastech (Urbánek et al., 2011). Rozptyl mezi měřeními byl zvolen s přihlédnutím k této skutečnosti. V takto krátkém časovém úseku by k výraznému vývoji nemělo dojít, ovšem úplně se této skutečnosti v této práci zabránit nepodařilo, a proto mohou být výsledky nestálosti měřených atributů negativně ovlivněny.

Dalším negativním vlivem na generalizovatelnost zjištěných výsledků mohou být subjektivní faktory na straně probanda. Mezi ně můžeme zařadit kolísání výkonové motivace, únavy nebo nálady, případně subjektivní vnímání testové situace.

Prokázání dobré psychometrické ekvivalence subtestů ale ještě není dostačující pro jejich doporučení pro praktické využití při opakovaném měření, je nutné zabývat se dalšími aspekty pro tvorbu kvalitní diagnostické metody. Dalším krokem, který umožní aplikaci zjištěných výsledků, je vyrovnávání alternativních forem testu. Přestože byla na základě statistických analýz u většiny subtestů prokázána jejich ekvivalence, nejde o dokonalou paralelnost, té je v psychologickém testování v podstatě nemožné dosáhnout.

Proces vyrovnávání se snaží zvýšit srovnatelnost výsledků obou verzí testu a umožnit tak jejich praktické využití (Urbánek et al., 2011). Jako nejvhodnější forma vyrovnávání v testování kognitivních funkcí se jeví equipercentilní vyrovnávání (Gross et al., 2012). To identifikuje skóry na prvním testovém formuláři, které mají stejný percentilový pořadí jako skóry na druhém formuláři testu (González & Wiberg, 2017). Jednoznačné ekvivalence v subtestech, ve kterých se úplná statistická ekvivalence nepotvrdila, tedy Inhibice a přesun pozornosti, Sluchová pozornost, Zraková pozornost a Verbální fluence, pak bude možné dosáhnout právě vyrovnáním norem korekcí bodového hodnocení výkonu.

Je také nutné pro využitelnost celé testové baterie provést analýzu ekvivalence obou verzí testu i v ostatních doménách. Těmi jsou kromě Exekutivních funkcí a Pozornosti ještě Paměť a učení, Řeč, Zrakově-percepční funkce, Motorické funkce a

Sociální kognice. Důležitým aspektem je také výkonnostní profil v testové baterii u různých klinických populací. Bylo by tedy vhodné, aby se v budoucnu realizovaly také klinické studie zaměřené na různé populace.

V České republice je také výrazné zastoupení různých kulturních, národnostních a etnických menšin. Příslušnost k jednotlivým menšinám může mít vliv na výkonnost v jednotlivých testech kognitivních funkcí, například z důvodu odlišných kulturních zvyklostí, odlišností v užívání jazyka nebo odlišností v přístupu ke vzdělávání a výchově a celkově jiným životním zkušenostem. Proto je vhodné zabývat se vlivem těchto odlišností u různých menšin, jako jsou Romové, Vietnamci nebo Ukrajinci, na výkonnost v NB-D tak, aby nedocházelo k systematickému nadhodnocování nebo podhodnocování úrovně jejich schopností.

Vzhledem k rozvoji moderních technologií se čím dál více diagnostických metod vytváří i s možností elektronické administrace a vyhodnocení. V souvislosti s dlouhodobou nedostačující kapacitou dětských psychologů, obzvláště dětských klinických psychologů, je každé ušetření času, ve kterém se místo skórování a vyhodnocování mohou zabývat pacienti, užitečné. Proto by mohlo být zajímavé zabývat se převedením administrace a vyhodnocení NB-D i do elektronické podoby. V takovém případě by bylo nutné zjišťovat ekvivalenci papírové a počítačové verze, protože administrace skrze počítač může mít vliv na výsledný výkon.

Dále je nutné zabývat se i dalšími psychometrickými charakteristikami této baterie, jako je test-retestová reliabilita, vnitřní konzistence, shoda mezi posuzovateli nebo validita, je také nutné na základě normativní studie vytvořit populační normy pro vyhodnocování výsledků testování, případně i srovnání s jinými dostupnými diagnostickými metodami. Diagnostická pomůcka by měla poskytovat komplexní psychometrické údaje a uživatel bude volit podle nich, například při opakovaném testování bude zvažovat i alternativu retestu stejným podnětovým materiálem.

Závěr

Cílem práce bylo ověřit paralelnost dvou verzí NB-D, a to v doméně Exekutivních funkcí a Pozornosti. Doména Exekutivní funkce zahrnuje subtesty *Třídění*, *Inhibice a přesun pozornosti*, *Pracovní paměť*, *Verbální fluence* a *Prospektivní paměť*, doména Pozornost pak subtesty *Sluchová pozornost* a *Zraková pozornost*.

Obě verze testové baterie byly probandům, dětem ve věku od šesti do devatenácti let, administrovány v rozmezí dvou až čtyřech týdnů. Výzkumný soubor (N = 31) byl náhodně rozdělen na dvě skupiny, kterým byly verze zadány v opačném pořadí. Dále byl všem probandům administrován anamnestický dotazník a Zkrácená Wechslerova inteligenční škála, druhé vydání. Statistická analýza dat zahrnovala korelační analýzu (Pearsonův nebo Spearmanův korelační koeficient) a rozdílové statistiky (t-test nebo Wilcoxonův test pro párové vzorky).

Na základě statistických analýz mohou být alternativní verze NB-D považovány za ekvivalentní v subtestu *Třídění*, kde se projevila silná korelace a statisticky nesignifikantní rozdíl hrubých skóřů. Středně silné korelace pak byly zjištěny v subtestech *Pracovní paměť* a *Prospektivní paměť*, rozdílové statistiky nebyly signifikantní. I v těchto subtestech lze na základě této studie předpokládat ekvivalenci.

V subtestech *Inhibice a přesun pozornosti*, *Verbální fluence*, *Sluchová pozornost* a *Zraková pozornost* byla zjištěna neúplná psychometrická ekvivalence verzí testové baterie. Pro první zmíněný subtest lze za ekvivalentní považovat pouze měřený čas v části *Inhibice*. Signifikantní a dostatečně silné korelace se projevily pouze v měřených časech u všech tří částí subtestu. Rozdílové statistiky pak byly signifikantní v měřených časech v částech *Pojmenování* a *Přesun pozornosti*. V subtestu *Verbální fluence* dosahovaly korelační analýzy dostatečné statistické signifikance i síly, ale signifikantní rozdíly hrubých skóřů byly ve všech proměnných kromě *Fonemické fluence pro hlásky V a M*, ekvivalenci se tedy podařilo potvrdit pouze u této proměnné. V subtestech zaměřených na pozornost se psychometrická ekvivalence potvrdila pro celkové hrubé skóřy.

Předkládaná studie potvrzuje, že podnětový materiál zmíněných subtestů NB-D ve verzi A i ve verzi B vybízí testované ke srovnatelné výkonnosti, výstupy mohou být mezi verzemi považovány za konzistentní. U většiny sledovaných subtestů se podařilo

prokázat plnou paralelnost mezi verzemi A a B, k dosažení jednoznačnější ekvivalence u subtestů *Inhibice a přesun pozornosti*, *Verbální fluence*, *Sluchová pozornost* a *Zraková pozornost* bude možné dojít přes analýzy směřující k vyrovnání norem korekcí bodového hodnocení výkonu, tedy dosaženého testového skóru.

Rigorózní práce rozšiřuje mou diplomovou práci (Doubravová, 2024) a je spojena se standardizací nově vznikající NB-D, spolu s prací diplomovou se jako první zabývá potřebou ověření paralelnosti obou verzí této testové baterie. Jedná se však pouze o první krok, obdobným procesem jako domény Exekutivní funkce a Pozornost budou muset projít i ostatní testové domény.

Reference

- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis, C., & Adams, A. M. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87(2), 85–106. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2003.10.002>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (5th ed.)*. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- American Psychological Association (APA). (2020). *Publication Manual of the American Psychological Association (7th ed.)*. American Psychological Association.
- Andersen S. L. (2018). Stress, sensitive periods, and substance abuse. *Neurobiology of Stress*, 10, 100140, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.ynstr.2018.100140>
- Ardila, A. (2013). There are Two Different Dysexecutive Syndromes. *Neurological Disorders*, 1(144), 2. <https://dx.doi.org/10.4172/jnd.100014>
- Aron, A. R., Robbins, T. W., & Poldrack, R. A. (2014). Inhibition and the right inferior frontal cortex: One decade on. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(4), 177–185. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.12.003>
- Astafiev, S. V., Shulman, G. L., Stanley, C. M., Snyder, A. Z., Van Essen, D. C., & Corbetta, M. (2003). Functional organization of human intraparietal and frontal cortex for attending, looking, and pointing. *Journal of Neuroscience*, 23(11), 4689-4699. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.23-11-04689.2003>
- Atkinson, T. M., Ryan, J. P., Kryza, M., & Charette, L. M. (2011). Using versions of the trail making test as alternate forms. *The Clinical Neuropsychologist*, 25(7), 1193–1206. <https://doi.org/10.1080/13854046.2011.589410>
- Baddeley, A. (1996). The fractionation of working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 93(24), 13468-13472. <https://doi.org/10.1073/pnas.93.24.13468>
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47–89. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)

- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Baijal, S., Jha, A. P., Kiyonaga, A., Singh, R., & Srinivasan, N. (2011). The influence of concentrative meditation training on the development of attention networks during early adolescence. *Frontiers in Psychology*, 2, 153. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00153>
- Balcar, K. (2000). *Test pozornosti d2*. Hogrefe.
- Banich, M. T., & Depue, B. E. (2015). Recent advances in understanding neural systems that support inhibitory control. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 1, 17–22. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2014.07.006>
- Baghdadi, G., Towhidkhan, F., & Rajabi, M. (2021). *Neurocognitive mechanisms of attention: Computational models, physiology, and disease states*. Academic Press.
- Beauchamp, M. S., Petit, L., Ellmore, T. M., Ingeholm, J., & Haxby, J. V. (2001). A parametric fMRI study of overt and covert shifts of visuospatial attention. *Neuroimage*, 14(2), 310–321. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0788>
- Beglinger, L. J., Gaydos, B., Tangphao-Daniels, O., Duff, K., Kareken, D. A., Crawford, J., Fastenau, P. S., & Siemers, E. R. (2005). Practice effects and the use of alternate forms in serial neuropsychological testing. *Archives of Clinical Neuropsychology : The Official Journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 20(4), 517–529. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2004.12.003>
- Barrios-Fernandez, S., Gozalo, M., Amado-Fuentes, M., Carlos-Vivas, J., & Garcia-Gomez, A. (2021). A short version of the EFECO online questionnaire for the assessment of executive functions in school-age children. *Children*, 8(9), 799.
- Bell, M. A. (2012). A psychobiological perspective on working memory performance at 8 months of age. *Child Development*, 83(1), 251–265. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2011.01684.x>
- Benton, A. L. (1968). Differential behavioral effects in frontal lobe disease. *Neuropsychologia*, 6, 53–60. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(68\)90038-9](https://doi.org/10.1016/0028-3932(68)90038-9)

Benton, A. L., Hamsher, K. S., & Sivan, A. B. (1994). *Multilingual Aphasia Examination (3rd ed.)*. Psychological Assessment Resources.

Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child Development, 81*(6), 1641–1660. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x>

Bezdíček, O., Georgi, H., Nikolai, T., & Kopeček, M. (2021). *Pražská verze Stroopova testu*. Karolinum.

Bezdíček, O., Michalec, J., & Shallice, T. (2018). *Londýnská věž (ToL), Schalliceova verze ToL*. Karolinum.

Bezdicek, O., Motak, L., Axelrod, B. N., Preiss, M., Nikolai, T., Vyhnálek, M., Poreh, A., & Růžička, E. (2012). Czech version of the trail making test. *Archives of Clinical Neuropsychology, 27*, 906–914. <https://doi.org/10.1093/arclin/acs084>

Blankenship, T. L., Slough, M. A., Calkins, S. D., Deater-Deckard, K., Kim-Spoon, J., & Bell, M. A. (2019). Attention and executive functioning in infancy: Links to childhood executive function and reading achievement. *Developmental Science, 22*(6), 1–9. <https://doi.org/10.1111/desc.12824>

Brickenkamp R. (1962) *Aufmerksamkeits-Belastungs-Test (Test d2) [The d2 Test of Attention]*. Hogrefe.

Broadbent, D (1958). *Perception and Communication*. London: Pergamon Press.

Broomell, A. P. R., & Bell, M. A. (2022). Longitudinal development of executive function from infancy to late childhood. *Cognitive Development, 63*, 101229. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2022.101229>

Brown, G. G., King, T. Z., Haaland, K. Y., & Crosson, B. (2023). *APA Handbook of Neuropsychology: Volume 1: Neurobehavioral Disorders and Conditions: Accepted Science and Open Questions*. American Psychological Association.

Bukačová, K., Lhotová, P., & Maulisová, A. (2021). Neuropsychologická testová baterie pro děti. *E-psychologie, 15*(1), 90–91. <https://doi.org/10.29364/epsy.394>

Bush, G., Luu, P., & Posner, M. I. (2000). Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends in cognitive sciences*, 4(6), 215–222. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01483-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01483-2)

Campbell, D. T., & Fiske, D. W. (1959). Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. *Psychological Bulletin*, 56(2), 81–105. <https://doi.org/10.1037/h0046016>

Carlson, S. M., Davis, A. C., & Leach, J. G. (2005). Less is more: Executive function and symbolic representation in preschool children. *Psychological Science*, 16(8), 609–616. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2005.01583.x>

Carter, J. D., Bizzell, J., Kim, C., Bellion, C., Carpenter, K. L., Dichter, G., & Belger, A. (2010). Attention deficits in schizophrenia – preliminary evidence of dissociable transient and sustained deficits. *Schizophrenia research*, 122(1–3), 104–112. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2010.03.019>

Chen, J., Scheller, M., Wu, C., Hu, B., Peng, R., Liu, C., Liu, S., Zhu, L., & Chen, J. (2022). The relationship between early musical training and executive functions: Validation of effects of the sensitive period. *Psychology of Music*, 50(1), 86–99. <https://doi.org/10.1177/0305735620978690>

Chica, A. B., & Lupiáñez, J. (2009). Effects of endogenous and exogenous attention on visual processing: an inhibition of return study. *Brain research*, 1278, 75–85. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.04.011>

Cígler, H., & Durmeková, S. (2018). Verbální fluence u dětí ve věku 5–12 let: české normy a vybrané psychometrické ukazatele. *E-psychologie*, 12(4), 16–30. <http://dx.doi.org/10.29364/epsy.329>

Cimlerová, P., Pokorná, D., & Chalupová, E. (2007). *Diagnostika specifických poruch učení u adolescentů a dospělých osob*. Institut pedagogicko-psychologického poradenství ČR.

Cisek, P., & Kalaska, J. F. (2010). Neural mechanisms for interacting with a world full of action choices. *Annual Review of Neuroscience*, 33(1), 269–298. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.051508.135409>

Cohen, R.A. (2014). *The Neuropsychology of Attention*. Springer.

Corbetta, M., Kincade, J. M., & Shulman, G. L. (2002). Neural systems for visual orienting and their relationships to spatial working memory. *Journal of cognitive neuroscience*, 14(3), 508-523. <https://doi.org/10.1162/089892902317362029>

Corbetta, M., Patel, G., & Shulman, G. L. (2008). The reorienting system of the human brain: from environment to theory of mind. *Neuron*, 58(3), 306-324. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.04.017>

Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature reviews neuroscience*, 3(3), 201-215. <https://doi.org/10.1038/nrn755>

Corbetta, M., Tansy, A. P., Stanley, C. M., Astafiev, S. V., Snyder, A. Z., & Shulman, G. L. (2005). A functional MRI study of preparatory signals for spatial location and objects. *Neuropsychologia*, 43(14), 2041-2056. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2005.03.020>

Corsi, P. M. (1972). *Human Memory and the Medial Temporal Region of the Brain*. [Thesis, McGill University, Montreal]. <https://escholarship.mcgill.ca/concern/theses/05741s554>

Courage, M. L., Reynolds, G. D., & Richards, J. E. (2006). Infants' attention to patterned stimuli: Developmental change from 3 to 12 months of age. *Child development*, 77(3), 680-695. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2006.00897.x>

Cristofori, I., Cohen-Zimmerman, S., & Grafman, J. (2019). Executive functions. *Handbook of Clinical Neurology*, 163, 197–219. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804281-6.00011-2>

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>

Cuevas, K., Swingler, M. M., Bell, M. A., Marcovitch, S., & Calkins, S. D. (2012). Measures of frontal functioning and the emergence of inhibitory control processes at 10 months of age. *Developmental Cognitive Neuroscience, 2*(2), 235–243. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2012.01.002>

Černochová, D., Goldmann, P., Král, P., Soukupová, T., Šnorek, V., & Havlůj, V. (2010). *WAIS-III - Wechslerova inteligenční škála pro dospělé*. Hogrefe–Testcentrum.

De Ayala, R., & Santiago, S. (2016). An introduction to mixture item response theory models. *Journal of School Psychology, 60*, 25–40. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2016.01.002>

Dehaene, S., & Changeux, J. P. (2011). Experimental and theoretical approaches to conscious processing. *Neuron, 70*(2), 200–227. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2011.03.018>

Delaney, R. C., Prevey, M. L., Cramer, J., Mattson, R. H., & VA Epilepsy Cooperative Study #264 Research Group. (1992). Test-retest comparability and control subject data for the rey-auditory verbal learning test and rey-osterrieth/taylor complex figures. *Archives of Clinical Neuropsychology, 7*(6), 523–528. <https://doi.org/10.1093/arclin/7.6.523>

Delis, D. C., Kaplan, E., & Kramer, J. H. (2001). *Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS)*. Pearson.

DeMars, C. (2010). *Item Response Theory*. Oxford University Press.

Deutsch, J. A., & Deutsch, D. (1963). Attention: Some theoretical considerations. *Psychological Review, 70*(1), 80–90. <https://doi.org/10.1037/h0039515>

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology, 64*, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

Dias, N. M., Helsdingen, I. E., Lins, E. K. R. M., Etcheverria, C. E., Dechen, V. A., Steffen, L., Cardoso, C. O., & Lopes, F. M. (2023). Executive functions beyond the “Holy trinity”: A scoping review. *Neuropsychology, 38*(2), 107–125. <https://dx.doi.org/10.1037/neu0000922>

Doebel, S. (2020). Rethinking executive function and its development. *Perspectives on Psychological Science*, 15(4), 942–956. <https://doi.org/10.1177/1745691620904771>

Doubravová, N. (2024). *Paralelnost verzí A a B Neuropsychologické baterie pro děti v doméně Exekutivní funkce*. [Diplomová práce, Univerzita Karlova]. Digitální repozitář UK. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/190506>

Drozdová, K., Štěpánková, H., Lukavský, J., Bezdíček, O., & Kopeček, M. (2015). Normativní studie testu Reyovy-Osterriethovy komplexní figury v populaci českých seniorů. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, 78/111(5), 542–549. <https://www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2015-5-3/normativni-studie-testu-reyovy-osterriethovy-komplexni-figury-v-populaci-ceskych-senioru-55997>

Duncan, J., Emslie, H., Williams, P., Johnson, R., & Freer, C. (1996). Intelligence and the frontal lobe: the organization of goal-directed behavior. *Cognitive Psychology*, 30(3), 257–303. <https://doi.org/10.1006/cogp.1996.0008>

Dykiert, D., Der, G., Starr, J. M., & Deary, I. J. (2012). Sex differences in reaction time mean and intraindividual variability across the life span. *Developmental psychology*, 48(5), 1262.

Elithorn, A. (1955). A preliminary report on a perceptual maze test sensitive to brain damage. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 18(4), 287–292. <https://10.1136/jnnp.18.4.287>

Eimer, M. (1997). An event-related potential (ERP) study of transient and sustained visual attention to color and form. *Biological Psychology*, 44(3), 143e160. [https://doi.org/10.1016/S0301-0511\(96\)05217-9](https://doi.org/10.1016/S0301-0511(96)05217-9)

Emslie, H., Wilson, F. C., Burden, V., Nimmo-Smith, I., & Wilson, B. A. (2013). *Behavioural Assessment of Dysexecutive Syndrome for Children (BADSC)*. Pearson.

Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16(1), 143-149. <https://doi.org/10.3758/BF03203267>

Fan, J., McCandliss, B. D., Fossella, J., Flombaum, J. I., & Posner, M. I. (2005). The activation of attentional networks. *Neuroimage*, *26*(2), 471-479. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.02.004>

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, *39*, 175–191.

Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, *41*, 1149–1160.

Fiske, A., & Holmboe, K. (2019). Neural substrates of early executive function development. *Developmental Review*, *52*, 42–62. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2019.100866>

Floden, D. P., & Reiter, K. (2024). Executive function disorders. In M. W. Parsons & M. M. Braun (Eds.), *Clinical neuropsychology: A pocket handbook for assessment* (4th ed., 320–344). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0000383-013>

Fox, M. D., Corbetta, M., Snyder, A. Z., Vincent, J. L., & Raichle, M. E. (2006). Spontaneous neuronal activity distinguishes human dorsal and ventral attention systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *103*(26), 10046-10051. <https://doi.org/10.1073/pnas.0604187103>

Franzen, M. D., Paul, D. S., & Price, G. (1990). Alternate form reliability of Trails A, B, C, and D. In *Ninth Annual Convention of the National Academy of Neuropsychology*. Reno.

Friedman, N. P., Miyake, A., Robinson, J. L., & Hewitt, J. K. (2011). Developmental trajectories in toddlers' self-restraint predict individual differences in executive functions 14 years later: A behavioral genetic analysis. *Developmental Psychology*, *47*(5), 1410–1430. <https://doi.org/10.1037/a0023750>

Friedman, N. P., Miyake, A., Young, S. E., DeFries, J. C., Corley, R. P., & Hewitt, J. K. (2008). Individual differences in executive functions are almost entirely genetic in

origin. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137(2), 201–225.
<https://doi.org/10.1037/0096-3445.137.2.201>

Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C., & Stegmann, Z. (2004). Working memory skills and educational attainment: evidence from national curriculum assessments at 7 and 14 years of age. *Cognitive Psychology*, 18(1), 1–16.
<https://doi.org/10.1002/acp.934>

Giesbrecht, B., Woldorff, M. G., Song, A. W., & Mangun, G. R. (2003). Neural mechanisms of top-down control during spatial and feature attention. *Neuroimage*, 19(3), 496–512. [https://doi.org/10.1016/S1053-8119\(03\)00162-9](https://doi.org/10.1016/S1053-8119(03)00162-9)

Gilman, S. E., Huang, Y. T., Jimenez, M. P., Agha, G., Chu, S. H., Eaton, C. B., Goldstein, R. B., Kelsey, K. T., Buka, S. L., & Loucks, E. B. (2019). Early life disadvantage and adult adiposity: tests of sensitive periods during childhood and behavioural mediation in adulthood. *International Journal of Epidemiology*, 48(1), 98–107. <https://doi.org/10.1093/ije/dyy199>

Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2015). *Behavior Rating Inventory of Executive Function, Second Edition*. Psychological Assessment Resources.

Gitelman, D. R., Nobre, A. C., Parrish, T. B., LaBar, K. S., Kim, Y. H., Meyer, J. R., & Mesulam, M. M. (1999). A large-scale distributed network for covert spatial attention: further anatomical delineation based on stringent behavioural and cognitive controls. *Brain*, 122(6), 1093–1106. <https://doi.org/10.1093/brain/122.6.1093>

Godefroy O. (2003). Frontal syndrome and disorders of executive functions. *Journal of Neurology*, 250(1), 1–6. <https://doi.org/10.1007/s00415-003-0918-2>

González, J., & Wiberg, M. (2017). *Applying Test Equating Methods Using R*. Springer.

Grant, D. A., & Berg, E. A. (1948). *Wisconsin Card Sorting Test*. APA PsycTests.

Grob, A., Hagemann-von Arx, P., & Meyer, C. S. (2009). *Intelligence and development scales: IDS; Intelligenz-und Entwicklungsskalen für Kinder von 5-10 Jahren*. Huber.

Grob, A., Reimann, G., Gut, J. & Frischknecht, M.-C. (2013). *Intelligence and Development Scales–Preschool (IDS-P)*. Huber.

- Gross, A. L., Inouye, S. K., Rebok, G. W., Brandt, J., Crane, P. K., Parisi, J. M., Tommet, D., Bandeen-Roche, K., Carlson, M. C., & Jones, R. N. (2012). Parallel but not equivalent: Challenges and solutions for repeated assessment of cognition over time. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *34*(7), 758–772. <https://doi.org/10.1080/13803395.2012.681628>
- Hahn, B., Wolkenberg, F. A., Ross, T. J., Myers, C. S., Heishman, S. J., Stein, D. J., Kurup, P. K., & Stein, E. A. (2008). Divided versus selective attention: Evidence for common processing mechanisms. *Brain Research*, *1215*, 137–146. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.03.058>
- Hamby, S., Wilkins, J. W., & Barry, N. S. (1993). Organizational quality on the Rey-Osterrieth and Taylor complex figure tests: A new scoring system. *Psychological Assessment*, *5*(1), 27–33. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.5.1.27>
- Hammersley, M. (1987). Some notes on the terms “Validity” and “Reliability.” *British Educational Research Journal*, *13*(1), 73–82. <https://doi.org/10.1080/0141192870130107>
- Heaton, R. K. (1981). *Wisconsin card sorting test manual*. Psychological Assessment Resources.
- Heaton, R. K., Chelune, G. J., Talley, J. L., Kay, G. G., & Curtiss, G. (1993). *Wisconsin Card Sorting Test manual: Revised and Expanded*. Psychological Assessment Resources.
- Heaton, R. K., & PAR Staff. (2008). *Wisconsin Card Sorting Test: Computer Version 4—Research Edition*. PAR.
- Helmstadter, G. C. (1964). *Principles of Psychological Measurement*. Appleton-Century-Crofts.
- Henry, L. A., & Bettenay, C. (2010). The assessment of executive functioning in children. *Child and Adolescent Mental Health*, *15*(2), 110–119. <https://doi.org/10.1111/j.1475-3588.2010.00557.x>

Henik, A., Bugg, J. M., & Goldfarb, L. (2018). Inspired by the past and looking to the future of the Stroop effect. *Acta Psychologica*, 189, 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2018.06.007>

Hensch, T. K. (2005). Critical period regulation. *Annual Reviews of Neuroscience*, 27, 549–579. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144327>

Hopfinger, J. B., Buonocore, M. H., & Mangun, G. R. (2000). The neural mechanisms of top-down attentional control. *Nature neuroscience*, 3(3), 284-291. <https://doi.org/10.1038/72999>

Hopfinger, J. B., & West, V. M. (2006). Interactions between endogenous and exogenous attention on cortical visual processing. *NeuroImage*, 31(2), 774-789. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.12.049>

Hopfinger, J. B., Woldorff, M. G., Fletcher, E. M., & Mangun, G. R. (2001). Dissociating top-down attentional control from selective perception and action. *Neuropsychologia*, 39(12), 1277–1291. [https://doi.org/10.1016/s0028-3932\(01\)00117-8](https://doi.org/10.1016/s0028-3932(01)00117-8)

Hoskovcová, S., & Černochová, D. (2014). *d2-R: Test pozornosti d2 - Revidovaná verze*. Hogrefe.

Hubbard, E. M., Piazza, M., Pinel, P., & Dehaene, S. (2005). Interactions between number and space in parietal cortex. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(6), 435-448. <https://doi.org/10.1038/nrn1684>

Huble, A. M. (1996). Modification of the Taylor complex figure: A comparable figure to the Rey-Osterrieth figure? *Edgeworth Series in Quantitative Behavioural Science*, 96–97.

Huble, A. M., & Jassal, S. (2005). Comparability of the Rey-Osterrieth and Modified Taylor complex figures using total scores, completion times, and construct validation. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28(8), 1482–1497. <https://doi.org/10.1080/13803390500434441>

Husain, M., & Rorden, C. (2003). Non-spatially lateralized mechanisms in hemispatial neglect. *Nature reviews. Neuroscience*, 4(1), 26–36. <https://doi.org/10.1038/nrn1005>

James, W. (1890). *The principles of psychology, Vol. 1*. Henry Holt and Co.

- Jirásek, J. (1975). *Číselný čtverec*. Bratislava: Psychologickodiagnostické testy.
- Johnson, M. H., Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (1991). Components of visual orienting in early infancy: Contingency learning, anticipatory looking, and disengaging. *Journal of cognitive neuroscience*, 3(4), 335–344. <https://doi.org/10.1162/jocn.1991.3.4.335>
- Johnston, J. M., Pennypacker, H. S. & Deitz, S. M. (1981). Strategies and tactics of human behavioral research. *The Behavior Analyst* 4, 61–68. <https://doi.org/10.1007/BF03391853>
- Kahneman D. (1973). *Attention and Effort*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2002). The role of prefrontal cortex in working-memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence: An individual-differences perspective. *Psychonomic bulletin & review*, 9(4), 637–671. <https://doi.org/10.3758/BF03196323>
- Kaplan, R. M. & Saccuzzo, D. P. (2018). *Psychological Testing: Principles, Applications, & Issues (9th ed.)*. Cengage Learning.
- Karr, J. E., Areshenkoff, C. N., Rast, P., Hofer, S. M., Iverson, G. L., & Garcia-Barrera, M. A. (2018). The unity and diversity of executive functions: A systematic review and re-analysis of latent variable studies. *Psychological Bulletin*, 144(11), 1147–1185. <https://doi.org/10.1037/bul0000160>
- Kastner, S., & Ungerleider, L. G. (2000). Mechanisms of visual attention in the human cortex. *Annual review of neuroscience*, 23, 315–341. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.23.1.315>
- Katsuki, F., Constantinidis, C. (2014). Bottom-up and top-down attention: Different processes and overlapping neural systems. *The Neuroscientist*, 20(5), 509–521. <https://doi.org/10.1177/107385841351413>
- Keller, A. S., Leikauf, J. E., Holt-Gosselin, B., Staveland, B. R., & Williams, L. M. (2019). Paying attention to attention in depression. *Translational psychiatry*, 9(1), 279. <https://doi.org/10.1038/s41398-019-0616-1>

Kemp, S. L., & Korkman, M. (2010). *Essentials of NEPSY-II Assessment*. John Wiley & Sons.

Kim, C., Cilles, S. E., Johnson, N. F., & Gold, B. T. (2012). Domain general and domain preferential brain regions associated with different types of task switching: A meta-analysis. *Human Brain Mapping, 33*(1), 130–142. <https://doi.org/10.1002/hbm.21199>

Kim, Y. H., Gitelman, D. R., Nobre, A. C., Parrish, T. B., LaBar, K. S., & Mesulam, M. M. (1999). The large-scale neural network for spatial attention displays multifunctional overlap but differential asymmetry. *Neuroimage, 9*(3), 269–277. <https://doi.org/10.1006/nimg.1999.0408>

Kincade, J. M., Abrams, R. A., Astafiev, S. V., Shulman, G. L., & Corbetta, M. (2005). An event-related functional magnetic resonance imaging study of voluntary and stimulus-driven orienting of attention. *Journal of Neuroscience, 25*(18), 4593–4604. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0236-05.2005>

Klaming, L., & Vlaskamp, B. N. S. (2018). Non-dominant hand use increases completion time on part B of the Trail Making Test but not on part A. *Behavior Research Methods, 50*(3), 1074–1087. <https://doi.org/10.3758/s13428-017-0927-1>

Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Increased brain activity in frontal and parietal cortex underlies the development of visuospatial working memory capacity during childhood. *Journal of cognitive neuroscience, 14*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1162/089892902317205276>

Kline, P. (1993). *The Handbook of Psychological Testing*. Routledge.

Krejčířová, D. (2018). *Intelligenční a vývojová škála pro předškolní děti*. Hogrefe.

Krejčířová, D., Boschek, P., & Dan, J. (2002). *Wechslerova intelligenční škála pro děti, 3. vydání*. Hogrefe.

Krejčířová, D., Urbánek, T., Širůček, J., & Jabůček, M. (2013). *Intelligenční a vývojová škála pro děti ve věku 5-10 let*. Hogrefe.

Kölesová, E. (1993). *Rey-Osterriethov test komplexnej figúry ako pomôcka diagnostiky priestorových schopností u žiakov stredných škôl – Štandardizačná skúška*. [Diplomová práca, Masarykova univerzita v Brně].
https://is.muni.cz/th/kubwf/Samankova_Disertacni_prace.pdf

Kopeček, M., & Kuncová, A. (2006). Efekt nácviku testu generování slov a testování alternativní verze. Pilotní studie. *Psychiatrie*, 10(4), 211–215.
https://www.researchgate.net/publication/283795475_Practice_Effect_in_Verbal_Fluency_Test_and_Assessment_of_an_Alternative_Version_Pilot_Study_Efekt_nacviku_test_u_generovani_slov_a_testovani_alternivni_verze_Pilotni_studie

Košč, M. , Novák, J. (1997). *Rey-Osterriethova komplexní figura - příručka k testu*. Psychodiagnostika.

Krčová, V. (2014). Rey-Osterriethova komplexní figura – recenze metody. *Testforum*, 4, 22–26.
<http://testforum.cz/domains/testforum.cz/index.php/testforum/article/view/24#.VapGEreIq70>

Krivá, Ľ. (2010). *Validizace Stroopova testu na české populaci*. [Diplomová práce, Univerzita Karlova v Praze].
https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/21392/DPTX_2009_2_11210_AS_ZK10001_126943_0_86274.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Krivá, Ľ. (2013). *Stroopův test*. Testcentrum.

Kulišťák, P. (2017). *Klinická neuropsychologie v praxi*. Karolinum.

Kurtz, M. M., Ragland, J. D., Moberg, P. J., & Gur, R. C. (2004). The Penn Conditional Exclusion Test: A new measure of executive-function with alternate forms for repeat administration. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19(2), 191–201.
[https://doi.org/10.1016/S0887-6177\(03\)00003-9](https://doi.org/10.1016/S0887-6177(03)00003-9)

Lanssens, A., Pizzamiglio, G., Mantini, D., & Gillebert, C. R. (2020). Role of the dorsal attention network in distractor suppression based on features. *Cognitive neuroscience*, 11(1-2), 37–46. <https://doi.org/10.1080/17588928.2019.1683525>

Lavie, N., Hirst, A., de Fockert, J. W., & Viding, E. (2004). Load theory of selective attention and cognitive control. *Journal of experimental psychology*, *133*(3), 339–354. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.3.339>

Lehner P. N. (1996). *Handbook of Ethological Methods (2nd ed.)*. Cambridge University Press.

Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, *21*(1), 59–80. <https://doi.org/10.1348/026151003321164627>

Lewis, F. C., Reeve, R. A., & Johnson, K. A. (2018). A longitudinal analysis of the attention networks in 6-to 11-year-old children. *Child Neuropsychology*, *24*(2), 145-165. <https://doi.org/10.1080/09297049.2016.1235145>

Lezak, M. D. (2012). *Neuropsychological Assessment (5th ed.)*. Oxford University Press.

Lezak, M. D., Howieson, D. B. & Loring, D. W. (2004). *Neuropsychological Assessment (4th ed.)*. Oxford University Press.

Lindner, A., Iyer, A., Kagan, I., & Andersen, R. A. (2010). Human posterior parietal cortex plans where to reach and what to avoid. *Journal of Neuroscience*, *30*(35), 11715-11725. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2849-09.2010>

Lipschutz, B., Kolinsky, R., Damhaut, P., Wikler, D., & Goldman, S. (2002). Attention-dependent changes of activation and connectivity in dichotic listening. *Neuroimage*, *17*(2), 643-656. <https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1184>

Liu, T., Pestilli, F., & Carrasco, M. (2005). Transient attention enhances perceptual performance and fMRI response in human visual cortex. *Neuron*, *45*(3), 469e477. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2004.12.039>

Livingston, S. A. (2004). *Equating Test Scores (Without IRT)*. Educational Testing Service. <http://www.ets.org/Media/Research/pdf/LIVINGSTON.pdf>

Loose, R., Kaufmann, C., Auer, D. P., & Lange, K. W. (2003). Human prefrontal and sensory cortical activity during divided attention tasks. *Human brain mapping*, *18*(4), 249–259. <https://doi.org/10.1002/hbm.10082>

Lynch, J. D., Xu, Yolton, K., Khoury, J. C., Chen, A., Lanphear, B. P., Cecil, K. M., Braun, J. M., & Epstein, J. N. (2023). Environmental predictors of children's executive functioning development. *Child Neuropsychology*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/09297049.2023.2247603>

MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109(2), 163–203. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.109.2.163>

Manly, T., Robertson, I. H., Anderson, V., & Nimmo-Smith, I. (1998). *Test of Everyday Attention for Children (TEA-Ch)*. Pearson.

Manoochehri, M., Huey, E. D. (2012). Diagnosis and Management of Behavioral Issues in Frontotemporal Dementia. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 12, 528–536. <https://doi.org/10.1007/s11910-012-0302-7>

McCracken, L. M., & Franzen, M. D. (1992). Principal-components analysis of the equivalence of alternate forms of the Trail Making Test. *Psychological Assessment*, 4(2), 235–238. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.4.2.235>

McDonald, R. P. (1999). *Test Theory: A Unified Treatment*. Lawrence Erlbaum Associates.

McKenna, R., Rushe, T., & Woodcock, K. A. (2017). Informing the structure of executive function in children: A meta-analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00154>

McGuinness, B., Barrett, S. L., Craig, D., Lawson, J., & Passmore, A. P. (2010). Attention deficits in Alzheimer's disease and vascular dementia. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 81(2), 157–159. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2008.164483>

Menon, V., & Uddin, L. Q. (2010). Saliency, switching, attention and control: a network model of insula function. *Brain structure and function*, 214, 655–667. <https://doi.org/10.1007/s00429-010-0262-0>

Meyers, J.E. and Meyers, K.R. (1995) *Rey Complex Figure Test and Recognition Trial: Professional Manual*. Psychological Assessment Resources.

Microsoft Corporation. (2018). *Microsoft Excel*. <https://office.microsoft.com/excel>

Miller, B. L., & Cummings, J. L. (2007). *The Human Frontal Lobes: Functions and Disorders (2nd ed.)*. The Guilford Press.

Miller, D. S., Robert, P., Ereshefsky, L., Adler, L., Bateman, D., Cummings, J., & Lanctôt, K. L. (2021). Diagnostic criteria for apathy in neurocognitive disorders. *Alzheimer's & Dementia*, *17*(12), 1892-1904. <https://doi.org/10.1002/alz.12358>

Miller, M. R., Giesbrecht, G. F., Müller, U., McInerney, R. J., & Kerns, K. A. (2012). A latent variable approach to determining the structure of executive function in preschool children. *Journal of Cognition and Development*, *13*(3), 395–423. <https://doi.org/10.1080/15248372.2011.585478>

Miller, S. E., Galvagno, L. G., & Elgier, Á. (2023). Universality and context-specificity in early executive function development. *Infant Behavior & Development*, *71*, 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2023.101841>

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>

Miyake, A., & Friedman, N. P. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*, *86*, 186–204. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.023>

Motýl, J. (2015). Test cesty. Recenze metody. *Testforum*, *4*(6), 47–52. <https://doi.org/10.5817/TF2015-6-85>

Mullane, J. C., Lawrence, M. A., Corkum, P. V., Klein, R. M., & McLaughlin, E. N. (2016). The development of and interaction among alerting, orienting, and executive attention in children. *Child Neuropsychology*, *22*(2), 155-176. <https://doi.org/10.1080/09297049.2014.981252>

Naghavi, H. R., & Nyberg, L. (2005). Common fronto-parietal activity in attention, memory, and consciousness: shared demands on integration?. *Consciousness and Cognition*, *14*(2), 390–425. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2004.10.003>

Najmi, S., Kuckertz, J. M., & Amir, N. (2012). Attentional impairment in anxiety: Inefficiency in expanding the scope of attention. *Depression and anxiety*, 29(3), 243–249. <https://doi.org/10.1002/da.20900>

Nasiri, E., Khalilzad, M., Hakimzadeh, Z., Isari, A., Faryabi-Yousefabad, S., Sadigh-Eteghad, S., & Naseri, A. (2023). A comprehensive review of attention tests: can we assess what we exactly do not understand? *The Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*, 59(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s41983-023-00628-4>

Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. Appleton-Century-Crofts.

Nikolai, T., Štěpánková, H., Michalec, J., Bezdíček, O., Horáková, K., Marková, H., Růžička, E., & Kopeček, M. (2015). Testy verbální fluence, česká normativní studie pro osoby vyššího věku. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, 78/III(3), 292–299. <https://doi.org/10.14735/amcsnn2015292>

Nobre, A. C. (2001). The attentive homunculus: Now you see it, now you don't. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 25(6): 477–496. [https://doi.org/10.1016/s0149-7634\(01\)00028-8](https://doi.org/10.1016/s0149-7634(01)00028-8)

Nobre, K., & Kastner, S. (Eds.). (2014). *The Oxford handbook of attention*. Oxford Library of Psychology.

Nomi, J. S., Schettini, E., Broce, I., Dick, A. S., & Uddin, L. Q. (2018). Structural connections of functionally defined human insular subdivisions. *Cerebral Cortex*, 28(10), 3445–3456. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhx211>

Novák, T. (2009). Zobrazovací metody v psychiatrické praxi. *Psychiatrie pro praxi*, 10(1), 12–16. <https://www.solen.sk/storage/file/article/73491a06bcb49ac2c66cc341a14033e3.pdf>

Oluwatayo, J. A. (2012). Validity and reliability issues in educational research. *Journal of Educational and Social Research*, 2(2), 391–400. <https://ideas.repec.org/a/bjz/jesrjr/135.html>

Orel, M. (2020). *Psychopatologie: nauka o nemocech duše (3., aktualizované a doplněné vydání)*. Grada.

Osterrieth, P. A. (1944). Le test de copie d'une figure complexe; contribution à l'étude de la perception et de la mémoire. *Archives de Psychologie*, 30, 206–356.

Paštrnák, M., Šulcová, K., Dorazilová, A., & Rodriguez, M. (2018). Alternative forms parallel to the Czech versions of Rey Auditory Verbal Learning Test, Complex Figure Test and Verbal Fluency. *Czech and Slovak Neurology and Neurosurgery*, 81(1), 73–80. <https://doi.org/10.14735/amcsnn201873>

Park, S. Y., & Schott, N. (2022). The trail-making-test: Comparison between paper-and-pencil and computerized versions in young and healthy older adults. *Applied neuropsychology: Adult*, 29(5), 1208–1220. <https://doi.org/10.1080/23279095.2020.1864374>

Pessoa, L., Kastner, S., & Ungerleider, L. G. (2003). Neuroimaging studies of attention: from modulation of sensory processing to top-down control. *Journal of Neuroscience*, 23(10), 3990-3998. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.23-10-03990.2003>

Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual review of neuroscience*, 35(1), 73-89. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>

Petrides, M., & Milner, B. (1982). Deficits on subject-ordered tasks after frontal-and temporal-lobe lesions in man. *Neuropsychologia*, 20(3), 249-262. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(82\)90100-2](https://doi.org/10.1016/0028-3932(82)90100-2)

Pezzulo, G., & Cisek, P. (2016). Navigating the affordance landscape: Feedback control as a process model of behavior and cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(6), 414–424. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.03.013>

Plháčková, A. (2005). *Učebnice obecné psychologie*. Praha: Academia.

Poreh, A. M., Fishman, D. M., & Yocum, A. A. (2007). The Cleveland Card Sorting Test. *Archives of clinical neuropsychology*, 22(7), 880.

Poreh, A. M., Pastel, D., Miller, A., & Levin, J. (2012). The Cleveland Sorting Test: A preliminary study of an alternate form of the Wisconsin Card-Sorting Test. *Applied Neuropsychology: Adult*, 19(2), 147–152. <https://doi.org/10.1080/09084282.2011.643952>

- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual review of Neuroscience*, *13*, 25–42. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annual review of psychology*, *58*, 1–23. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.58.110405.085516>
- Pozuelos, J. P., Paz-Alonso, P. M., Castillo, A., Fuentes, L. J., & Rueda, M. R. (2014). Development of attention networks and their interactions in childhood. *Developmental psychology*, *50*(10), 2405.
- Preiss, M. et al. (2012). *Neuropsychologická baterie Psychiatrického centra Praha: klinické vyšetření základních kognitivních funkcí, 3. přepracované vydání*. Psychiatrické centrum.
- Preiss, M., & Preiss, J. (2006). *Test cesty*. Psychodiagnostika s.r.o.
- Pressman, P. S., & Miller, B. L. (2014). Diagnosis and management of behavioral variant frontotemporal dementia. *Biological psychiatry*, *75*(7), 574–581. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2013.11.006>
- Ptáček, R. (2011). *BRIEF – Škála hodnocení exekutivních funkcí u dětí, 1. české vydání*. Hogrefe – Testcentrum.
- R Core Team (2023). *R (4.3.1): A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org>
- Reineberg, A. E., Andrews-Hanna, J. R., Depue, B. E., Friedman, N. P., & Banich, M. T. (2015). Resting-state networks predict individual differences in common and specific aspects of executive function. *NeuroImage*, *104*, 69–78. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.09.045>
- Reitan, R. M., & Wolfson, M. (2004). The Trail Making Test as an initial screening procedure for neuropsychological impairment in older children. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *19*(2), 281–288. [https://doi.org/10.1016/S0887-6177\(03\)00042-8](https://doi.org/10.1016/S0887-6177(03)00042-8)
- Rey, A. (1941). The psychological examination in cases of traumatic encephalopathy. Problems. *Archives de Psychologie*, *28*, 215–285.

- Reynolds, C. R., Altmann, R. A., & Allen, D. N. (2021). *Mastering Modern Psychological Testing: Theory and Methods*. Springer Nature.
- Reynolds, G. D., Courage, M. L., & Richards, J. E. (2013). *Oxford Handbook of Cognitive Psychology*. Oxford University Press.
- Reynolds, G. D., & Romano, A. C. (2016). The development of attention systems and working memory in infancy. *Frontiers in Systems Neuroscience*, *10*(15). <https://doi.org/10.3389/fnsys.2016.00015>
- Robert, P., Lanctôt, K. L., Agüera-Ortiz, L., Aalten, P., Bremond, F., Defrancesco, M., & Manera, V. (2018). Is it time to revise the diagnostic criteria for apathy in brain disorders? *European Psychiatry*, *54*, 71–76. <https://doi.org/10.1016/j.eurpsy.2018.07.008>
- Romine, C. B., & Reynolds, C. R. (2005). A model of the development of frontal lobe functioning: Findings from a meta-analysis. *Applied Neuropsychology*, *12*(4), 190–201. https://doi.org/10.1207/s15324826an1204_2
- Rosen, A. C., Rao, S. M., Caffarra, P., Scaglioni, A., Bobholz, J. A., Woodley, S. J., & Binder, J. R. (1999). Neural basis of endogenous and exogenous spatial orienting: A functional MRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *11*(2), 135–152. <https://doi.org/10.1162/089892999563283>
- Rosen, H. J., Allison, S. C., Schauer, G. F., Gorno-Tempini, M. L., Weiner, M. W., & Miller, B. L. (2005). Neuroanatomical correlates of behavioural disorders in dementia. *Brain*, *128*(11), 2612–2625. <https://doi.org/10.1093/brain/awh628>
- Ross, T.P., Furr, A. E., Carter, S. E., & Weinberg, M. (2006). The psychometric equivalence of two alternate forms of the Controlled Oral Word Association Test. *The Clinical Neuropsychologist*, *20*(3), 414–431. <https://doi.org/10.1080/13854040590967153>
- Rottschy, C., Langner, R., Dogan, I., Reetz, K., Laird, A. R., Schulz, J. B., Fox, P. T., & Eickhoff, S. B. (2012). Modelling neural correlates of working memory: A coordinate-based meta-analysis. *NeuroImage*, *60*(1), 830–846. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.11.050>

- Ruff, H. A., & Capozzoli, M. C. (2003). Development of attention and distractibility in the first 4 years of life. *Developmental psychology*, *39*(5), 877.
- Ruff, H. A., & Rothbart, M. K. (2001). *Attention in early development: Themes and variations*. Oxford University Press.
- Rueda, M. R., Fan, J., McCandliss, B. D., Halparin, J. D., Gruber, D. B., Lercari, L. P., & Posner, M. I. (2004). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia*, *42*(8), 1029-1040.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2003.12.012>
- Rust, J., Golombok, S. (1999). *Modern Psychometrics. The Science of Psychological Assessment*. Routledge.
- Rust, J., Kosinski, M., & Stillwell, D. (2021). *Modern Psychometrics. The Science of Psychological Assessment. (4th ed.)*. Routledge.
- Salehinejad, M. A., Ghanavati, E., Rashid, M. H. A., & Nitsche, M. A. (2021). Hot and cold executive functions in the brain: A prefrontal-cingular network. *Brain and Neuroscience Advances*, *5*. <https://doi.org/10.1177/23982128211007769>
- Sarter, M., Givens, B., & Bruno, J. P. (2001). The cognitive neuroscience of sustained attention: Where top-down meets bottom-up. *Brain Research Reviews*, *35*(2), 146–160.
[https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(01\)00044-3](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(01)00044-3)
- Sedláčková, P., & Galbavá, S. (2021). Barevný test cesty pro děti: Recenze metody. *Testforum*, *14*, 1–7. <https://doi.org/10.5817/TF2021-14-14205>
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Biology*, *298*, 199–209. <https://doi.org/10.1098/rstb.1982.0082>
- Sharma, A., Dorman, M. F., & Spahr, A. J. (2002). A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: Implications for age of implantation. *Ear and Hearing*, *23*(6), 532–539.
<https://doi.org/10.1097/00003446-200212000-00004>
- Shenoy, S., Sathe, P. K., & Sathe, A. (2020). Practice and order effect of 5 alternate forms of Colour Word Stroop Test: A pilot study. *Medical Science*, *24*(104), 2760–2766.

https://www.researchgate.net/publication/342877889_Practice_and_order_effect_of_5_alternate_forms_of_Colour_Word_Stroop_Test_A_Pilot_Study

Simon, J. R. (1969). Reactions toward the source of stimulation. *Journal of Experimental Psychology*, *81*(1), 174-176. <https://doi.org/10.1037/h0027448>

Singh-Curry, V., & Husain, M. (2009). The functional role of the inferior parietal lobe in the dorsal and ventral stream dichotomy. *Neuropsychologia*, *47*(6), 1434–1448. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.11.033>

Smolker, H. R., Depue, B. E., Reineberg, A. E., Orr, J. M., & Banich, M. T. (2015). Individual differences in regional prefrontal gray matter morphometry and fractional anisotropy are associated with different constructs of executive function. *Brain Structure and Function* *220*, 1291–1306. <https://doi.org/10.1007/s00429-014-0723-y>

Smolker, H. R., Friedman, N. P., Hewitt, J. K., & Banich, M. T. (2018). Neuroanatomical correlates of the unity and diversity model of executive function in young adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, *12*. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00283>

Sokolová, H., & Cígler, H. (2018). Test cesty: Normativní česká data pro žáky 9. tříd ZŠ až 4. ročníků SŠ. *Testforum*, *11*, 1–20. <http://dx.doi.org/10.5817/TF2018-11-197>

Son, J. J., Arif, Y., Schantell, M., Willett, M. P., Johnson, H. J., Okelberry, H. J., & Wilson, T. W. (2023). Oscillatory dynamics serving visual selective attention during a Simon task. *Brain Communications*, *5*(3). <https://doi.org/10.1093/braincomms/fcad131>

Sonuga-Barke, E. J. S., Kennedy, M., Kumsta, R., Knights, N., Golm, D., Rutter, M., Maughan, B., Schlotz, W., & Kreppner, J. (2017). Child-to-adult neurodevelopmental and mental health trajectories after early life deprivation: the young adult follow-up of the longitudinal English and Romanian adoptees study. *Lancet*, *389*(10078), 1539–1548. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30045-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30045-4)

Srinivasan, N., Srivastava, P., Lohani, M., & Baijal, S. (2009). Focused and distributed attention. *Progress in Brain Research*, *176*, 87–100. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(09\)17606-9](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(09)17606-9)

Steinmetz, J.-P., Brunner, M., Loarer, E., & Houssemand, C. (2010). Incomplete psychometric equivalence of scores obtained on the manual and the computer version of the Wisconsin Card Sorting Test? *Psychological Assessment*, 22(1), 199–202. <https://doi.org/10.1037/a0017661>

Strauss, E., Sherman, E. M. S., & Spreen, O. (2006). *A Compendium of Neuropsychological Tests: Administration, Norms and Commentary*. Oxford University Press.

Strauss, E., & Spreen, O. (1990). A comparison of the Rey and Taylor figures. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 5(4), 417–420. [https://doi.org/10.1016/0887-6177\(90\)90020-P](https://doi.org/10.1016/0887-6177(90)90020-P)

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643–662. <https://doi.org/10.1037/h0054651>

Stuss D. T. (2011). Functions of the frontal lobes: relation to executive functions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17(5), 759–765. <https://doi.org/10.1017/S1355617711000695>

Stuss, D. T., Alexander, M. P., Shallice, T., Picton, T. W., Binns, M. A., Macdonald, R., Borowiec, A., & Katz, D. I. (2005). Multiple frontal systems controlling response speed. *Neuropsychologia*, 43(3), 396–417. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2004.06.010>

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

Stuss, D. T., Shallice, T., Alexander, M. P., & Picton, T. W. (1995). A multidisciplinary approach to anterior attentional functions. *Structure and Functions of the Human Prefrontal Cortex*, 769(1), 191–212. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1995.tb38140.x>

Suo, X., Ding, H., Li, X., Zhang, Y., Liang, M., Zhang, Y., ... & Qin, W. (2021). Anatomical and functional coupling between the dorsal and ventral attention networks. *Neuroimage*, 232, 117868. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.117868>

Sürücü, L. & Maslakçı, A. (2020). Validity and reliability in quantitative research. *Business & Management Studies: an International Journal*, 8(3): 2694–2726. <https://doi.org/10.15295/bmij.v8i3.1540>

Sylvester, C. C., Wager, T. D., Lacey, S. C., Hernandez, L., Nichols, T. E., Smith, E. E., & Jonides, J. (2003). Switching attention and resolving interference: fMRI measures of executive functions. *Neuropsychologia*, 41(3), 357–370. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(02\)00167-7](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(02)00167-7)

Šnoblová, V., & Krejčová, L. (2017). *Barevný test cesty pro děti*. Propsyco.

Štorková, P, Preiss, M., & Kopeček, M. (2004). Efekt nácviku testu verbální fluence a testování alternativní verze. Pilotní studie. *Psychiatrie*, 8(3), 187–190. <https://doi.org/10.14735/amcsnn2015292>

Tamnes, C. K., Fjell, A. M., Westlye, L. T., Østby, Y., & Walhovd, K. B. (2012). Becoming consistent: developmental reductions in intraindividual variability in reaction time are related to white matter integrity. *Journal of Neuroscience*, 32(3), 972–982. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4779-11.2012>

Taylor, L. B. (1969) Localisation of cerebral lesions by psychological testing: Chapter XIV. *Neurosurgery* 16, 269–287. https://10.1093/neurosurgery/16.CN_suppl_1.269

Telecká, S. (2013). WCST–Wisconsinský test třídění karet. 1. české vydání. Hogrefe–Testcentrum.

Templin, J. (2016). Item response theory. *The Encyclopedia of Adulthood and Aging*. <https://doi.org/10.1002/9781118521373.wbeaa320>

Thompson, A., & Steinbeis, N. (2020). Sensitive periods in executive function development. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 36, 98–105. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2020.08.001>

Thurstone, L. L., & Thurstone, T. G. (1962). *Primary Mental Abilities*. Science Research Associates.

Tirapu-Ustárrroz, J., Bausela-Herreras, E., & Cordero-Andrés, P. (2018). Model of executive functions based on factorial analyses in child and school populations: A

meta-analysis. *Revista de Neurología*, 67(6), 215–225.
<https://doi.org/10.33588/rn.6706.2017450>

Tirapu-Ustárroz, J., Cordero-Andrés, P., Luna-Lario, P., & Hernández-Goñi, P. (2017). Proposed model of executive functions based on factorial analyses. *Revista de Neurología*, 64(2), 75–84. <https://doi.org/10.33588/rn.6402.2016227>

Tombaugh, T. N. (2004). Trail Making Test A and B: Normative data stratified by age and education. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19, 203–214.

Tombaugh, T. N., Faulkner, P., & Hubble, A. M. (1992). Effects of age on the Rey-Osterrieth and Taylor complex figures: Test-retest data using an intentional learning paradigm. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 14(5), 647–661. <https://doi.org/10.1080/01688639208402853>

Treisman, A. (1964). "Monitoring and storage of irrelevant messages in selective attention". *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 3(6), 449–459. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(64\)80015-3](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(64)80015-3)

Tremblay, M. P., Potvin, O., Callahan, B. L., Belleville, S., Gagnon, J. F., Caza, N., Ferland, G., Hudon, C., & Macoir, J. (2015). Normative data for the Rey–Osterrieth and the Taylor Complex Figure tests in Quebec-French people. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 30(1), 78–87. <https://doi.org/10.1093/arclin/acu069>

Tsuchida, A., & Fellows, L. K. (2009). Lesion evidence that two distinct regions within prefrontal cortex are critical for n-back performance in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(12), 2263–2275. <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.21172>

Tsuchida, A., & Fellows, L. K. (2013). Are core component processes of executive function dissociable within the frontal lobes? Evidence from humans with focal prefrontal damage. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 49(7), 1790–1800. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.10.014>

Urbánek, T. (2000): *Strukturální modelování v psychologii*. Psychologický ústav AV ČR a Nakladatelství Pavel Křepela.

Urbánek, T., Denglerová, D., & Širůček, J. (2011). *Psychometrika: Měření v psychologii*. Portál.

Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR. (2021). *MKN-10: Mezinárodní klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů: desátá revize. Aktualizované vydání k 1. 1. 2022*. <https://mkn10.uzis.cz>

Vasterling, J. J., Brailey, K., Constans, J. I., & Sutker, P. B. (1998). Attention and memory dysfunction in posttraumatic stress disorder. *Neuropsychology, 12*(1), 125.

Villalobos, D., Povedano-Montero, J., Fernández, S., López-Muñoz, F., Pacios, J., & del Río, D. (2022). Scientific research on verbal fluency tests: A bibliometric analysis. *Journal of Neurolinguistics, 63*. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2022.101082>

Vohn, R., Fimm, B., Weber, J., Schnitker, R., Thron, A., Spijkers, W., Willmes, K., & Sturm, W. (2007). Management of attentional resources in within-modal and cross-modal divided attention tasks: an fMRI study. *Human brain mapping, 28*(12), 1267–1275. <https://doi.org/10.1002/hbm.20350>

Vossel, S., Geng, J. J., & Fink, G. R. (2014). Dorsal and ventral attention systems: distinct neural circuits but collaborative roles. *The Neuroscientist, 20*(2), 150-159. <https://doi.org/10.1177/1073858413494269>

Wagner, S., Helmreich, I., Dahmen, N., Lieb, K., & Tadic, A. (2011). Reliability of three alternate forms of the trail making tests A and B. *Archives of Clinical Neuropsychology: The Official Journal of the National Academy of Neuropsychologists, 26*(4), 314–321. <https://doi.org/10.1093/arclin/acr024>

Wager, T. D., Sylvester, C. C., Lacey, S. C., Nee, D. E., Franklin, M., & Jonides, J. (2005). Common and unique components of response inhibition revealed by fMRI. *NeuroImage, 27*(2), 323–340. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.01.054>

Waszak, F., Li, S. C., & Hommel, B. (2010). The development of attentional networks: cross-sectional findings from a life span sample. *Developmental psychology, 46*(2), 337. <https://doi.org/10.1037/a0018541>

Wechsler, D. (1991). *Wechsler Intelligence Scale for Children 3rd ed.*. The Psychological Corporation.

Wechsler D. (2011) *Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence (2nd ed.)*. Pearson.

Wechsler D. & Psychological Corporation. (1997). *WAIS III: Administration and Scoring Manual: Wechsler Adult Intelligence Scale (3rd ed.)*. Psychological Corporation.

Westlye, L. T., Grydeland, H., Walhovd, K. B., & Fjell, A. M. (2011). Associations between regional cortical thickness and attentional networks as measured by the attention network test. *Cerebral cortex*, *21*(2), 345–356. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhq101>

Whiston, S. C. (2012). *Principles and Applications of Assessment in Counseling*. Cengage Learning.

Wild, K. V., & Musser, E. D. (2013). The Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery in the assessment of executive functioning. In *Handbook of Executive Functioning*, 171–190. Springer.

Yamashita H. (2009). One-year delayed recall performance of the Rey-Osterrieth Complex Figure in a healthy young adult sample. *Applied Neuropsychology*, *16*(2), 141–143. <https://doi.org/10.1080/09084280802623064>

Yantis, S., & Serences, J. T. (2003). Cortical mechanisms of space-based and object-based attentional control. *Current opinion in neurobiology*, *13*(2), 187–193. [https://doi.org/10.1016/s0959-4388\(03\)00033-3](https://doi.org/10.1016/s0959-4388(03)00033-3)

Zatorre, R. J., Mondor, T. A., & Evans, A. C. (1999). Auditory attention to space and frequency activates similar cerebral systems. *Neuroimage*, *10*(5), 544-554. <https://doi.org/10.1006/nimg.1999.0491>

Zelazo, P. D. (2006). The Dimensional Change Card Sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. *Nature Protocols*, *1*(1), 297-301. <https://doi.org/10.1038/nprot.2006.46>

Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In *Blackwell handbook of childhood cognitive development*, 445–469. Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.1002/9780470996652.ch20>

Zelazo, P. D., & Müller, U. (2011). Executive function in typical and atypical development. In *The Wiley-Blackwell handbook of childhood cognitive development* (2nd ed.), 574–603. Wiley-Blackwell.

Seznam obrázků

- Obrázek 1 Model jednoty a diverzity exekutivních funkcí
- Obrázek 2 Tvorba alternativní verze TMT
- Obrázek 3 Kongruentní, inkongruentní a neutrální vztah

Seznam tabulek

Tabulka 1	Četnost povolání rodičů
Tabulka 2	Deskriptivní statistika a Shapiro-Wilkův test v doméně Exekutivní funkce
Tabulka 3	Deskriptivní statistika a Shapiro-Wilkův test v doméně Pozornost
Tabulka 4	Korelace v doméně Exekutivní funkce
Tabulka 5	Rozdílové statistiky v doméně Exekutivní funkce
Tabulka 6	Korelace v doméně Pozornost
Tabulka 7	Rozdílové statistiky v doméně Pozornost