

UNIVERZITA KARLOVA

Filozofická fakulta

Katedra psychologie



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Igor Mikriukov

**Neurální koreláty self: sebereferenční zpracování informací
nižšího a vyššího řádu**

Neural correlates of self: the lower- and higher-order self-referential
processing

Praha 2022

Vedoucí práce: MUDr. Yuliya Zaytseva, Ph.D

Poděkování

Srdečně děkuji vedoucí mé diplomové práce, MUDr. Yuliyi Zaytseve, Ph.D., za pečlivé odborné vedení, trpělivost a důvěru v mé schopnosti. Děkuji také odbornému konzultantovi práce, Mgr. Jiřímu Lukavskému, Ph.D., za cenné rady a podporu. Rovněž děkuji svým kolegům z výzkumného projektu, Mgr. Evě Kozákové a Ing. Davidu Gregušovi, za odborné konzultace a užitečné rady pro analýzu dat. V neposlední řadě děkuji mé přítelkyni a mé rodině za obrovskou podporu, kterou mi během psaní práce poskytli.

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

Abstrakt:

Diplomová práce se zabývá neurálními koreláty lidského self. Konkrétně se zaměřuje na dva druhy neurálních procesů, které se podílí na vzniku self, a sice na seberefrenční zpracování informací (SRP) nižšího a vyššího řádu (LO-SRP a HO-SRP). Nejdříve práce pojednává o vybraných klasických a moderních teoriích self a také o vybraných fenoménech a procesech spojených se self. Zkoumané jevy jsou následně charakterizovány ve vztahu k těmto teoretickým modelům a pojmům. Dále práce uvádí systematický přehled dosavadních neurovizuálních studií self a identifikuje mozkové oblasti, které se potenciálně podílí na LO-SRP a HO-SRP. Navíc jsou v práci popsány neurokognitivní modely self, které se snaží vysvětlit různé procesy zapojené do neurálního systému self. Praktická část práce předkládá výzkumný projekt, který se zabývá neurálními koreláty zpracování vlastního hlasu (LO-SRP) a zpracování informací o vlastní osobě (HO-SRP) u zdravých jedinců. Studie zkoumá dané procesy ve sluchové a mentální doméně. Výsledky studie přináší důkazy o zapojení default mode sítě a systému zrcadlových neuronů do SRP. Studie také identifikuje mozkové oblasti, které se podílí na LO-SRP a HO-SRP a určité odlišnosti v neurálních základech daných procesů. Výsledky studie jsou diskutovány v kontextu předchozích výzkumů a je navrženo uplatnění získaných poznatků pro výzkum různých narušení self.

Klíčová slova: self, sebepojetí, neurální koreláty, fMRI, seberefrenční zpracování informací, sebepoznání podle hlasu, sebereflexe, sebeuvědomění, autobiografická paměť.

Abstract:

The diploma thesis deals with the neural correlates of the human self. Specifically, it focuses on two types of neural processes that give rise to the self, namely on the lower- and higher-order self-referential processing (LO-SRP and HO-SRP). First, the thesis discusses selected classic and modern theories of the self, as well as selected phenomena and processes related to the self. The investigated processes are subsequently characterized in relation to these theoretical models and concepts. Next, the thesis presents a systematic overview of neuroimaging studies of the self to date and identifies brain areas that are potentially involved in LO-SRP and HO-SRP. In addition, the thesis describes neurocognitive models of the self, that try to explain various processes involved in the neural system of the self. The practical part of the work presents a research project that deals with the neural correlates of self-voice processing (LO-SRP) and processing of information about one's own person (HO-SRP) in healthy individuals. The study examines these processes in the auditory and mental domains. The results of the study provide evidence of the involvement of the default mode network and mirror neuron system in SRP. The study also identifies brain regions involved in LO-SRP and HO-SRP and some differences in the neural bases of these processes. The results of the study are discussed in the context of previous research, and the application of the acquired knowledge to the research of various disturbances of the self is suggested.

Key words: self, self-concept, neural correlates, fMRI, self-referential processing, self-voice recognition, self-reflection, self-awareness, autobiographical memory.

Obsah

Seznam zkratek	8
Teoretická část	11
1. Úvod	11
2. Self v psychologii	12
3. Vybrané teorie self	13
3.1 Jamesova teorie self.....	13
3.2 Minimální a narativní self.....	14
3.3 Damasiova teorie self.....	15
4. Vybrané fenomény a procesy spojené se self	17
5. Fyzické a psychologické aspekty self	22
6. Vědomé a nevědomé aspekty self	23
7. Raný výzkum self v kognitivní psychologii	24
8. Self v mozku	25
9. Neurální koreláty seberefrenčního zpracování informací	30
9.1 Seberefrenční zpracování informací v korových strukturách střední čáry	31
9.2 Seberefrenční zpracování informací a další kognitivní procesy	33
9.3 Seberefrenční zpracování informací a zpracování informací o druhé osobě	35
9.4 Seberefrenční zpracování informací a default mode síť	39
10. Seberefrenční zpracování informací nižšího a vyššího řádu	40
10.1 Neurokognitivní charakteristiky SRP nižšího a vyššího řádu.....	42
10.2 Neurální koreláty SRP nižšího a vyššího řádu.....	43
10.3 Neurální systémy simulace a mentalizace	44
10.4 Neurální koreláty seberefrenčního zpracování informací nižšího řádu	46
10.5 Sebepoznání a systém zrcadlových neuronů	51
10.6 Neurální koreláty seberefrenčního zpracování informací vyššího řádu	52
10.7 Seberefrenční zpracování informací vyššího řádu a default mode síť.....	55
10.8 Neurální systém self.....	55
Výzkumná část	58
1. Cíle výzkumu	58
2. Výzkumné metody	59

2.1	Výzkumný soubor.....	59
2.2	Etika výzkumu.....	60
2.3	Použité dotazníky	60
2.4	Příprava stimulů pro fMRI	60
2.5	Princip fungování fMRI	62
2.6	Proces měření a akviziční parametry fMRI	62
2.7	Experimentální paradigma	63
3.	Analýza dat.....	64
3.1	Analýza první úrovně.....	65
3.2	Analýza druhé úrovně	65
4.	Výsledky experimentu	65
4.1	Efekt poslechu vlastního a cizího hlasu	65
4.2	Efekt poslechu informací o sobě a o cizí osobě	68
4.3	Společný efekt poslechu vlastního hlasu a informací o sobě	72
4.4	Efekt aktivního přemýšlení o vlastní osobě	74
5.	Diskuze.....	76
5.1	Sebereferenční zpracování informací v DMN	78
5.2	Sebereferenční zpracování informací v MNS.....	80
5.3	Sebereferenční zpracování informací nižšího a vyššího řádu	81
5.4	Limity experimentu	82
	Závěr	83
	Seznam použité literatury.....	11
	Přílohy	30

Seznam zkratek

Zkratka	Anglický název	Český název
ACC	Anterior cingulate cortex	Anteriorní cingulární kůra
AG	Angular gyrus	Angulární gyrus
AI	Anterior insula	Anteriorní inzula
CMS	Cortical midline structures	Korové struktury střední čáry
DLPFC	Dorsolateral prefrontal cortex	Dorzolaterální prefrontální kůra
DMN	Default mode network	Default mode síť
DMPFC	Dorsomedial prefrontal cortex	Dorsomediální prefrontální kůra
EEG	Electroencephalography	Electroencefalografie
EPI	Echoplanar imaging	Echo-planární zobrazování
FFG	Fusiform gyrus	Fuziformní gyrus
fMRI	Functional magnetic resonance imaging	Zobrazování funkční magnetickou rezonancí
FPO	Frontoparietal operculum	Frontoparietální operculum
GLM	General linear model	Obecný lineární model
HO-SRP	Higher-order self-referential processing	Sebereferenční zpracování informací vyššího řádu
IFG	Inferior frontal gyrus	Inferiorní frontální gyrus
IPL	Inferior parietal lobule	Inferiorní parietální lobule

ITG	Inferior temporal gyrus	Inferiorní temporální gyrus
LO-SRP	Lower-order self-referential processing	Sebereferenční zpracování informací nižšího řádu
MFG	Middle frontal gyrus	Střední frontální gyrus
MNS	Mirror neuron system	Systém zrcadlových neuronů
MPFC	Medial prefrontal cortex	Mediální prefrontální kůra
MTG	Middle temporal gyrus	Střední temporální gyrus
PCC	Posterior cingulate cortex	Posteriovní cingulární kůra
PET	Positron emission tomography	Pozitronová emisní tomografie
pgACC	Perigenual anterior cingulate cortex	Perigenuální anteriorní cingulární kůra
PHG	Parahippocampal gyrus	Parahippokampální gyrus
PMC	Posteromedial cortex	Posteromediální kůra
PostCG	Postcentral gyrus	Postcentrální gyrus
PreCG	Precentral gyrus	Precentrální gyrus
RSC	Retrosplenial cortex	Retrosplenuální kůra
SFG	Superior frontal gyrus	Horní frontální gyrus
sgACC	Supragenual anterior cingulate cortex	Supragenuální anteriorní cingulární kůra
SMG	Supramarginal gyrus	Supramarginální gyrus
SRP	Self-referential processing	Sebereferenční zpracování informací

STG	Superior temporal gyrus	Horní temporální gyrus
TE	Echo time	Echo čas
TP	Temporal pole	Temporální pól
TPJ	Temporoparietal junction	Temporoparietální junkce
TR	Time repetition	Repetiční čas
TTG	Transversal temporal gyrus	Transverzální temporální gyrus
VLMPFC	Ventrolateral prefrontal cortex	Ventrolaterální prefrontální kůra
VMPFC	Ventromedial prefrontal cortex	Ventromediální prefrontální kůra

Teoretická část

1. Úvod

Otázka lidského self neboli Já bylo, a zůstává, jedním z nejvýraznějších témat v dějinách filozofie, psychologie a neurovědy (Northoff, Qin, & Feinberg, 2011). Za posledních sto let byly publikovány desítky tisíc vědeckých prací, které se zabývaly různými aspekty self a fenomény spojenými s lidským Já. Jedním z prvních badatelů, který se pustil do teoretického zkoumání daného tématu, byl Wiliam James. Definoval základní rozlišení self na poznávající („I-self“) a poznávanou složku („Me-self“). U poznávaného self dále popsal jeho různé aspekty, které se týkají fyzických a psychologických rysů Já (James, 1890). Experimentální a kognitivní psychologie v průběhu 20. století pokračovala ve výzkumu self, určila pojem sebepojetí a zaměřila se na procesy sebepoznání podle fyzických rysů a na vyšší kognitivní procesy, jako jsou sebeuvědomění, sebereflexe a autobiografická paměť (Blatný a kol., 2010; Gallup, 1970; Rogers a kol., 1977). Nakonec v posledních 25 - ti letech zaznamenaly výbuch neurovědecké studie, které zkoumaly neurální základy různých složek self v mozku. Dané studie přináší předběžné důkazy o existenci dvou rozlišitelných, avšak spolupracujících, neurokognitivních procesech, které se podílí na vzniku poznávaného self. Jedná se o sebereferenční zpracování informací (SRP) nižšího a vyššího řádu (LO-SRP a HO-SRP; Molnar-Szakacs & Uddin, 2013; Zaytseva a kol., 2014).

Tato diplomová práce se zabývá neurálními korelátami dvou složek self, a to zejména LO-SRP a HO-SRP. V teoretické části pojednáváme o klasickém psychologickém pojetí Já a o moderních kognitivních a neurokognitivních teoriích self. Také popisujeme vybrané fenomény a procesy spojené se self, které jsou relevantní pro téma dané práce. Následně charakterizujeme zkoumané procesy ve vztahu k uvedeným teoretickým modelům a pojmům. V dalších kapitolách práce předkládáme systematický přehled dosavadních neurozobrazovacích studií, které zkoumaly neurální koreláty self. Na základě tohoto přehledu dále určujeme, které mozkové oblasti se pravděpodobně podílí na LO-SRP, HO-SRP a na obou těchto procesech společně. V práci také uvádíme vybrané neurokognitivní modely, které pomáhají přesněji definovat LO-SRP a HO-SRP a vztáhnout zkoumané procesy k širším neurálním systémům.

V praktické části předkládáme výzkumný projekt, který využívá metody funkční magnetické rezonance (fMRI) ke zkoumání neurálních korelátů SRP ve sluchové a mentální doméně. Výzkum byl proveden na zdravých dobrovolnících. Výzkumný design byl navržen tak,

abychom mohli rozlišit mozkové oblasti zapojené do SRP obecně, a do LO-SRP a HO-SRP zvlášť. Podle našich znalostí je to první studie, která zkoumala LO-SRP a HO-SRP na stejném výzkumném vzorku. Hlavním přínosem studie je prohloubení současných znalostí o neurálních základech různých složek systému self. Porozumění fungování tohoto systému u zdravých jedinců je také prvním krokem k pochopení neurálních korelátů rozličných narušení self (např. u schizofrenie nebo poruch autistického spektra).

2. Self v psychologii

Self se stalo předmětem zkoumání již od vzniku reflexivního vědomí, který se spojuje s dobou, kdy lidstvo začalo používat jazyk ve svém myšlení a zobrazovat své prostředí v podobě jeskynního umění. Výrok „Poznej sám sebe“ považovali starověcí Řekové za natolik důležitý, že ho vytesali nad vchodem Apollonova chrámu v Delfách, jednoho z nejposvátnějších míst své civilizace. Otázka vlastního Já tak byla pro lidi zásadní během posledních tří tisíciletí. V psychologii hluboký zájem o self přetrvává po dobu posledních sta let: od průkopnické práce Williama Jamese na počátku minulého století, přes výzkumy Carla Rogerse v jeho polovině, až po současný výbuch studií na dané téma. V průběhu zhruba posledních 50-ti let byla tato práce doplněna intenzivním rozvojem neurovědy, kde bylo self zkoumáno nejprve prostřednictvím studia náhodných lézí u lidí, poté v experimentech s mozky zvířat a nakonec pomocí neinvazivních neurovizuálních metod, jako jsou pozitronová emisní tomografie (PET), fMRI a elektroencefalografie (EEG; Moran, 2016; Morf & Mischel, 2012).

Podobně dalším základním psychologickým pojmům, jako jsou „vědomí“ nebo „emoce“, je těžké vymezit „self“ a přitom se vyhnout definici kruhem (Gillihan & Farah, 2005). Jde totiž zároveň o *proces* a *prožitek*, který vzniká z kognitivních, emočních a sociálních komponent (Moran, 2016). Slovník Americké Psychologické Asociace definuje self jako „*celistvost jedince, skládající se ze všech charakteristických vlastností, vědomých i nevědomých, mentálních i fyzických*“ (American Psychological Association, 2020).

Pojem self tedy představuje velmi široký teoretický konstrukt, který v psychologii zastřešuje velké množství teoretických modelů a výzkumných proudů. Navíc za poslední století byl popsán skoro bezpočet odvozených pojmů, které představují jednotlivé aspekty self nebo procesy s ním spojené (např. *self-esteem* [sebehodnocení], *self-awareness* [sebeuvědomění], *self-recognition* [sebezpoznaní] a další; Leary & Tangney, 2012). Vyčerpávající představení teorií self a příbuzných fenoménů by zdaleka přesáhlo rozsah dané práce. Proto níže uvádíme

vybrané teoretické modely self a odvozené pojmy, které jsou relevantní pro téma dané diplomové práce.

3. Vybrané teorie self

3.1 Jamesova teorie self

Ve svém monumentálním díle *The Principles of Psychology* William James popsal rozlišení mezi dvěma základními složkami self, a sice mezi self jako subjektem prožívání (neboli „I“) a self jako objektem prožívání (neboli „Me“). Zatímco první aspekt self je agentem duševního života, poznávajícím Já (*self-as-knower*), druhý aspekt self představuje obraz tohoto činného Já, a tvoří Já poznávané (*self-as-known*) přes jeho fyzické a mentální charakteristiky (James, 1890).

Poznávané self („Me“) James definoval jako sumu všeho, co člověk může nazvat svým vlastním. Tuto složku self dále rozdělil na tři hlavní elementy, a sice materiální, sociální a duchovní Já. **Materiální Já** zahrnuje nejenom tělo jedince, ale také jeho oblečení, dům, majetek, a výsledky jeho činnosti (např. psanou tvorbu). **Sociální Já** dále představuje uznání nebo zpětnou vazbu, které se člověku dostává od ostatních. **Duchovní Já** James definoval jako „celou sbírku mých jednotlivých stavů vědomí, mých psychických schopností a dispozic“ (James, 1890, s. 181). Duchovní Já zahrnuje trvalé aspekty vlastní osoby, jako jsou osobnostní rysy, dispozice, hodnoty a morální soudy. Z těchto tří aspektů poznávaného self podle Jamese vyplývá řada psychologických elementů, jako jsou sebehodnocení (*self-appreciation*), zájem o sebe (*self-interest*) a snaha o sebezdokonalení (*self-betterment*) a sebeúctu (*self-respect*); Stainton Rogers, 2011).

Hranici mezi Já a ne-Já podle Jamese definuje emoční postoj jedince k objektu nebo myšlence. Věci, lidé, nebo myšlenky jsou součástí self jedince, pokud to, co se s nimi děje, prožívá jako něco, co se děje s ním samým. Přičemž některé z těchto objektů mohou být pro self významnější než jiné, a to podle toho, do jaké míry se s nimi člověk ztotožňuje. Kromě uvedené dimenzionality James popsal i hierarchickou strukturu tří složek poznávaného self. Materiální Já je základem pro rozvoj dalších složek, na něj navazuje sociální Já a duchovní Já tvoří nejvyšší úroveň (Balcar, 1983; Barresi, 2002).

Své pojetí **poznávajícího self** („I“) James vysvětloval na základě jeho vztahu k self poznávanému („Me“). „I“ je tím, co je každou chvíli *vědomo něčeho*, zatímco „Me“ je *jednou*

z věcí, kterých si může být vědomo „I“. James psal, že vědomí self zahrnuje proud myšlení, jehož každá část jako „I“ si může pamatovat části proudu, které jí předcházely, může vědět věci, které dříve věděly, zaměřovat se na určité z nich jako na „Me“, a přivlastňovat si tyto předcházející myšlenky. Tak z proudu vědomí, který se neustále mění, vzniká trvalé, pokračující, jednotné self (James, 1890; Stainton Rogers, 2011).

Obě složky self jsou dle Jamese neoddělitelné od sebe a jejich rozlišení je možné pouze v teoretické rovině. Nicméně pomocí daného modelu James definoval oblast self přístupnou pro empirické zkoumání, a sice poznávané Já (Balcar, 1983).

3.2 Minimální a narativní self

Současný filozof a kognitivní vědec Shaun Gallagher (S. Gallagher, 2000) na základě několik nedávno vyvinutých filozofických přístupů k self, které považuje za užitečné pro kognitivní psychologii a empirický výzkum, popsal další pojetí složek Já. Jeho pojem minimální self (*minimal self*) odpovídá Jemsovu „I-self“, zatímco pojem narativní self (*narrative self*) odpovídá „Me-self“.

Minimální self z hlediska toho, jak ho jedinec zakouší, představuje vědomí sebe sama jako bezprostředního subjektu prožívání, který není rozšířen v čase. Dané pojetí vzniklo ze snahy popsat nejmenší, „minimální“ pocit Já. Vychází z úvahy, že i když odstraníme všechny nepodstatné rysy Já, stále intuitivně cítíme, že existuje základní, bezprostřední nebo primitivní „něco“, co jsme ochotni nazývat Já. Minimální self není dostačující pro vznik osobní identity přetrvávající v čase, jelikož je omezeno na to, co je přístupné okamžitému sebeuvědomění. Minimální self dále zahrnuje pocit jednání (*sense of agency*) a pocit vlastnictví (*sense of ownership*), a to jak v kontextu motorických akcí, tak v rámci kognice (S. Gallagher, 2000).

Narativní self je víceméně koherentní Já (nebo sebeobraz či sebepojetí; *self-concept*, *self-image*) tvořené minulostí a budoucností v různých příbězích, které o sobě vyprávíme my a které o nás vypráví druzí. Oproti minimálnímu self je narativní self rozšířeno v čase a zahrnuje naše vzpomínky na minulost a záměry do budoucnosti. Tato složka self se tak překrývá s pojmem osobní identity přetrvávající v čase. Ostatní živočichové nemají tento pocit v takové míře, v jaké ho mají lidé. Dennett (1991) se domnívá, že tuto schopnost lidem poskytl jazyk. S pomocí jazyka děláme naši zkušenost souvislou po delší časová období. V příbězích, které vyprávíme, tak vytváříme to, čemu říkáme vlastní Já (S. Gallagher, 2000).

Pro existenci narativního self je zapotřebí správné fungování epizodické paměti. Pribram (1999) předpokládal, že tuto funkci zajišťuje fronto-limbický systém, který zahrnuje frontální a temporální laloky, a také elementy limbické formace. Důležitost řádného fungování epizodické paměti pro narativní self dokládá případ mladého chlapce, který měl vrozené poškození pravé hemisféry a frontální kůry. Vykazoval hlubokou epizodickou amnézii a postrádal schopnost tvořit podstatné prvky příběhu, jako jsou sekvenční struktura vyprávění nebo vymezení začátku a konce (Ahern a kol., 1998).

3.3 Damasiova teorie self

Damasio (1999) popsal tři složky self, a sice proto-self, jádrové self (*core self*) a autobiografické self (*autobiographical self*). Zatímco jádrové a autobiografické self odpovídají Gallagherovým minimálnímu a narativnímu self, proto-self představuje ještě základnější aspekt Já než dva předem jmenované.

Damasio definuje **proto-self** jako soubor nevědomých procesů, které nepřetržitě reprezentují v mozku stav živého těla v jeho mnoha dimenzích. Takové procesy neustále udržují tělesný stav v úzkém rozmezí hodnot a relativní stabilitě potřebné k přežití. Proto-self je tak nevědomým biologickým předchůdcem vyšších vědomých úrovní self. Mezi neurální základy proto-self Damasio řadí jádra mozkového kmene, která regulují tělesné stavy a mapují tělesné signály, hypothalamus a bazální přední mozek, které pomáhají regulaci vnitřního prostředí organismu (koncentrace živin, iontů, hormonů atd.), a části somatosenzorické kůry, jako jsou insulární kůra, sekundární somatosenzorické kůra a posteromediální kůra (*posteromedial cortex*; PMC), které obsahují nejintegrovanejší reprezentace vnitřního stavu organismu a tvaru muskuloskeletálního rámu. Podobně Damasiovu proto-self Panksepp (1998) popsal koncept *prvotního self* (*primal self*) v doméně primitivních afektivních a motorických procesů.

Jádrové self představuje přechodného protagonistu vědomí, který vzniká pokaždé, když nějaký objekt ovlivňuje a mění proto-self (organismus). Může se přitom jednat jak o materiální, tak o mentální objekt (např. myšlenku). Kvůli nekonečné dostupnosti takových provokujících objektů, je jádrové self vytvářeno nepřetržitě, a proto se jeví jako souvislé v čase. Vznik jádrového self Damasio spojuje se vznikem vědomí jako takového. Stáváme se něčeho vědomí, když náš organismus vnitřně vytváří poznání, že organismus byl změněn nějakým objektem. V tu chvíli zakoušíme pocit sebe sama v aktu poznání, tj. zakoušíme své jádrové self. Za neurální základ tohoto procesu Damasio považuje interakci vrchních hrbolů tecta, cingulární

korové oblasti a thalamu. Funkcí procesů, které tvoří jádrové self, je rovněž odlišování Já od ostatních předmětů (Damasio, 1999).

Na jádrové self navazuje další složka Já, a sice **autobiografické self**. Daný aspekt Já je založen na autobiografické paměti, která se skládá z implicitních vzpomínek na individuální zkušenosti z minulosti a z očekávané budoucnosti. Jinými slovy autobiografické self vychází z trvalých a dispozičních záznamů zkušeností jádrového self. Neměnné aspekty životního příběhu jedince tvoří základ autobiografické paměti. Autobiografická paměť neustále roste spolu s rozšiřováním životní zkušenosti, a může být částečně měněna, aby odrazila nové zkušenosti. Sady vzpomínek, které popisují jedince a jeho identitu, mohou být znovu aktivovány jako neurální vzorec a explicitně vyvolány v podobě mentálních obrázků kdykoliv je to zapotřebí. Každá reaktivovaná vzpomínka funguje jako poznávaný objekt, který vyvolává svůj vlastní puls vědomí spolu s v něm přítomným jádrovým self. Výsledkem je autobiografické self, kterého jsme si vědomi (Damasio, 1999).

Damasio dále předpokládá, že autobiografické Já se vyvíjí v průběhu života. V raných stádiích životního vývoje je jen málo víc než opakované stavy jádrového self. Avšak s hromaděním zkušeností autobiografická paměť roste a autobiografické self se tak může ustavit (Damasio, 1999).

V neurálním a kognitivním smyslu je autobiografické self architektonicky spojeno s nevědomým proto-self a vědomým jádrovým self v každém prožívaném okamžiku. Dané spojení představuje jakýsi most mezi pomíjivým procesem jádrového vědomí a mnohem širší oblastí neměnných vzpomínek na jedinečná fakta životní historie a na stálé charakteristiky jedince. Autobiografické Já tak například zahrnuje informace o tom, kde jsme se narodili, kdo jsou naši rodiče, zásadní momenty našeho života, naše preference, jméno, osobnostní rysy, a také naše přání, cíle, povinnosti atd. Damasio (1999) předpokládá, že tyto informace jsou skladovány na mnoha místech ve vyšších úrovních mozkové kůry. Jednotlivé záznamy jsou úzce sladěny pomocí neurálních spojení, aby jejich obsah mohl být vyvolán rychle a efektivně. Autobiografické self dle Damasia vzniká z neustále reaktivované neurální sítě, která je založena na tzv. konvergenčních zónách. Tyto zóny se nacházejí v temporální a frontální kůře vyššího řádu, a také v podkorových jádrech. Koordinovaná aktivace této sítě je stimulována jádry thalamu, zatímco udržování vyvolaných záznamů v pracovní paměti po delší dobu zajišťují oblasti prefrontální kůry.

Můžeme udělat závěr, že jak klasické psychologické, tak moderní filozofické, kognitivní a neurokognitivní teorie rozlišují mezi self jako subjektem poznávání neboli protagonistou vědomí a self jako objektem poznávání. Self jako subjekt je hůř přístupné vědeckému zkoumání, a objevuje se zejména ve fenomenologickém výzkumu. Naproti tomu self jako objekt bylo od 50. let minulého století hojně zkoumáno pomocí empirických metod. Daná diplomová práce se primárně zaměřuje na tento druhý aspekt Já. Z představených teorií ovšem vidíme, že obě složky self jsou úzce propojeny a ve výzkumu není možné je od sebe úplně oddělit (Greenwald & Pratkanis, 1984). Koncept self jako objektu odpovídá současnému pojmu sebepojetí (*self-concept*), o kterém pojednáme v další kapitole.

4. Vybrané fenomény a procesy spojené se self

Od počátku 70. let minulého století byly stovky tisíc publikací v rámci psychologie a sociálních věd věnovány různým aspektům a fenoménům self. Různá témata zastřešená pojmem self se týkala široké škály procesů, jako jsou sebeuvědomění, sebedůvěra, sebekontrola, osobnost, sebepojetí, sebehodnocení a další (Leary & Tangney, 2012).

4.1.1 Sebepečetí

Pojmem **sebepečetí** (*self-concept*) se v psychologii obecně označuje „*souhrn představ a hodnotících soudů, které člověk o sobě chová*“ (Blatný a kol., 2010, s. 437). Sebepečetí bývá také definováno jako percepce sebe sama, mentální reprezentace sebe, nebo vlastní teorie o sobě (Markus & Cross, 1990; van der Werff, 1990). Papica (1985) uvádí komplexní vymezení pojmu:

„Sebepečetím je složitým konstruktem implikujícím kognitivní strukturu, ač ne výlučně, pozůstávající z verbálně nebo sémanticky zakódovaných generalizací, do nichž se integrují nové údaje a snad také pro subjekt specificky důležité behaviorální vzorky. Tato zevšeobecnění zahrnují vlastnosti, schopnosti, vědomosti, hodnoty, postoje a sociální role, všechno, čím se subjekt definuje a zhodnocuje. Jsou to především ty charakteristiky, které považujeme za sebepečetijící, a na nich závisí, jak bude s jakoukoli personální informací naloženo“.

Blatný a kol. (2010) dále rozlišují tři aspekty sebepečetí, a sice *kognitivní*, *afektivní* a *konativní*. **Kognitivní aspekt** sebepečetí souvisí s jeho obsahem a strukturou. Souhrn všech znalostí o sobě tvoří obsah sebepečetí, zatímco způsob kognitivní organizace těchto znalostí odráží jeho strukturu. Sebepečetí se formuje v průběhu socializace člověka, na základě jeho interakcí se

sociálním okolím. V procesu vývoje se obsah sebepojetí zvětšuje, jelikož postupně narůstá objem informací o sobě. Další důležitou charakteristikou obsahu sebepojetí je tzv. **princip význačnosti**. Daný princip se týká toho, že se jednotlivé součásti sebepojetí formují kolem význačných rysů self. Jde o rysy, které jedince odlišují od ostatních, anebo o takové, které jsou pro něho důležité kvůli jeho vlastním přesvědčením nebo kvůli očekáváním jiných lidí. Zrzavé děti tak například při popisu sebe častěji, než ostatní uvádějí barvu svých vlasů (Markus, 1980).

Emoční aspekt sebepojetí představuje vztah k sobě samému, který je definován citovými prožitky jedince, a který se odehrává v rámci dimenze negativity versus positivity. Daný aspekt sebepojetí zahrnuje takové pojmy jako sebehodnocení (*self-esteem*), sebeúcta (*self-respect*), a sebedůvěra (*self-confidence*). Kognitivní procesy v rámci Já jedince plní poznávací funkci, zatímco emotivní procesy vytváří citový vztah k sobě (Blatný a kol., 2010).

Sebehodnocení (*self-esteem*) představuje mentální reprezentaci citového vztahu člověka k sobě, obraz sebe z perspektivy vlastních kompetencí a vlastní hodnoty v různých životních oblastech (např. morální, společenské, profesní). Přestože pojmy sebepojetí a sebehodnocení bývají někdy zaměňovány, část autorů považuje sebehodnocení za aspekt sebepojetí (Kihlstrom & Cantor, 1984; Markus & Wurf, 1987).

4.1.2 Sebeuvědomění

Pojem sebeuvědomění (*self-awareness*) se ve vědecké literatuře používá v různých významech. Pojetí obecně přijímané v psychologii definuje sebeuvědomění jako na sebe zaměřenou pozornost nebo selektivní zpracování informací o sobě (American Psychological Association, 2020; Carver, 2012). Nicméně se v různých zdrojích setkáváme s užším a širším pojetím sebeuvědomění.

Užší pojetí se týká sebeuvědomění v jeho nejzákladnější formě, a sice schopnosti stát se objektem vlastní pozornosti. Někteří autoři to také nazývají **fyzickým sebeuvědoměním** (Dunphy-Lelii & Wellman, 2012; Lind, 2010). Přítomnost této formy sebeuvědomění u jedince se obvykle odvozuje od schopnosti sebepoznání, tj. od toho, jestli dokáže poznat svůj odraz v zrcadle. Většina živočichů totiž reaguje na vlastní odraz jako na jiného jedince. Schopnost správně odvodit identitu obrazu v zrcadle vyžaduje přítomnost self, tj. uvědomění si sebe sama jako samostatného organismu (Gallup a kol., 2002). Tato základní forma sebeuvědomění je prerekvizitou pro většinu dalších procesů týkajících se vlastního Já. Existují neuropsychologické důkazy toho, že schopnost rozpoznání vlastního odrazu u lidí souvisí se správným fungováním sebepojetí. Pacienti s poškozením frontální kůry mají nejenom

narušenou schopnost rozpoznávat vlastní tvář, ale také vykazují deficity v sebehodnocení a autobiografické paměti (Keenan, Wheeler, a kol., 2003).

Širší pojetí sebeuvědomění, které se někdy také nazývá **psychologické sebeuvědomění**, souvisí s vyššími kognitivními schopnostmi (Dunphy-Lelii & Wellman, 2012; Lind, 2010). Zahrnuje hlubokou znalost sebe sama jako samostatné bytosti, nezávislé na dalších jedincích, jednotné, konzistentní a stabilní v čase a prostoru. Dané vymezení obsahuje také pochopení jedincem toho, jak ho vnímají ostatní (Legrain a kol., 2011). Taková koncepce sebeuvědomění se překrývá s pojmem teorie mysli (*theory of mind*) nebo mentalizace.

Teorie mysli představuje schopnost vysvětlovat a předpovídat naše vlastní chování a chování druhých, a to tak, že druhým přisuzujeme na nás nezávislé mentální stavy, jako jsou přesvědčení, přání, emoce nebo záměry (H. L. Gallagher & Frith, 2003). Tato schopnost se u dětí začíná vyvíjet kolem 2 let věku. Do té doby ještě nedokážou rozlišovat mezi vlastními mentálními stavy a mentálními stavy druhých (Bard a kol., 2006). Plně se však teorie mysli vyvíjí až kolem 4 let, kdy děti dokážou chápat i tzv. falešná přesvědčení, tj. mentální stavy druhých, které protirečí tomu, co sami považují za pravdu (Gallup a kol., 2003). Kromě malých dětí nedostatky v teorii mysli mívají i jedinci s poruchami autistického spektra (Korkmaz, 2011).

Psychologické sebeuvědomění dále zahrnuje autobiografickou paměť a schopnost sebereflexe. Někteří autoři dokonce používají pojmy sebereflexe a sebeuvědomění jako synonyma (Leary & Terry, 2012).

Širší pojetí sebeuvědomění bývá také definováno jako selektivní zpracování znalostí o sobě. Nasby (1989) podotýká, že tento proces stojí za vývojem sebepojetí. Bylo zjištěno, že lidé, kteří tráví velké množství času zpracováním informací o sobě, vyvíjí propracovanější a pevněji ukotvený obraz sebe sama než ostatní lidé (Hjelle & Bernard, 1994).

Leary a Terry (2012) považují sebeuvědomění za jednu z ústředních lidských vlastností. Podotýkají, že i když někteří jiní živočichové vykazují náznaky této schopnosti v základní formě (např. sebepoznání v zrcadle), nemohou o sobě přemýšlet na tak komplexní a abstraktní úrovni jako člověk. Leary a Buttermore (2003) dále tvrdí, že sebeuvědomění není celistvý fenomén, ale soubor několika kognitivních schopností, které se mohly vyvinout v různých dobách evoluce člověka a za různými účely. Vznik schopnosti sebepoznání (která odpovídá fyzickému sebeuvědomění) tak řadí do prehistorické doby, kdy se rodokmen lidí ještě neoddělil

od rodokmene moderních opic. Leary a Terry (2012) dále rozlišují ještě čtyři složky sebeuvědomění, které se vyvinuly později a jsou přítomny u člověka. Jsou to (1) přemýšlení o sobě v minulosti a v budoucnosti, (2) introspekce svých myšlenek, emocí a motivů, (3) konceptualizace a hodnocení svých vlastních charakteristik, schopností a pohnutek a (4) přemýšlení o tom, jak nás vnímají druzí lidé. Tyto složky odpovídají pojetí psychologického sebeuvědomění (Dunphy-Lelii & Wellman, 2012; Lind, 2010).

4.1.3 Sebepoznání

Sebepoznání (*self-recognition*) můžeme definovat jako schopnost jedince identifikovat sebe sama na základě svých vnějších fyzických charakteristik. Ve výzkumu sebepoznání se tak například používal odraz v zrcadle, fotografie tváře nebo jiné části těla a nahrávky vlastního hlasu (Kaplan a kol., 2008; Keenan, Wheeler, a kol., 2003; Xu a kol., 2013).

Bylo zjištěno, že kojenci začínají poznávat svůj odraz v zrcadle mezi 18. a 24. měsícem života (Amsterdam, 1972). Správně identifikovat sebe na fotografii podle různých studií dokážou buď ve stejnou dobu, anebo trochu později (Anderson, 1984). Kromě člověka je sebepoznání v zrcadle schopno jen málo dalších živočichů, a sice šimpanzi, orangutani, delfíni a sloni (Anderson & Gallup, 1999; Mitchell, 2012). Předpokládá se, že schopnost vizuálního sebepoznání indikuje to, že jedinec má mentální reprezentaci vlastního vzhledu (*body percept*). Jinými slovy ví, jak vypadá zvenčí (Anderson, 1984).

Řada výzkumníků se domnívá, že identifikace svého obličeje nevyžaduje přítomnost psychologického sebeuvědomění. Mitchell (1993) a Morin (2007) tak uznávají, že sebepoznání v zrcadle vyžaduje zaměření pozornosti na sebe a určitý druh znalostí o sobě. Nicméně předpokládají, že tyto znalosti jsou pouze kinestetickou reprezentací vlastního těla. Jinými slovy jedinec porovnává reprezentaci svého těla s odrazem v zrcadle a dochází k závěru „jsem to já“ (Morin, 2007). Mitchell (2012) dále tvrdí, že sebepoznání ukazuje na přítomnost rudimentárního self, které disponuje dovednostmi imitace, plánování a omezenou schopností zaujetí pohledu jiného jedince. Rudimentární self Mitchell popisuje jako základní strukturu, na kterou se dále mohou stavět jemnější a komplikovanější kognitivní dovednosti.

Devueová a Brédart (2011) se domnívají, že podobně jako sebepoznání v zrcadle, rozpoznání vlastní tváře na fotografii rovněž nevyžaduje vyšší kognitivní procesy, jako je přístup ke svým myšlenkám nebo mentálním stavům. Správná identifikace vyžaduje pouze to, aby se aktuální reprezentace viděné tváře shodovala s reprezentací uloženou v systému perceptivní paměti věnované obličejům (Bruce & Young, 1986).

Přestože rozpoznání obličeje nemusí samo o sobě vyžadovat vyšší kognitivní procesy, může být takovými procesy doprovázeno. Identifikace tváře druhého člověka například může vyvolat přemýšlení o jeho osobě nebo o vzpomínkách s ním spojených (Devue & Brédart, 2011). Některé studie tak ukázaly, že během rozpoznávání obličejů známých nebo slavných lidí se u probandů souběžně vyskytoval proces vědomého vzpomínání (Barsics & Brédart, 2011; Damjanovic & Hanley, 2007).

Kromě rozpoznávání tváří, mají také lidé schopnost identifikovat osobu známého člověka na základě jeho hlasu, aniž by dotyčného v tu chvíli viděli (např. při telefonování). Hlas člověka bývá nazýván „zvuková tvář“, protože nám zprostředkovává množství sociálně relevantních paralingvistických informací. Kromě osoby mluvčího například vypovídá o jeho pohlaví, věku, fyzickém a emočním stavu (Nakamura a kol., 2001). Lidé mají dobrou schopnost identifikovat svůj vlastní hlas, a to i když část prezentovaných stimulů jsou pseudoslova (Candini a kol., 2014).

Rozpoznání vlastního hlasu je zásadní pro sebeuvědomění a sebemonitorování při mluvení. Narušení této schopnosti se vyskytuje u schizofrenie a jiných psychotických poruch (Allen a kol., 2009; Johns a kol., 2006; Xu a kol., 2013).

4.1.4 *Sebereflexe*

Sebereflexe (*self-reflection*) představuje vyšší kognitivní proces, který spočívá ve zkoumání, hodnocení a analýze svých myšlenek, pocitů a jednání, a také v rozjímání o nich (American Psychological Association, 2020). Sebereflexi potřebujeme například k tomu, abychom mohli odpovědět na otázku, jakou hudbu máme rádi, anebo k tomu, abychom o sobě mohli říct, že jsme extrovertní či přátelští (Moran, 2016). Ačkoli velké množství lidského chování se odehrává automaticky a nevědomě, podstatná část komplexních lidských fenoménů vyžaduje sebereflexi. Jde například o dlouhodobé plánování, humor, sebeztažné (*self-conscious*) emoce (např. vina, stud), vědomou sebe prezentaci nebo udržování konzistentního pohledu na své Já. Schopnost sebereflexe proto může být nejdůležitější psychologickou charakteristikou, která odlišuje člověka od většiny, když ne od všech, dalších zvířat (Leary & Tangney, 2012).

5. Fyzické a psychologické aspekty self

Jedním ze základních rysů self je skutečnost, že ho můžeme vnímat a charakterizovat ve vztahu jak k jeho fyzickým, tak k jeho psychologickým aspektům. Naše sebepojetí se tak skládá z fyzických a psychologických prvků. Fyzické aspekty self zahrnují naše tělo jako celek a jeho jednotlivé části. Někdy se mezi fyzické prvky self řadí také objekty, které považujeme za naše. Jde například o auta, domy, nebo oblečení (James, 1890; Moran, 2016). Za centrální fyzické aspekty self se však považují tvář a hlas člověka, jelikož představují trvalé a velmi význačné rysy Já, na základě kterých je možné jedince snadno identifikovat (Hu a kol., 2016; Kaplan a kol., 2008). Psychologické aspekty self naproti tomu zahrnují znalosti jedince o sobě, včetně jeho epizodických vzpomínek nebo hodnotících pohledů na sebe, jako jsou například názory na vlastní vzhled nebo schopnosti (Gillihan & Farah, 2005).

Rozlišení fyzické a psychologické složky Já (někdy také „tělesné“ a „mentální“) se ve filozofii a psychologii objevovalo již před mnoha lety. Například Rene Descartes, jeden z nejvýznamnějších myslitelů, kteří se zabývali otázkami self a vědomí, považoval tělo a mysl za dvě samostatné složky lidské bytosti. William James ve svém pojednání o self také rozlišoval mezi materiálním Já a duchovním Já (James, 1890). Za jádro materiálního self považoval tělo člověka, zatímco o duchovním self psal, že ho poznáváme v procesu reflexe, když se vzdáváme pohledu ven a zaměřujeme se na sebe a na svou mysl. Současná neurokognitivní věda přináší důkazy toho, že neurální reprezentace fyzických a psychologických aspektů self se mohou od sebe odlišovat (Frewen a kol., 2020; Hu a kol., 2016).

Zásadní rozdíl mezi fyzickými a psychologickými prvky self spočívá v podobě jejich mentálních reprezentací. Fyzické aspekty Já totiž představují analogovou, neverbální informaci, tj. mentální obrázky nebo otisky skutečnosti (např. představa vlastní tváře). Naproti tomu psychologické aspekty self mají nejčastěji podobu verbálních neboli sémantických reprezentací (např. tvrzení „jsem extrovert“). Jak propoziční verbální, tak analogové neverbální reprezentace navíc mohou existovat v různých senzorních modalitách. Tak například máme vizuální představu vlastního obličeje a zvukovou představu znění našeho hlasu (Frewen a kol., 2020; Paivio, 1991).

Zde je důležité podotknout, že zatímco analogové reprezentace vlastní tváře nebo hlasu tvoří fyzické aspekty self, naše hodnotící pohledy a názory na svůj hlas nebo obličej už spadají do psychologických prvků Já (např. tvrzení „mám vysoký hlas“; Gillihan & Farah, 2005). Toto rozlišení se mimo jiné odráží v pojmech „body percept“ a „body koncept“, kde první jmenované

odkazuje na mentální obrázek fyzických charakteristik vlastního těla, zatímco druhé jmenované představuje sumu myšlenek a pocitů, které tvoří způsob, jímž jedinec nahlíží na jeho tělesné rysy (American Psychological Association, 2020).

S rozlišováním mezi fyzickými a psychologickými aspekty self souvisí vymezení fyzického a psychologického sebeuvědomění (Dunphy-Lelii & Wellman, 2012; Lind, 2010). Fyzické sebeuvědomění se totiž týká schopnosti sebezpoznání, a tedy zahrnuje mentální operace s fyzickými aspekty self (např. rozpoznání svého hlasu nebo tváře). Naproti tomu psychologické sebeuvědomění souvisí s vyššími kognitivními schopnostmi, jako je teorie mysli, sebereflexe nebo autobiografická paměť. Předpokládá tudíž mentální operace s psychologickými aspekty Já (např. sebereflexe svých názorů nebo vzpomínání na svou minulost; Molnar-Szakacs & Uddin, 2013). Výzkumy z oblasti psychopatologie přinášejí důkazy, že se může jednat o dva rozdílné neurokognitivní systémy. Jedinci s poruchou autistického spektra jsou například schopni vizuálního sebezpoznání, ale vykazují nedostatky v autobiografické paměti, přestože mají nepoškozené jiné paměťové schopnosti (Jordan & Powell, 1995; Ozonoff & Strayer, 2001). Mívají také problém správně identifikovat své současné emoce nebo myšlenky (Silani a kol., 2008). Naproti tomu u jedinců se schizofrenií může být narušeno fyzické sebeuvědomění, jelikož u nich bývají pozorovány problémy se sebezpoznáním (Platek a kol., 2008).

6. Vědomé a nevědomé aspekty self

Další charakteristikou self je to, že se skládá z vědomých a nevědomých aspektů. Například, jak již bylo zmíněno, Damasio (1999) rozlišuje mezi nevědomou (proto-self) a vědomými (jádrové a autobiografické self) složkami Já. LeDoux (2002) dále popsal rozdíl mezi implicitním a explicitním self, kde explicitní self obsahuje takové procesy, které jsou přítomné ve vědomí, jako například psychologické sebeuvědomění, zatímco implicitní self, odkazuje na takové aspekty Já, které nejsou přístupné vědomému zkoumání. LeDouxova koncepce ukazuje na důležitý rozdíl mezi fyzickým a psychologickým sebeuvědoměním v jejich vztahu k vědomí. Procesy, které charakterizují psychologické sebeuvědomění totiž můžeme považovat za explicitní. Odehrávají se ve vědomí a můžeme je zkoumat pomocí introspekce. Naproti tomu proces sebezpoznání, který ukazuje na fyzické sebeuvědomění, je spíše implicitní, jelikož není plně přístupný pro vědomé pozorování. Například při pohledu do zrcadla jsme si vědomi pouze *výsledku* sebezpoznání (napadne nás „jsem to já“), avšak samotný *proces* porovnání vnímaného odrazu v zrcadle s mentální reprezentací vlastního obličeje probíhá automaticky a podvědomě.

7. Raný výzkum self v kognitivní psychologii

Prvními předchůdci výzkumu self v kognitivní psychologii byly studie, které využívaly metody introspekce a zaměřovaly se výlučně na vědomé aspekty Já. Avšak v první polovině 20. století, v době behaviorismu, převládal názor, že i explicitní aspekty self nejsou dostupné pro vědecké metody, a proto mají být přehlíženy. V polovině minulého století zastánci kognitivní revoluce odmítli striktní stanovisko behaviorismu a zahájili výzkum procesů, které se nacházejí mezi působícím stimulem a reakcí organismu. Předpokládali, že fungování mysli se podobá fungování počítače a zaměřili se na studium myšlenkových pochodů jakožto procesů zpracování informací. Výzkumníci tak začali konceptualizovat self z hlediska pozornostních a kognitivních procesů (Markus, 1977). Tento důraz na poznávací procesy dodnes převládá v kognitivní psychologii, kognitivní neurovědě a ve výzkumu sociální kognice. Kognitivní neurověda se vysloveně postavila do pozice disciplíny, která je schopná dále zkoumat takové procesy a doplnit behaviorální výzkum o možnost zjistit, co se odehrává v mozku, když otevřeme oči a světlo od stimulu z prostředí padne na naši sítnici (Moran, 2016).

Behaviorální výzkum self v rámci kognitivní psychologie přinesl první důkazy o tom, že informace vztahující se k Já jedince (*self-relevant information*) se zpracovávají odlišným způsobem než ostatní informace. Taková zjištění vedla k předpokladu, že self zaujímá nadřazenou pozici mezi kognitivními strukturami naší mysli (Kihlstrom & Cantor, 1984; Markus, 1977). První důkazy o tom, že self může představovat speciální proces v naší kognici pocházejí z výzkumu Rogerse a kol. (1977), kteří objevili tzv. **sebereferenční efekt** (*self-referential effect*) paměti. Daný efekt odkazuje na pozorování, že informace, které si jedinec zapamatuje ve vztahu k sobě, později vybaví s větší přesností než informace zapamatované ve vztahu k druhé osobě nebo uložené obecným sémantickým způsobem (např. při zodpovězení otázky „je toto slovo abstraktní nebo konkrétní?“). Tento efekt byl mnohokrát replikován, avšak jeho příčina zůstává neznámá. Převládající názor ale tvrdí, že self představuje jakési speciální, nadřazené kognitivní schéma, které má mimořádné mnemotechnické vlastnosti (Symons & Johnson, 1997).

Jiný výzkumný proud se zabýval otázkou, zda zpracování informací vztahujících se k self má nadřazenou pozici v doméně zkreslení pozornosti. Rané studie ukázaly, že informace, které se týkají sebepojetí, jsou na rozdíl od jiných informací přednostně vybírány pro další zpracování. Tyto výzkumy tak například odhalily, že reakční časy jsou signifikantně nižší při odezvě na informace týkající se self, a také ukázaly, že takové informace jsou schopny automaticky přitáhnout pozornost jedince k sobě samému, i když se předtím zaměřoval na něco jiného

(Bargh, 1982; Moray, 1959). V jedné z prvních demonstrací tzv. **efektu koktejlové party** Moray (1959) pomocí metody dichotického poslouchání zjistil, že jediným stimulem, který účastníci byli schopni postřehnout přes ignorovaný zvukový kanál, bylo jejich vlastní jméno. Jiná studie využívající stejnou metodu odhalila snížení reakční doby při odezvě na náhodně pouštěnou sondu, když byla do vnímaného kanálu pouštěna informace vztahující se k self (přídavná jména popisující danou osobu). Účastníci si přitom zcela neuvědomovali obsah sdělení z ignorovaného kanálu (Bargh, 1982). Informace související s Já tudíž mohou upoutat pozornost a tím zrychlit nebo zpomalit výkon v úlohách vyžadujících pozornost, přičemž tento mechanismus zpravidla probíhá mimo vědomí, a tedy automaticky. Na druhou stranu jsou takové informace součástí sebepojetí a jsou kdykoliv přístupné našemu vědomí. A tak zde vidíme interakci mezi implicitními a explicitními procesy self, a také existenci mechanismu, který nás nutí zaměřit se na to, co je důležité pro naše Já, aniž bychom si byli fungování tohoto mechanismu vědomi (Moran, 2016).

8. Self v mozku

V posledních 25-ti letech bylo self rovněž rozsáhle zkoumáno v kognitivní neurovědě, a to zejména pomocí neurozobrazovacích metod. Vymezení pojmu self a odhalení neurálních základů tohoto konceptu je pro badatele výzvou. Přestože neurovědecká literatura obsahuje bezpočet článků, kapitol a knih, které se zabývají takovými tématy jako „sebeuvědomění“, „sebereflexe“ nebo „sebepoznání“, proběhly pouze ojedinělé pokusy o ucelený teoretický model, který by spojil jednotlivá výzkumná a teoretická počínání (Frewen a kol., 2020; Northoff a kol., 2011). V dané kapitole uvedeme některé takové pokusy a shrneme relevantní empirické důkazy o neurálních základech self.

8.1.1 *Procesově založené teorie self*

Studium self v kognitivní neurovědě navazuje na přístup kognitivní psychologie a pojímá self jako proces nebo soubor procesů zpracování informací. Některé takové procesy představují myšlenkové operace jedince, které se týkají jeho vlastního Já a aktivují různé aspekty jeho sebepojetí (např. při sebereflexi, sebepoznání, sebehodnocení atd.). Jiné procesy, na jejichž základě vzniká prožitek self, pravděpodobně probíhají neustále a mimo vědomí (Christoff a kol., 2011; Gillihan & Farah, 2005).

Dodnes vzniklo několik samostatných výzkumných proudů, které nahlízejí na self jako na proces zpracování informací. Tyto proudy však málo komunikují mezi sebou (Frewen a kol.,

2020; Northoff a kol., 2011). Neurokognitivnímu výzkumu self proto chybí ustálený terminologický systém. V anglojazyčných publikacích se tak objevují pojmy *self-processing*, *self-related processing*, *self-referential processing*, *self-relevant processing*, *self-reflective processing*, a *self-specifying processing* (např. Christoff a kol., 2011; D'Argembeau, 2013; Kelley a kol., 2002). V některých případech různí autoři používají odlišné pojmy pro označení totožných nebo velmi podobných teoretických konstruktů. V jiných případech se naopak stejný pojem používá k vyjádření odlišných významů. Dále představíme koncept seberefrenčního zpracování informací (*self-referential processing*; Northoff a kol., 2006), který se pokouší o sjednocení samostatných výzkumných linií a vymezíme ho vůči jiným procesově založeným modelům self.

8.1.1.1 Seberefrenční zpracování informací

Většina dosavadních výzkumů self v kognitivní neurovědě používá experimentální paradigma tradiční pro neurozobrazovací studie. Účastníkům jsou prezentovány určité podněty nebo zadávány určité úkoly, zatímco jejich mozková aktivita je sledována pomocí takových nástrojů jako fMRI nebo PET. Jednotlivé výzkumy self se však liší v konkrétním experimentálním designu. Používají totiž různé typy stimulů (např. verbální, neverbální), prezentují stimuly v odlišných sensorických modalitách (např. vizuální, sluchová, taktilní), a zadávají účastníkům různé úkoly (např. aktivní hodnocení nebo pasivní vnímání stimulů; Frewen a kol., 2020; Northoff a kol., 2011). Tyto rozdíly plynou z toho, že jednotlivé výzkumy vycházejí z odlišných teoretických konceptualizací self. Vymezuji totiž Já ve vztahu k jeho různým aspektům neboli v různých doménách (Northoff a kol., 2006). Self tak již bylo studováno v doméně těla (např. Araujo a kol., 2015), fyzického vzhledu (Platek a kol., 2008), hlasu (např. Kaplan a kol., 2008), paměti (např. Gilboa, 2004), emocí (např. Fossati a kol., 2003), prostorové orientace (např. Vogeley a kol., 2004), verbálních procesů (Kelley a kol., 2002) a sociálního vnímání (Frith & Frith, 2003). Některé studie se dále zaměřují na konkrétní kognitivní procesy spjaté se self, jako je například sebereflexe (např. Johnson, 2002) nebo sebepoznání (např. Kaplan a kol., 2008).

Northoff a kol. (2006) si položili otázku o tom, co sjednocuje tyto rozdílné konceptualizace Já v různých doménách a umožňuje nám hovořit o self ve všech případech. Dospěli k závěru, že společným prvkem těchto výzkumných přístupů je zpracování stimulů nějakým způsobem odkazujících na self neboli **seberefrenční zpracování informací** (*self-referential processing*; SRP). V jiných zdrojích se tento koncept rovněž objevuje pod názvy „*self-processing*“, „*self-related processing*“, a „*self-relevant processing*“ (Christoff a kol., 2011; D'Argembeau, 2013;

Kelley a kol., 2002). Ve studiích SRP tak účastníkům byly prezentovány obrázky, slova nebo zvuky a participanti měli hodnotit, zda tyto stimuly souvisí s jejich osobou či nikoli. Dívali se například na fotografie zobrazující jejich vlastní tvář, tváře jejich příbuzných, obličeje slavných osob a obličeje neznámých lidí, a měli hodnotit do jaké míry se daný stimul vztahuje k jejich vlastnímu Já. Takové experimentální designy předpokládají, že si participant uvědomuje své Já ve chvíli, kdy vnímá podnět, který nějak souvisí s jeho osobou. Dané studie se tedy zaměřují na vnímání nebo hodnocení určitých prvků self (např. vzhled, osobnostní rysy, vzpomínky) a předpokládají u jedince schopnost sebeuvědomění a další vyšší kognitivní schopnosti, které vyžaduje konkrétní úloha (Northoff a kol., 2011).

Northoff a kol. (2011) definují SRP jako zpracování podnětů, které jedinec zakouší jako silně vztažené k jeho vlastní osobě. Rozlišují u tohoto procesu fenomenální (neboli prereflektivní) a kognitivní (neboli reflektivní) aspekty zkušenosti. Fenomenální složka zkušenosti odpovídá například pocitu lásky, vůni květiny nebo pocitu, že daný objekt je můj vlastní. Tento aspekt zkušenosti se při seberefrenčním zpracování projevuje jako cítění neboli prožívání podnětů. Naproti tomu kognitivní či reflektivní složka umožňuje zkušenosti stát se explicitní, tj. souvisí s uvědomováním si toho, že podnět odkazuje na moje vlastní Já.

Definice seberefrenčních podnětů jako „silně vztažených“ k Já jedince poukazuje na proces spojování interoceptivních a exteroceptivních stimulů s konkrétní osobou. Hlavním rysem zde není rozlišování mezi různými senzoričnými modalitami, ale souvislost různých stimulů se self jedince. Podněty tak již nejsou sdružovány na základě jejich senzoričného původu, ale na základě síly jejich vztahu k self. Čím víc je určitý podnět spojen s pocitem, že nám patří, tím víc se vztahuje k našemu Já. Síla tohoto vztahu se nedá určit v absolutních pojmech, jelikož záleží na příslušném situačním kontextu (Northoff a kol., 2006).

Self se obvykle vyznačuje intenzivnější emoční subjektivitou, která souvisí s tím, že vnímaným stimulům přisuzujeme nějakou hodnotu. Když se na objekty a události díváme „očima“ self, přestávají být pouze objektivními prvky světa, ale zpravidla se stávají emočně zabarvenými, a proto silněji vztaženými k našemu pocitu Já. Northoff a kol. (2006) tak dospívají k předpokladu, že nejspolehlivějším způsobem, jak odlišit seberefrenční zpracování od zpracování jiných podnětů je emoční postoj jedince vůči danému objektu nebo myšlence.

Koncepce seberefrenčního zpracování je v současné kognitivní neurovědě nejvíce přijímaným teoretickým modelem, který spojuje většinu výzkumných proudů studujících self (Frewen a kol., 2020; Northoff a kol., 2011). Neurozobrazovací studie, které zkoumají SRP, porovnávají

zpracování seberefrenčních stimulů se zpracováním stimulů, jež neodkazují na self. Účastníci těchto experimentů jsou totiž žádáni, aby hodnotili nebo pouze vnímali různé prvky svého sebepojetí. Takový přístup se tedy primárně zaměřuje na self jako objekt poznávání („Me“; Christoff a kol., 2011).

8.1.1.2 Sebespecifikující zpracování informací

Christoff a kol. (2011) poukázali na skutečnost, že zatímco většina dosavadních studií se soustředila na výzkum SRP, a tudíž self jako objektu, druhý aspekt self, „I“, tj. self jako vědoucí subjekt a agent, získává malou pozornost v současném neurovědeckém výzkumu. Ve své práci se proto zaměřují na tento subjektivní aspekt self, a sice na prožívání sebe sama jako agenta vnímání, jednání, poznání a emocí. Domnívají se, že daná složka self vzniká na základě tzv. **sebespecifikujícího zpracování informací** (*self-specifying processing*). Jde o procesy, které implicitně specifikují self tím, že mezi přicházejícími stimuly odlišují ty, jejichž zdrojem je self od těch, které pocházejí z okolního světa. Sebespecifikující zpracování informací probíhá na různých úrovních a vede jednak k prožitku sebe sama jako vtěleného (*embodied*) agenta v rovině senzomotorických procesů, a jednak k prožitku sebe sama jako kognitivně-afektivního agenta v rovině kognice a emocí.

8.1.1.3 Sebevztahné zpracování informací

Kromě seberefrenčního a sebespecifikujícího zpracování informací Northoff a kol. (2011) popisují ještě jeden typ procesů, na základě kterých vzniká self. Vymezují tak pojem **sebevztahného zpracování informací** (*self-related processing*), který odkazuje na základní proces, jenž vytváří vztah mezi organismem a stimulem. Autoři podotýkají, že každý podnět, ať už fyzický nebo mentální, musí být nejdříve vztažen k organismu, aby organismus mohl k danému podnětu přistoupit jako ke specifickému obsahu v procesu vnímání nebo hodnocení. Na rozdíl od sebevztahného zpracování, SRP přebírá fyzické a mentální obsahy jako dané a preexistující. Sebevztahné zpracování neodpovídá ani pojetí self jako subjektu („I“), ani pojetí self jako objektu („Me“). Není také omezeno na žádný druh stimulů, a tudíž se netýká výlučně seberefrenčních podnětů nebo nějakých jiných podnětů. Nakonec nemůže být ztotožňováno ani s prožitkovým, ani s kognitivním aspektem zkušenosti. Sebevztahné zpracování totiž v první řadě umožňuje všechna tato rozlišení. Jde o druh procesů, které tvoří nezbytné predispozice pro vznik self. Sebevztahné zpracování tak částečně připomíná Damasiův koncept proto-self.

V dnešní době nejrozšířenějším teoretickým modelem v kognitivní neurovědě self je koncepce seberefrenčního zpracování, která spojuje většinu současných výzkumných přístupů (Frewen a kol., 2020; Northoff a kol., 2011). Zatímco seberefrenční zpracování primárně odpovídá pojetí self jako objektu poznávání, sebespecifikující zpracování odráží pojetí Já jako poznávajícího subjektu a sebevztahné zpracování tvoří základ pro vznik dvou předchozích typů procesů (viz tabulka 1).

Tabulka 1. Přehled psychologických, kognitivních a neurokognitivních teoretických konceptů self

Self			
Filozofické a psychologické teoretické koncepty	Proto-self	Poznávající/jádrové self („I“)	Poznávané/autobiografické self („Me“)
Kognitivně-psychologické pojmy	---	---	Sebepojetí
Kognitivně-psychologické fenomény	---	Pocit jednání Pocit vlastnictví těla a motorických akcí	Sebepoznání Sebeuvědomění
Kognitivní procesy	---	Diferenciace svého momentálního jednání, myšlení a prožívání od vnějších stimulů	Sebereflexe, sebehodnocení, autobiografická paměť
Neurokognitivní procesy	Sebevztažné zpracování informací	Sebespecifikující zpracování informací	Sebereferenční zpracování informací (SRP)

Komentář: Ve sloupcích jsou uvedeny jednotlivé složky self, a také pojmy a procesy, které dané složce self odpovídají v různých teoretických rovinách.

9. Neurální koreláty sebereferenčního zpracování informací

Ve výzkumu neurálních základů SRP se používaly zejména neurozobrazovací metody fMRI a PET. Příslušné studie porovnávaly zpracování sebereferenčních stimulů se zpracováním stimulů neodkazujících na self. SRP bylo zkoumáno v různých doménách s použitím odlišných experimentálních paradigmat. Northoff a kol. (2006) vymezují následující domény výzkumu SRP: verbální, prostorová, paměťová, emoční, obličejová, sociální, a také doména jednání a vlastnictví motorických pohybů. Jednotlivé výzkumy se tak například zaměřily na procesy

rozpoznání vlastního obličeje, vnímání svého jména, atribuce motorického pohybu sobě samému, vybavování si informací o sobě, hodnocení svých osobnostních rysů, fyzického vzhledu, postojů, emocí, polohy svého těla v prostoru a také na teorii mysli a porovnání perspektivy první a třetí osoby.

Přehledové studie následně identifikovaly několik mozkových oblastí, které se nejkonzistentněji aktivovaly napříč jednotlivými výzkumy s různými experimentálními paradigmaty. Zaprvé se jedná o tzv. **korové struktury střední čáry** (*cortical midline structures*; CMS), a to zejména o přední cingulární kůru (*anterior cingulate cortex*; ACC), mediální prefrontální kůru (*medial prefrontal cortex*; MPFC), precuneus a zadní cingulární kůru (*posterior cingulate cortex*; PCC). Také byly napříč jednotlivými výzkumy opakovaně zjištěny aktivace temporoparietální junkce (*temporoparietal junction*; TPJ) a temporálních pólů (TP) bilaterálně. Nakonec byly nalezeny méně konzistentní aktivace jiných korových oblastí, jako jsou ventrolaterální a dorzolaterální prefrontální kůra, laterální parietální kůra, a inzula, a také aktivace podkorových oblastí, a sice mozkového kmene, tectu, PAG a hypotalamu/hypofýzy (Christoff a kol., 2011; Northoff a kol., 2011).

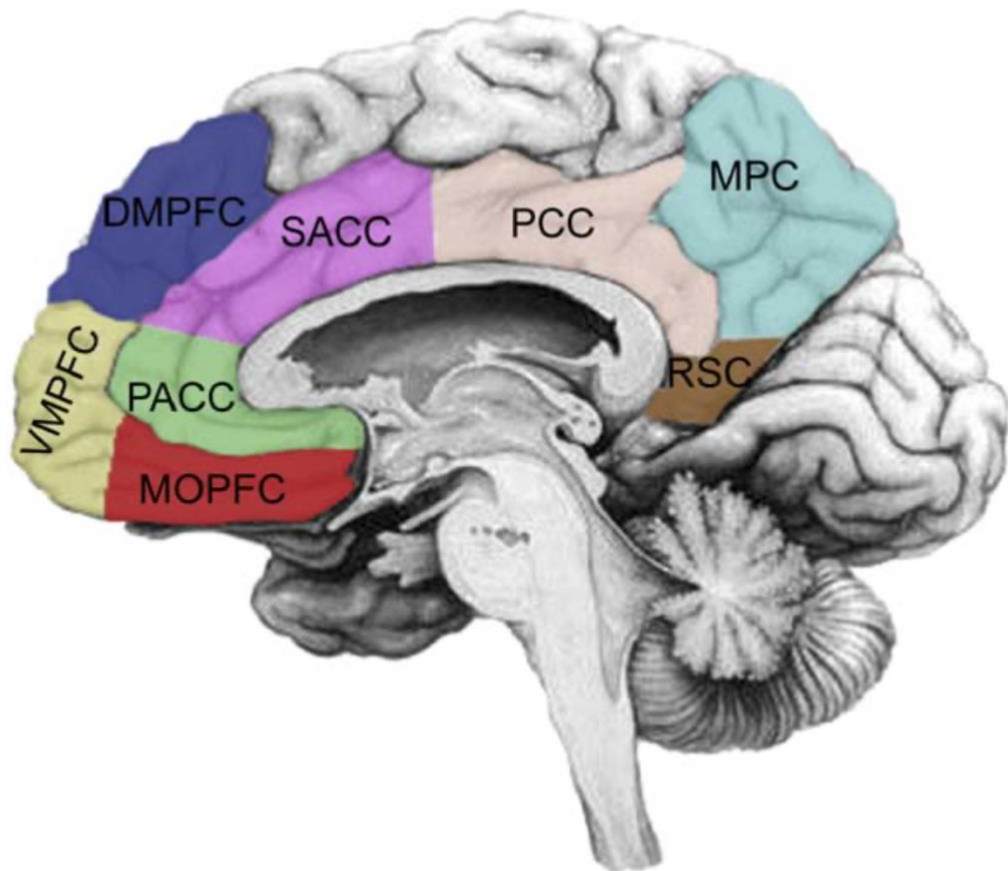
Studie používající metody fMRI a PET se zaměřují na prostorovou neuroanatomii SRP. Nicméně SRP lze také odlišit od zpracování jiných stimulů v časové rovině neuroelektrofyzilogických reakcí, a to pomocí metody EEG (Knyazev, 2013).

9.1 Seberefrenční zpracování informací v korových strukturách střední čáry

Jak bylo ukázáno výše, existuje značná heterogenita mezi mozkovými oblastmi aktivovanými v různých výzkumných paradigmatech studujících SRP. Toto vyvolává otázku po tzv. jádrových oblastech, jejichž zapojení je společné pro odlišné seberefrenční úlohy. Northoff a Bermpohl (2004) jako první vyslovili předpoklad, že takovými oblastmi jsou CMS. V souladu s tím systematické přehledové studie zjistily aktivace CMS ve většině jednotlivých neurozobrazovacích výzkumů (Legrand & Ruby, 2009; Northoff a kol., 2006). Zapojení CMS do různých druhů SRP bylo rovněž potvrzeno v pozdějších metaanalýzách (Denny a kol., 2012; Hu a kol., 2016; Murray a kol., 2012). Northoff a kol. (2006) se domnívají, že SRP probíhající v CMS tvoří základní komponentu pro vznik self. Předpokládají, že self se utváří z integrace různých procesů Já (např. sebezpoznaní, sebereflexe), a že se taková integrace odehrává právě v CMS.

CMS zahrnují mediální orbitální prefrontální kůru (*medial orbital prefrontal cortex*; MOPFC), ventromediální prefrontální kůru (*ventromedial prefrontal cortex*; VMPFC), supragenuální a perigenouální ACC (sgACC a pgACC), dorsomediální prefrontální kůru (*dorsomedial prefrontal cortex*; DMPFC), MPC neboli precuneus, PCC, a retrosplenální kůru (RSC; viz obrázek 1). MOPFC zahrnuje gyrus rectus, mediální půlku orbitálních gyrů, a také ventrální půlku mediálního prefrontálního povrchu. ACC pokrývá přední část cingulárního gyru, která

se klene kolem kalózního tělesa. Zatímco ventrální část ACC zahrnuje sgACC a pgACC a je anatomicky a funkčně úzce spojená s MOPFC, dorzální část ACC je oddělena od DMPFC cingulárním sulkem. DMPFC pokrývá dorzální část prefrontální kůry, včetně středních částí superiorního a mediálního frontálních gyrů. Dorzálně hraničí s frontálním očním polem a ventrálně s VMPFC. Nakonec PCC pokrývá zadní část cingulárního gyru, který se klene kolem kalózního tělíska. Hraničí s RSC v kalózním sulku a s precuneem (Northoff & Bermpohl, 2004).



Obrázek 1. Korové struktury střední čáry (získáno z Northoff a kol. (2006)).

Podobně neurovizuálními studiemi výzkumy mozkových lézí rovněž potvrzují roli CMS ve zpracování seberefrenčních podnětů. Poškození MOPFC vede k neschopnosti vyvinout koherentní model vlastního Já (Damasio, 1999). Léze DMPFC souvisí s potížemi v plánování a narušením sociálních interakcí, což může odrážet špatné usuzování o sobě. Jedinci s lézí sgACC vykazují nedostatky v monitorování svých mentálních stavů. Kromě apatie a nedostatku iniciativy, projevují narušené sociální chování (Bush a kol., 2000).

CMS mohou být považovány za anatomickou a funkční jednotku, a to z několika důvodů. Zaprvé, různé oblasti CMS jsou silně vzájemně propojeny mezi sebou. Zadruhé, jednotlivé oblasti CMS vykazují podobné vzorce konektivity s jinými korovými a podkorovými oblastmi

(Ongur & Price, 2000). To zahrnuje hustá spojení s ventrolaterální a dorzolaterální prefrontální kůrou (VLPFC a DLPFC), oblastmi ve středním mozku, mozkovém kmeni a limbickém systému, včetně hipokampu, amygdaly a inzuly. Zatřetí, souběžná aktivace různých CMS byla pozorována v řadě odlišných výzkumných paradigmat (Northoff a kol., 2006). Nakonec byla zjištěna vysoká funkční a efektivní konektivita mezi jednotlivými CMS v průběhu seberefrenčních úloh (Kjaer a kol., 2002).

Northoff a kol. (2006) blíže zkoumali předpoklad, že CMS jsou jádrovou oblastí, jejíž zapojení je společné pro různé seberefrenční úlohy a konceptualizace self. Ve své přehledové a metaanalytické studii analyzovali 27 neurovizuálních výzkumů, které studovaly SRP v 7 různých doménách (viz předchozí kapitola pro popis domén). Aktivace v CMS během seberefrenčních úloh byly pozorovány napříč všemi doménami. Navíc koordináty jednotlivých aktivací byly nezávislé na žádné z domén. Tyto výsledky nasvědčují, že zapojení CMS je společné pro SRP v různých doménách a není vázáno na jiný kognitivní proces specifický jen pro některé seberefrenční úlohy. V souladu s tím další studie, které porovnávaly různé druhy SRP mezi sebou, také našly společné aktivace v rámci CMS. Tak například metaanalýza Hua a kol. (2016), která srovnávala rozpoznání vlastního obličeje a hodnocení svých osobnostních rysů, odhalila aktivaci dorzální sgACC společnou pro obě úlohy. Araujo a kol. (2013) v samostatné studii s vnitrosubjektovým designem dále porovnávali sledování procesů vlastního těla (neverbálně-somatické SRP) s odpovídáním na otázky o sobě (verbálně-sémantické SRP). Výsledky ukázaly společnou aktivaci DMPFC v obou procesech.

Systematické přehledové a metaanalytické studie navíc ukázaly, že se aktivace v CMS během seberefrenčních úloh objevují napříč různými senzorními modalitami (zvukovou, vizuální, mentální), ve kterých jsou prezentovány stimuly (Denny a kol., 2012; Murray a kol., 2012; Northoff a kol., 2011). A tudíž můžeme aktivaci CMS považovat za nezávislou na používané smyslové modalitě a charakterizovat SRP v CMS jako supramodální proces.

9.2 Seberefrenční zpracování informací a další kognitivní procesy

Nehledě na četné důkazy, že zpracování self souvisí s činností určitých mozkových oblastí, některé přehledové studie zpochybňují spojování těchto oblastí výhradně se SRP (Northoff a kol., 2011). Takové studie například demonstrují, že aktivita CMS může také souviset se zpracováním stimulů neodkazujících na self, a to například se zpracováním osobně známých stimulů (Gillihan & Farah, 2005), anebo s jinými kognitivními procesy specifickými pro většinu experimentálních úloh, jako je například obecné hodnocení stimulů (Legrand & Ruby,

2009). Kromě toho CMS byly také spojovány s vyvoláváním informací z paměti, inferenčním uvažováním, a reprezentací mentálního stavu druhých osob (Uddin a kol., 2007). Navíc PCC se ukazuje být zapojená do procesů pozornosti a motivace, zatímco TPJ je důležitá pro přesměrování pozornosti (Engelmann a kol., 2009; Mohanty a kol., 2008). Nemůžeme tudíž dané oblasti považovat za odpovědné pouze za zpracování self.

Experimentální designy většiny současných neurozobrazovacích výzkumů se zaměřují na hodnocení specifických obsahů a usuzování o nich. Takovými obsahy jsou obvykle tělesné pocity, obrázky, zvuky, myšlenky nebo vzpomínky. Legrand a Ruby (2009) kritizují tento přístup a tvrdí, že neurozobrazovací výsledky mohou být zkresleny procesem obecného hodnocení a rozhodování o stimulech. Nicméně některé studie místo rozhodování použily pouhé pozorování sebereferečních a jiných stimulů. Participantům v nich byly prezentovány buď emoční obrázky (Northoff a kol., 2009), anebo jejich vlastní jméno (Qin a kol., 2010). Účastníci byli navíc instruováni, že nemají dělat žádné soudy o podnětech. V obou případech se rozličné CMS a podkorové oblasti aktivovaly během vnímání sebereferečních stimulů. Toto nasvědčuje, že neurální aktivita daných oblastí se nemůže vztahovat k procesům hodnocení nebo rozhodování jako takovým.

Standardní experimentální úlohy na hodnocení dále předpokládají, že participant má vyšší kognitivní schopnosti, a sice sebeuvědomění a sebereflexi. Aby byl totiž schopen určit, jestli se daný stimul vztahuje k jeho osobě či nikoliv, potřebuje si vědomě zpřístupnit a monitorovat vlastní sebepojetí. Jedna zajímavá studie však ukazuje, že aktivita CMS může být nezávislá na sebeuvědomění. Qin a kol. (2010) totiž zjistili neurální aktivace v různých CMS při poslechu vlastního jména u pacientů ve vegetativním stavu. Dané výsledky tedy zaprvé ukázaly, že SRP může probíhat nezávisle na plném vědomí člověka a zadruhé, že aktivace CMS nemůže být spojována s vědomím jako takovým, nehledě na to, zda se jedná o vědomí self nebo vědomí něčeho jiného (Northoff a kol., 2011).

Kromě procesu hodnocení a vědomí, se mnohé mozkové oblasti zapojené do SRP překrývají s tzv. systémem odměn (*reward circuitry*). Zejména se jedná o společné aktivace MOPFC a ventrálního striata, které vedly některé badatele k předpokladu, že SRP a zpracování odměn ve skutečnosti představují jeden proces (Enzi a kol., 2009; Northoff & Hayes, 2011). Ačkoli přemýšlení o věcech vztahujících se k vlastní osobě může být samo o sobě odměňující, SRP a zpracování odměn se ukazují jako neuroanatomicky rozlišitelné v rámci MOPFC. Yankouskaya a kol. (2017) totiž zjistili, že zatímco SRP se více vztahuje k anteriorní části MOPFC, zpracování odměn je více spojeno s její posteriorní částí. Navíc tyto dva procesy mají odlišné

vzorce funkční konektivity posteriorní MOPFC. Během SRP tak má aktivace posteriorní MOPFC vyšší korelaci s frontálním polem, kdežto během zpracování odměn aktivace MOPFC má vyšší korelaci s levým inferiorním a středními temporálními laloky (Yankouskaya a kol., 2017).

Souhrnně výsledky uvedených neurovizuálních studií ukazují, že neurální aktivita CMS a dalších mozkových oblastí zapojených do SRP nesouvisí výlučně se zpracováním sebereferečních informací. Avšak aktivace těchto oblastí nelze přičíst ani kognitivním procesům hodnocení, usuzování nebo vědomí. Jinými slovy, jejich neurální aktivita nemůže být vysvětlena na základě jedné specifické funkce. Northoff a kol. (2011) proto předpokládají, že činnost CMS odráží nikoli určitý druh obsahu (seberefereční podněty) nebo určitou funkci (hodnocení, vědomí), ale specifický proces. Za tento proces považují tzv. sebevztahné zpracování informací (viz kapitola 8.1.1.3), které je spouštěno jakýmkoli stimulem, jenž působí na organismus. V souladu s výsledky uvedených studií je pohled Damasia (1999), který tvrdí, že každý mozkový proces, včetně self, neprobíhá v jedné mozkové struktuře, ani ve všech mozkových oblastech naráz. Předpokládá totiž, že self vzniká plynule z interakcí mezi několika vybranými oblastmi (viz kapitola 3.3).

9.3 Seberefereční zpracování informací a zpracování informací o druhé osobě

Předpoklad o specifickém spojení reprezentace self s určitými mozkovými oblastmi byl mimo jiné kritizován na základě toho, že některé oblasti zapojené do SRP vykazují reakci také na osobně známé stimuly nebo dokonce na podněty týkající se cizí osoby (Gillihan & Farah, 2005). Novější výzkumy však demonstrují, že ačkoli se oblasti zapojené do SRP a zpracování informací o jiných lidech překrývají, tyto procesy stále mohou být rozlišeny v neurovizuálních studiích (viz tabulka 2; Murray a kol., 2015; Qin & Northoff, 2011).

Qin & Northoff (2011) provedli metaanalýzu, aby zjistili, jestli je aktivita v CMS specifická pro self. Zahrnuli do své studie data z 87 jednotlivých výzkumů, které používaly různá seberefereční paradigmatata. Metaanalýza zkoumala a navzájem porovnávala tři druhy podmínek: zpracování sebereferečních stimulů (např. poslech vlastního jména, pozorování svého obličeje; 1) zpracování podnětů odkazujících na osobně známé lidi (např. hlasy rodinných příslušníků, tváře kamarádů; 2) zpracování stimulů týkajících se cizích lidí nebo veřejně známých osobností (3). Výsledky ukázaly, že oproti dvěma dalším podmínkám je SRP spojeno s aktivací pgACC, levé anteriorní inzuly (AI) a pravého inferiorního frontálního gyru (IFG). Přičemž pgACC a pravé IFG byly stále specificky spojeny s SRP v přímých kontrastech

mezi SRP a známými stimuly, a SRP a cizími stimuly, a to i po kontrole efektů typu úlohy a typu stimulů. Naproti tomu MPFC a PCC byly zapojeny do zpracování jak sebereferečních, tak známých stimulů. Nakonec bylo zpracování cizích stimulů spojeno s aktivací PCC, TPJ a levého temporálního pólu.

Další metaanalýzy rovněž přinesly důkazy o tom, že SRP a zpracování informací o jiné osobě (*other-related processing*; ORP) mohou být odlišeny od sebe na základě jejich neuroanatomické odezvy. Tyto studie tak dokládají, že VMPFC vykazuje větší aktivaci během SRP než během ORP (Araujo a kol., 2015; Denny a kol., 2012), zatímco větší odezvu během ORP v porovnání s SRP má PMC, a to zejména PCC a precuneus (Murray a kol., 2012, 2015; Qin & Northoff, 2011). Navíc SRP vyvolává větší odezvu v levé mediální temporální kůře (anteriorní a střední inzule a TP), kdežto ORP vyvolává větší odezvu v DMPFC a TPJ (Denny a kol., 2012; Murray a kol., 2012, 2015). Metaanalýza Hua a kol. (2016) dále zjistila, že SRP v porovnání s ORP souvisí s vyšší aktivací pgACC, inzuly a levého IFG.

Studie používající metodu dynamického kauzálního modelování (*dynamic causal modeling*; DCM)¹ dále ukázala, že SRP vyvolává preferenční aktivaci pgACC a VMPFC, zatímco ORP vede k aktivaci PCC a RSC. Daná studie také ukázala, že během ORP byl informační tok do oblastí zapojených do SRP potlačen, zatímco během SRP tomu bylo naopak. To vedlo autory k závěru, že jejich zjištění mohou představovat účinný mechanismus přepínání mezi ORP a SRP v závislosti na konkrétním stimulu (Soch a kol., 2016).

Kromě uvedených nálezů je důležité zmínit, že odlišnost SRP od ORP velmi pravděpodobně závisí na tom, jak jsou pojmy „self“ a „druhé“ (či „ne-self“) definovány. Každý z těchto pojmů je vymezen ve vztahu k tomu dalšímu, a proto ho nese se sebou. Výzkum například naznačuje, že definice self se v různých kulturách liší. Zatímco lidé z individualistických společností mají tendenci vymezovat „self“ ve vztahu k jednotlivci („me“), příslušníci kolektivistických kultur častěji vymezují „self“ ve vztahu k vícero osobám („we“), a to například ve vztahu k rodině, národnosti nebo geografické oblasti (Molenberghs, 2013). Neurozobrazovací studie naznačují, že u lidí z kolektivistických společností se mohou objevovat shodnější odezvy na stimuly odkazující na individuální self a na stimuly odkazující například na rodinné příslušníky, ovšem výsledky jsou poměrně různorodé (Chen a kol., 2015; Han a kol., 2016).

¹ Dynamické kauzální modelování (DCM) je přístup pro specifikaci statistických modelů, jejich přizpůsobení datům a porovnávání důkazů pomocí Bayesovské komparace modelů.

Závěrem lze říct, že ačkoli procesy zpracování informací o sobě a informací o jiných lidech jsou v mozku propojeny, mohou stále být neuroanatomicky odlišeny od sebe. Současné studie ukazují, že se SRP a ORP překrývají v oblastech MPFC a PMC, zatímco vyšší aktivace pgACC, VMPFC, AI a IFG jsou příznačné pro SRP v porovnání s ORP.

Tabulka 2. Mozkové oblasti zapojené do SRP a ORP

Metaanalytické studie	Experimentální paradigma	SRP			ORP	
		self	známý		cizí	
Araujo a kol. (2013) n=31	hodnocení osobnostních rysů	DMPFC, VMPF, ACC , SFG (L), MFG <i>PMC (L)</i>	pgACC (L), mozeček (R), SPL (L) <i>PMC</i>		MTG (L) <i>PMC (R)</i>	
Denny a kol. (2012) n=48	různá SR paradigmata	VMPFC, ACC , IFG (L), operculum (L), AI (L), MA (L), nucleus caudatus (L), thalamus, TP (L)	DMPFC, TPJ, cuneus			
Hu a kol. (2016) n=23	hodnocení vlastních rysů a sebepoznání podle tváře	ACC , IFG (L), inzula			---	
Qin & Northoff (2011) n=57	různá SR paradigmata	pgACC , AI (L), IFG (R) <i>MPFC, PCC</i>	---	<i>MPFC, PCC</i>	TP (L), TPJ <i>PCC</i>	
Qin a kol. (2012) n=51	různá SR paradigmata	ACC , AI <i>MPFC, PCC, TPJ</i>	---	<i>MPFC, PCC, TPJ</i>	---	<i>MPFC, PCC, TPJ</i>

Komentář: N = počet studií zahrnutých do metaanalýzy. R/L = aktivace v levé/pravé hemisféře. Tučně = oblasti aktivující se během SRP napříč jednotlivým metaanalýzám. Kurzívou = společné aktivace pro SRP a ORP v dané metaanalýze.

9.4 Seberefrenční zpracování informací a default mode síť

Mozkové struktury zapojené do SRP se do velké míry překrývají s oblastmi tzv. **default mode sítě** (*default mode network*; DMN; Raichle a kol., 2001). Daná neurální síť totiž zahrnuje CMS, oblasti laterální parietální a temporální kůry (např. TPJ a TP), a také struktury mediální temporální kůry. Metaanalýza konjunkce ukázala, že výzkumy SRP a výzkumy klidového stavu zjišťují překrývající se aktivace ve VMPFC, pgACC a ventrální PCC na hranici s ventrálním precuneem. Nicméně byly také zjištěny některé rozdíly mezi odezvou během SRP a během klidového stavu. Zatímco SRP vyvolalo větší odezvu VMPFC oproti klidovému stavu, v klidovém stavu se více aktivovala TPJ (Qin & Northoff, 2011).

DMN dostala svůj název kvůli opakovaným pozorováním, že její oblasti dosahují vysokých hodnot aktivace během tzv. klidového stavu (tj. když se jedinec nezabývá žádnou experimentální úlohou). Naproti tomu oblasti DMN vykazují sníženou aktivitu během navenek zaměřených kognitivních úloh. Je také pozoruhodné, že vzorce aktivace daných oblastí jsou koherentní v čase. Jde o fenomén, který dostal název funkční konektivita. Toto dále podporuje názor, že dotyčné oblasti tvoří síť funkčně souvisejících struktur (Fox a kol., 2005). DMN je spojována s řadou obecných funkcí, jako je přemýšlení nevztahující se k žádnému vnějšímu podnětu či úkolu, nebo sociálně-kognitivní či seberefrenční procesy, včetně epizodické paměti, konsolidace paměti, sociální percepce a různých druhů SRP (Molnar-Szakacs & Uddin, 2013).

Na základě toho, že oblasti zapojené do SRP se překrývají s oblastmi DMN, někteří badatelé mluví o tzv. „defaultním self“ a tvrdí, že self může být víceméně totožné s aktivitou v oblastech DMN během klidového stavu (Boly a kol., 2008). Northoff a kol. (2006) podobně předpokládají, že vysoká aktivita DMN v klidovém stavu odráží probíhající zpracování seberefrenčních podnětů. Zejména se může jednat o to, že participant začíná spontánně přemýšlet o sobě nebo sledovat své tělesné pocity, zatímco leží ve scanneru bez zadaného úkolu. Naproti tomu deaktivaci DMN během kognitivních úloh Northoff & Bermpohl (2004) interpretují jako dočasné potlačení SRP, které může odrážet upozadění prožitku sebe sama během úloh, které nejsou seberefrenční.

Dosud uvedené neurovizuální studie používají paradigma stimulus-odezva, v němž jsou úkoly vyžadující SRP srovnávány s různými kontrolními podmínkami, včetně základních období „klidového stavu“. V takových studiích SRP je vyvoláno způsobem „shora-dolů“, pomocí výzkumných otázek nebo úkolů. Přestože tento přístup je fundamentální pro pochopení neurálních základů self, bylo zjištěno, že SRP také vzniká spontánně způsobem „zdola-nahoru“. Jinými slovy se objevuje i pasivně za bdělosti v „klidovém stavu“, když účastníci dostanou

instrukci nechat svou mysl volně přemýšlet na různá témata vztahující se k nim samým (Frewen a kol., 2020).

Některé studie tak spojují aktivaci DMN se spontánním SRP v klidovém stavu. Jeden výzkum používající metodu MEG například zjistil souvislost aktivací VMPFC a ventrálního precuneu se samovolným SRP. Přičemž aktivita těchto oblastí DMN byla spojená jak s verbálním SRP (sebevztažnou kognicí), tak s neverbálním SRP (sledováním vlastních tělesných signálů). Autoři navíc dospěli k závěru, že se DMN pravděpodobně podílí na integraci tělesných signálů do spontánního přemýšlení o sobě (Babo-Rebelo a kol., 2016). EEG studie rovněž spojují PCC a precuneus se spontánním přemýšlením o sobě v klidovém stavu (Knyazev, 2013).

Výsledky jiné studie nasvědčují, že PCC může být místem konvergence v rámci mozkových systémů, které zprostředkovávají spontánní SRP, a že PCC může být důležitá pro určování obsahu sebereferečních myšlenek. Daná studie totiž odhalila, že funkční konektivita v klidovém stavu mezi temporálním pólem a PCC předpovídá toulání mysli zaměřené do minulosti či budoucnosti, a také výskyt negativních rušivých myšlenek. Konektivita mezi hippocampem a PCC navíc předpovídá podrobnosti takových myšlenek. Podobné výsledky byly rovněž zjištěny pro VMPFC na liberálnější úrovni statistické korekce (Smallwood a kol., 2013).

Nad rámec korelačních studií výzkum také ukázal, že neinvazivní mozková stimulace může ovlivňovat tendenci k toulání mysli během klidového stavu (Frewen a kol., 2020). Toto svědčí ve prospěch kauzální role různých oblastí DMN pro SRP během volného přemýšlení. Bertossi a kol. (2017) například zjistili, že tendence k toulání myšlenek klesá po katodální stimulaci VMPFC. Kromě toho se u mužů postupem času volné přemýšlení více týkalo vlastní osoby než osoby někoho jiného, a to zejména po katodální stimulaci VMPFC. Nicméně tyto výsledky nemusejí být specifické pro struktury DMN, jelikož zvýšení toulání mysli může být vyvoláno stimulací jiných mozkových oblastí, a to například DLPFC (Axelrod a kol., 2018). Snížení volného přemýšlení bylo naopak pozorováno po anodální (v porovnání s katodální) stimulací pravé inferiorní parietální lobule IPL, což souviselo se sníženou efektivní konektivitou pravé IPL a VMPFC na jedné straně a PCC na druhé straně (Kajimura a kol., 2016).

Avšak je třeba zmínit, že SRP bývá také často spojováno s aktivací oblastí mimo DMN, a sice s aktivací inzuly a laterální PFC (Legrand & Ruby, 2009). Podobně bylo zjištěno, že introspektivní přemýšlení souvisí s aktivací rostrolaterální PFC, která se považuje za část sítě kognitivní kontroly oddělené od DMN (McCaig a kol., 2011). Snížení aktivace oblastí DMN tudíž nemusí znamenat potlačení všech sebereferečních procesů, jelikož takové procesy mohou probíhat i v strukturách mimo DMN (Christoff a kol., 2011).

Můžeme uzavřít, že mozkové oblasti zapojené do SRP se do velké míry překrývají se strukturami DMN. Jde zejména o takové struktury, jako pgACC, VMPFC, PCC a precuneus.

10. Seberefereční zpracování informací nižšího a vyššího řádu

V předchozích kapitolách jsme se zaměřili na SRP jako na určitý typ neurokognitivních procesů, ze kterých vzniká poznávané self („Me“). V neurovědecké literatuře se dále rozlišuje SRP nižšího řádu (*lower-order SRP*; LO-SRP) a SRP vyššího řádu (*higher-order SRP*; HO-SRP; (Zaytseva a kol., 2014). Zatímco první jmenované se týká fyzických aspektů self, druhé

jmenované odpovídá jeho psychologickým aspektům (viz kapitola 5 a tabulka 4; Gillihan & Farah, 2005; Molnar-Szakacs & Uddin, 2013).

LO-SRP tudíž zahrnuje zpracování takových stimulů, jako jsou části vlastního těla, své tělo jako celek nebo vlastní hlas (Molnar-Szakacs & Uddin, 2013). V rovině kognitivních funkcí LO-SRP odpovídá schopnosti fyzického sebeuvědomění, a tudíž i kognitivním procesům sebepoznání na základě svých tělesných rysů. LO-SRP se proto obvykle zkoumá pomocí úloh sebeidentifikace podle obrazu vlastní tváře (Sugiura a kol., 2015), podle částí svého těla (např. Feinberg a kol., 1990) nebo podle nahrávky vlastního hlasu (např. Kaplan a kol., 2008).

Zde je důležité podotknout, že do fyzických aspektů self se také někdy řadí interoceptivní a exteroceptivní tělesné vjemy (Frewen a kol., 2020). Jde například o vnímání hladu, bolesti, teploty atd. Tyto procesy self však v dané práci nepovažujeme za součást LO-SRP, jelikož se významně liší od fyzického sebepoznání. V případě fyzické sebeidentifikace totiž jde o zpracování stálých charakteristik Já, které mají velkou význačnost pro sebepojetí člověka (viz kapitola 4.1.1.). Podle tváře totiž poznáme člověka za zlomky vteřiny, a to i po velkou část jeho života. Tělesné vjemy jsou naproti tomu vysoce proměnlivé a sami o sobě nenesou informaci o identitě jedince.

Na rozdíl od LO-SRP, **HO-SRP** odpovídá schopnosti psychologického sebeuvědomění. HO-SRP je tedy neurálním protějškem takových vyšších kognitivních procesů, jako sebereflexe, přemýšlení o sobě v minulosti či v budoucnosti, sebehodnocení a uvažování o tom, jak nás vnímají druzí lidé. HO-SRP se v neurokognitivním výzkumu zkoumá pomocí paradigmat, které zahrnují hodnocení svých osobnostních nebo tělesných rysů, autobiografickou paměť, vybavování znalostí o sobě a otázky na osobní preference (Molnar-Szakacs & Uddin, 2013).

Důvody pro rozlišování mezi SRP nižšího a vyššího řádu pocházejí z několika zdrojů. Zaprvé, se tyto dva druhy procesů nejspíše vyvinuly v různou dobu lidské evoluce. Leary a Buttermore (2003) tak řadí vznik fyzického sebeuvědomění do prehistorické doby (před cca 3,3 miliony let), kdy se rodokmen lidí ještě neoddělil od rodokmene moderních opic. Naproti tomu vznik sebereflexe (centrální složky psychologického sebeuvědomění) se spojuje se vznikem jeskynních maleb, kdežto nejstarší známá jeskynní malba se datuje obdobím před cca 50 - tisíci lety (Brumm a kol., 2021). Rozdílnou dobu vzniku LO-SRP a HO-SRP podporuje také skutečnost, že zatímco schopnost sebepoznání v zrcadle mají jak lidé, tak některá zvířata, přítomnost psychologického sebeuvědomění u zvířat zjištěna nebyla (Mitchell, 2012).

Odlíšnou dobu vývoje LO-SRP a HO-SRP můžeme také pozorovat u lidí v rámci ontologického vývoje. Dítě začíná poznávat svůj odraz v zrcadle mezi 18. a 24. měsícem života (Amsterdam, 1972). Existují dokonce důkazy toho, že novorozenci jsou schopni odlišit vlastní odraz v zrcadle od odrazu jiného člověka (Rochat & Striano, 2002) a také nahrávku vlastního pláče od pláče jiného dítěte (Dondi a kol., 1999). Vývoj sebereflexe a sebepojetí naproti tomu začíná v batolecím věku a pokračuje až do adolescence, kdy je jedinec plně schopen popisovat a hodnotit své vlastnosti, názory a vzpomínky (Langmeier & Krejčířová, 2006).

10.1 Neurokognitivní charakteristiky SRP nižšího a vyššího řádu

Rozdíly mezi LO-SRP a HO-SRP spočívají také v jejich neurokognitivních charakteristikách (viz tabulka 3). V souladu s LeDouxovým vymezením implicitního a explicitního self (viz kapitola 6) Northof a kol. (2006) rozlišují mezi **prereflektivními** a **reflektivními aspekty SRP**. První jmenované popisují jako nižší úroveň self, která představuje afektivní reprezentaci vnitřních a vnějších stimulů, včetně subjektivního prožitku, jenž tyto stimuly vyvolávají. Prereflektivní aspekty SRP přitom nejsou přístupné vědomé reflexi. Naproti tomu reflektivní aspekty SRP považují za vyšší úroveň self, která zahrnuje mentální reprezentace stimulů přístupné vědomí a kognitivním operacím. Podobně Qin a kol. (2010) na základě svého zjištění, že SRP může probíhat i ve stavu bezvědomí navrhuji rozlišení mezi **implicitním** a **explicitním SRP**.

Zaytseva a kol. (2014) předpokládají, že LO-SRP zahrnuje převážně implicitní procesy, kdežto HO-SRP probíhá hlavně v rovině explicitních operací. Proces sebepoznání totiž není plně přístupný vědomému zkoumání. Například při poslechu nahrávky vlastního hlasu jsme si vědomi pouze výsledku sebeidentifikace (napadne nás „jsem to já“), zatímco samotná operace porovnávání nahrávky s mentální reprezentací vlastního hlasu se odehrává automaticky a podvědomě. Naproti tomu takové mentální operace, jako sebereflexe nebo vyvolávání autobiografických vzpomínek probíhají ve vědomí a my je můžeme do značné míry kontrolovat.

Dalším rozdílem mezi SRP nižšího a vyššího řádu, je skutečnost, že LO-SRP obvykle probíhá způsobem „zdola-nahoru“, tedy rychle, automaticky a bez vědomé kontroly. Stimuly zpracováváné během LO-SRP (vlastní tvář nebo hlas) jsou totiž percepčně velmi výrazné a okamžitě zachycují pozornost. Při pohledu na vlastní fotografii se tak například okamžitě poznáme, aniž bychom měli možnost tomu nějak zamezit. Na rozdíl od toho HO-SRP může probíhat, jak „zdola-nahoru“, tak „shora-dolů“. Odehrává se přitom pomaleji a za účasti

vědomé kontroly. Obvykle totiž máme možnost do velké míry ovládat tok vlastních myšlenek, i když se některé z nich objevují spontánně (Frewen a kol., 2020).

Nakonec, vzhledem k rozdílu mezi fyzickými a psychologickými aspekty self (viz kapitola 5), se týká LO-SRP především **neverbálně-analogových** prvků sebepojetí, zatímco HO-SRP se týká hlavně jeho **verbálně-sémantických prvků Já** (Moran a kol., 2006). Nicméně verbální SRP s sebou vždy nese trochu neverbálního SRP a naopak (Frewen a kol., 2020). Například, když přemýšlíme, jestli nás popisuje nějaké přídavné jméno, mohou se nám v podobě obrazů vybavovat určité situace z naší minulosti, které se k dané charakteristice vztahují.

Tabulka 3. Srovnávací charakteristika SRP nižšího a vyššího řádu

	LO-SRP	HO-SRP
Kognitivní schopnost	fyzické sebeuvědomění	psychologické sebeuvědomění
Kognitivní operace	sebepoznání	sebereflexe, přemýšlení o sobě v minulosti/budoucnosti, sebehodnocení, uvažování o tom, jak nás vnímají druzí
Experimentální paradigmatata	sebepoznání podle tváře sebepoznání podle hlasu sebepoznání podle části těla	hodnocení vlastních rysů autobiografické úlohy otázky na osobní preference
Neurokognitivní charakteristiky	převážně implicitní procesy probíhá zdola-nahoru neverbálně-analogové informace	převážně explicitní procesy probíhá zdola-nahoru a shora-dolů verbálně-sémantické informace

Komentář: Srovnávací charakteristika LO-SRP a HO-SRP v různých teoretických a experimentálních rovinách.

10.2 Neurální koreláty SRP nižšího a vyššího řádu

Další důvod pro rozlišování LO-SRP a HO-SRP představují důkazy toho, že tyto procesy jsou od sebe neuroanatomicky odlišitelné. Nedávná metaanalýza porovnávala neurální základy

sebezpoznání podle tváře s neurálními základy hodnocení vlastních osobnostních rysů (Hu a kol., 2016). Studie zjistila, že právě IFG, horní okcipitální gyrus (*superior occipital gyrus*; SOG), fusiformní gyrus (FFG), inferiorní temporální gyrus (ITG) a postcentrální gyrus (PostCG) měly vyšší pravděpodobnost aktivace během LO-SRP. Naproti tomu VMPFC, ventrální část pgACC a sgACC měly vyšší pravděpodobnost aktivace během HO-SRP. Navíc analýza konjunkce ukázala, že jak při LO-SRP, tak při HO-SRP se aktivovaly dorzální část pgACC, levý IFG a levá inzula (viz tabulka 4).

SRP nižšího a vyššího řádu tedy mají jak společné, tak odlišné oblasti aktivace. Hu a kol. (2016) na základě toho předpokládají, že společné oblasti aktivace odpovídají jakési jádrové reprezentaci self, která se zapojuje napříč různými druhy SRP. Podobně Sui a Humphreys (2015) navrhují existenci integrativního self, které funguje jako „lepidlo“, jež (1) spojuje informace do vjemového celku, (2) vztahuje je k příslušnému kontextu v paměti a (3) integruje různé úrovně zpracování. Různí autoři se dále shodují na tom, že LO-SRP a HO-SRP se opírají o odlišné, ale spolupracující rozsáhlé neurální sítě. Nejde tedy o vzájemně zcela nezávislé komponenty self (Frewen a kol., 2020; Molnar-Szakacs & Uddin, 2013; Zaytseva a kol., 2014).

Tabulka 4. Neurální koreláty SRP nižšího a vyššího řádu

	LO-SRP	HO-SRP
Experimentální paradigma	sebezpoznání podle tváře	hodnocení vlastních rysů
Odlišné aktivace	IFG (R), SOG (R), FFG/ITG (R), PostCG (R)	ventrální část pgACC, sgACC, VMPFC
Společné aktivace	dorzální část pgACC, IFG/inzula (L)	

Komentář: Tabulka znázorňuje výsledky metaanalýzy Hua a kol. (2016), která srovnávala neurální koreláty LO-SRP a HO-SRP. L = levá hemisféra. R = pravá hemisféra.

10.3 Neurální systémy simulace a mentalizace

V průběhu lidských dějin existovalo několik myslitelů, kteří upozorňovali na to, že poznání sebe sama a druhých jsou úzce propojené, tj. že self je sociálním stimulem (např. Gandhi, 1955). Současné psychologické teorie tvrdí, že self můžeme považovat za „speciální“ podnět, který

má ovšem podobnosti s jinými známými a neznámými podněty. Všechny tyto podněty můžeme uspořádat na kontinuu od méně povědomých k více povědomým (Platek & Kemp, 2009). Například stimulační teorie předpokládá, že za účelem porozumět druhým nahlížíme do sebe, abychom mentálně simulovali, jak bychom jednali my v daných sociálních situacích (Gordon, 1986). Gallotti a Frith (2013) naproti tomu navrhují, že pro porozumění sobě samým věnujeme velkou pozornost sociálnímu chování druhých.

Na dané teze navazují Molnar-Szakacs a Uddinová (2013), kteří tvrdí, že stejné nervové systémy jsou zapojeny do zpracování informací o sobě a informací o druhých (pro empirické důkazy tohoto předpokladu viz kapitola 9.2.). Privilegovaný přístup k našim vlastním fyzickým a duševním stavům nám tak umožňuje získat vhled do fyzických a duševních stavů ostatních. Slouží nám k tomu zejména dva neurokognitivní procesy. První proces zahrnuje emoční empatii a **vtělenou simulaci** (*embodied simulation*). Tyto jevy se vztahují ke stejnému evolučně ranému mechanismu, jenž probíhá *rychle, zdola-nahoru, prekognitivně* a *automaticky*. Vtělená simulace představuje proces transformace vnímaných akcí a emocí druhého člověka do našich vnitřních reprezentací těchto akcí a emocí. Neurálně tento proces zajišťují interakce mezi systémem zrcadlových neuronů (*mirror neuron systém*; MNS) a limbickým systémem. Předpokládá se, že tento proces podporuje naši schopnost vcítit se do emocí a počitků druhého člověka.

Současné evoluční důkazy nasvědčují, že vtělená simulace je fylogeneticky raný systém pro empatii a že vedle ní existuje také pokročilejší kognitivní systém **mentalizace**, který mediuje empatické reakce u lidí (de Waal, 2008). *Mentalizace je totiž procesem zaujímání perspektivy jiné osoby, který vyžaduje vyšší kognitivní funkce a umožňuje nám pochopit mentální stavy druhých, jako jsou záměry, cíle a přesvědčení*. Naproti tomu vtělená simulace nám umožňuje sdílet pocity ostatních. Nižší procesy vtělené simulace a vyšší procesy mentalizace integrují své signály tak, že vnější podněty jsou promítány do vnitřních reprezentací a kombinovány s informacemi z paměti. To všechno za účelem naplánovat budoucí chování, vybrat reakci a jednat (Molnar-Szakacs & Uddin, 2013). Z hlediska svých neurokognitivních charakteristik (viz kapitola 10.1.) se tak vtělená simulace podobá LO-SRP, zatímco mentalizace odpovídá HO-SRP.

Neurovizuální studie přináší důkazy toho, že procesy vtělené simulace a mentalizace zajišťují různé neurální sítě. Procesy mentalizace se totiž zdají být soustředěny v MPFC, která je jedním z uzlů DMN, zatímco procesy vtělené simulace jsou tvořeny sítí MNS a limbického systému (Iacoboni, 2009; Preston & de Waal, 2002).

Předpokládá se, že MNS představuje jakýsi „neurální wifi“, který sleduje, co se odehrává v druhých. Sleduje projevy emocí jiných lidí, jejich pohyby a záměry a aktivuje v našem mozku přesně tytéž oblasti, které jsou aktivní u druhých. Daný proces nás naladuje na stejnou vlnovou délku, přičemž to dělá *automaticky, okamžitě a nevědomě* (Goleman, 2006). Neurovizuální studie podporují tyto předpoklady. Ukazují totiž společné aktivace při prožívání hnusu, doteku nebo bolesti a při pozorování stejných pocitů u druhých (Jackson a kol., 2006; Keysers & Gazzola, 2007; Wicker a kol., 2003).

Během přemýšlení o sobě a ostatních, mentalizující reprezentace a vtělené reprezentace slouží jako základy pro vyvozování závěru o své vlastní mysli, a rovněž o myslích druhých lidí. Neurovizuální studie nasvědčují, že mentalizační procesy vyššího řádu jsou založeny na svých interakcích s procesy vtělené simulace nižšího řádu (Barsalou, 2008; Goldman & de Vignemont, 2009). Z toho vyplývá, že mozkové oblasti zapojené do mentalizace pravděpodobně integrují své signály s mozkovými systémy vtělené simulace (Uddin a kol., 2007). Daný předpoklad dále naznačuje, že seberefrenční zpracování informací probíhá na základě interakcí mezi DMN a MNS (Sandrone, 2013). Značnou podporu této teze přináší například studie Schippersové a kol. (2011), kteří zjistili, že při komunikaci gesty existuje tok informací z premotorické oblasti MNS do temporálních a parietálních oblastí DMN.

Molnar-Szakacs a Uddinová (2013) proto předpokládají, že MNS a DMN jsou funkčně propojeny a dynamicky interagují během zpracování sociálně kognitivních informací. Vtělené reprezentace založené na simulaci tak slouží k vybudování vyšších konceptuálních reprezentací, které nám umožňují porozumět self v sociálním kontextu.

10.4 Neurální koreláty seberefrenčního zpracování informací nižšího řádu

Schopnost poznat sebe sama podle charakteristických fyzických rysů je zásadní pro sociální komunikaci. Vytváří se brzy v životě a je spojována se vznikem základního self a fyzického sebeuvědomění (viz kapitola 4.1.3). Lidé mají implicitní znalosti o fyzických aspektech self, jako části svého těla nebo vlastní hlas. Rovněž lépe zvládají mentální úlohy s obrázky vlastního těla nebo nahrávkami svého hlasu, než s podobnými stimuly od cizích osob.

Například lidé rozpoznávají vlastní tvář rychleji a s větší přesností než známé či nové tváře (Keyes a kol., 2010). Mezi vlastním, známým a cizím hlasem potom rozlišují s téměř stoprocentní přesností (Rosa a kol., 2008). Když jsou nahrávky vlastního a cizího hlasu silně zkreslené, lidé lépe rozpoznávají vlastní hlas. Tyto výsledky svědčí pro robustnost kognitivní reprezentace své tváře a hlasu (Xu a kol., 2013). Navíc schopnost rozpoznávání lidí podle tváře

a podle hlasu musejí být do jisté míry nezávislé. Damasio (1999) tak například popisuje případ člověka s mozkovou lézí, který ztratil schopnost poznávat známé lidi podle tváře, ale stále je dokázal poznat podle hlasu.

Ve studiích zkoumajících LO-SRP účastníkům jsou prezentovány jejich vlastní fotografie nebo nahrávky jejich hlasu, zatímco jejich mozková aktivita je sledována pomocí neurozobrazovacích metod. Získané aktivace jsou pak srovnávány s aktivacemi v reakci na fotografie nebo hlas jiných lidí (např. Kaplan a kol., 2008; Keenan, Gallup, a kol., 2003).

Takové sebereferenční podněty, jako svůj obličej, hlas nebo jméno, jsou obzvláště percepčně výrazné a mají automatický efekt zachycení pozornosti. V rovině neurokognitivních procesů to znamená automatické zpracování podnětů zdola-nahoru, které je příznačné pro LO-SRP. Sui a Humphreys (2015) popisují, jak tento efekt usnadňuje výkon u sebereferenčních úloh a naopak narušuje výkon u úloh, které se netýkají self.

10.4.1 Sebepoznání podle tváře

Jednou z prvních otázek v oblasti sebepoznání podle tváře, na kterou se zaměřil neurovědecký výzkum, byla hemisférická dominance u daného procesu. Behaviorální studie přinesly poněkud kontroverzní výsledky. Většina z nich ovšem potvrdila převládající roli pravé hemisféry (Devue & Brédart, 2011). Například studie, které sledovaly reakční časy při reagování na vlastní tvář, zjistily, že participanti reagují na vlastní obličej rychleji, když reagují levou rukou (která je kontralaterálně spojená s pravou hemisférou; Ma & Han, 2010; Platek a kol., 2004). Výzkum pacientů s epilepsií, který používal selektivní anestezii jedné hemisféry, rovněž našel převládající roli pravé hemisféry (Feinberg & Keenan, 2005). Nakonec byla zjištěna narušená schopnost sebepoznání v zrcadle u lidí s rozsáhlým poškozením pravé hemisféry. Nicméně studie pacientů s rozděleným mozkem (*split-brain syndrom*) ukázaly, že obě hemisféry jsou schopny sebepoznání podle obličeje (Turk a kol., 2002; Uddin a kol., 2005).

Nejdůvěryhodnější důkazy o zapojení konkrétních mozkových oblastí do procesu sebepoznání přinášejí metaanalytické studie neurozobrazovacích experimentů. Hu a kol. (2016) tak například analyzovali výsledky 23 samostatných fMRI studií. V těchto studiích participanti měli aktivně rozhodovat, jestli se dívají na vlastní, známý nebo cizí obličej. U reakce na vlastní tvář metaanalýza zjistila rozsáhlé aktivace pravé hemisféry v oblastech IPL a TPJ, a sice aktivace angulárního (AG), supramarginálního (SMG) a postcentrálního gyru (PostCG); aktivace dolního temporálního, horního a dolního okcipitálních gyrů (IOG); a aktivaci ACC. Naproti tomu v levé hemisféře našla pouze aktivaci středního okcipitálního gyru (MOG).

Dále také nalezla bilaterální aktivace FFG, IFG, a inzuly. Menší metaanalýza Platka a kol. (2008), která zahrnula 8 samostatných studií, také zjistila aktivace IFG a FFG. Oproti Huu a kol. (2016) ovšem navíc objevila aktivace středního frontálního gyru (MFG) a pravého precunea.

Souhrnně dané nálezy svědčí o tom, že proces sebepoznání podle tváře zajišťuje neurální systém, který je dominantně zastoupen v pravé hemisféře, ale také do značné míry bilaterálně rozptýlen. Platek a kol. (2008) navrhli trojitý neurokognitivní model identifikace vlastní tváře. Nejdříve se ve FG odehrává senzoričné zpracování nižšího řádu. FG přitom funguje jako substrát pro detekci podnětů připomínajících obličej. Dále senzoričné informace procházejí základními funkčními jednotkami v CMS (precuneus, ACC) a inzule, které zpracovávají seberefrenční informace. Nakonec se seberefrenční informace dostávají do vyšších korových struktur, které zajišťují identifikaci osoby na obrázku, činění závěrů o mentálním stavu patrném z obličeje a usuzování o dalších mentálních stavech jedince.

10.4.2 Sebepoznání podle hlasu

Neurokognitivní výzkum zpracování hlasů zjistil existenci tzv. temporálních hlasových oblastí, které se nacházejí bilaterálně podél horního temporálního gyru (STG). Dané oblasti jsou více zapojené do zpracování vokálních než nevokálních zvuku (např. zvuky přírody; Belin a kol., 2011; Linden a kol., 2011). Další studie ukázaly, že různé oblasti horního temporálního sulku (STS) se podílejí na různých aspektech zpracování hlasu. Posteriošní části STS se přitom více podílejí na zpracování verbálního obsahu sdělení, zatímco anteriorní STS je více zapojen do rozpoznávání hlasů (Andics a kol., 2010; Blank a kol., 2011).

Neurozobrazovací výzkum dále přináší důkazy, že vlastní hlas, známé hlasy a neznámé hlasy jsou zpracovávány jako odlišné informace v různých mozkových oblastech. Například neurofyziologické výzkumy ukázaly, že pacienti s lézí v oblasti IPL nejsou schopni rozpoznat známé hlasy. Naproti tomu lidé s oboustrannou lézí temporálního laloku postrádali schopnost rozpoznávat neznámé hlasy (van Lancker a kol., 1988, 2008).

Zatímco většina studií zkoumala rozlišování mezi známými a neznámými hlasy, jen málo výzkumů se zaměřilo na rozpoznávání vlastního hlasu. Dané studie dokládají zapojení odlišných mozkových oblastí při identifikaci svého a cizího hlasu (Candini a kol., 2014). První skupina studií používala paradigma aktivního sebepoznání podle hlasu. Účastníci výzkumu totiž museli aktivně rozhodovat, či hlas slyší a udávat svou volbu pomocí tlačítka, zatímco byli skenováni v fMRI. Allen a kol. (2009) tak zjistili, že poslech slov nahraných vlastním hlasem

souvisel s vyšší aktivací levého IFG a pravé ACC, zatímco poslech cizího hlasu byl spojen s větším zapojením laterální temporální kůry oboustranně. Kaplan a kol. (2008) podobně v analýze předem určených oblastí zájmu (*regions of interest*; ROI) našli vyšší aktivaci pravého IFG při reakci na vlastní hlas v porovnání s reakcí na známý hlas. Nakonec Nakamura a kol. (2001) při použití PET zjistili, že oproti známému hlasu vlastní hlas souvisí s aktivací IFG a inzuly v pravé hemisféře.

Další skupina studií použila pasivní design (poslech hlasů bez reagování). Pomocí metody evokovaných potenciálů (ERP) Graux a kol. (2013) rovněž našli rozdíly v EEG signálu mezi poslechem vlastního a cizího hlasu. Navíc v souladu s výsledky Allena a kol. (2005) zjistili aktivaci levé inferiorní frontální oblasti, která trvala během celého procesu identifikace vlastního hlasu (Graux a kol., 2013). Zajímavá fMRI studie Zaytsevy a kol. (2014) analyzovala mozkovou aktivitu operní zpěvačky během toho, když účastnice poslouchala známou árii ve svém vlastním provedení, a pak v podání jiné osoby. Vlastní zpěv souvisel s aktivací mozečku, levého thalamu, a pravých cunea a precunea.

Třetí skupina studií uplatnila paradigma verbálního sebemonitorování. Jde o úlohu, kdy participant čte určitá slova a přitom ve sluchátcích slyší buď sám sebe, anebo cizí hlas, který čte stejná slova. Jedna fMRI (Jardri a kol., 2007) a jedna PET studie (McGuire a kol., 1996) tak při poslechu vlastního hlasu našly aktivace PreCG, PostCG a IFG. fMRI studie přitom navíc zjistila aktivace inzuly a MFG (Jardri a kol., 2007). Další fMRI studie použila trochu odlišný typ verbálního sebemonitorování, kde účastníci aktivně četli báseň při poslechu vlastního hlasu, avšak pasivně poslouchali, když stejnou báseň četl cizí hlas. Při reakci na vlastní hlas studie zjistila pouze zvýšenou aktivaci STG (Fu a kol., 2006). Souhrnně můžeme říct, že pro sebepoznání podle hlasu je klíčovou oblast IFG s pravděpodobným zapojením ACC a inzuly.

Při pohledu na výzkumná zjištění o neurálních korelátech LO-SRP si můžeme všimnout, že sebepoznání podle hlasu a podle tváře sdílí řadu společných mozkových oblastí (viz tabulka 5). Dodnes bylo provedeno jen málo neurovědeckých studií, které přímo porovnávaly sebepoznání v různých smyslových modalitách. Kaplan a kol. (2008) v analýze oblastí zájmů objevili aktivitu IFG u sebepoznání jak podle tváře, tak podle hlasu. Jiná fMRI studie, která zkoumala pouze dva účastníky, zjistila společné aktivace pravé ventrální prefrontální kůry (vč. IFG) při pozorování vlastní tváře a poslechu vlastního hlasu (Keenan, Gallup, a kol., 2003). Nakonec Platek a kol. (2008) zjistili, že čichání vlastního pachu nebo poslech vlastního jména podporuje sebepoznání podle tváře. Společně tato zjištění svědčí pro existenci konvergenčních oblastí v mozku, které se podílí na procesu sebepoznání nezávisle na konkrétní sensorické modalitě.

Jinými slovy se podílí na vzniku multimodální reprezentace fyzické složky self (Molnar-Szakacs & Uddin, 2013). Z výsledků uvedených výše vyplývá, že takovými oblastmi mohou být zejména IFG, inzula, ACC, PreCG a PostCG.

Tabulka 5. Neurální koreláty SRP nižšího řádu

Studie	Experimentální paradigma	Aktivované oblasti
Hu a kol. (2016) MA; n=23	aktivní sebezpoznání podle tváře	SOG/AG (IPL; R), IFG , FG, ITG (R), inzula , PostCG (R), SMG (R), ACC (R), MOG (L), IOG (R)
Platek a kol. (2008) MA; n=9	aktivní sebezpoznání podle tváře	FG (L), MFG, IFG , precuneus (R)
Kaplan a kol. (2008) fMRI; n=12	aktivní sebezpoznání podle tváře	IFG^{ROI} , IOG^{ROI} , IPL^{ROI}
Allen a kol. (2005) fMRI; n=11	aktivní sebezpoznání podle hlasu (S>U)	IFG (L), ACC (R)
Kaplan a kol. (2008) fMRI; n=12	aktivní sebezpoznání podle hlasu (S>F)	anteriorní IFG^{ROI} (R)
Nakamura a kol. (2001) PET; n=9	aktivní sebezpoznání podle hlasu (S>F)	IFG (R), inzula (R)
Graux a kol. (2013) EEG; n=17	pasivní sebezpoznání podle hlasu (S>U)	inferiorní frontální oblast (vč. IFG)
Zaytseva a kol. (2014) fMRI; n=1	pasivní poslech vlastního zpěvu	thalamus (L), mozeček, cuneus (R), precuneus (R)
Jardri a kol. (2007) fMRI; n=12	verbální sebezpozorování (S>U) ³	PostCG (R), PreCG (L), MFG, inzula (L), IFG (L) caudate nuclei ⁴ , thalamus ⁴ , mozeček ⁴

McGuire a kol. (1996) PET; n=6	verbální sebemonitorování (S>U) ¹	putamen, PreCG, PostCG, IFG
Fu a kol. (2006) fMRI; n=13	verbální sebemonitorování a aktivní diskriminace (S>U) ²	STG (R)

Komentář: Výsledky vybraných výzkumů neurálních korelátů SRP nižšího řádu. MA = metaanalýza. N = počet samostatných studií zahrnutých do metaanalýzy, anebo počet subjektů v samostatné studii. S>U = porovnání sebereferečních stimulů se stimuly cizí osoby. S>F = porovnání sebereferečních stimulů se stimuly známé osoby. R = pravá hemisféra. L = levá hemisféra. ^{ROI} = výsledek ROI analýzy. Tučně = oblasti aktivující se napříč různými studiemi a experimentálními paradigmaty. 1 = čtení slov nahlas při poslechu vlastního hlasu vs čtení potichu při poslechu cizího hlasu číst stejná slova. 2 = čtení slov nahlas při poslechu vlastního hlasu vs čtení nahlas při poslechu cizího hlasu číst stejná slova, a také reakce tlačítkem, či hlas slyším. 3 = poslech vlastního hlasu a současné šeptání stejné básně vs pasivní poslech cizího hlasu číst stejnou báseň. 4 = aktivace oproti základní úrovni pouze při současném šeptání.

10.5 Sebepoznání a systém zrcadlových neuronů

Molnar-Szakacs & Uddinová (2013) upozorňují na to, že řada mozkových struktur zapojených do sebepoznání podle tváře nebo hlasu patří k lidskému MNS. Konkrétně se jedná o IFG, AI, PreCG, PostCG a anteriorní IPL (tj. SMG). MNS byl poprvé objeven u nelidských primátů. Zrcadlové neurony se aktivují jednak, když jedinec provádí nějakou akci a jednak, když pozoruje někoho jiného provádět tutéž akci. V podstatě tak vytvářejí na původci děje nezávislé spojení mezi aktérem a pozorovatelem (Rizzolatti & Sinigaglia, 2010). Na základě vlastnosti zrcadlových neuronů vnitřně simulovat akce prováděné jinými jedinci, Uddinová a kol. (2005, 2007) tvrdí, že MNS může propojovat fyzickou reprezentaci self s fyzickými reprezentacemi druhých. To znamená, že když vidíme, jak cizí ruka uchopuje předmět, aktivují se oblasti našeho mozku, které řídí úchop. Když slyšíme zvuky spojené s tím, že někdo něco dělá, aktivujeme příslušné pohybové oblasti našeho mozku a navíc, když pozorujeme emoční stavy druhých, můžeme cítit stejnou emoci pomocí empatie (Gazzola a kol., 2006). K MNS patří takové mozkové oblasti jako IFG, MFG, AI, PreCG, PostCG, anteriorní IPL a STS (Molnar-Szakacs & Uddin, 2013).

Zdá se, že pozorování vlastního obličeje nebo poslech vlastního hlasu zahrnují mechanismus podobný simulaci, který probíhá v MNS a porovnává vnímaný podnět s vnitřní reprezentací self. Molnar-Szakacs a Uddinová (2013) předpokládají, že zrcadlové oblasti reagují větší aktivací na podněty, které obsahují více „self“, protože jejich rolí je navázání komunikace mezi

jedinci pomocí mechanismu simulace. Daný mechanismus spočívá v mapování akcí druhých na vlastní motorický repertoár, čímž dělá druhé „jako já“ (Meltzoff & Brooks, 2001). Tudíž, když jedinec vidí obrázek sebe sama, zrcadlové oblasti se aktivují více kvůli snadnosti, se kterou člověk mapuje sebe sama na svůj vlastní motorický systém (Uddin a kol., 2005). Můžeme tedy předpokládat, že LO-SRP je zajišťováno oblastmi MNS.

10.6 Neurální koreláty seberefrenčního zpracování informací vyššího řádu

Neurální základy HO-SRP se nejčastěji zkoumají pomocí paradigmat, které se týkají procesu sebereflexe, seberefrenčního efektu paměti, nebo vybavování informací z autobiografické paměti.

Nejvíce používaným experimentálním paradigmatem v této oblasti je úloha na hodnocení adjektiv. Účastníci mají za úkol posuzovat, zda přídavná jména, která se objevují na obrazovce scanneru, popisují jejich osobu či nikoliv. Tato úloha vyžaduje přístup k vnitřním autobiografickým reprezentacím sémantické nebo epizodické povahy (tj. znalostem sebe a svým vzpomínkám). Kontrolní úlohy naproti tomu obvykle zahrnují hodnocení toho, jestli stejná adjektiva popisují jinou osobu (např., rodiče, kamaráda, slavnou osobu) nebo jiné sémantické úlohy (např. počítání slabik ve slově). Metaanalýza Hua a kol. (2016) zkoumala data z 42 fMRI experimentů používajících úlohu hodnocení adjektiv. Hodnocení přídavných jmen jako popisujících self souviselo s oboustrannými aktivacemi ACC, precunea, MFG, STG a s aktivací levé IPL. Jiná metaanalýza, která se zaměřila na osobnostní rysy a zahrnula 22 samostatných experimentů, podobně našla aktivace VMPFC, DMPFC, ACC, MFG a také levých precunea a SFG. Když autoři omezili analýzu na 15 experimentů porovnávající self a blízké lidi (nikoli slavné osoby), objevili rozsáhlé oboustranné aktivace VMPFC, DMPFC, ACC, SFG; aktivace MFG, frontálního pólu a inzuly/IFG v pravé hemisféře, a aktivace levého laterálního okcipitálního gyru (LOG; Araujo a kol., 2013).

Existují také samostatné výzkumy, které použily jiné způsoby zkoumání sebereflexe. Tak například Johnson (2002), kromě hodnocení osobnostních rysů, zahrnul do svého experimentu také rozhodování o vlastních schopnostech a postojích. Účastníci výzkumu měli odpovídat „ano“ nebo „ne“ na taková tvrzení jako „zapomínám důležité věci“, „raději bych byl sám“, apod. Výzkumníci našli aktivace VMPFC, PCC a precunea. Segerová a kol. (2004) se ptali participantů na to, jaká jídla preferují. Podobně objevili aktivace PCC a precunea. Jenkinsová a kol. (2008) se dále zaměřili na oblast VMPFC a objevili souvislost mezi aktivací dané oblasti a zodpovídáním otázek na vlastní politické názory. Nakonec PET studie Kjaera a kol. (2002)

srovnávala přemýšlení o vlastních fyzických rysech s přemýšlením o vzhledu dánské královny. Studie našla aktivace ACC a také dolního, středního a horního frontálního gyru. Společně výsledky daných studií demonstrují, že různé podoby sebereflexe konzistentně aktivují korové struktury střední čáry (VMPFC, ACC, PCC, precuneus) a laterální prefrontální kůru (zejména MFG; viz tabulka 6).

Jiná větev výzkumu se zaměřila na sebereferenční efekt paměti (viz kapitola 7) pro zkoumání neurálních základů HO-SRP. Ukládání a vybavování sebereferenčních podnětů je spojeno s epizodickou a autobiografickou pamětí (Northoff a kol., 2006). V těchto studiích byla účastníkům vizuálně prezentována adjektiva popisující osobnostní rysy jedince a také adjektiva, která se nevztahují k self jedince. Účastníci měli za úkol si zapamatovat prezentována slova a později si je vybavit. Macrae a kol. (2004) tak našli souvislost aktivace VMPFC jednak s lepším zapamatováním slov, a jednak s hodnocením slov jako sebereferenčních. Fossati a kol. (2004) dále zjistili, že aktivace pravého DMPFC souvisí s vybavováním sebereferenčních adjektiv. Navíc Lou a kol. (2004) objevili, že vybavování adjektiv popisujících self oproti vybavování slov popisujících dánskou královnu je spojeno s vyšší aktivací IPL, a oproti kontrolní sémantické úloze je také spojeno s vyšší aktivací MPFC, PCC/precunea, IPL, IFG/MTG a okcipitální kůry v levé hemisféře.

Sajonz a kol. (2010) uskutečnili experiment, ve kterém přímo srovnávali hodnocení obrázků jako sebereferenčních s obecnou epizodickou pamětí na obrázky. Výzkumníci zjistili, že HO-SRP souvisí s aktivací MPFC, PCC/anteriorního precunea a inferiorní části IPL, zatímco vybavování z epizodické paměti souviselo s aktivací jiných oblastí.

Třetí experimentální proud používal tzv. autobiografickou paměťovou úlohu, kde si účastníci měli vybavovat situace, které osobně prožili v minulosti. Metaanalýza, která posuzovala výsledky 24 samostatných studií, určila klíčové oblasti, které se konzistentně aktivují při vybavování z autobiografické paměti. Studie určila neurální oblasti převážně v levé hemisféře, které zahrnují VMPFC/DMPFC, IFG, PCC/RSC, TPJ a mozeček (Svoboda a kol., 2006).

U studií zkoumajících HO-SRP v doméně paměti znovu vidíme, že podobně jako u sebereflexe, sebereferenční paměťové úlohy souvisí s konzistentní aktivací CMS. Oproti studiím sebereflexe se v daných výzkumech ovšem častěji objevuje aktivace IFG.

Tabulka 6. Neurální koreláty SRP vyššího řádu

Studie	Experimentální paradigma	Aktivované oblasti
Hu a kol. (2016) MA; n=42	rozhodování o svých rysech (S>O)	ACC, MFG, STG, precuneus, IPL (L)
Araujo a kol. (2013) MA; n=22	rozhodování o svých osobnostních rysech (S>O)	VMPFC/DMPFC/ACC, SFG (L), MFG, precuneus (L)
Johnson a kol. (2002) fMRI; n = 11	rozhodování o svých osobnostních rysech, schopnostech a postojích (S>C)	VMPFC, PCC/precuneus
Kjaer a kol. (2002) PET; n = 7	přemýšlení o svých fyzických rysech (S>O)	mozečková kůra, ACC, MFG, IFG, SFG
Segerová a kol. (2004) fMRI; = 12	otázky na preference jídel (S>O)	PCC, precuneus
Jenkins a kol. (2008) fMRI; n = 13	otázky na politické názory (S>O)	VMPFC^{ROI}
Svoboda a kol. (2006) MA; n=22	autobiografická paměť	VMPFC/DMPFC, IFG, PCC/RSC, TPJ, mozeček
Moran a kol. (2009) fMRI; n = 23	pasivní prohlížení autobiografických údajů (S>C)	VMPFC, PCC, inzula (L), SMG (IPL), DLPFC/IFG, suplementární motorická oblast, pgACC , nucleus caudatus

Komentář: Výsledky vybraných výzkumů neurálních korelátů SRP vyššího řádu. MA = metaanalýza. N = počet samostatných studií zahrnutých do metaanalýzy, anebo počet subjektů v samostatné studii. S>O = porovnání seberefrenčních stimulů se stimuly jiné osoby. S>C = porovnání seberefrenčních stimulů s kontrolní úlohou. R = pravá hemisféra. L = levá hemisféra. ^{ROI} = výsledek ROI analýzy. Tučně = oblasti aktivující se napříč různými studiemi a experimentálními paradigmaty.

10.7 Seberefrenční zpracování informací vyššího řádu a default mode síť

Z výzkumných nálezů uvedených v předchozí kapitole můžeme udělat závěr, že aktivace struktur DMN (tj., CMS, IPL, TPJ) se mnohem více objevuje během HO-SRP než během LO-SRP. Molnar-Szakacs a Uddinová (2013) proto tvrdí, že HO-SRP je zajišťováno primárně DMN. Neurovizuální studie založené na úloze a studie neurální konektivity totiž ukazují, že v rámci DMN se dají vydělit subsystemy a dílčí komponenty s odlišnými funkcemi.

Moran a kol. (2013), ve své přehledové studii, na základě vzorců konektivity a aktivity CMS dospěli k názoru, že MPFC může sloužit jako uzel zpracování podnětů, který spojuje informace ze všech sensorických modalit s vnitřně generovanými informacemi. Navíc předpokládají, že MPFC může být jakýmsi korovým „ředitelem“ mysli, který pomáhá vést vědomé zpracování informací okamžik za okamžikem.

V rámci MPFC můžeme odlišit ještě minimálně dvě funkční komponenty. Dříve jsme již uváděli důkazy toho, že zatímco VMPFC reaguje více na informace o self, DMPFC reaguje více na informace o jiných lidech (Denny a kol., 2012; Wagner a kol., 2012). Kromě zapojení do HO-SRP VMPFC je také součástí systému zpracování odměn (Northoff & Hayes, 2011). Frewen a kol. (2020) na základě přehledu dosavadních zjištění předpokládají, že VMPFC je více zapojena do emočně zbarveného a motivačně relevantního SRP, například během úloh na rozhodování. U DMPFC naproti tomu předpokládají větší zapojení do reflektivních úloh, které odpojují jedince od afektivně motivovaného SRP, a vyvolávají emočně neutrálnější procesy zaujímání cizí perspektivy (mentalizace) nebo sebemonitoringu.

Lou a kol. (2004) ve studii již popsané výše zjistili, že při vybavování si seberefrenčních adjektiv, probíhá těsná interakce mezi DMPFC a PCC/precuneem. TMS oblasti PCC/precuneus způsobila u účastníků zhoršení výkonu při vybavování adjektiv popisujících self ve srovnání s vybavováním slov popisujících jinou osobu. Na základě toho autoři předpokládají, že v rámci neurálního systému sebepojetí PCC/precuneus může představovat uzel, který zprostředkovává interakce mezi DMN a dalšími laterálními korovými oblastmi.

Nakonec Frewen a kol. (2020) v nedávné přehledové studii dochází k předpokladu, že TPJ/IPL mají v pravé a levé hemisféře poněkud odlišné funkce. Zatímco pravá TPJ/IPL je více zapojena do sledování exteroceptivních signálů těla (např. teplota, tlak), levá TPJ/IPL se více podílí na přemýšlení o sobě ve verbálních pojmech.

10.8 Neurální systém self

Řada výzkumníků zastává názor, že SRP probíhá na základě integrace funkcí MNS a DMN (Keysers & Gazzola, 2007; Molnar-Szakacs & Uddin, 2013; Sandrone, 2013). Přehled výzkumných zjištění, který jsme uvedli v předešlých kapitolách podporuje daný názor. Metaanalýzy zkoumající SRP jako celek totiž dokládají konzistentní aktivace jak struktur MNS (např. AI, IFG), tak oblastí DMN (tj., CMS, TPJ/IPL; Denny a kol., 2012; Hu a kol., 2016; Murray a kol., 2012). Přehled dalších studií navíc ukazuje, že zatímco LO-SRP (fyzické sebepoznání) je primárně zajišťováno MNS, HO-SRP (seberefrence, autobiografická paměť) převážně probíhá na bázi DMN.

Historicky výzkumníci proti sobě stavěli mentalizaci založenou na usuzování (proces vyššího řádu) a vtělenou simulaci (proces nižšího řádu; Gordon, 1986). Avšak novější neurokognitivní teorie popisující různé aspekty self předpokládají naopak integraci funkcí MNS a DMN (Molnar-Szakacs & Uddin, 2013).

Molnar-Szakacs a Uddinová (2013) navrhují dvě neurální struktury, které mohou fungovat jako uzly zprostředkovávající interakce DMN a MNS během SRP (viz obrázek 3). První z nich je AI, která je zapojená do obou úrovní SRP a zároveň tvoří integrální část neurálního systému emoční empatie a vtělené simulace (Carr a kol., 2003; Singer a kol., 2004). Jelikož inzula se také silně podílí na zpracování interoceptivních podnětů, výzkumníci předpokládají, že společné aktivace inzuly a DMN mohou být stěžejní pro formování self a přiřazování osobní důležitosti podnětům. Kromě toho bylo odhaleno, že inzula zajišťuje přepínání mezi DMN a neurální sítí exekutivní kontroly (Sridharan a kol., 2008). Menon a Uddinová (2010) na základě toho navrhují, že AI slouží k detekci osobně důležitých událostí a k následné mobilizaci nervových zdrojů pro spuštění vhodného vzorce chování. Dalším důležitým zjištěním je to, že prereflektivní reprezentace viscerálního stavu self souvisí s aktivací posteriorní inzuly. Naproti tomu se CMS aktivují, když jedinec používá introspekci ke sledování těchto vnitřních stavů (např. srdečního tepu; Critchley & Harrison, 2013). AI tak může být důležitá pro propojení posteriorní inzuly a CMS. Tudiž interakce mezi MNS a DMN prostřednictvím AI a CMS pravděpodobně umožňují reprezentaci tělesných stavů pro další vědomou reflexi těchto stavů (Keysers & Gazzola, 2007; Molnar-Szakacs & Uddin, 2013).

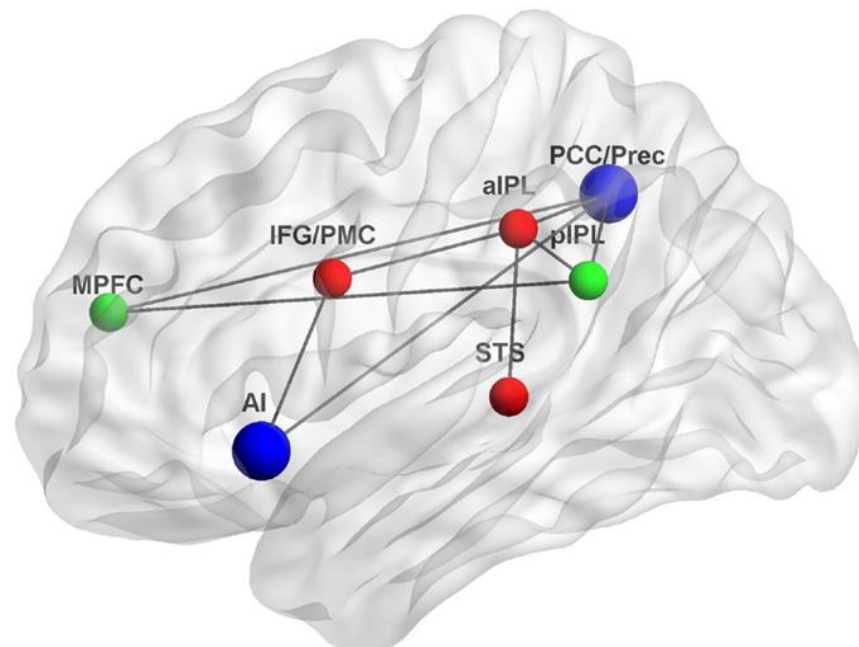
Za druhý pravděpodobný uzel interakce MNS a DMN Molnar-Szakacs a Uddinová (2013) považují oblast PCC/precunea, která zprostředkovává informace mezi CMS a laterálními korovými oblastmi, jako jsou IFG, MFG a IPL. Zajímavou strukturou, kde se stýkají MNS a DMN je také IPL. Zatímco anteriorní část IPL (tj. SMG) patří k MNS, posteriorní část této struktury (tj. AG) je komponentou DMN (Raichle a kol., 2001; Rajmohan & Mohandas, 2007).

Důležitým rysem integrovaného systému MNS a DMN je skutečnost, že daný systém zpracovává jak informace o self, tak informace o jiných lidech. Lombardo a kol. (2010) použili analýzu funkční konektivity, aby prozkoumali povahu interakcí mezi systémem mentalizace vyššího řádu (DMN) a systémem vtělené simulace nižšího řádu (MNS). Účastníci studie měli za úkol hodnotit mentální a fyzické charakteristiky sebe sama nebo anglické královny. Překryvy aktivací pro mentalizaci o sobě a jiné osobě (v porovnání s hodnocením fyzických vlastností) se objevily v oblastech MPFC, PCC, bilaterální TPJ a také levých MTG, PreCG a mozečku. Navíc byly objeveny podobné vzorce funkční konektivity při přemýšlení o sobě a jiné osobě. Toto svědčí o tom, že mentalizační reprezentace self a druhých lidí jsou umístěny napříč stejnými neurálními systémy.

Tomu odpovídá i skutečnost, že mentální reprezentace Já a druhých lidí jsou v mozku těsně propojeny (viz kapitola 9.2.). V souladu s tím Moran a kol. (2013) ve své přehledové studii dochází k závěru, že self může být sice mocným, ale běžným případem mentální reprezentace člověka v rámci širšího kognitivního systému přemýšlení o lidech.

Obzvlášť zajímavým zjištěním studie Lombarda a kol. (2010) bylo také to, že několik oblastí MNS, a sice IFG, PrecG (primární motorická kůra), PostCG (primární somatosenzorická kůra) byly zapojeny do přemýšlení jak o sobě, tak o druhé osobě. PostCG se podílí na takových reprezentacích nižšího řádu jako hmat, prožitek bolesti nebo zrcadlení vnímaných pohybů (Gazzola a kol., 2006; Keysers a kol., 2004; Singer a kol., 2004). A tudíž zjištění, že PostCG je také zapojen do mentalizace o sobě a druhých nasvědčuje, že vtělené simulativní reprezentace zpracovávané danou oblastí jsou také důležité pro procesy mentalizace vyššího řádu. Analýza konektivity dokonce odhalila, že MNS a DMN byly propojeny více během mentalizace než během hodnocení fyzických charakteristik self a jiné osoby. Souhrnně výsledky dané studie poskytují silné důkazy pro integraci funkcí MNS a DMN v procesech sociální kognice (Lombardo a kol., 2010).

Z uvedených nálezů můžeme udělat závěr, že zpracování informací o sobě a druhých lidech jsou v mozku úzce propojeny a že pochopení druhých nám napomáhá k pochopení sebe sama a naopak. V mozku k tomu slouží interakce systému vtělené simulace (MNS) a systému mentalizace (DMN). Během jejich interakcí vtělené reprezentace založené na simulaci slouží jako základ pro tvorbu reprezentací vyššího řádu, tj. reprezentací založených na mentalizaci. Takové reprezentace umožňují mozku vytvářet dynamické self kontinuální v čase a schopné plánovat budoucnost (Molnar-Szakacs & Uddin, 2013).



Obrázek 2. Interakce mezi MNS a DMN při seberefrenčním zpracování informací. Získáno z Molnar-Szakacs a Uddinová (2013). Zeleně = uzly DMN; červeně = uzly MNS; modře = uzly interakce. Šedé linie zobrazují možná funkční spojení.

Výzkumná část

Výzkum byl realizován v rámci grantového projektu AZV CZ 17-32445A na bázi Národního ústavu duševního zdraví v Klecanech. Projekt probíhal od ledna 2017 do prosince 2020. Autor diplomové práce byl členem výzkumného týmu a pracoval pod odbornou supervizí vedoucí projektu, MUDr. Yuliyi Zaytsevy, Ph.D. Autor práce se podílel na náboru účastníků do výzkumu, administraci dotazníků, přípravě audiostimulů pro experiment a na analýze dat.

1. Cíle výzkumu

Cílem výzkumu bylo prozkoumat neurální koreláty dvou typů neurokognitivních procesů, a sice SRP nižšího a SRP vyššího řádu. Dosavadní studie ukazují, že dané procesy a jejich interakce vytváří self jedince ve smyslu mentální reprezentace sebe sama. Očekávaný přínos dané výzkumné studie spočívá v prohloubení současných znalostí o neurálních základech self. Porozumění zkoumaným procesům u zdravých jedinců může dále vrhnout světlo na patologické stavy spojené s narušením self. Dnešní výzkum totiž často spojuje narušení LO-SRP, HO-SRP nebo obou systémů s neuropsychiatrickými poruchami (Molnar-Szakacs & Uddin, 2013). Jedinci s poruchou autistického spektra jsou například schopni sebepoznání podle tváře (LO-SRP), ale vykazují nedostatky v autobiografické paměti a sebereflexi (HO-SRP; Dunphy-Lelii & Wellman, 2012). Naproti tomu někteří lidé se schizofrenií mají problémy se sebepoznáním v zrcadle a se správnou identifikací vlastního hlasu při halucinacích (LO-SRP; Platak a kol., 2008).

Jelikož širší výzkumný projekt, v jehož rámci byl realizován i daný výzkum, byl zaměřen na sluchové halucinace, procesy LO-SRP a HO-SRP u zdravých jedinců jsme zkoumali v doméně sluchu. Dané zaměření má jisté výhody. Zprv je jsou výsledky výzkumu vysoce relevantní pro další výzkum neurálních základů sluchových halucinací, které představují nejčastější symptom schizofrenie. Zadruhé valná většina dosavadních studií zkoumala SRP ve vizuální doméně, a tudíž náš výzkum může rozšířit jejich poznatky do oblasti sluchu. Navíc dosavadní zjištění ukazují, že LO-SRP a HO-SRP mají své „jádrové“ struktury, které se aktivují napříč různými smyslovými modalitami. To znamená, že výsledky našeho výzkumu budou relevantní i pro SRP v jiných sensorických modalitách.

Daný výzkum je podle našich nejlepších znalostí první neurovizuální výzkum, který srovnává LO-SRP a HO-SRP na stejném vzorku účastníků. Předtím byly tyto procesy

porovnávány pouze v metaanalýze samostatných studií, které se zaměřovaly buď na LO-SRP nebo na HO-SRP (Hu a kol., 2016).

Při definování výzkumného projektu jsme si položili následující otázky:

- (1) Jaké mozkové oblasti se podílejí na zpracování vlastního hlasu (LO-SRP)?
- (2) Jaké mozkové oblasti se podílejí na zpracování verbálních informací o vlastní osobě (HO-SRP)?
- (3) Jaké mozkové oblasti se podílejí na promítání si v duchu tvrzení o vlastní osobě (LO-SRP a HO-SRP)?
- (4) Jaké mozkové oblasti jsou společné a jaké jsou specifické pro procesy z otázek 1 a 2?

Na základě výzkumných otázek a přehledu dosavadních výzkumných zjištění, který je uveden v teoretické části dané práce, jsme definovali tyto výzkumné hypotézy:

H1: Poslech vlastního hlasu v porovnání s poslechem cizího hlasu vyvolá aktivace ACC a struktur MNS.

H2: Poslech informací o vlastní osobě v porovnání s poslechem informací o cizí osobě vyvolá aktivace inzuly a struktur DMN.

H3: Poslech vlastního hlasu, který sděluje informace o vlastní osobě, v porovnání s poslechem cizího hlasu, který sděluje informace o cizí osobě, vyvolá aktivace struktur integrovaného systému MNS a DMN.

H4: Aktivní přemýšlení o vlastní osobě vyvolá aktivace struktur integrovaného systému MNS a DMN. Daná podmínka totiž má zapojit jak procesy sebereflexe (HO-SRP), tak zpracování své vnitřní řeči (LO-SRP).

2. Výzkumné metody

2.1 Výzkumný soubor

Do výzkumu bylo původně zařazeno 45 zdravých dobrovolníků. Kritéria pro zařazení byla: věk od 18 do 45, pravorukost, čeština jako mateřský jazyk, nepřítomnost úrazů mozku a neurologických či psychiatrických onemocnění, neužití psychofarmak nebo drog v posledním roce.

Celkem 5 lidí bylo následně vyřazeno z analýzy kvůli problémům v průběhu testování (klaustrofobie, mikrosnánek, přílišný pohyb při skenování). Do analýzy byla nakonec zahrnuta data 40 účastníků (z nich 21 žen) ve věku od 19 do 41 let ($\bar{x} = 26$; $\sigma = 7,13$).

Dobrovolníci byli nabíráni do výzkumu nenáhodným způsobem. Členové výzkumného týmu oslovili své vlastní kontakty. Inzeráty s nabídkou účasti byly rovněž distribuovány mezi studenty psychologie a žurnalistiky na FF UK. Výzkumníci se snažili provádět výběr tak, aby soubor byl vyrovnán z hlediska věku a pohlaví.

2.2 Etika výzkumu

Daná studie, jako součást výzkumného projektu Fenomenologie a neurobiologie auditivních halucinací u schizofrenie, byla schválena etickou komisí Národního ústavu duševního zdraví v Klecanech. Všichni účastníci podepsali informovaný souhlas a byli předem srozuměni se všemi částmi výzkumu a se svým právem od účasti kdykoliv odstoupit. S osobními daty participantů bylo zacházeno důvěrně.

2.3 Použité dotazníky

Dobrovolníci nejdříve vyplnili vstupní screeningové dotazníky, a to buď v online formě, anebo osobně na výzkumném pracovišti. Byly použity dva dotazníky:

Screeningový dotazník

Screeningový dotazník byl vytvořen výzkumným týmem pro účely dané studie. Dotazník obsahoval otázky na osobní identifikační, kontaktní a demografické údaje (jméno, pohlaví, věk, místo bydliště). Dotazník dále ověřoval vstupní kritéria pro účast ve studii, jako jsou nepřítomnost duševních onemocnění, neuzití psychoaktivních látek a nepřítomnost kontraindikací pro vyšetření v fMRI (např. těhotenství nebo kovové implantáty v těle).

Edinburský test laterality (EHI)

EHI (Oldfield, 1971) obsahuje 10 položek na určení laterality účastníků. Dotazník se ptá na to, zda účastníci obvykle vykonávají různé činnosti pravou rukou, levou rukou, nebo oběma rukama. Pouze praváci byli zařazeni do studie.

2.4 Příprava stimulů pro fMRI

Dále účastníci vyplnili dva dotazníky pro přípravu audionahrávek, které byly později použity při skenování v fMRI:

Dotazník personální identity

Dotazník byl vytvořen výzkumným týmem pro účely daného experimentu. Dotazník se skládá z 32 prázdných položek, do kterých měl účastník napsat 32 vět, které ho charakterizují jako osobnost (viz příloha 1). Na 5-ti bodové škále měl účastník dále ohodnotit svůj emoční vztah ke každé větě (od -2 „velmi negativní“ do +2 „velmi pozitivní“).

Věty z tohoto dotazníku byly před skenováním v fMRI nahrány hlasem dotyčného participanta, a také hlasem cizí osoby. Nahrávání vět s účastníkem a s cizí osobou probíhala zvlášť. Cizí osoba vždy byla stejného pohlaví jako dotyčný účastník.

Dotazník tvrzení o člověku

Dotazník byl vytvořen výzkumným týmem pro účely daného experimentu. Dotazník se skládá z 56 tvrzení o člověku, které zahrnují informace o jeho preferencích, schopnostech, osobnostních rysech a fyzických charakteristikách (viz příloha 2). Účastník měl za úkol označit ta tvrzení, která se vztahují na jeho osobu. Všechna tvrzení byla během přípravy experimentu nahrána mužským a ženským hlasem lidí, které účastníci studie neznali.

Dále s každým účastníkem byla nahrána sada vět, které se nevztahují k žádné osobě. Pro experiment byly připraveny dvě sady takových vět (viz příloha 3). Konkrétní sada vět byla pro každého účastníka zvolena náhodně. Obě sady obsahovaly jak pravdivá (např. „*Čištění zubu jim prospívá*“), tak nepravdivá tvrzení (např. „*Psi nemají ocas*“).

Zpracování audionahrávek

Audionahrávky byly zpracovány v programu Audacity 2.3.3. Z nahrávek byl odstraněn šum okolí. Hlasitost jednotlivých nahrávek byla normalizována na přibližně stejnou úroveň (max. amplituda = -3). Následně každá nahrávka byla rozdělena na jednotlivé věty o délce 1 až 3 vteřiny. Nakonec pro každého účastníka byl připraven výsledný soubor ze 100 krátkých vět-nahrávek.

Celkem 25 nahrávek bylo vybráno ze sady tvrzení jedince o sobě. Přednostně byly zvoleny nahrávky s intenzivnějším emočním zabarvením. Předpokládá se totiž, že emočně zabarvené informace mají větší osobní důležitost, a tudíž silnější vztah k self (Northoff a kol., 2006). Další 25 nahrávek bylo zvoleno ze sady tvrzení jedince o sobě nahraných cizím hlasem. Obsahově dané nahrávky odpovídaly prvním 25 zvoleným audiostimulům. Ještě bylo vybráno 25 nahrávek ze souboru tvrzení o jiné osobě nahraných cizím hlasem. Přitom se nevolily věty,

kteřé v Dotazníku tvrzení o člověku účastník označil jako osobně relevantní. Posledních 25 nahrávek bylo zvoleno ze sady nahrávek, které se netýkají žádné osoby, a které byly nahrány hlasem účastníka. Nahrávky se špatným zvukem nebo s přeroky se nedostaly do výsledného souboru.

2.5 Princip fungování fMRI

Funkční MRI je neinvazivní metodou pro výzkum mozkových funkcí. Daná metoda se liší od MRI běžně používané v klinické diagnostice za účelem získat strukturní snímky mozku s vysokým rozlišením. Princip fungování fMRI je založen na magnetických vlastnostech okysličeného a odkysličeného hemoglobinu. Dané typy hemoglobinu ovlivňují magnetické pole skeneru různým způsobem. Odkysličený hemoglobin potlačuje signál MRI. Čím více aktivovaná je skupina neuronů, tím vyšší je její potřeba kyslíku. Tělo na to reaguje rozšířením cév a zvýšením krevního toku do aktivovaných oblastí. V těchto oblastech se tak snižuje úroveň odkysličeného v poměru k okysličenému hemoglobinu, a zvyšuje se tzv. BOLD signál (blood oxygen dependent signal) skeneru.

Tímto způsobem můžeme nepřímou měřit neurální aktivace a dělat závěry o tom, které mozkové oblasti se aktivují nejvíce, na základě jejich metabolické poptávky a spotřeby kyslíku. Změna signálu MR v čase může být popsána pomocí funkce hemodynamické odezvy. Nejdříve zvýšená metabolická poptávka v aktivované oblasti způsobuje zvýšení spotřeby kyslíku a tudíž i rané snížení BOLD signálu, které se nazývá prvotní pokles. Okamžitě poté tělo reaguje rozšířením cév, které způsobuje zvýšení okysličeného hemoglobinu. Toto zvýšení je patrné jako vrchol BOLD signálu cca 4-6 sekund po počáteční aktivaci. Po dosažení vrcholu BOLD signál klesá pod základní úroveň v důsledku jednak sníženého průtoku krve, a jednak zvýšeného krevního objemu.

2.6 Proces měření a akvizivní parametry fMRI

Funkční data byla získána pomocí T2* váženého echo-planárního zobrazování (EPI) na skeneru 3-Tesla MRI Philips Achieva 3.0 TX. V každém měření bylo získáno 39 transverzálních snímků o velikosti 3 mm. Repetivní čas (TR) činil 1,000 ms, echo-čas (TE) činil 30 ms. Sklápěcí úhel (FA) činil 52°, zorné pole (FOV) bylo 1664 mm x 1664 mm. Výsledná velikost voxelu byla 2 mm x 2 mm x 2 mm.

Anatomická reference se skládala z 220 T1 vážených snímků, při TR = 2400 a TE = 2,34, s velikostí voxelů 1 mm x 1 mm x 1 mm a FoV 223 mm x 223 mm.

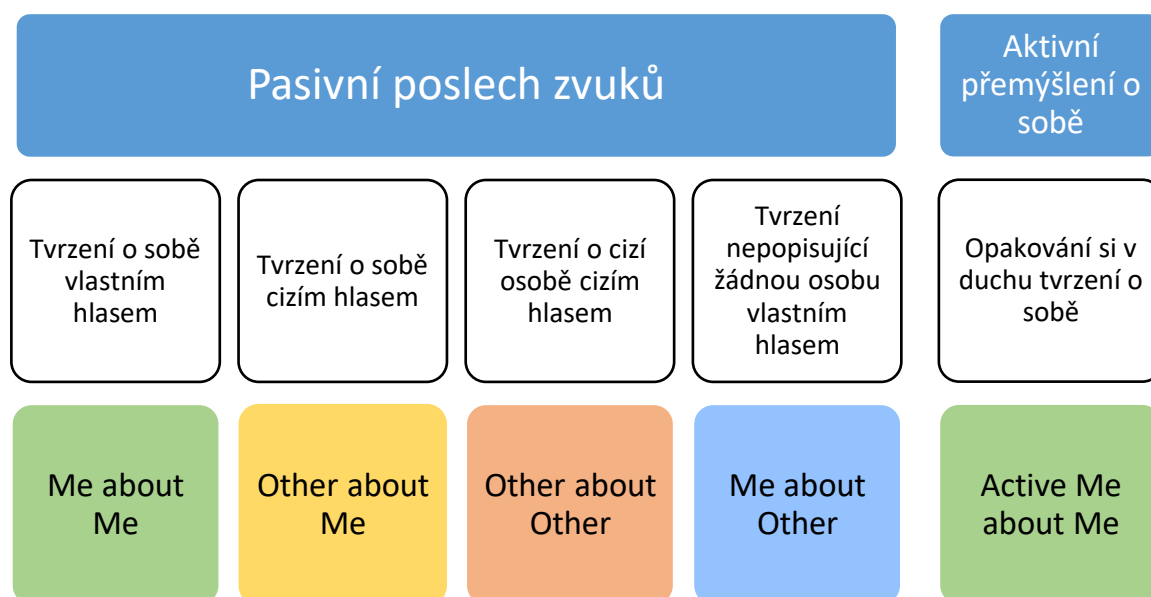
2.7 Experimentální paradigma

Před skenováním v MR účastníci dostali následující instrukce: „Zůstaňte v klidu ležet se zavřenýma očima a pozorně se soustředte na pouštívané zvuky. V momentě, kdy uslyšíte pípnutí – opakujte si v duchu pro sebe svůj životopis, např. *Jsem Marek, je mi 22, žiju..., nebo si přeříkávejte věty, které jste napsali do dotazníku*“.

Zvuky byly pouštívány do sluchátek, která měl účastník na sobě během skenování. Každému účastníkovi byly postupně pouštívány 4 druhy nahrávek:

- (1) vlastní hlas účastníka, který mluví o jeho osobě (*me about me*; MM), 25 tvrzení;
- (2) vlastní hlas účastníka, který mluví o obecných věcech nevztahujících se k žádné osobě (*me about other*; MO), 25 tvrzení;
- (3) cizí hlas, který mluví o osobě daného účastníka (*other about me*; OM), 25 tvrzení;
- (4) cizí hlas, který mluví o cizí osobě (*other about other*; OT), 25 tvrzení.

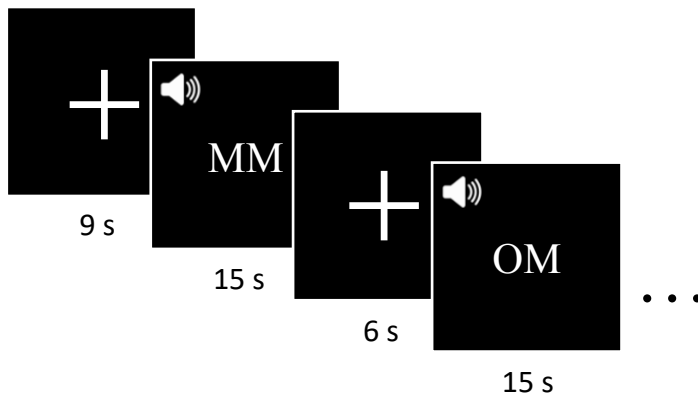
Pátá experimentální podmínka spočívala v tom, že po zvukovém signálu si účastníci měli v duchu opakovat libovolná tvrzení o sobě (*active me about me*; AMM; viz obrázek 4).



Obrázek 3. Přehled podmínek experimentálního paradigmatu

Věty se přehrávaly v blocích o 5 tvrzeních každý. Všechny věty v bloku patřily ke stejné skupině/experimentální podmínce (MM, MO, MO nebo OT). Bloky podmínky AMM začínaly a končily zvukovým signálem, mezi kterými bylo ve sluchátcích ticho. Každý blok trval 15

vteřin. Mezi bloky byly zařazeny pauzy o 6 nebo 9 vteřinách, kdy se na obrazovce skeneru zobrazoval křížek. Během přehrávání zvuků obrazovka byla černá (viz obrázek 4). Každá experimentální podmínka se opakovala desetkrát.



Obrázek 4. Průběh experimentálního paradigmatu

3. Analýza dat

Analýza fMRI dat byla provedena v programu SPM 12 (ver. 7771; The FIL Methods Group, 2021). Snímky byly nejdříve **předzpracovány** za účelem odstranění jejich časových a prostorových rozdílů. První krok, přerovnání snímků (*realignment*), zajistil korekci prostorových odlišností, které způsobily pohyby hlavy během skenování. Přerovnání bylo provedeno podle os X, Y a Z. Ve druhém kroku, časové korekci řezů (*slice-timing*), byly upraveny časové rozdíly snímků. Dále, pomocí procesu koregistrace, byly funkční snímky porovnány s T1 váženými anatomickými snímky účastníků. Daný krok posléze umožňuje určit, které anatomické oblasti ukazují hemodynamickou odezvu.

Tvar a rozměr mozku se u různých lidí významně liší. Proto, aby snímky byly porovnatelné mezi sebou, mají být standardizovány. V dalším kroku, normalizace, snímky byly přizpůsobeny velikosti a tvaru standardního mozku poskytnutého Montrealským neurologickým institutem. Tento krok umožňuje srovnání, jak v rámci dané studie, tak s jinými výzkumy, které používají stejný standard. Poslední krok, vyhlazování (*smoothing*), byl použit za účelem odstranit drobné zbývající rozdíly mezi srovnávanými mozky. Daný krok spočívá v porovnání každého voxelu se sousedními voxely pro snížení šumu a odstranění artefaktů.

3.1 Analýza první úrovně

Data byla analyzována v rámci obecného lineárního modelu (GLM). Pohyby hlavy byly přidány do modelu jako regresor. Pro každého subjektu byl vypočítán plný faktoriální model. 7 experimentálních podmínek (včetně dvou pauz s křížkem na obrazovce) byly modelovány pomocí funkcí „boxcar“ s „on“ periodami 9, 15 a 6 vteřin, v souladu s délkou jednotlivých bloků. Podmínky byly dále konvolvovány s kanonickou funkcí hemodynamické odezvy. Na úrovni každého subjektu byly vypočítány kontrastní snímky pro 7 experimentálních podmínek, s použitím průměru z 10 výskytů každé podmínky.

3.2 Analýza druhé úrovně

Během analýzy druhého stupně byla data analyzována na úrovni skupiny subjektů. Za tímto účelem byly nejdříve definovány kontrasty. Dále byl sestaven intrasubjektový jednosměrný GLM model s náhodnými efekty, který měl dvě úrovně.

Během definování kontrastů jsme se zaměřili na čtyři efekty, které jsme sledovali v daném experimentu: (1) efekt poslechu vlastního hlasu, (2) efekt poslechu informací o sobě, (3) společný efekt poslechu vlastního hlasu a informací o sobě, a (4) efekt aktivního přemýšlení o vlastní osobě. V souladu s těmito efekty jsme dále definovali následující kontrasty: $MM > OM$, $MO > OT$ a spojený kontrast $(MM \cap MO) > (OM \cap OT)$ (efekt poslechu vlastního hlasu); $MM > MO$, $OM > OT$ a spojený kontrast $(MM \cap OM) > (MO \cap OT)$ (efekt poslechu informací o sobě); $MM > OT$ (společný efekt poslechu vlastního hlasu a informací o sobě; $AMM > cross$ (pauza s křížkem na obrazovce; efekt aktivního přemýšlení o vlastní osobě). Také jsme vypočítali 3 opačné kontrasty pro první tři definované efekty, abychom prozkoumali efekty poslechu cizího hlasu a poslechu informací o cizí osobě. Pro jednotlivé kontrasty byly vypočítány F- a t-testy. Výsledky byly považovány za statisticky signifikantní na úrovni clustru voxelů při $p < 0,001$ s korekcí na mnohočetná pozorování FWE (*family wise error*) $p < 0,05$. Pouze statisticky signifikantní výsledky jsou uvedeny v následující kapitole.

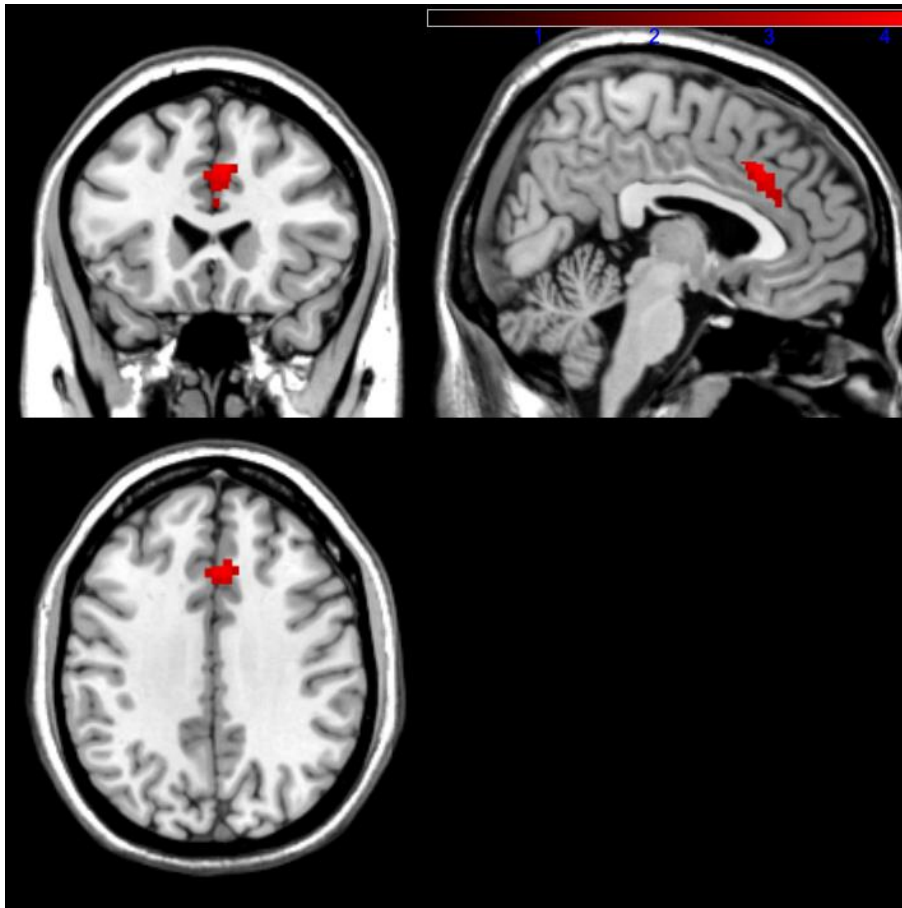
4. Výsledky experimentu

4.1 Efekt poslechu vlastního a cizího hlasu

Pro zjištění efektu poslechu vlastního hlasu jsme definovali 3 kontrasty: $MM > OM$, $MO > OT$ a spojený kontrast $(MM \cap MO) > (OM \cap OT)$. První a třetí jmenovaný kontrast neukázal žádné aktivace na zvolené hladině významnosti (viz tabulka 9).

MO>OT. U daného kontrastu jsme zjistili, že poslech vlastního hlasu oproti poslechu cizího hlasu byl spojen s oboustrannou aktivací sgACC převládající v pravé hemisféře (viz obrázek 5).

Obrázek 5. *Efekt poslechu vlastního hlasu*



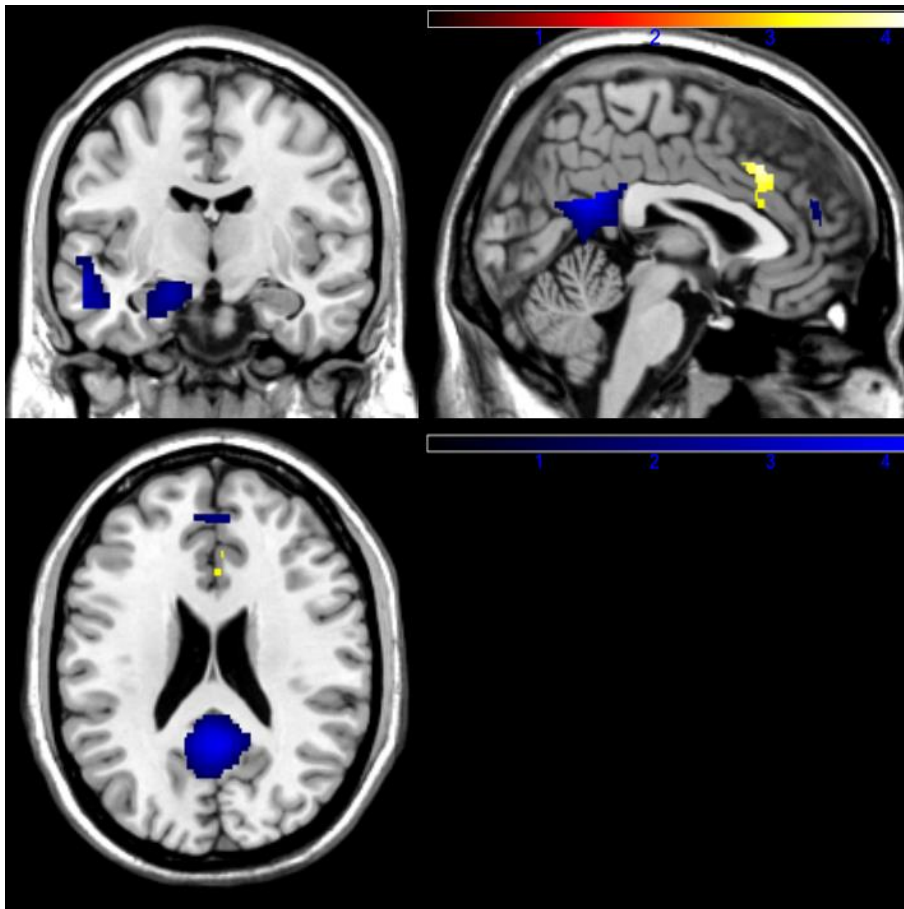
Komentář: Aktivace sgACC v kontrastu MO>OT.

Pro pozorování efektu poslechu cizího hlasu jsme vypočítali dva opačné kontrasty:

OM>MM. Daný kontrast ukázal dva clustery aktivace v levé hemisféře. První cluster zahrnoval amygdalu, hippocampus a parahippocampální gyrus (PHG). Druhý cluster obsahoval části ITG a FG.

OM>OT. U daného kontrastu se projevila rozsáhlá aktivace posteriorní PCC a precunea; větší aktivace levého temporálního laloku zahrnující STG, MTG a horní TP; aktivace levé amygdaly, hippocampu a PHG; a také menší aktivace ACC a MPFC (viz obrázek 6).

Obrázek 6. Efekty poslechu vlastního a cizího hlasu



Komentář: Srovnání aktivací pro efekt vlastního hlasu (žlutě; MO>OT) a cizího hlasu (modře; OT>MO).

Tabulka 7. Efekty poslechu vlastního a cizího hlasu

Makroanatomická lokace	MNI			Počet voxelů (k)	Max. t hodnota	FWE P
	koordináty					
	X	Y	Z			
Efekt vlastního hlasu						
MO>OT						
sgACC	6	24	38	156	4,19	0,027

Efekt cizího hlasu

OM>MM

L amygdala/hippocampus/PHG	-16	-6	-18	223	4,87	0,007
L ITG/FFG	-50	-44	-16	148	4,11	0,032

OT>MO

Posteriorní PCC/precuneus	-2	-52	26	1140	9,27	0,000
L STG/MTG/STP	-56	-10	-12	887	7,02	0,000
L amygdala/hippocampus/PHG	-18	-10	-16	451	6,24	0,000
pgACC/VMPFC (L)	4	50	20	136	4,75	0,041

Komentář: Výsledky definovaných kontrastů pro efekty poslechu vlastního a cizího hlasu. Pro každý cluster aktivací jsou uvedeny MNI koordináty vrcholné aktivace. L = levá hemisféra. R = pravá hemisféra.

4.2 Efekt poslechu informací o sobě a o cizí osobě

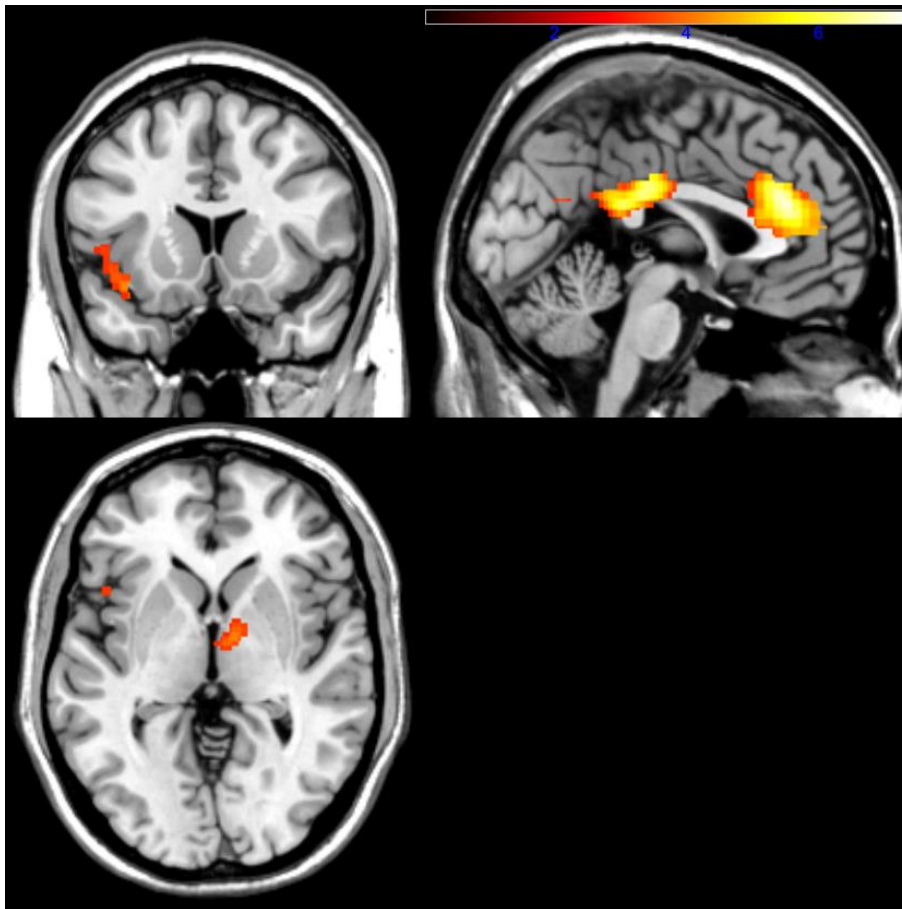
Pro zjištění efektu poslechu informací o sobě jsme definovali 3 kontrasty: MM>MO, OM>OT a spojený kontrast $(MM \cap OM) > (MO \cap OT)$.

MM>MO. U daného kontrastu jsme zjistili rozsáhlý cluster aktivace zahrnující PCC, precuneus (převážně levý) a levý cuneus; a také aktivaci ACC a DMPFC (viz tabulka 8).

OM>OT. Tento kontrast přinesl podobné výsledky jako předchozí. Ukázal totiž rozsáhlou aktivaci sgACC a levé DMPFC; a také menší aktivaci anteriorní PCC.

$(MM \cap OM) > (MO \cap OT)$. Spojený kontrast znovu ukázal rozsáhlou aktivaci sgACC a levé MPFC; větší aktivaci PCC, precunea (převážně levého) a levého cunea. Nicméně ukázal i dva dodatečné clustry, a sice aktivaci inzuly, IFG a claustra v levé hemisféře; a aktivaci thalamu a pallidu v pravé hemisféře (viz obrázek 7).

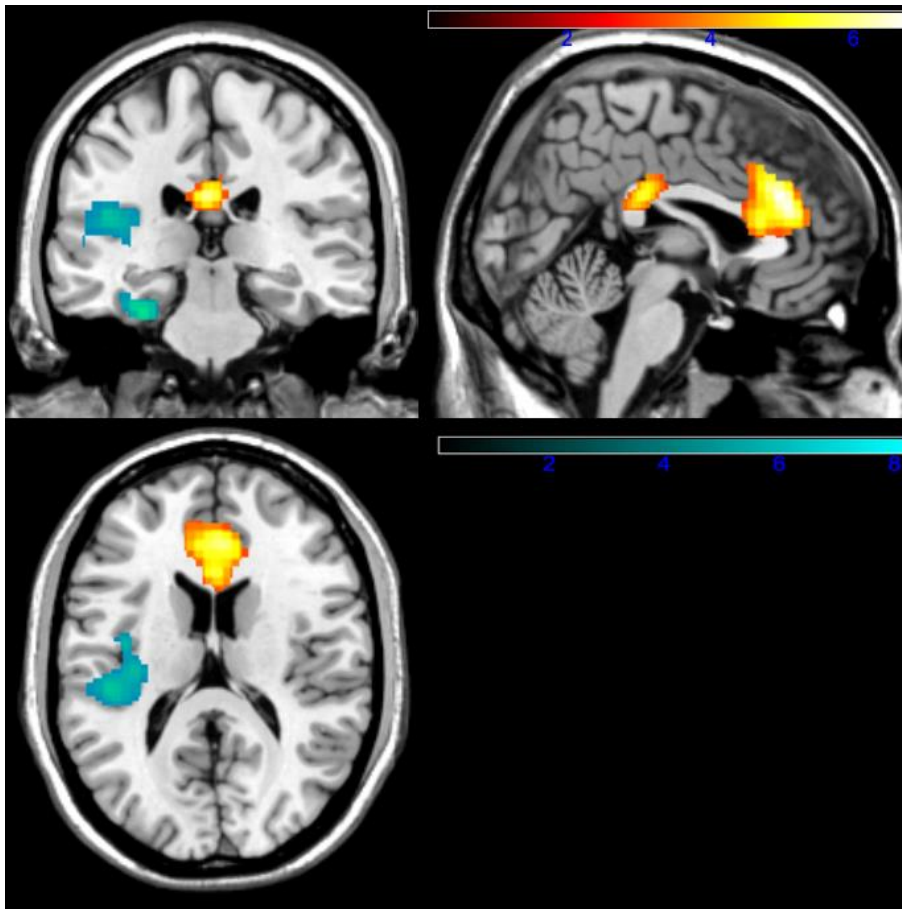
Obrázek 7. Efekt poslechu informací o sobě



Komentář: Aktivace spojeného kontrastu (MM \cap OM) > (MO \cap OT).

Pro pozorování efektu poslechu informací o cizí osobě jsme vypočítali opačný kontrast **OT>OM**. U daného kontrastu jsme pozorovali tři větší clustery aktivace v levé hemisféře. První cluster umístěný inferiorně oproti prvním dvěma zahrnoval FFG, ITG, PHG, hippocampus a mozeček. Druhý cluster umístěný laterálněji zahrnoval PrecCG, PostCG, STG a MTG. Třetí cluster umístěný mediálněji také zahrnoval PrecCG, PostCG, STG, a také TTG (viz obrázek 8).

Obrázek 8. *Efekty poslechu informací o sobě a o cizí osobě*



Komentář: Srovnání aktivací pro poslech informací o sobě (žlutě; OM>OT) a informací o cizí osobě (modře; OT>OM).

Pro zkoumání efektu poslechu informací netýkajících se žádné osoby jsme se podívali na kontrast **MO>MM**. Zde se objevily dva velké clustery v levé a jeden v pravé hemisféře. V levé hemisféře se aktivovaly IFG, FFG, PHG, temporální lalok, PreCG, PostCG, SMG, mozeček, inzula, putamen a claustrum. V pravé hemisféře se také aktivovaly STG, TTG, PreCG, PostCG a inzula.

Tabulka 8. *Efekty poslechu informací o sobě a o cizí osobě*

Makroanatomická lokace	MNI			Počet voxelů (k)	Max. t hodnota	FWE P
	koordináty					
	X	Y	Z			

Efekt informací o sobě

MM>MO

PCC/precuneus/cuneus (L)	-6	-60	26	1003	6,77	0,000
ACC/VMPFC (L)	-6	52	14	610	5,01	0,000

OM>OT

ACC/MPFC (L)	0	34	24	1546	6,75	0,000
Anteriorní PCC	-2	-28	26	343	6,06	0,001

(MM∩OM) > (MO∩OT)

ACC/MPFC (L)	0	34	24	1642	7,34	0,000
PCC/precuneus/cuneus (L)	2	-28	28	825	7,13	0,000
L AI/IFG/clastrum	-38	16	-14	104	4,37	0,085
R thalamus/pallidum	8	-8	-4	141	4,37	0,037

Efekt informací bez vztahu k žádné osobě**MO>MM**

L FFG/PHG/ITG/mozeček	-44	-42	-18	737	6,29	0,000
L STG/PI/putamen/clastrum /TTG/PostCG/PreCG/IFG/SMG	-56	0	10	1711	5,44	0,000
R PI/PreCG/PostCG/STG/TTG	48	-10	14	349	4,31	0,001

Efekt informací o cizí osobě**OT>OM**

L FFG/PHG/hippocampus/ITG/mozeček	-8	-34	-20	799	5,76	0,000
-----------------------------------	----	-----	-----	-----	------	-------

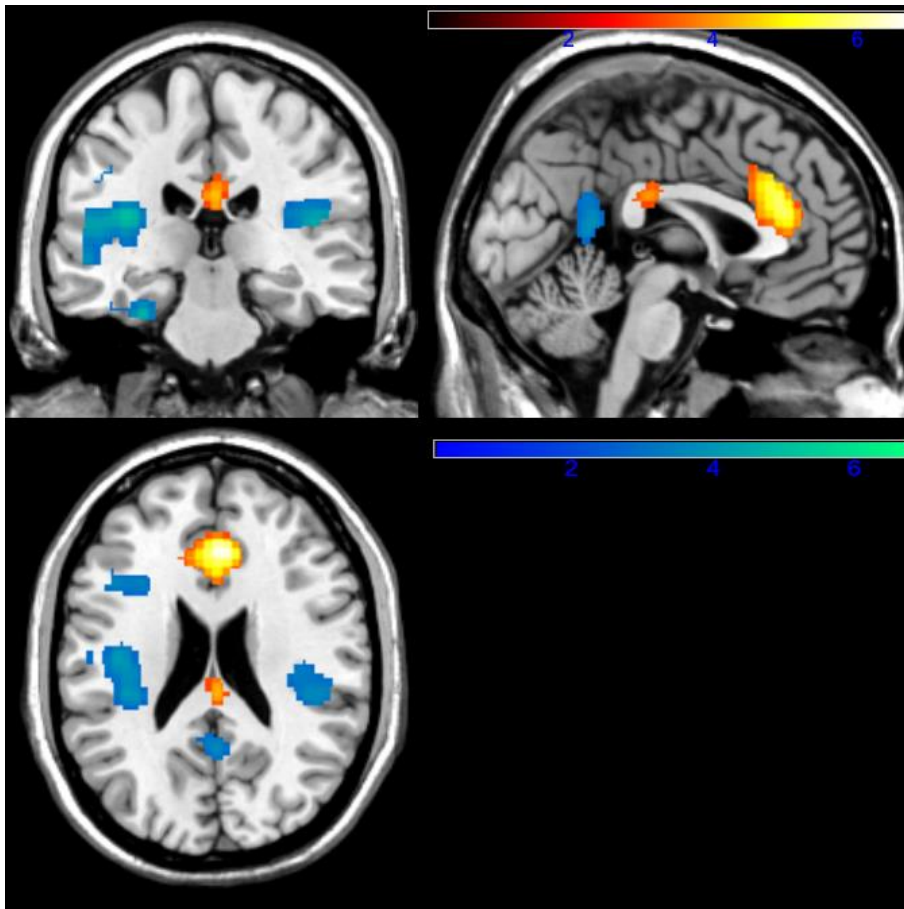
L PreCG/PostCG/STG/MTG	-56	-4	6	444	5,56	0,000
L PI/PreCG/PostCG/TTG/STG	-44	-28	16	648	4,48	0,000

Komentář: Aktivace spojené s poslechem informací o sobě, o cizí osobě, a informací bez vztahu k žádné osobě. Pro každý cluster aktivací jsou uvedeny MNI koordináty vrcholné aktivace. L = levá hemisféra. R = pravá hemisféra.

4.3 Společný efekt poslechu vlastního hlasu a informací o sobě

Společný efekt poslechu vlastního hlasu a informací o sobě byl zkoumán pomocí kontrastu **MM>OT**. Daný kontrast ukázal rozsáhlou aktivaci pgACC a menší aktivaci anteriorní PCC. Oproti tomu opačný kontrast, **OT>MM**, který odpovídal poslechu cizího hlasu a informací o cizí osobě, souvisel s rozsáhlou aktivací laterálních struktur v levé hemisféře a velkou aktivací v laterálních oblastech v pravé hemisféře. V levé hemisféře se aktivovaly IFG, temporální lalok, PreCG, PostCG, SMG, FFG, inzula, putamen, PHG, hippocampus, mozeček, IOG a MOG. V pravé hemisféře se podobně aktivovaly PreCG, PostCG, transversálního temporálního gyru (TTG), STG, inzula a SMG. Daný kontrast také ukázal mediální aktivaci precuneu, primární zrakové oblasti, lingválního gyru a mozečkového červa (viz tabulka 9 a obrázek 9).

Obrázek 9. Efekt poslechu vlastního hlasu a informací o sobě vs opačný efekt



Komentář: Srovnání společného efektu poslechu vlastního hlasu a informací o sobě (žlutě; MM>OT) a společného efektu poslechu cizího hlasu a informací o cizí osobě (modře; OT>MM).

Tabulka 9. Společný efekt poslechu vlastního hlasu a informací o sobě a opačný efekt

Makroanatomická lokace	MNI			Počet voxelů (k)	Max. t hodnota	FWE P
	koordináty					
	X	Y	Z			
Společný efekt vlastního hlasu a informací o sobě						
MM>OT						
ACC	4	32	24	1115	6,68	0,000

Anteriorní PCC	2	-28	24	159	4,51	0,025
----------------	---	-----	----	-----	------	-------

Společný efekt cizího hlasu a informací o cizí osobě

OT>MM

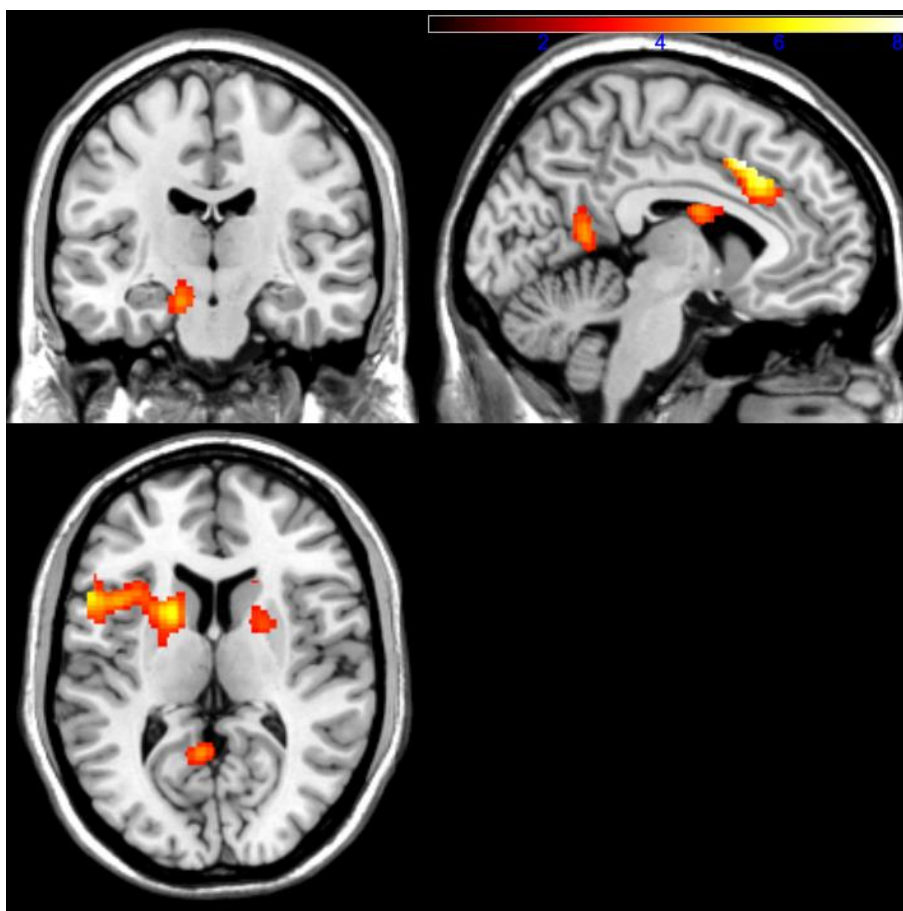
L PreCG/PostCG/ITG/MTG/STG/TTG/TP/SMG/PI/putamen/FFG/amygdala/PHG/hippocampus/mozeček/ IOG/MOG	-16	-8	-20	5142	7,77	0,000
R PI/TTG/PreCG/PostCG/STG/SMG	46	-12	12	622	5,34	0,000
Precuneus/vermis/calcarine sulcus (L)/lingual gyrus (L)	-4	-52	12	322	4,56	0,001
L IFG	-30	16	26	262	4,40	0,003

Komentář: Aktivace spojené s poslechem vlastního hlasu a informací o sobě, a s poslechem cizího hlasu a informací o cizí osobě. Pro každý cluster aktivací jsou uvedeny MNI koordináty vrcholné aktivace. L = levá hemisféra. R = pravá hemisféra.

4.4 Efekt aktivního přemýšlení o vlastní osobě

Nakonec pro pozorování efektu aktivního přemýšlení o vlastní osobě jsme zkoumali kontrast **ACC>cross**. Daný kontrast ukázal velký cluster aktivace v sgACC a četné aktivace v levé hemisféře zahrnující IFG, PreCG, PostCG, horní TP, inzulu, putamen, pallidum, nucleus caudatus, PHG, hippocampus a substantia nigra. Dalé se také aktivovaly putamenu a nucleus caudatus v pravé hemisféře; a rovněž levý precuneus, primární zraková oblast a mozečkový červ (viz tabulka 10 a obrázek 10).

Obrázek 10. Efekt aktivního přemýšlení o sobě



Komentář: Aktivace pro kontrast AMM>cross.

Tabulka 10. Efekt aktivního přemýšlení o sobě

Makroanatomická lokace	MNI			Počet voxelů (k)	Max. t hodnota	FWE P
	koordináty					
	X	Y	Z			
Efekt přemýšlení o sobě						
AMM>cross						
sgACC/DMPFC	-6	16	42	755	8,17	0,000
L IFG/PreCG/PostCG/AI/putamen/pallidum/nucleus caudatus/STP	-48	12	0	2156	7,24	0,000

R nucleus caudatus/putamen	18	6	18	228	4,96	0,006
Precuneus (L)/calcarine sulcus/vermis	-6	-54	12	198	4,96	0,011
L PHG/hippocampus/substantia nigra	-14	-16	-18	182	4,82	0,016

Komentář: Aktivace spojené s aktivním přemýšlením o vlastní osobě. Pro každý cluster aktivací jsou uvedeny MNI koordináty vrcholné aktivace. L = levá hemisféra. R = pravá hemisféra.

5. Diskuze

V naší studii jsme byli schopni na poměrně velkém vzorku participantů pozorovat mozkové aktivace související s různými druhy SRP. Podle našich znalostí je to první studie, která zkoumala LO-SRP a HO-SRP na stejném vzorku participantů a ve sluchové doméně. Rovněž se jedná o jednu z mála studií, která použila pasivní paradigma bez aktivního hodnocení stimulů účastníky. Tím jsme byli schopni eliminovat efekt obecného hodnocení stimulů a zaměřit se na SRP jako takové (Legrand & Ruby, 2009).

Naše první hypotéza byla částečně potvrzena, jelikož jsme zjistili aktivaci sgACC při poslechu vlastního hlasu. Dané zjištění je v souladu s dosavadními studiemi sebepoznání podle tváře a podle hlasu a potvrzuje roli ACC ve zpracování multimodální reprezentace fyzického self (LO-SRP; Allen a kol., 2005; Hu a kol., 2016).

Nicméně u tohoto efektu jsme nepozorovali očekávané aktivace oblastí MNS. Nepřítomnost aktivací MNS může mít různé důvody. Zprvce můžeme předpokládat, že efekt poslechu vlastního hlasu může být v těchto oblastech slabší než efekt zrakového sebepoznání. Naše výsledky jsou tak v souladu se zjištěním Kaplana a kol. (Kaplan a kol., 2008), kteří nenalezli žádné statisticky signifikantní aktivace při poslechu vlastního hlasu v analýze celého mozku. Ovšem autoři zjistili aktivaci pravého IFG v analýze oblastí zájmu. Druhým důvodem může být povaha našeho experimentálního paradigmatu, které na rozdíl od předchozích studií nepředpokládalo aktivní hodnocení stimulů účastníky. Pasivní poslouchání tudíž mohlo vést k slabším reakcím na stimuly kvůli občasné ztrátě pozornosti. Nakonec absence aktivací MNS mohla být způsobena skutečností, že vlastní hlas zní jinak ve sluchátcích než při mluvení, a to kvůli vlastnostem řečového aparátu. Oblasti MNS tak mohou být citlivé na určité znění vlastního hlasu, na které jsme zvyklí v běžném životě. Studie používající paradigma verbálního

sebemonitorování, které kombinovalo poslouchání vlastního hlasu a současné mluvení, tak zjistily aktivace oblastí MNS (Fu a kol., 2006; Jardri a kol., 2007; McGuire a kol., 1996).

Naše druhá hypotéza byla potvrzena, jelikož jsme zjistili aktivace posteriorních a anteriorních CMS (oblasti DMN) a také aktivace levého IFG a levé AI při poslechu informací o vlastní osobě. Dané zjištění potvrzuje zapojení těchto struktur do zpracování reprezentace psychologického self (HO-SRP). Naše výsledky jsou v souladu s metaanalýzou Hua a kol. (2016), která odhalila, že ACC je spojeno s hodnocením vlastních rysů (HO-SRP), zatímco aktivace AI a IFG v levé hemisféře souvisí se SRP jak vyššího, tak nižšího řádu. Jelikož Hu a kol. (2016) zkoumali SRP ve zrakové modalitě, naše výsledky přinášejí důkazy o multimodálním SRP v daných oblastech. Opačný efekt (poslech informací o cizí osobě) naproti tomu neukázal aktivace CMS, ale vedl k aktivaci laterálních korových a podkorových oblastí v levé hemisféře (viz obrázek 9).

Rovněž jsme u tohoto efektu zjistili aktivaci pravého thalamu. Thalamus má rozličné funkce a považuje se za uzel, který přijímá vstupující sensorické informace a předává je do příslušných oblastí mozkové kůry (Gazzaniga, 1995). Kromě toho thalamus hraje zásadní roli v regulaci úrovně bdělosti a uvědomění (Steriade & Llinas, 1988). Můžeme tedy předpokládat, že poslech tvrzení o vlastní osobě, která představuje osobně důležitější informace než tvrzení o cizí osobě nebo abstraktní tvrzení, vyvolal u účastníků zvýšení vědomé pozornosti, která se projevila ve vyšší aktivaci thalamu.

Naše třetí hypotéza byla částečně potvrzena, jelikož společný efekt vlastního hlasu a informací o sobě byl spojen s aktivací anteriorních a posteriorních oblastí CMS, a sice sgACC a anteriorní části PCC. Naproti tomu opačný efekt cizího hlasu a informací o cizí osobě souvisel s aktivací precunea a laterálních struktur v obou hemisférách. Dané výsledky tedy potvrzují zapojení mediálních oblastí DMN do SRP, což je v souladu s výsledky dosavadních studií (Denny a kol., 2012; Hu a kol., 2016; Northoff a kol., 2011).

Naše čtvrtá hypotéza byla plně potvrzena, jelikož při aktivním promítání si v duchu tvrzení o sobě jsme u účastníků pozorovali aktivace integrovaného systému MNS a DMN. Z oblastí DMN se znovu aktivovaly anteriorní a posteriorní CMS, včetně precunea. Z oblastí MNS jsme pozorovali aktivace laterálních korových oblastí v levé hemisféře, včetně AI a IFG (viz obrázek 11).

5.1 Seberefrenční zpracování informací v DMN

Souhrnně naše výsledky potvrzují klíčovou roli CMS ve zpracování seberefrenčních stimulů v různých modalitách (sluchové a mentální). Struktury CMS, zejména ACC a MPFC, se aktivovaly u všech sledovaných efektů SRP. Nicméně některé struktury CMS se aktivovaly i při zpracování informací o cizí osobě. V rámci těchto struktur jsme však zjistili prostorovou diferenciaci pro SRP a ORP. Při poslechu vlastního hlasu se aktivovala sgACC, zatímco cizí hlas souvisel s pgACC přesahující do levé VMPFC. Podobně společný efekt vlastního hlasu a informací o sobě vyvolal aktivace anteriorní části PCC, kdežto opačný efekt vyvolal aktivaci precunea a efekt cizího hlasu aktivaci posteriorní části PCC a precunea. Tato zjištění jsou v souladu s výsledky předchozích metaanalytických studií, které také našly prostorové odlišnosti uvnitř CMS pro self a jinou osobu (Araujo a kol., 2013; Hu a kol., 2016; Qin & Northoff, 2011). Přičemž ve studii Araujo a kol. (2013) byla zjištěna velmi podobná prostorová diferenciaci v rámci PCC/precunea jako v naší studii. Navíc Sajonz a kol. (2010) zjistili, že zatímco aktivace PCC/anteriorního precunea souvisí s HO-SRP, aktivace posteriorního precunea je vztažena k vybavování z epizodické paměti.

Northoff a kol. (2006) pomocí faktorové analýzy dat z 27 neurozobrazovacích studií odhalili 3 funkční oblasti zapojené SRP v rámci CMS. První z nich, ventrální část CMS, která zahrnuje pgACC a VMPFC, je hustě propojená s podkorovými oblastmi odpovědnými za zpracování exteroceptivních a interoceptivních sensorických informací v různých smyslových modalitách. Na základě toho autoři předpokládají, že ventrální část CMS zajišťuje kódování smyslových informací jako vztažených k self, a tudíž jejich reprezentaci jako seberefrenční. Daný předpoklad je v souladu s klinickými poznatky, že pacienti s lézí ventrálních CMS postrádají schopnost vyvinout koherentní model vlastního self (Damasio, 1999; Northoff a kol., 2006). Frewen a kol. (2020) navíc tvrdí, že v pgACC představuje bod vysoké konvergence procesů důležitých pro SRP, který propojuje ventrální a dorzální struktury anteriorních CMS. VMPFC autoři dále považují za jakési „defaultní self“, které zajišťuje mimovolní zaměření pozornosti na podněty důležité pro Já jedince.

Aktivace ventrálních struktur CMS jsme pozorovali u poslechu informací o sobě, u společného efektu informací o sobě a vlastního hlasu, a také u aktivního přemýšlení o sobě. Nicméně pgACC a VMPFC se také aktivovaly při poslechu cizího hlasu ve srovnání s poslechem vlastního hlasu (OT>MO). Aktivace daných struktur však mohla být vyvolána nikoli rozdíly hlasu, ale obsahem sdělení. V tomto kontrastu jsme totiž také srovnávali poslech tvrzení o cizí osobě a poslech tvrzení nesouvisejících se žádným člověkem. Věty o jiném člověku tak mohly

představovat větší důležitost pro self než neosobní tvrzení, což mohlo vést k aktivaci ventrálních CMS.

Druhou funkční oblast představuje dorzální část CMS, která zahrnuje DMPFC. Northoff a kol. (2006) předpokládají, že tyto struktury zajišťují hodnocení a posuzování seberefrenčních podnětů. Daný předpoklad je v souladu s výsledky mnoha studií, které používali aktivní hodnocení informací ve vztahu k self a našli aktivace sgACC a DMPFC (např. Araujo a kol., 2013; Hu a kol., 2016). Frewen a kol. (2020) podobně považují DMPFC za jakési „pozorující a exekutivní self“, kde probíhá zpracování informací shora-dolů, a které řídí volní zaměřování pozornosti na určité podněty. Naproti tomu sgACC Frewen a kol. (2020) považují za součást ventrálního systému pozornosti, které podobně VMPFC zajišťuje automatické zaměření pozornosti na podněty důležité pro self. Zpracování takových podnětů je obvykle doprovázeno emočním zabarvením a probíhá zdola-nahoru, tj. bez vědomé kontroly.

Aktivace sgACC a DMPFC jsme pozorovali, jak u efektu vlastního hlasu, tak u efektu poslouchání informací o sobě. Dané aktivace tak mohou svědčit pro to, že tyto podněty automaticky zachycovaly pozornost účastníků a rovněž vyvolávaly řízené hodnocení poslouchaných stimulů.

Nakonec třetí funkční oblast v rámci CMS představuje posteriorní oblast, která zahrnuje PCC a precuneus. Dané struktury jsou hustě propojeny s hippocampem, který zajišťuje ukládání do a vybavování z autobiografické paměti. Někteří badatelé proto předpokládají, že posteriorní část CMS zajišťuje umístování seberefrenčních informací do časového kontextu a spojuje je s osobními zkušenostmi z minulosti (Molnar-Szakacs & Uddin, 2013; Northoff a kol., 2006). Zatímco pro PCC daný předpoklad je značně podpořen studii autobiografické paměti (Svoboda a kol., 2006), precuneus se častěji aktivuje při hodnocení vlastních osobnostních rysů (Araujo a kol., 2013; Hu a kol., 2016).

V našich výsledcích jsme zjistili diferenciaci posteriorních CMS na anteriorní PCC a posteriorní PCC/precuneus. Anteriorní PCC se konzistentně aktivovala u kontrastů, kde jsme srovnávali informace o sobě s informacemi o cizí osobě. Naproti tomu posteriorní PCC/precuneus se aktivovaly při srovnání tvrzení o cizí osobě s tvrzeními nesouvisejícími s žádným člověkem (OT>MO). Nakonec se společná aktivace celé oblasti PCC/precunea objevila u kontrastů, kde jsme srovnávali informace o sobě a informace nevztážené k žádné osobě. Z toho můžeme udělat závěr, že anteriorní PCC je specificky zapojeno do zpracování informací o vlastní osobě, zatímco posteriorní PCC/precuneus se podílí na zpracování

informací o lidech obecně. Dané zjištění je v souladu s hojně potvrzenou rolí precunea v úlohách na teorii mysli (Molenberghs a kol., 2016).

Navzdory našim očekáváním jsme nezjistili žádné aktivace TPJ a posteriorní IPL, které tvoří laterálně parietální uzel DMN. Dané oblasti jsou známé pro jejich klíčovou roli v teorii mysli a řešení morálních otázek (Molenberghs a kol., 2016). Můžeme předpokládat, že naše paradigma nevyvolávalo u účastníků aktivní zapojení takových funkcí.

5.2 Seberefrenční zpracování informací v MNS

Zapojení struktur MNS jsme pozorovali jak během SRP, tak během ORP. Obecně se aktivovaly oblasti parietální, temporální a frontální laterální kůry, a to převážně v levé hemisféře. Podobně jako u DMN jsme v rámci MNS také zjistili prostorovou diferenciaci struktur pro SRP a ORP. Zatímco aktivace pro SRP byly umístěny více anteriorně a inferiorně, aktivace během ORP se nacházely více posteriorně a superiorně. Zejména jsme u efektů informací o sobě a aktivního přemýšlení o vlastní osobě pozorovali aktivace AI, inferiorně-operkulární a posteriorně-orbitální částí IFG, a anteriorní částí FPO. Naproti tomu u efektů cizího hlasu a informací o cizí osobě jsme pozorovali aktivace PI, superiorně-operkulární a posteriorně-triangelární částí IFG, a posteriorní a střední částí FPO přesahující do horních částí PreCG a PostCG. Tato zjištění nasvědčují funkční diferenciaci oblastí MNS pro zpracování informací a o self a o cizí osobě.

Aktivace oblastí MNS pozorované u SRP jsou v souladu s výsledky metaanalýz seberefrenčních úloh (Denny a kol., 2012; Hu a kol., 2016; Qin & Northoff, 2011) a s výsledky studií verbálního sebemonitorování (Fu a kol., 2006; Jardri a kol., 2007; McGuire a kol., 1996). Inzula tvoří integrální součást neurální sítě pro emoční empatii a vtělenou simulaci. Menon a Uddinová (2010) předpokládají, že AI slouží k detekci podnětů důležitých pro jedince a k mobilizaci nervových zdrojů pro vhodnou behaviorální reakci. Molnar-Szakacs a Uddinová (2013) se navíc domnívají, že AI je důležitým uzlem interakce mezi DMN a MNS, který umožňuje reprezentaci tělesných stavů jedince pro jejich další vědomou reflexi. Frewen a kol. (2020) podobně předpokládají, že zatímco aktivita PI odráží zpracování podnětů v pozadí vědomí, AI přináší podněty do popředí mysli.

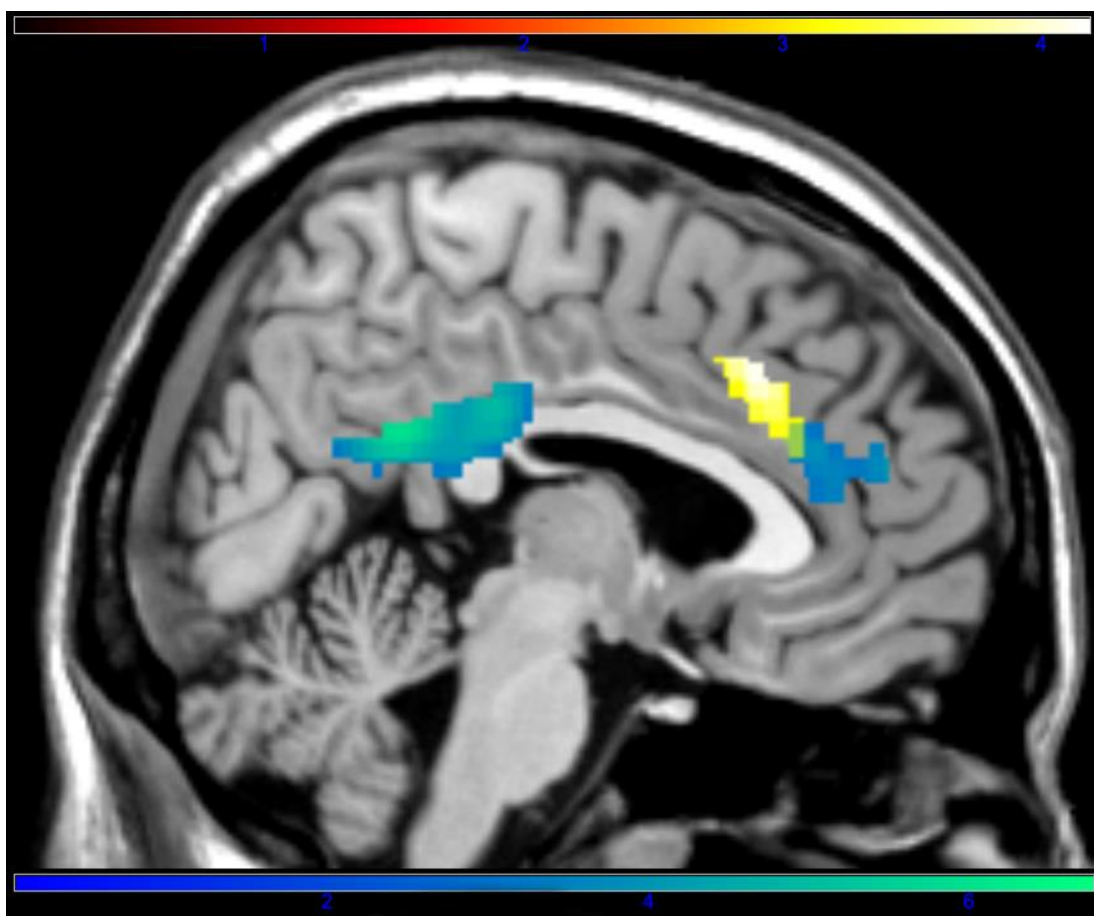
V oblasti levého IFG a anteriorního FPO leží Brocovo centrum řeči. Brocovo centrum odpovídá jak za řečovou produkci, tak za sémantické zpracování informací (Hagoort, 2014). Aktivace daných oblastí tedy mohou odrážet probíhající sémantické zpracování poslouchaných vět o

sobě, produkci vnitřní řeči nebo zrcadlový mechanismus aktivace v reakci na to, že někdo jiný vyslovuje tvrzení o mé osobě.

5.3 Seberefrenční zpracování informací nižšího a vyššího řádu

Naše výsledky ukázaly, že zejména sgACC se aktivovala, jak během LO-SRP (efekt vlastního hlasu), tak během HO-SRP (efekt informací o sobě). Můžeme tedy předpokládat, že tato oblast představuje jádrovou strukturu v neurálním systému self, která je zapojena do různých typů SRP. Dané zjištění je v souladu s výsledky metaanalýzy Hua a kol. (2016), kteří také našli společnou aktivaci sgACC pro sebepoznání podle tváře a hodnocení vlastních osobnostních rysů ve zrakové doméně. V rámci dané struktury jsme rovněž pozorovali částečnou prostorovou diferenciaci pro LO-SRP a HO-SRP. Zatímco dorzální část sgACC se více aktivovala u poslechu vlastního hlasu, ventrální část sgACC a pgACC se aktivovaly u poslechu informací o sobě (viz obrázek 11). Podobná diferenciaci byla zjištěna i ve studii Hua a kol. (2016).

Obrázek 11. *Efekty vlastního hlasu a informací o sobě*



Komentář: Srovnání efektu poslechu vlastního hlasu (MO>OT; žlutě) a efektu poslechu informací o sobě (MM>MO; modře).

Nicméně aktivaci sgACC pro efekt vlastního hlasu jsme našli pouze u kontrastu MO>OT, zatímco dva další kontrasty pro daný efekt ($MM > MO$ a $(MM \cap MO) > (OM \cap OT)$) neukázaly žádné aktivace. Musíme tedy vzít v úvahu možnost, že aktivace sgACC byla ovlivněna rozdílem poslouchaných informací v kontrastu MO>OT: informace o žádné osobě oproti informacím o cizím člověku. Potvrzení role sgACC ve zpracování vlastního hlasu tedy zůstává úkolem dalších studií.

Navzdory tomu, že výsledky dosavadních studií nasvědčují, že zejména pravý IFG se podílí na sebepoznání podle fyzických rysů, jsme nepozorovali aktivaci IFG u efektu vlastního hlasu. Možné důvody daného zjištění byly uvedeny na začátku diskuse.

V případě HO-SRP (zpracování informací o sobě) jsme pozorovali konzistentní zapojení řady mozkových struktur. Z oblastí DMN se aktivovaly ACC, levá MPFC, a anteriorní PCC. Z oblastí MNS se dále aktivovaly AI, anteriorní část FPO a inferiorní část IFG (zahrnující Brocovo centrum řeči) v levé hemisféře. Dané výsledky jsou do velké míry v souladu s výsledky metaanalýz, které zkoumaly HO-SRP (Araujo a kol., 2013; Hu a kol., 2016; Svoboda a kol., 2006).

Náš výzkum tak přináší důkazy toho, že neurální systémy zajišťující LO-SRP a HO-SRP jsou mezi sebou těsně propojeny. Oba druhy SRP mají společnou oblast aktivace v sgACC, ale také své specifické oblasti aktivace.

5.4 Limity experimentu

Naše studie měla řadu limitů, které je třeba mít na mysli při interpretaci výsledků. Část těchto omezení plyne z povahy zvoleného experimentálního paradigmatu. Zaprvé vlastní hlas z nahrávky zní jinak než při běžném mluvení. Tento rozdíl je způsoben tím, že zvuk vlastního hlasu zachycujeme nejen zvenku, ale i zevnitř lebky. Další studie mohou použít paradigma verbálního sebemonitorování, při kterém účastník mluví a slyší svůj hlas ve sluchátcích zároveň, pro ověření našich výsledků.

Zadruhé, přestože pasivní povaha větší části paradigmatu měla výhody uvedené výše, absence aktivní úlohy pro participanty mohla způsobit snížení jejich pozornosti nebo denní snění. Budoucí výzkum může využít aktivního paradigmatu pro srovnání s našimi výsledky nebo zapojit do experimentu kognitivní úlohu na udržení pozornosti.

Zatřetí jsme v dané studii nezohledňovali efekt novosti stimulů. Účastníci totiž byli v různé míře obeznámeni s různými sadami slyšených vět. Zatímco věty o sobě účastníci vymýšleli

samostatně a později je nahrávali svým hlasem, abstraktní tvrzení účastníci pouze nahrávali podle předlohy připravené výzkumníky. Nakonec věty o cizí osobě si participantů pouze jednou přečetli, když označovali, jaké věty popisují jejich osobu. Výsledky tak mohly být ovlivněny mírou novosti slyšených vět.

Další limity se týkají výzkumného souboru. Studie se zaměřila pouze na českou populaci. Navíc většina participantů buď měla vyšší vzdělání, nebo ho právě získávala. V jiných populacích tak mohou být objeveny odlišné výsledky. Například v kulturách s vysoce kolektivistickým self se mohou oblasti pro SRP a ORP překrývat do větší míry (Chen a kol., 2015; Han a kol., 2016).

Nakonec jsme v dané práci zkoumali data pouze zdravých participantů bez duševního onemocnění. Dalším krokem bude srovnání daných výsledků s výsledky stejného experimentu u lidí s narušeným self, jako je například schizofrenie nebo poruchy autistického spektra. Přímé srovnání mozkových aktivací u zdravých lidí a u lidí s duševním onemocněním pomůže pochopit neurální základy patologií self.

Závěr

Diplomová práce zkoumala neurální koreláty dvou různých složek self, a sice seberefrenčního zpracování informací nižšího (LO-SRP) a vyššího řádu (HO-SRP). V teoretické části jsme definovali a charakterizovali zkoumané koncepty pomocí klasických psychologických a současných neurokognitivních teorií. Zkoumané procesy spadají do složky tzv. poznávaného self (neboli „Me-self“). U dané složky self se dále rozlišují její fyzické a psychologické aspekty. LO-SRP odpovídá zpracování fyzických aspektů self (např. hlas, obličej) zatímco HO-SRP odpovídá zpracování psychologických aspektů Já (např. osobnostní rysy, autobiografické informace).

Potom jsme pomocí přehledu současných výzkumů a neurokognitivních modelů self charakterizovali zkoumané procesy. Zjistili jsme, že LO-SRP je charakterizováno automatickým, mimovolním zpracováním analogových informací, které probíhá zdola-nahoru. Naproti tomu HO-SRP odpovídá pomalejšímu vědomému zpracování převážně verbálních informací, které může probíhat jak zdola-nahoru, tak shora-dolů.

Dále jsme uskutečnili systematický přehled výsledků dosavadních neurozobrazovacích studií a určili mozkové struktury, které jsou pravděpodobně zapojeny, jak do SRP obecně, tak do LO-SRP a HO-SRP zvlášť. Systematický přehled ukázal, že se do SRP konzistentně zapojují mozkové struktury default mode sítě (DMN) a systému zrcadlových neuronů (MNS), přičemž

HO-SRP se více opírá o DMN, zatímco LO-SRP se více opírá o MNS. Oba neurální systémy jsou však těsně propojeny mezi sebou při vytváření fenoménu self.

V praktické části práce jsme prezentovali průběh a výsledky neurozobrazovací studie, která pomocí metody fMRI zkoumala neurální koreláty LO-SRP a HO-SRP ve sluchové a mentální doméně. Výsledky našeho experimentu potvrdily klíčovou roli DMN a MNS v SRP. Rovněž jsme našli prostorovou diferenciaci v rámci struktur DMN a MNS pro SRP a pro zpracování informací o cizí osobě. Kromě toho jsme zjistili, že supragenuální anteriorní cingulární kůra (sgACC) se podílí jak na LO-SRP, tak na HO-SRP, a tudíž může představovat jádrovou oblast neurálního systému self. Dále jsme pozorovali hojně zapojení struktur DMN a MNS do HO-SRP. Naproti našim očekáváním jsme však našli jen velmi omezené důkazy zapojení MNS do LO-SRP.

Úkolem dalších studií bude hlubší pochopení neurálních základů LO-SRP a HO-SRP a jejich interakcí. Budoucí výzkumy by mohly použít jiné výzkumné metody a zaměřit se na další vzorky populace. Obzvláště důležité bude srovnání našich výsledků ze vzorku zdravých jedinců s výsledky lidí s narušeným self, jak je tomu například u schizofrenie nebo poruch autistického spektra. Takové srovnání může přinést lepší pochopení toho, jak jsou dysfunkce různých složek neurálního systému self spojeny s různými typy psychopatologií (např. halucinacemi a deficitem v sebereflexi nebo sebepoznání).

Seznam použité literatury

- Ahern, C. A., Wood, F. B., & McBrien, C. M. (1998). Preserved semantic memory in an amnesic child. *Brain and Values: Is a Biological Science of Values Possible*, 277–297.
- Allen, P., Aleman, A., & McGuire, P. K. (2009). Inner speech models of auditory verbal hallucinations: Evidence from behavioural and neuroimaging studies. *Http://Dx.Doi.Org/10.1080/09540260701486498*, 19(4), 407–415.
<https://doi.org/10.1080/09540260701486498>
- Allen, P., Amaro, E., Fu, C. H. Y., Williams, S. C. R., Brammer, M., Johns, L. C., & McGuire, P. K. (2005). Neural correlates of the misattribution of self-generated speech. *Human Brain Mapping*, 26(1), 44–53. <https://doi.org/10.1002/HBM.20120>
- American Psychological Association. (2020). *APA Dictionary of psychology*.
<https://dictionary.apa.org/self>
- Amsterdam, B. (1972). Mirror self-image reactions before age two. *Developmental Psychobiology*, 5(4). <https://doi.org/10.1002/dev.420050403>
- Anderson, J. R. (1984). The development of self-recognition: A review. *Developmental Psychobiology*, 17(1). <https://doi.org/10.1002/dev.420170104>
- Anderson, J. R., & Gallup, G. G. (1999). Self-recognition in nonhuman primates: Past and future challenges. In *Animal models of human emotion and cognition*. American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10335-011>
- Andics, A., McQueen, J. M., Petersson, K. M., Gál, V., Rudas, G., & Vidnyánszky, Z. (2010). Neural mechanisms for voice recognition. *NeuroImage*, 52(4), 1528–1540.
<https://doi.org/10.1016/J.NEUROIMAGE.2010.05.048>
- Araujo, H. F., Kaplan, J., & Damasio, A. (2013). Cortical midline structures and autobiographical-self processes: An activation-likelihood estimation meta-analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 0(SEP), 548.
<https://doi.org/10.3389/FNHUM.2013.00548/BIBTEX>
- Araujo, H. F., Kaplan, J., Damasio, H., & Damasio, A. (2015). Neural correlates of different self domains. *Brain and Behavior*, 5(12). <https://doi.org/10.1002/brb3.409>

- Axelrod, V., Zhu, X., & Qiu, J. (2018). Transcranial stimulation of the frontal lobes increases propensity of mind-wandering without changing meta-awareness. *Scientific Reports*, 8(1), 15975. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34098-z>
- Babo-Rebelo, M., Richter, C. G., & Tallon-Baudry, C. (2016). Neural Responses to Heartbeats in the Default Network Encode the Self in Spontaneous Thoughts. *The Journal of Neuroscience*, 36(30), 7829–7840. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0262-16.2016>
- Balcar, K. (1983). *Úvod do studia psychologie osobnosti* (1. vyd.). Státní pedagogické nakladatelství.
- Bard, K. A., Todd, B. K., Bernier, C., Love, J., & Leavens, D. A. (2006). Self-Awareness in Human and Chimpanzee Infants: What Is Measured and What Is Meant by the Mark and Mirror Test? *Infancy*, 9(2). https://doi.org/10.1207/s15327078in0902_6
- Bargh, J. A. (1982). Attention and automaticity in the processing of self-relevant information. *Journal of Personality and Social Psychology*, 43(3). <https://doi.org/10.1037/0022-3514.43.3.425>
- Barresi, J. (2002). From 'the Thought is the Thinker' to 'the Voice is the Speaker'. *Theory & Psychology*, 12(2). <https://doi.org/10.1177/0959354302012002632>
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded Cognition. *Annual Review of Psychology*, 59(1), 617–645. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093639>
- Barsics, C., & Brédart, S. (2011). Recalling episodic information about personally known faces and voices. *Consciousness and Cognition*, 20(2). <https://doi.org/10.1016/j.concog.2010.03.008>
- Belin, P., Bestelmeyer, P. E. G., Latinus, M., & Watson, R. (2011). Understanding Voice Perception. *British Journal of Psychology*, 102(4), 711–725. <https://doi.org/10.1111/J.2044-8295.2011.02041.X>
- Bertossi, E., Peccenini, L., Solmi, A., Avenanti, A., & Ciaramelli, E. (2017). Transcranial direct current stimulation of the medial prefrontal cortex dampens mind-wandering in men. *Scientific Reports*, 7(1), 16962. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-17267-4>

- Blank, H., Anwender, A., & von Kriegstein, K. (2011). Direct Structural Connections between Voice- and Face-Recognition Areas. *Journal of Neuroscience*, 31(36), 12906–12915. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2091-11.2011>
- Blatný, M., Hřebíčková, M., Millová, K., Plháková, A., Říčan, P., Slezáčková, A., & Stuchlíková, I. (2010). Psychologie osobnosti : hlavní témata, současné přístupy. In *Hlavní témata, současné přístupy* (Vydání 1.). Grada Publishing.
- Boly, M., Phillips, C., Tshibanda, L., Vanhaudenhuyse, A., Schabus, M., Dang-Vu, T. T., Moonen, G., Hustinx, R., Maquet, P., & Laureys, S. (2008). Intrinsic Brain Activity in Altered States of Consciousness. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129(1), 119–129. <https://doi.org/10.1196/annals.1417.015>
- Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 77(3). <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1986.tb02199.x>
- Brumm, A., Oktaviana, A. A., Burhan, B., Hakim, B., Lebe, R., Zhao, J. X., Sulistyarto, P. H., Ririmasse, M., Adhityatama, S., Sumantri, I., & Aubert, M. (2021). Oldest cave art found in Sulawesi. *Science Advances*, 7(3). <https://doi.org/10.1126/SCIADV.ABD4648>
- 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)
- Candini, M., Zamagni, E., Nuzzo, A., Ruotolo, F., Iachini, T., & Frassinetti, F. (2014). Who is speaking? Implicit and explicit self and other voice recognition. *Brain and Cognition*, 92, 112–117. <https://doi.org/10.1016/J.BANDC.2014.10.001>
- Carr, L., Iacoboni, M., Dubeaut, M. C., Mazziotta, J. C., & Lenzi, G. L. (2003). Neural mechanisms of empathy in humans: A relay from neural systems for imitation to limbic areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(9), 5497–5502. <https://doi.org/10.1073/PNAS.0935845100>
- Carver, C. S. (2012). Self-awareness. In M. R. Leary & J. P. Tangney (Eds.), *Handbook of self and identity* (2nd ed., pp. 50–68). The Guilford Press.

- Chen, P.-H. A., Wagner, D. D., Kelley, W. M., & Heatherton, T. F. (2015). Activity in cortical midline structures is modulated by self-construal changes during acculturation. *Culture and Brain*, 3(1), 39–52. <https://doi.org/10.1007/s40167-015-0026-z>
- Christoff, K., Cosmelli, D., Legrand, D., & Thompson, E. (2011). Specifying the self for cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(3). <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.01.001>
- Critchley, H. D., & Harrison, N. A. (2013). Visceral Influences on Brain and Behavior. *Neuron*, 77(4), 624–638. <https://doi.org/10.1016/J.NEURON.2013.02.008>
- Damasio, A. R. (1999). *The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Damjanovic, L., & Hanley, J. R. (2007). Recalling episodic and semantic information about famous faces and voices. *Memory & Cognition*, 35(6). <https://doi.org/10.3758/BF03193594>
- D'Argembeau, A. (2013). On the Role of the Ventromedial Prefrontal Cortex in Self-Processing: The Valuation Hypothesis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00372>
- de Waal, F. B. M. (2008). Putting the Altruism Back into Altruism: The Evolution of Empathy. *Annual Review of Psychology*, 59(1), 279–300. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093625>
- Dennett, D. C. (1991). *Consciousness explained*. Little Brown & Co.
- Denny, B. T., Kober, H., Wager, T. D., & Ochsner, K. N. (2012). A Meta-analysis of Functional Neuroimaging Studies of Self- and Other Judgments Reveals a Spatial Gradient for Mentalizing in Medial Prefrontal Cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(8), 1742–1752. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00233
- Devue, C., & Brédart, S. (2011). The neural correlates of visual self-recognition. *Consciousness and Cognition*, 20(1). <https://doi.org/10.1016/j.concog.2010.09.007>
- Dondi, M., Simion, F., & Caltran, G. (1999). Can newborns discriminate between their own cry and the cry of another newborn infant? *Developmental Psychology*, 35(2), 418–426. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.35.2.418>

- Dunphy-Lelii, S., & Wellman, H. M. (2012). Delayed self-recognition in autism: A unique difficulty? *Research in Autism Spectrum Disorders*, 6(1).
<https://doi.org/10.1016/j.rasd.2011.05.002>
- Engelmann, J. B., Damaraju, E., Padmala, S., & Pessoa, L. (2009). Combined Effects of Attention and Motivation on Visual Task Performance: Transient and Sustained Motivational Effects. *Frontiers in Human Neuroscience*, 3(MAR).
<https://doi.org/10.3389/NEURO.09.004.2009>
- Enzi, B., de Greck, M., Prösch, U., Tempelmann, C., & Northoff, G. (2009). Is Our Self Nothing but Reward? Neuronal Overlap and Distinction between Reward and Personal Relevance and Its Relation to Human Personality. *PLoS ONE*, 4(12), e8429.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0008429>
- Feinberg, T. E., Haber, L. D., & Leeds, N. E. (1990). Verbal asomatognosia. *Neurology*, 40(9), 1391–1391. <https://doi.org/10.1212/WNL.40.9.1391>
- Feinberg, T. E., & Keenan, J. P. (2005). *The lost self: Pathologies of the brain and identity*. Oxford University Press.
- Fossati, P., Hevenor, S. J., Graham, S. J., Grady, C., Keightley, M. L., Craik, F., & Mayberg, H. (2003). In Search of the Emotional Self: An fMRI Study Using Positive and Negative Emotional Words. *American Journal of Psychiatry*, 160(11).
<https://doi.org/10.1176/appi.ajp.160.11.1938>
- Fossati, P., Hevenor, S. J., Lepage, M., Graham, S. J., Grady, C., Keightley, M. L., Craik, F., & Mayberg, H. (2004). Distributed self in episodic memory: neural correlates of successful retrieval of self-encoded positive and negative personality traits. *NeuroImage*, 22(4), 1596–1604. <https://doi.org/10.1016/J.NEUROIMAGE.2004.03.034>
- Fox, M. D., Snyder, A. Z., Vincent, J. L., Corbetta, M., van Essen, D. C., & Raichle, M. E. (2005). From The Cover: The human brain is intrinsically organized into dynamic, anticorrelated functional networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(27), 9673–9678. <https://doi.org/10.1073/pnas.0504136102>
- Frewen, P., Schroeter, M. L., Riva, G., Cipresso, P., Fairfield, B., Padulo, C., Kemp, A. H., Palaniyappan, L., Owolabi, M., Kusi-Mensah, K., Polyakova, M., Fehertoi, N., D'Andrea, W., Lowe, L., & Northoff, G. (2020). Neuroimaging the consciousness of

- self: Review, and conceptual-methodological framework. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.01.023>
- Frith, U., & Frith, C. D. (2003). Development and neurophysiology of mentalizing. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 358(1431). <https://doi.org/10.1098/rstb.2002.1218>
- Fu, C. H. Y., Vythelingum, G. N., Brammer, M. J., Williams, S. C. R., Amaro, E., Andrew, C. M., Yágüez, L., van Haren, N. E. M., Matsumoto, K., & McGuire, P. K. (2006). An fMRI Study of Verbal Self-monitoring: Neural Correlates of Auditory Verbal Feedback. *Cerebral Cortex*, 16(7), 969–977. <https://doi.org/10.1093/CERCOR/BHJ039>
- Gallagher, H. L., & Frith, C. D. (2003). Functional imaging of ‘theory of mind.’ *Trends in Cognitive Sciences*, 7(2). [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(02\)00025-6](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(02)00025-6)
- Gallagher, S. (2000). Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(1), 14–21. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(99\)01417-5](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(99)01417-5)
- Gallotti, M., & Frith, C. D. (2013). Social cognition in the we-mode. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(4), 160–165. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.02.002>
- Gallup, G. G. (1970). Chimpanzees: Self-Recognition. *Science*, 167(3914). <https://doi.org/10.1126/science.167.3914.86>
- Gallup, G. G., Anderson, J. R., & Platek, S. M. (2003). Self-awareness, social intelligence and schizophrenia. *The Self in Neuroscience and Psychiatry*, 147–165.
- Gallup, G. G., Anderson, J. R., & Shillito, D. J. (2002). The mirror test. *The Cognitive Animal: Empirical and Theoretical Perspectives on Animal Cognition*, 325–333.
- Gandhi, M. K. (1955). My Religion, ed. *Bharatan Kumarappa (Ahmedabad, India: Navajivan Publishing House, 1955)*, 10.
- Gazzaniga, M. S. (1995). Consciousness and the cerebral hemispheres. In *The cognitive neurosciences*. (pp. 1391–1400). The MIT Press.

- Gazzola, V., Aziz-Zadeh, L., & Keysers, C. (2006). Empathy and the Somatotopic Auditory Mirror System in Humans. *Current Biology*, *16*(18), 1824–1829.
<https://doi.org/10.1016/J.CUB.2006.07.072>
- Gilboa, A. (2004). Autobiographical and episodic memory—one and the same? *Neuropsychologia*, *42*(10). <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2004.02.014>
- Gillihan, S. J., & Farah, M. J. (2005). Is self special? A critical review of evidence from experimental psychology and cognitive neuroscience. *Psychological Bulletin*, *131*(1), 76–97. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.1.76>
- Goldman, A., & de Vignemont, F. (2009). Is social cognition embodied? *Trends in Cognitive Sciences*, *13*(4), 154–159. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2009.01.007>
- Gordon, R. M. (1986). Folk Psychology as Simulation. *Mind & Language*, *1*(2), 158–171.
<https://doi.org/10.1111/j.1468-0017.1986.tb00324.x>
- Graux, J., Gomot, M., Roux, S., Bonnet-Brilhault, F., Camus, V., & Bruneau, N. (2013). My voice or yours? An electrophysiological study. *Brain Topography*, *26*(1), 72–82.
<https://doi.org/10.1007/S10548-012-0233-2/FIGURES/5>
- Greenwald, A. G., & Pratkanis, A. R. (1984). The self. In *Handbook of social cognition*, Vol 3. (pp. 129–178). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Hagoort, P. (2014). Nodes and networks in the neural architecture for language: Broca's region and beyond. *Current Opinion in Neurobiology*, *28*, 136–141.
<https://doi.org/10.1016/J.CONB.2014.07.013>
- Han, S., Ma, Y., & Wang, G. (2016). Shared neural representations of self and conjugal family members in Chinese brain. *Culture and Brain*, *4*(1), 72–86.
<https://doi.org/10.1007/s40167-016-0036-5>
- Hjelle, L. A., & Bernard, M. (1994). Private Self-Consciousness and the Retest Reliability of Self-Reports. *Journal of Research in Personality*, *28*(1).
<https://doi.org/10.1006/jrpe.1994.1006>
- Hu, C., Di, X., Eickhoff, S. B., Zhang, M., Peng, K., Guo, H., & Sui, J. (2016). Distinct and common aspects of physical and psychological self-representation in the brain: A meta-

- analysis of self-bias in facial and self-referential judgements. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 61. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2015.12.003>
- Humphreys, G. W., & Sui, J. (2015). Attentional control and the self: The Self-Attention Network (SAN). *https://Doi.Org/10.1080/17588928.2015.1044427*, 7(1–4), 5–17. <https://doi.org/10.1080/17588928.2015.1044427>
- Iacoboni, M. (2009). Imitation, Empathy, and Mirror Neurons. *Annual Review of Psychology*, 60(1), 653–670. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.60.110707.163604>
- Jackson, P. L., Brunet, E., Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2006). Empathy examined through the neural mechanisms involved in imagining how I feel versus how you feel pain. *Neuropsychologia*, 44(5), 752–761. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2005.07.015>
- James, W. (1890). *The principles of psychology*. (Vol. 2). Henry Holt and Company. <https://doi.org/10.1037/11059-000>
- Jardri, R., Pins, D., Bubrowszky, M., Desprez, P., Pruvo, J. P., Steinling, M., & Thomas, P. (2007). Self awareness and speech processing: An fMRI study. *NeuroImage*, 35(4), 1645–1653. <https://doi.org/10.1016/J.NEUROIMAGE.2007.02.002>
- Jenkins, A. C., Macrae, C. N., & Mitchell, J. P. (2008). Repetition suppression of ventromedial prefrontal activity during judgments of self and others. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(11), 4507–4512. <https://doi.org/10.1073/PNAS.0708785105>
- Johns, L. C., Gregg, L., Allen, P., & McGuire, P. K. (2006). Impaired verbal self-monitoring in psychosis: effects of state, trait and diagnosis. *Psychological Medicine*, 36(4), 465–474. <https://doi.org/10.1017/S0033291705006628>
- Johnson, S. C. (2002). Neural correlates of self-reflection. *Brain*, 125(8). <https://doi.org/10.1093/brain/awf181>
- Jordan, R., & Powell, S. (1995). *Understanding and teaching children with autism*. Wiley-Blackwell.
- Kajimura, S., Kochiyama, T., Nakai, R., Abe, N., & Nomura, M. (2016). Causal relationship between effective connectivity within the default mode network and mind-wandering

- regulation and facilitation. *NeuroImage*, *133*, 21–30.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.03.009>
- Kaplan, J. T., Aziz-Zadeh, L., Uddin, L. Q., & Iacoboni, M. (2008). The self across the senses: an fMRI study of self-face and self-voice recognition. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *3*(3). <https://doi.org/10.1093/scan/nsn014>
- Keenan, J. P., Gallup, G. G., & Falk, D. (2003). The face in the mirror: The search for the origins of consciousness. In *The face in the mirror: The search for the origins of consciousness*. HarperCollins Publishers.
- Keenan, J. P., Wheeler, M. A., & Ewers, M. (2003). The neuropsychology of self. *The Self and Schizophrenia: A Neuropsychological Perspective*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 166–179.
- Kelley, W. M., Macrae, C. N., Wyland, C. L., Caglar, S., Inati, S., & Heatherton, T. F. (2002). Finding the Self? An Event-Related fMRI Study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *14*(5). <https://doi.org/10.1162/08989290260138672>
- Keyes, H., Brady, N., Reilly, R. B., & Foxe, J. J. (2010). My face or yours? Event-related potential correlates of self-face processing. *Brain and Cognition*, *72*(2), 244–254.
<https://doi.org/10.1016/J.BANDC.2009.09.006>
- Keysers, C., & Gazzola, V. (2007). Integrating simulation and theory of mind: from self to social cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, *11*(5), 194–196.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.02.002>
- Keysers, C., Wicker, B., Gazzola, V., Anton, J. L., Fogassi, L., & Gallese, V. (2004). A touching sight: SII/PV activation during the observation and experience of touch. *Neuron*, *42*(2), 335–346. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(04\)00156-4](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(04)00156-4)
- Kihlstrom, J. F., & Cantor, N. (1984). Mental Representations of the Self. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in Experimental Social Psychology* (Vol. 17). Academic Press.
- Kjaer, T. W., Nowak, M., & Lou, H. C. (2002). Reflective Self-Awareness and Conscious States: PET Evidence for a Common Midline Parietofrontal Core. *NeuroImage*, *17*(2), 1080–1086. <https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1230>

- Knyazev, G. G. (2013). EEG Correlates of Self-Referential Processing. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00264>
- Korkmaz, B. (2011). Theory of Mind and Neurodevelopmental Disorders of Childhood. *Pediatric Research* 2011 69:8, 69(8), 101–108. <https://doi.org/10.1203/pdr.0b013e318212c177>
- Langmeier, J., & Krejčířová, D. (2006). *Vývojová psychologie*. Grada publishing as.
- Leary, M. R., & Buttermore, N. R. (2003). The Evolution of the Human Self: Tracing the Natural History of Self-Awareness. *Journal for the Theory of Social Behaviour*, 33(4), 365–404. <https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1468-5914.2003.00223.x>
- Leary, M. R., & Tangney, J. P. (2012). The self as an organizing construct in the behavioral and social sciences. In M. R. Leary & J. P. Tangney (Eds.), *Handbook of self and identity* (2nd ed., pp. 21–49). The Guilford Press.
- Leary, M. R., & Terry, M. (2012). Hypo-egoic mindsets. Antecedents and Implications of Quieting the Self. In M. R. Leary & J. P. Tangney (Eds.), *Handbook of self and identity* (2nd ed., pp. 268–288). The Guilford Press.
- LeDoux, J. E. (2002). *Synaptic self: How our brains become who we are*. Viking Press.
- Legrain, L., Cleeremans, A., & Destrebecqz, A. (2011). Distinguishing three levels in explicit self-awareness. *Consciousness and Cognition*, 20(3), 578–585. <https://doi.org/10.1016/J.CONCOG.2010.10.010>
- Legrand, D., & Ruby, P. (2009). What is self-specific? Theoretical investigation and critical review of neuroimaging results. *Psychological Review*, 116(1), 252–282. <https://doi.org/10.1037/a0014172>
- Lind, S. E. (2010). Memory and the self in autism. *Autism*, 14(5). <https://doi.org/10.1177/1362361309358700>
- Linden, D. E. J., Thornton, K., Kuswanto, C. N., Johnston, S. J., van de Ven, V., & Jackson, M. C. (2011). The Brain's Voices: Comparing Nonclinical Auditory Hallucinations and Imagery. *Cerebral Cortex*, 21(2), 330–337. <https://doi.org/10.1093/CERCOR/BHQ097>

- Lombardo, M. v., Chakrabarti, B., Bullmore, E. T., Wheelwright, S. J., Sadek, S. A., Suckling, J., Baron-Cohen, S., Bailey, A. J., Bolton, P. F., Carrington, S., Daly, E. M., Deoni, S. C., Ecker, C., Happé, F., Henty, J., Jezzard, P., Johnston, P., Jones, D. K., Lombardo, M. v., ... Williams, S. C. (2010). Shared neural circuits for mentalizing about the self and others. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *22*(7), 1623–1635.
<https://doi.org/10.1162/JOCN.2009.21287>
- Lou, H. C., Luber, B., Crupain, M., Keenan, J. P., Nowak, M., Kjaer, T. W., Sackeim, H. A., & Lisanby, S. H. (2004). Parietal cortex and representation of the mental Self. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *101*(17), 6827–6832.
<https://doi.org/10.1073/PNAS.0400049101>
- Ma, Y., & Han, S. (2010). Why we respond faster to the self than to others? An implicit positive association theory of self-advantage during implicit face recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *36*(3), 619–633.
<https://doi.org/10.1037/a0015797>
- Macrae, C. N., Moran, J. M., Heatherton, T. F., Banfield, J. F., & Kelley, W. M. (2004). Medial Prefrontal Activity Predicts Memory for Self. *Cerebral Cortex*, *14*(6), 647–654.
<https://doi.org/10.1093/CERCOR/BHH025>
- Markus, H. (1977). Self-schemata and processing information about the self. *Journal of Personality and Social Psychology*, *35*(2). <https://doi.org/10.1037/0022-3514.35.2.63>
- Markus, H. (1980). The self in thought and memory. In D. M. Wegner & R. R. Vallacher (Eds.), *The self in social psychology* (pp. 102–130). Erlbaum.
- Markus, H., & Cross, S. (1990). The interpersonal self. In *Handbook of personality: Theory and research*. (pp. 576–608). The Guilford Press.
- Markus, H., & Wurf, E. (1987). The dynamic self-concept: A social psychological perspective. *Annual Review of Psychology*, *38*(1), 299–337.
- McCaig, R. G., Dixon, M., Keramatian, K., Liu, I., & Christoff, K. (2011). Improved modulation of rostral lateral prefrontal cortex using real-time fMRI training and meta-cognitive awareness. *NeuroImage*, *55*(3), 1298–1305.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.12.016>

- McGuire, P. K., Silbersweig, D. A., & Frith, C. D. (1996). Functional neuroanatomy of verbal self-monitoring. *Brain*, *119*(3), 907–917. <https://doi.org/10.1093/BRAIN/119.3.907>
- Meltzoff, A. N., & Brooks, R. (2001). Like me” as a building block for understanding other minds: Bodily acts, attention, and intention. *Intentions and Intentionality: Foundations of Social Cognition*, 171191.
- Menon, V., & Uddin, L. Q. (2010). Saliency, switching, attention and control: a network model of insula function. *Brain Structure & Function*, *214*(5–6), 655–667. <https://doi.org/10.1007/S00429-010-0262-0>
- Mitchell, R. W. (1993). Mental models of mirror-self-recognition: Two theories. *New Ideas in Psychology*, *11*(3). [https://doi.org/10.1016/0732-118X\(93\)90002-U](https://doi.org/10.1016/0732-118X(93)90002-U)
- Mitchell, R. W. (2012). Self-recognition in animals. In M. R. Leary & J. P. Tangney (Eds.), *Handbook of self and identity* (2nd ed., pp. 656–679). The Guilford Press.
- Mohanty, A., Gitelman, D. R., Small, D. M., & Mesulam, M. M. (2008). The Spatial Attention Network Interacts with Limbic and Monoaminergic Systems to Modulate Motivation-Induced Attention Shifts. *Cerebral Cortex*, *18*(11), 2604–2613. <https://doi.org/10.1093/CERCOR/BHN021>
- Molenberghs, P. (2013). The neuroscience of in-group bias. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *37*(8), 1530–1536. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.06.002>
- Molenberghs, P., Johnson, H., Henry, J. D., & Mattingley, J. B. (2016). Understanding the minds of others: A neuroimaging meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *65*, 276–291. <https://doi.org/10.1016/J.NEUBIOREV.2016.03.020>
- Molnar-Szakacs, I., & Uddin, L. Q. (2013). Self-Processing and the Default Mode Network: Interactions with the Mirror Neuron System. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00571>
- Moran, J. M. (2016). Cognitive Neuroscience of Self-Reflection. In *Neuroimaging Personality, Social Cognition, and Character* (pp. 205–219). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800935-2.00010-5>
- Moran, J. M., Kelley, W. M., Heatherton, T. F., Duncan, N. W., & Northoff, G. (2013). *HUMAN NEUROSCIENCE What can the organization of the brain’s default mode*

- network tell us about self-knowledge? THE DEFAULT MODE NETWORK AND SELF-REFLECTION.* <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00391>
- Moran, J. M., Macrae, C. N., Heatherton, T. F., Wyland, C. L., & Kelley, W. M. (2006). Neuroanatomical Evidence for Distinct Cognitive and Affective Components of Self. *Journal of Cognitive Neuroscience, 18*(9), 1586–1594. <https://doi.org/10.1162/jocn.2006.18.9.1586>
- Moray, N. (1959). Attention in Dichotic Listening: Affective Cues and the Influence of Instructions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 11*(1). <https://doi.org/10.1080/17470215908416289>
- Morf, C. C., & Mischel, W. (2012). The self as a psycho-social dynamic processing system: Toward a converging science of selfhood. In *Handbook of self and identity, 2nd ed.* (2nd ed., pp. 21–49). The Guilford Press.
- Morin, A. (2007). Self-Awareness and the Left Hemisphere: The Dark Side of Selectively Reviewing the Literature. *Cortex, 43*(8). [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70704-4](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70704-4)
- Murray, R. J., Debbané, M., Fox, P. T., Bzdok, D., & Eickhoff, S. B. (2015). Functional connectivity mapping of regions associated with self- and other-processing. *Human Brain Mapping, 36*(4), 1304–1324. <https://doi.org/10.1002/hbm.22703>
- Murray, R. J., Schaer, M., & Debbané, M. (2012). Degrees of separation: A quantitative neuroimaging meta-analysis investigating self-specificity and shared neural activation between self- and other-reflection. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 36*(3), 1043–1059. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.12.013>
- Nakamura, K., Kawashima, R., Sugiura, M., Kato, T., Nakamura, A., Hatano, K., Nagumo, S., Kubota, K., Fukuda, H., Ito, K., & Kojima, S. (2001). Neural substrates for recognition of familiar voices: a PET study. *Neuropsychologia, 39*(10), 1047–1054. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(01\)00037-9](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(01)00037-9)
- Nasby, W. (1989). Private and public self-consciousness and articulation of the self-schema. *Journal of Personality and Social Psychology, 56*(1). <https://doi.org/10.1037/0022-3514.56.1.117>

- Northoff, G., & Bermpohl, F. (2004). Cortical midline structures and the self. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(3), 102–107. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.01.004>
- Northoff, G., & Hayes, D. J. (2011). Is Our Self Nothing but Reward? *Biological Psychiatry*, 69(11), 1019–1025. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2010.12.014>
- Northoff, G., Heinzel, A., de Greck, M., Bermpohl, F., Dobrowolny, H., & Panksepp, J. (2006). Self-referential processing in our brain—A meta-analysis of imaging studies on the self. *NeuroImage*, 31(1). <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.12.002>
- Northoff, G., Qin, P., & Feinberg, T. E. (2011). Brain imaging of the self – Conceptual, anatomical and methodological issues. *Consciousness and Cognition*, 20(1). <https://doi.org/10.1016/j.concog.2010.09.011>
- Northoff, G., Schneider, F., Rotte, M., Matthiae, C., Tempelmann, C., Wiebking, C., Bermpohl, F., Heinzel, A., Danos, P., Heinze, H.-J., Bogerts, B., Walter, M., & Panksepp, J. (2009). Differential parametric modulation of self-relatedness and emotions in different brain regions. *Human Brain Mapping*, 30(2), 369–382. <https://doi.org/10.1002/hbm.20510>
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97–113. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(71\)90067-4](https://doi.org/10.1016/0028-3932(71)90067-4)
- Ongur, D., & Price, J. L. (2000). The Organization of Networks within the Orbital and Medial Prefrontal Cortex of Rats, Monkeys and Humans. *Cerebral Cortex*, 10(3), 206–219. <https://doi.org/10.1093/cercor/10.3.206>
- Ozonoff, S., & Strayer, D. L. (2001). Further evidence of intact working memory in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31(3). <https://doi.org/10.1023/A:1010794902139>
- Paivio, A. (1991). Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology/Revue Canadienne de Psychologie*, 45(3), 255–287. <https://doi.org/10.1037/h0084295>
- Panksepp, J. (1998). The periconscious substrates of consciousness: Affective states and the evolutionary origins of the self. *Journal of Consciousness Studies*, 5(5–6), 566–582.

- Papica, J. (1985). Sebepojetí, jeho struktura a funkce. *J. Hudeček, J. Papica & Kol. (Eds.) Autoregulační Mechanismy Osobnosti*, 16–27.
- Platek, S. M., & Kemp, S. M. (2009). Is family special to the brain? An event-related fMRI study of familiar, familial, and self-face recognition. *Neuropsychologia*, 47(3), 849–858. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.12.027>
- Platek, S. M., Thomson, J. W., & Gallup, G. G. (2004). Cross-modal self-recognition: The role of visual, auditory, and olfactory primes. *Consciousness and Cognition*, 13(1), 197–210. <https://doi.org/10.1016/J.CONCOG.2003.10.001>
- Platek, S. M., Wathne, K., Tierney, N. G., & Thomson, J. W. (2008). Neural correlates of self-face recognition: An effect-location meta-analysis. *Brain Research*, 1232, 173–184. <https://doi.org/10.1016/J.BRAINRES.2008.07.010>
- Preston, S. D., & de Waal, F. B. M. (2002). Empathy: Its ultimate and proximate bases. *Behavioral and Brain Sciences*, 25(1), 1–20. <https://doi.org/10.1017/S0140525X02000018>
- Pribram, K. H. (1999). *Brain and the composition of conscious experience. Of deep and surface structure; frames of reference; episode and executive; models and monitors.*
- Qin, P., Di, H., Liu, Y., Yu, S., Gong, Q., Duncan, N., Weng, X., Laureys, S., & Northoff, G. (2010). Anterior cingulate activity and the self in disorders of consciousness. *Human Brain Mapping*, 31(12), 1993–2002. <https://doi.org/10.1002/hbm.20989>
- Qin, P., & Northoff, G. (2011). How is our self related to midline regions and the default-mode network? *NeuroImage*, 57(3), 1221–1233. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.05.028>
- Raichle, M. E., MacLeod, A. M., Snyder, A. Z., Powers, W. J., Gusnard, D. A., & Shulman, G. L. (2001). A default mode of brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(2), 676–682. <https://doi.org/10.1073/pnas.98.2.676>
- Rajmohan, V., & Mohandas, E. (2007). Mirror neuron system. *Indian Journal of Psychiatry*, 49(1), 66. <https://doi.org/10.4103/0019-5545.31522>

- Rizzolatti, G., & Sinigaglia, C. (2010). The functional role of the parieto-frontal mirror circuit: interpretations and misinterpretations. *Nature Reviews Neuroscience* 2010 11:4, 11(4), 264–274. <https://doi.org/10.1038/nrn2805>
- Rochat, P., & Striano, T. (2002). Who's in the Mirror? Self–Other Discrimination in Specular Images by Four- and Nine-Month-Old Infants. *Child Development*, 73(1), 35–46. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00390>
- Rogers, T. B., Kuiper, N. A., & Kirker, W. S. (1977). Self-reference and the encoding of personal information. *Journal of Personality and Social Psychology*, 35(9). <https://doi.org/10.1037/0022-3514.35.9.677>
- Rosa, C., Lassonde, M., Pinard, C., Keenan, J. P., & Belin, P. (2008). Investigations of hemispheric specialization of self-voice recognition. *Brain and Cognition*, 68(2), 204–214. <https://doi.org/10.1016/J.BANDC.2008.04.007>
- Sajonz, B., Kahnt, T., Margulies, D. S., Park, S. Q., Wittmann, A., Stoy, M., Ströhle, A., Heinz, A., Northoff, G., & Berman, F. (2010). Delineating self-referential processing from episodic memory retrieval: Common and dissociable networks. *NeuroImage*, 50(4), 1606–1617. <https://doi.org/10.1016/J.NEUROIMAGE.2010.01.087>
- Sandrone, S. (2013). Self through the Mirror (Neurons) and Default Mode Network: What Neuroscientists Found and What Can Still be Found There. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00383>
- Schippers, M. B., & Keysers, C. (2011). Mapping the flow of information within the putative mirror neuron system during gesture observation. *NeuroImage*, 57(1), 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.02.018>
- Seger, C. A., Stone, M., & Keenan, J. P. (2004). Cortical Activations during judgments about the self and an other person. *Neuropsychologia*, 42(9), 1168–1177. <https://doi.org/10.1016/J.NEUROPSYCHOLOGIA.2004.02.003>
- Silani, G., Bird, G., Brindley, R., Singer, T., Frith, C., & Frith, U. (2008). Levels of emotional awareness and autism: An fMRI study. *Social Neuroscience*, 3(2). <https://doi.org/10.1080/17470910701577020>

- Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2004). Empathy for Pain Involves the Affective but not Sensory Components of Pain. *Science*, *303*(5661), 1157–1162.
https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1093535/SUPPL_FILE/SINGER_SOM.PDF
- Smallwood, J., Gorgolewski, K. J., Golchert, J., Ruby, F. J. M., Engen, H., Baird, B., Vinski, M. T., Schooler, J. W., & Margulies, D. S. (2013). The default modes of reading: modulation of posterior cingulate and medial prefrontal cortex connectivity associated with comprehension and task focus while reading. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00734>
- Soch, J., Deserno, L., Assmann, A., Barman, A., Walter, H., Richardson-Klavehn, A., & Schott, B. H. (2016). Inhibition of Information Flow to the Default Mode Network During Self-Reference Versus Reference to Others. *Cerebral Cortex*.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhw206>
- Sridharan, D., Levitin, D. J., & Menon, V. (2008). A critical role for the right fronto-insular cortex in switching between central-executive and default-mode networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *105*(34), 12569–12574. https://doi.org/10.1073/PNAS.0800005105/SUPPL_FILE/0800005105SI.PDF
- Stainton Rogers, Wendy. (2011). *Social psychology*. McGraw Hill Open University Press.
- Steriade, M., & Llinas, R. R. (1988). The functional states of the thalamus and the associated neuronal interplay. *Https://Doi.Org/10.1152/Physrev.1988.68.3.649*, *68*(3), 649–742.
<https://doi.org/10.1152/PHYSREV.1988.68.3.649>
- Sugiura, M., Miyauchi, C. M., Kotozaki, Y., Akimoto, Y., Nozawa, T., Yomogida, Y., Hanawa, S., Yamamoto, Y., Sakuma, A., Nakagawa, S., & Kawashima, R. (2015). Neural Mechanism for Mirrored Self-face Recognition. *Cerebral Cortex*, *25*(9), 2806–2814. <https://doi.org/10.1093/CERCOR/BHU077>
- Sui, J., & Humphreys, G. W. (2015). The Integrative Self: How Self-Reference Integrates Perception and Memory. *Trends in Cognitive Sciences*, *19*(12), 719–728.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.08.015>

- Svoboda, E., McKinnon, M. C., & Levine, B. (2006). The functional neuroanatomy of autobiographical memory: A meta-analysis. *Neuropsychologia*, *44*(12), 2189–2208. <https://doi.org/10.1016/J.NEUROPSYCHOLOGIA.2006.05.023>
- Symons, C. S., & Johnson, B. T. (1997). The self-reference effect in memory: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *121*(3). <https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.3.371>
- The FIL Methods Group. (2021). *SPM12* (No. 7771). Wellcome Centre for Human Neuroimaging.
- Turk, D. J., Heatherton, T. F., Kelley, W. M., Funnell, M. G., Gazzaniga, M. S., & Neil Macrae, C. (2002). Mike or me? Self-recognition in a split-brain patient. *Nature Neuroscience* *2002 5:9*, *5*(9), 841–842. <https://doi.org/10.1038/nn907>
- Uddin, L. Q., Iacoboni, M., Lange, C., & Keenan, J. P. (2007). The self and social cognition: the role of cortical midline structures and mirror neurons. *Trends in Cognitive Sciences*, *11*(4), 153–157. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.01.001>
- Uddin, L. Q., Rayman, J., & Zaidel, E. (2005). Split-brain reveals separate but equal self-recognition in the two cerebral hemispheres. *Consciousness and Cognition*, *14*(3), 633–640. <https://doi.org/10.1016/J.CONCOG.2005.01.008>
- van der Werff, J. (1990). The problem of self-conceiving. In *Coping and self-concept in adolescence* (pp. 13–33). Springer.
- van Lancker, D. R., Cummings, J. L., Kreiman, J., & Dobkin, B. H. (1988). Phonagnosia: A Dissociation Between Familiar and Unfamiliar Voices. *Cortex*, *24*(2), 195–209. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(88\)80029-7](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(88)80029-7)
- van Lancker, D. R., Kreiman, J., & Cummings, J. (2008). Voice perception deficits: Neuroanatomical correlates of phonagnosia. <Http://Dx.Doi.Org/10.1080/01688638908400923>, *11*(5), 665–674. <https://doi.org/10.1080/01688638908400923>
- Vogeley, K., May, M., Ritzl, A., Falkai, P., Zilles, K., & Fink, G. R. (2004). Neural Correlates of First-Person Perspective as One Constituent of Human Self-Consciousness. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *16*(5). <https://doi.org/10.1162/089892904970799>

- Wagner, D. D., Haxby, J. v., & Heatherton, T. F. (2012). The representation of self and person knowledge in the medial prefrontal cortex. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 3(4), 451–470. <https://doi.org/10.1002/WCS.1183>
- Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J.-P., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (2003). Both of Us Disgusted in My Insula. *Neuron*, 40(3), 655–664. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(03\)00679-2](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(03)00679-2)
- Xu, M., Homae, F., Hashimoto, R., & Hagiwara, H. (2013). Acoustic cues for the recognition of self-voice and other-voice. *Frontiers in Psychology*, 4. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00735>
- Yankouskaya, A., Humphreys, G., Stolte, M., Stokes, M., Moradi, Z., & Sui, J. (2017). An anterior–posterior axis within the ventromedial prefrontal cortex separates self and reward. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 12(12), 1859–1868. <https://doi.org/10.1093/scan/nsx112>
- Zaytseva, Y., Gutyrchik, E., Bao, Y., Pöppel, E., Han, S., Northoff, G., Welker, L., Meindl, T., & Blautzik, J. (2014). Self processing in the brain: A paradigmatic fMRI case study with a professional singer. *Brain and Cognition*, 87(1), 104–108. <https://doi.org/10.1016/J.BANDC.2014.03.012>

Přílohy

Příloha 1

Dotazník personální identity

V této výzkumné studii si klademe otázku “Co se děje v mozku, když jedinec vnímá informace nebo přemýšlí o svém Já, respektive o vlastní identitě”. Během experimentu budeme chtít najít oblasti mozku, které se aktivují a jsou za identitu jedince a vlastní “Já” zodpovědné. Před vlastním měřením v magnetické rezonanci, Vás požádáme, abyste zde napsali 32 věty, které by dobře charakterizovaly Vás jako osobnost. Věty mohou vypadat například takto:

- Já jsem... (*Já jsem student, Já jsem otec dvou dětí, ...*) nebo
- Mám rád/Nemám rád... (*Mám rád řízek, ...*) nebo
- Můj oblíbený... (*Můj oblíbený film je ...*) nebo
- Věty mohou také popisovat Váš vzhled... (*Nosím plnovous, mám modré oči...*) nebo
- Mohou také popisovat Vaše povolání nebo koníčky (*Rád běhám, Jsem pekař...*)

Pokud to pomůže, zkuste např. oblíbené hudební skupiny apod. Nepište, prosím, dlouhá souvětí o více než 8 slovech. Poté ke každé větě vyplňte následující:

(1) je tato charakteristika pro Vás negativní/pozitivní/neutrální;

(2) vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu?

1. _____
-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

2. _____
-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

3. _____
-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

4. _____

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

5.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

6.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

7.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

8.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

9.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

10.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

11.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

12.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

13.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

14.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

15.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

16.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

17.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

18.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

19.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní

Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

20.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní

Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

21.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní

Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

22.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní

Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

23.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní

Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

24.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní

Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

25.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní

Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

26.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní

Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

27.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

28.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

29.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

30.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

31.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

32.

-2 velmi negativní; -1 negativní; 0 neutrální; 1 pozitivní; 2 velmi pozitivní
Vztahuje se charakteristika k Vašemu tělu? ANO – NE

Příloha 2

1. Mým koníčkem je jízda na koni
2. Mým povoláním je lékařka
3. Chci vzít svého psa na procházku
4. Mám radši zimu než léto
5. Mám ráda čaj ke snídani
6. Mám ráda adrenalinové sporty
7. Ráda chodím na párty
8. Nemám ráda být sama
9. Ráda si dávám k jídlu krevety
10. Ráda se procházím v dešti
11. Nesnáším čekání na letadlo
12. Nemám rád lakomé lidi
13. Nechutnají mi zelené fazole
14. Mám ráda, když se hraje ragby
15. Ráda pozoruji hvězdy na obloze
16. Mám radši zvířata než lidi
17. Mám radši kočky než psy
18. Radši se projdu, než jezdit na kole
19. Nerada jsem na někom závislá
20. Nemám ráda černý humor
21. Moje oblíbené jídlo je sushi
22. Nerada pracuji o víkendu
23. Nemám ráda přetvárování se
24. Zajímám se o akupunkturu
25. Líbí se mi, jak vypadám
26. Ráda si dávám bublinkovou koupel
27. Vidím špatně do dálky
28. Mé uši jsou velmi velké
29. Jsem příliš malá na modelku
30. Jsem spokojená sama se sebou
31. Ráda čtu noviny v křesle

32. Ráda se koukám na televizi
33. Ráda chodím běhat do parku
34. Občas lžu svým kolegům
35. Večer toho už moc nejím
36. Ráda každý den medituji
37. Mám ráda fotbal v televizi
38. Mám radši vstávání brzy ráno
39. Mé vysněné povolání je designér
40. Nesnáším, když mě ostatní neposlouchají
41. Jsem kapitánkou na výletní lodi
42. Jsem těhotná už 6 měsíců
43. Ráda hraju na dechové nástroje
44. Mám ráda procházky po pláži
45. Cítím se pořád vyčerpaná
46. Mám radši růže než orchideje
47. Mám radši hovězí než krůtí maso
48. Jsem hudební skladatelkou
49. Pěstuji na své zahradě rajčata
50. Jsem dobrá v matematice
51. Neumím naslouchat ostatním lidem
52. Jsem dobrá v projevu před veřejností
53. Neumím dobře vyjadřovat své emoce
54. Mám dobrou paměť na obličeje
55. Ráda trávím čas se svými dětmi
56. Ráda tančím salsu ve volném čase

Příloha 3

SKn. List A.

1. Autobus je větší než kolo
2. Hedvábí je hebké
3. Hodiny ukazují čas
4. Ve stínu je tepleji než na slunci
5. Země je kulatá
6. Je snadné ohnout železo
7. Čištění zubů jim prospívá
8. Žirafa má krátký krk
9. Jaguár běhá rychleji než kráva
10. Zmrzlina v teple roztaje
11. Auto jede rychleji než letadlo
12. Po podzimu přichází jaro
13. V našem těle je voda
14. Hlavní město Česka je Praha
15. Lampa osvítil pokoj
16. Cukr je hořký
17. Voda je v zimě teplá
18. Hora je vyšší než kopec
19. První den v týdnu je středa
20. Na ruce je 8 prstů
21. Teplé oblečení se hodí na léto
22. Lev je masožravec
23. Ryba žije na souši
24. Povrch zrcadla je hladký
25. Rok má třináct měsíců
26. Polévka se jí vidličkou
27. Slon má chobot
28. Vzduch potřebujeme k životu
29. Psi nemají ocas
30. Auto má čtyři kola
31. Cesta je kluzká, když prší

32. Meloun je slaný

SKn. List B.

1. Kočky mají rády zeleninu
2. Židle má pět noh
3. Sýr je druh zápisníku
4. Ovce žijí ve vodě
5. Květina je menší než strom
6. Měsíc je větší než slunce
7. Lednička udržuje jídlo chladné
8. Všechna zvířata jsou menší než lidé
9. Česká Republika leží u moře
10. Hvězdy vycházejí v noci
11. Obloha je vždy modrá
12. Vrána je bílá
13. Na podzim jsou listy hnědé
14. Granátové jablko je červené
15. Mořská voda je slaná
16. Tráva je zelená
17. Dvacet je více než třicet
18. Únor je nejkratší měsíc v roce
19. Německo je větší než Rusko
20. Olej se rozpouští ve vodě
21. Do guláše patří maso
22. Metr je delší než centimetr
23. Hadi mají nohy
24. Papoušci umí mluvit
25. Peří je lehčí než železo
26. Voda mrzne při nula stupních
27. Ptáci používají k letu křídla
28. Balóny se plní heliem
29. Motýl se přemění v housenku
30. Ryba dýchá plicemi
31. Pivo se dělá z chmele
32. Výtah jezdí jen nahoru