

FILOZOFICKÁ FAKULTA UNIVERZITY
KARLOVY V PRAZE

Ústav českého jazyka a teorie komunikace

Český jazyk

TOMÁŠ KUBÍK

Neurobiologické základy systému
jazykového porozumění: komplexní funkce
kognitivního systému

Neurobiological foundations of language comprehension system:
Embodied cognition

Disertační práce

Praha, 2012

školitelka – prof. PhDr. Alena Macurová, CSc.

Prohlašuji, že jsem disertační práci napsal samostatně s využitím pouze uvedených a řádně citovaných pramenů a literatury a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze

dne

podpis

Chtěl bych poděkovat prof. PhDr. Aleně Macurové, CSc. za záštitu v průběhu celého studia a za cenné rady při psaní disertační práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu, pomoc a trpělivost.

V Praze dne 19.04.2010

.....
Tomáš Kubík

Abstrakt

První část textu přináší základní neuroanatomické informace o standardních jazykových oblastech v kortikálních a subkortikálních strukturách mozku. Výklad je doplněn o nové poznatky z oboru mapování (trasování) nervových vláken (bílá hmota) spojujících důležité kortikální struktury. Tento směr výzkumu potvrzuje předpoklad, že kognitivní funkce není řízena izolovanou kortikální strukturou, ale vzniká jako výsledek činnosti několika recipročně spojených oblastí, které tak tvoří funkční neurokognitivní síť. Druhá část práce se v úvodu zaměřuje na popis několika důležitých nejazykových kognitivních systémů (percepce, paměť a exekutivní funkce), které systém jazykového porozumění při analýze mluvené výpovědi aktivně využívá; v druhé části sleduje samotné jazykové reprezentace a jejich proces zpracování v systému jazykového porozumění. Jsou popisovány jednotlivé fáze zpracování v průběhu procesu porozumění od percepce až k vytvoření mentálního obrazu (simulace) reprezentujícího výsledek tohoto procesu u zdravé populace. Ve třetí části jsou zohledněny výzkumy klinických studií, které jsou primárně zaměřeny na projevy jazykové patologie v procesu porozumění u osob s afázií, poškozením pravé hemisféry a se syndromem demence. Uvedené tři specifické neurologické jednotky ukazují na to, že odlišné formy neuropatogeneze s odlišným časovým průběhem a různým místem lokalizace poškození mozku vedou k rozdílným projevům jazykové patologie postihující odlišné kategorie jazykových reprezentací a procesů. Poslední část textu problematizuje současné teoretické koncepty umožňující vidět systém jazykové komunikace z evolučního hlediska jako vysoce organizovaný symbolický aparát, který je neodmyslitelně spojený s fyzickým světem prostřednictvím specificky organizovaných biologických systémů percepce a motorického jednání.

Klíčová slova

systém jazykového zpracování, systém jazykového porozumění, fyzicky ukotvená kognice, neurokognitivní síť, pracovní paměť, sémantická paměť, procedurální paměť, konceptuální systém, exekutivní funkce, syntaktický parsing, neuropragmatika, mentální simulace, teorie mysli, fatická porucha, syndrom poškození pravé hemisféry, syndrom demence, figurativní jazyk, zrcadlové neurony, neuronální teorie jazyka

Abstract

First part of the dissertation describes classical neuroanatomical structures of language processing. From an anatomical perspective, language comprehension system consists of many cortical and subcortical areas. Currently, new technologies depict pictures of bundles of nerve fibres connecting the brain eloquent structures. This line of research supports ideas about cognitive functions mediated by large neuronal networks. Part two focuses on the description of several important non-linguistic cognitive systems that are involved in the analysis of spoken language. Another aim of this part of the text is to monitor the actual language representations and their processing in the language comprehension system. Comprehension is viewed as a process of advancing from perception to creation of mental images (simulations) representing the outcome of this process in a healthy population. Part three takes into account lesion studies that are primarily focused on the manifestations of specific language symptoms in people with aphasia, right hemisphere damage, and dementia. The three distinct neurological units (in terms of damage localization) constitute three different types of disturbances in language understanding system (in terms of impairments of different levels of language representation and language processes). The last part of the text discusses cognitive theories enabling to see the language from an evolutionary point of view as a highly organized symbolic apparatus. Many current cognitive theories (embodiment or grounded cognition) assumed that language is inherently associated with physical world through specially organised biological systems of human perception and motor behaviour.

Key words

language processing system, language comprehension system, embodied cognition, grounded cognition, neurocognitive network, working memory, semantic memory, procedural memory, conceptual system, executive function, syntactic parsing, neuropragmatics, mental simulation, theory of mind, aphasia, right hemisphere damage, dementia, figurative language, mirror neurons, neural theory of language

OBSAH

Úvod	xv
ČÁST 1 KONCEPT NEUROVĚDNÝ	- 1 -
1.1 Historický koncept jazykové patologie	- 3 -
1.2 Současné neurobiologické a funkční modely jazykového zpracování	- 5 -
1.3 Základní neuroanatomické oblasti systému jazykového zpracování	- 7 -
<i>1.3.1 Elokventní kortikální struktury</i>	- 7 -
1.3.1.1 Struktury frontálního laloku	- 7 -
1.3.1.2 Struktury temporálního laloku	- 12 -
1.3.1.3 Struktury parietálního laloku.....	- 15 -
1.3.1.4 Intrahemisferální spojení elokventních struktur kortexu – bílá hmota.....	- 17 -
<i>1.3.2 Zapojení subkortikálních struktur</i>	- 20 -
1.3.2.1 Thalamus	- 20 -
1.3.2.2 Bazální Ganglia (BG).....	- 22 -
<i>1.3.3 Jazykově dominantní vs. jazykově nedominantní hemisféra</i>	- 24 -
ČÁST 2 KONCEPT NEUROLINGVISTICKÝ	- 29 -
2.2 Systém porozumění a kognice	- 33 -
<i>2.2.1 Vztah systému porozumění a funkce paměti</i>	- 33 -
2.2.1.1 Pracovní paměť	- 33 -
2.2.1.2 Procedurální paměť a gramatika	- 38 -
2.2.1.3 Konceptuální systém a sémantická paměť.....	- 40 -
<i>2.2.2 Jazyk a exekutivní funkce</i>	- 43 -
2.3 Funkční rozhraní motorického a sensorického kortexu	- 44 -
<i>2.3.1 Vztah percepce řeči a systému porozumění</i>	- 44 -
<i>2.3.2 Poruchy percepce ve vztahu k poruchám porozumění</i>	- 48 -
<i>2.3.3 Systémové vztahy percepce/porozumění a produkce řeči</i>	- 50 -
2.5 Modulární část systému jazykového zpracování	- 51 -
<i>2.5.1 Lexikon</i>	- 51 -

2.5.1.1 Rozdílné (neuro)gramatické kategorie - sloveso vs. substantivum.....	- 52 -
2.5.1.2 Neurokognitivní základy morfologické dekompozice	- 54 -
2.5.1.3 Hemisferální distribuce lexikálního významu.....	- 57 -
2.5.2 Syntax jako proces	- 60 -
2.5.2.1 Syntax jako reflex	- 63 -
2.5.2.2 Vliv frekvence výskytu syntaktické struktury na porozumění...-	65 -
2.5.2.3 Teorie „ <i>Good-Enough</i> “ reprezentací v jazykovém porozumění..-	66 -
2.5.3 Sémantické zpracování větné výpovědi	- 69 -
2.5.3.1 Dvě roviny významu slovesa	- 70 -
2.5.3.2 Neuronální koreláty zpracování argumentové struktury slovesa	- 71 -
2.5.3.3 Vliv počtu a typu vázaných pozic slovesa na porozumění-	73 -
2.5.3.4 Vliv gramatické kategorie na větné porozumění	- 75 -
2.5.3.5 Význam skrze syntax	- 76 -
2.5.4 Neuropragmatika	- 78 -
2.5.4.1 Efekt kontextu ve větném porozumění	- 79 -
2.5.4.2 Diskurz.....	- 82 -
2.5.5 Teorie větného porozumění	- 88 -
2.5.5.1 Modely jazykového porozumění u intaktní populace	- 89 -
ČÁST 3 KONCEPT LINGVISTICKÉ AFAZIOLOGIE	- 93 -
3.1 Syndromy afázie a poruchy porozumění	- 95 -
3.1.1 Brocova afázie	- 95 -
3.1.1.1 Asyntaktické porozumění větné výpovědi	- 96 -
3.1.1.2 Sémanticky reverzibilní věty vs. transformační pohyb větných konstituentů	- 97 -
3.1.1.3 Hypotéza chybějících stop	- 100 -
3.1.1.4 Hypotéza izomorfního mapování	- 106 -
3.1.1.5 Časové aspekty percepce a procesu porozumění (<i>real-time language processing</i>)	- 110 -
3.1.2 Wernickeova afázie	- 112 -
3.1.2.1 Deficit větného porozumění	- 114 -
3.2 Syndrom poškození „jazykově nedominantní“ hemisféry – RHD syndrom	- 116 -
3.2.1 Aktivace významu	- 118 -

3.2.2 <i>Anaforické navazování a koreference</i>	- 120 -
3.2.3 <i>Figurativní jazyk</i>	- 126 -
3.2.3.1 <i>Ambiguita (ne)doslovných výpovědí</i>	- 126 -
3.2.3.2 <i>Duální reference a efekt familiarity</i>	- 129 -
3.2.4 <i>Konstrukce mentálních modelů</i>	- 131 -
3.2.5 <i>Čtení mysli, mentální simulace a sociální kognice</i>	- 132 -
3.3 Syndrom demence	- 135 -
3.3.1 <i>Destrukce lexikálního významu</i>	- 136 -
3.3.2 <i>Vliv lexikálně sémantické poruchy na větné porozumění</i> -	139 -
ČÁST 4 NEURONÁLNÍ TEORIE JAZYKA	- 143 -
4.1. Systém zrcadlových neuronů (MNS)	- 145 -
4.2 Neuronální gramatika	- 147 -
4.3 Porozumění jako fyzicky ukotvená funkce kognitivního systému člověka	- 152 -
4.4 Neurokognitivní systém jazykového porozumění	- 154 -
Z á v ě r	- 161 -
L i t e r a t u r a :	- 175 -

Seznam zkratek

AN – Alzheimerova nemoc/choroba
ASCH – Argument Structure Complexity Hypothesis
ATL – anteriorní temporální lalok
Ba – Brocova area
BA – Brodmanova area
BC – Brocovo centrum
CAP – central auditory system
CI – The Construction-Integration model
CLCS – central language comprehension system
CNC – centrální nervový systém
CSm – Constraint-Satisfaction model
(d)ACC – dorsal anterior cingulate cortex
DDH – double dependency hypothesis
DLPFC – dorsolateral prefrontal cortex
dmPFC – dorsomedial prefrontal cortex
DTI – diffusion tensor imaging
EEG - elektroencefalografie
EFCS - extreme fiber capsule system
ERP – event related potentials
ESČ – Encyklopedický slovník češtiny
fMRI – funkční magnetická rezonance
fOP – frontální operculum
Gpm – Garden-Path model
GHS – graded salience hypothesis
IFG – inferior frontal gyrus
IFOF – inferior fronto-occipital fasciculus
IMH – isomorphic mapping hypothesis
IP – inflectional phrase
LIFC – left interior frontal cortex
LH – levá hemisféra
LTM – long-term memory
MEG - magnetoencefalografie
MNS – mirror neuron system
MTG – middle temporal gyrus
MTS – meaning through syntax
NP – noun phrase
NTL – A Neural Theory of Language
PAS – perifery auditory system
PET – positron emission tomography
PFC – prefrontální kortex
PH – pravá hemisféra

PL – parietální lalok
PMK – primární motorický kortex
PNFA – progresivní nonfluentní afázie
PSK – primární sluchový kortex
pt – planum temporale
(p)STG – posterior superior temporal gyrus
(p)STS – posterior superior temporal sulcus
RHD – right hemisphere damage
SD – sémantická demence
SJP – systém jazykového porozumění
SIH – split intransitivity hypothesis
SLI – specific language impairment
SLF – superior longitudinal fasciculus
SSH – slow-syntax hypothesis
TDH – trace deletion hypothesis
TLT – Two-Level Theory of verb meaning
TMA – transkortikální motorická afázie
ToM – Theory of Mind
TPH – tree-pruning hypothesis
TSA – transkortikální senzorická afázie
RHD – right hemisphere damage
rTMS – repetitive transcranial magnetic stimulation
UF – fasciculus uncinatus
VF – verbum finitum
vIPFC – ventro lateral prefrontal cortex
VP – verbal phrase
vPMC – ventral premotor cortex
WC – Wernickeovo centrum

Úvod

Od 70. let minulého století dominoval výzkumu jazykových funkcí psycholingvistický směr, který se zabýval měřením rychlosti jakou jsou respondenti schopni reagovat při zpracování různých typů syntaktických konstrukcí. Ovšem s příchodem moderních neurofyziologických (elektroencefalografie - EEG, magnetoencefalografie - MEG)¹ a neurozobrazovacích technologií (pozitronová emisní tomografie - PET, funkční magnetická rezonance - fMRI, traktografie - DTI)² používaných v neurovědách se profiloval zcela specifický obor – neurolingvistika, který se začal soustředit jednak na sledování časové souvislosti neuronální aktivity, jednak na hledání místa aktivity na mapě lidského mozku v průběhu jazykového zpracování. Úkolem neurolingvistického výzkumu je nalézt kortikální a subkortikální struktury, které se prokazatelně podílejí na jazykovém porozumění a pochopit jejich součinnost s ostatními kognitivními funkcemi, neboť je z hlediska současného poznání zřejmé, že striktní forma lokalizacionismu zastávající stanovisko umístění jedné funkce do jedné struktury, je nepřijatelná. Aktivace systému jazykového porozumění tvoří rozsáhlou neurokognitivní síť, která zahrnuje nejen jazykově typické oblasti, ale i struktury, jimž se obvykle připisují nejazykové kognitivní funkce.³ Zároveň se začíná ukazovat, že jakákoli neuroanatomická struktura v mozku se výlučně nepodílí na jedné funkci, ale je jakýmsi informačním uzlem, který je spojen s neurokognitivní sítí dalších informačních uzlů v jiných mozkových strukturách podílejících se na operacionalizaci jiných kognitivních funkcí.

Produkce řeči a percepce/porozumění mluvené výpovědi jsou aktivity, které z neurofyziologického hlediska probíhají nesmírně rychle. Systém jazykového

¹ EEG zaznamenává elektrickou aktivitu mozku v určitém časovém období. Záznamy vymezeného časového úseku v podobě vln, které reprezentují reakce kortexu na určité podněty jsou označovány jako evokované potenciály (*event related potentials* – ERPs). MEG slouží k detekci magnetického pole produkovaného elektrickou aktivitou mozku. EEG a MEG podávají vynikající časový přehled o dynamických změnách v procesu jazykového zpracování. MEG kromě vynikajícího časového záznamu (několik milisekund) umožňuje i relativně dobré prostorové rozlišení (0.1 – 1 cm) na ploše kortexu (Rodden a Stemmerová, 2008).

² PET je schopna sledovat zpracování různých chemických látek (metabolitů) mozkovými buňkami (např. glukózy) při řešení určitých jazykových úkolů. fMRI měří změny průtoku krve v kortikálních oblastech. U obou metod se zvýšená míra aktivity v určité oblasti kortexu (u PET zpracování glukózy a u fMRI zvýšený průtok krve) chápe jako doklad o účasti dané oblasti ve specifické jazykové aktivitě. Obě metody mají vynikající prostorové rozlišovací schopnosti (v řádu milimetrů), ovšem aktivace se objevuje se značnou časovou latencí – u fMRI 4-6 s, u PET až 90 s (Rodden a Stemmerová, 2008).

³ V úvodu a v samotné obrazové příloze obsahuje práce řadu schematických zobrazení laterální a mediální plochy kortexu, které mají čtenářům výrazně ulehčit orientaci v popisu neuroanatomických oblastí uváděných v textu. Nejčastěji jsou v textu užívány odkazy na tzv. Brodmanovy arey – viz obr. 1 a obr. XX v barevné příloze. Obr 2 podrobně zobrazuje plochu kortexu s popisem jednotlivých laloků a gyrů.

porozumění musí obsahovat několik účinných mechanismů, které umožňují posluchači/čtenáři rekonstruovat význam skrytý ve výpovědi. Systém syntaktického parsingu definuje algoritmicky hierarchii formálních vztahů mezi konstituenty výpovědi a sémantická analýza zajistí přiřazení tematických rolí⁴ participantům jazykově reprezentované dějové události.⁵ Ovšem účast samotného systému jazykového zpracování by byla pro úspěšné porozumění naprosto nedostatečná. Proto, abychom pochopili nejen zjevně řečené, ale dokázali odhalit i skrytý význam sdělení, který není formálně vyjádřen, musí systém jazykového porozumění při analýze výpovědi integrovat i mimojazykové zdroje jako jsou informace plynoucí z kontextu komunikační situace a obecné znalosti o světě. K tomu, aby tyto informace systém jazykového porozumění využil, musí mít k dispozici funkční paměťový aparát, který přijímá, uchovává a znovu zpřístupňuje jazykové reprezentace různé úrovně komplexnosti, informace o složkách významu jednotlivých lexikálních zástupců (např. tvar, velikost, barva, ale i druh pohybu a nebo účel a způsob použití objektu), a který shromažďuje kompletní schémata událostí fungující jako rámcové mentální reprezentace usnadňující a především urychlující proces porozumění mluvené/čtené výpovědi. V neposlední řadě musí být součástí systému jazykového porozumění i systém procedurální paměti, jehož úkolem je automatická analýza a integrace jazykových reprezentací do komplexní formální a významové struktury.

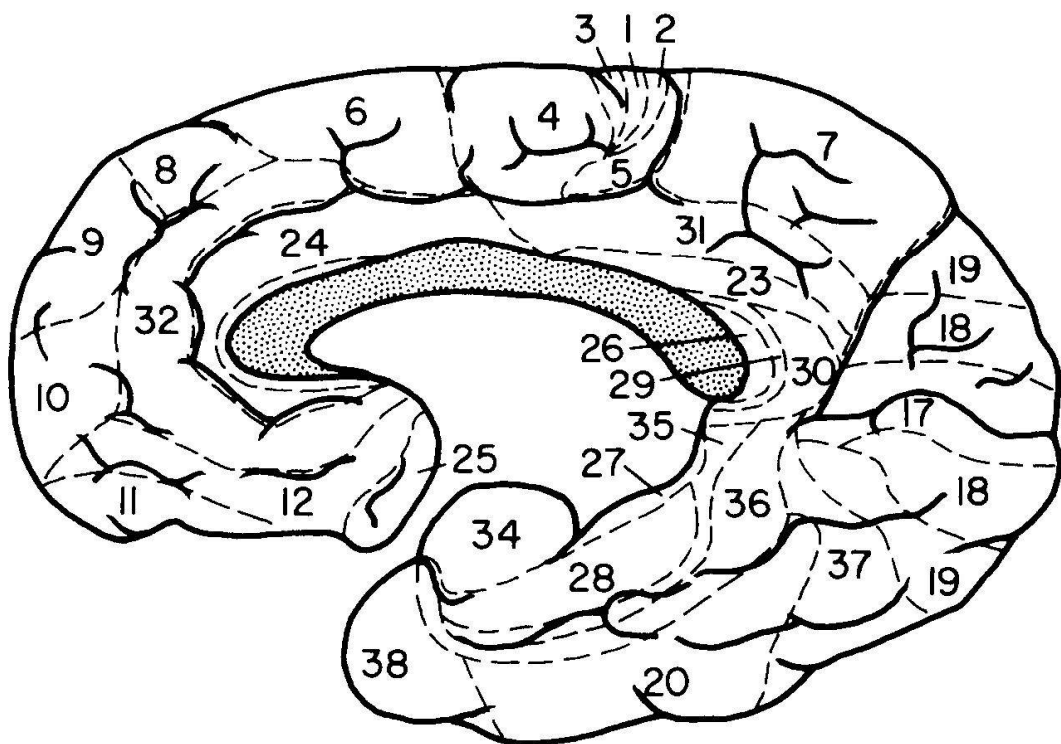
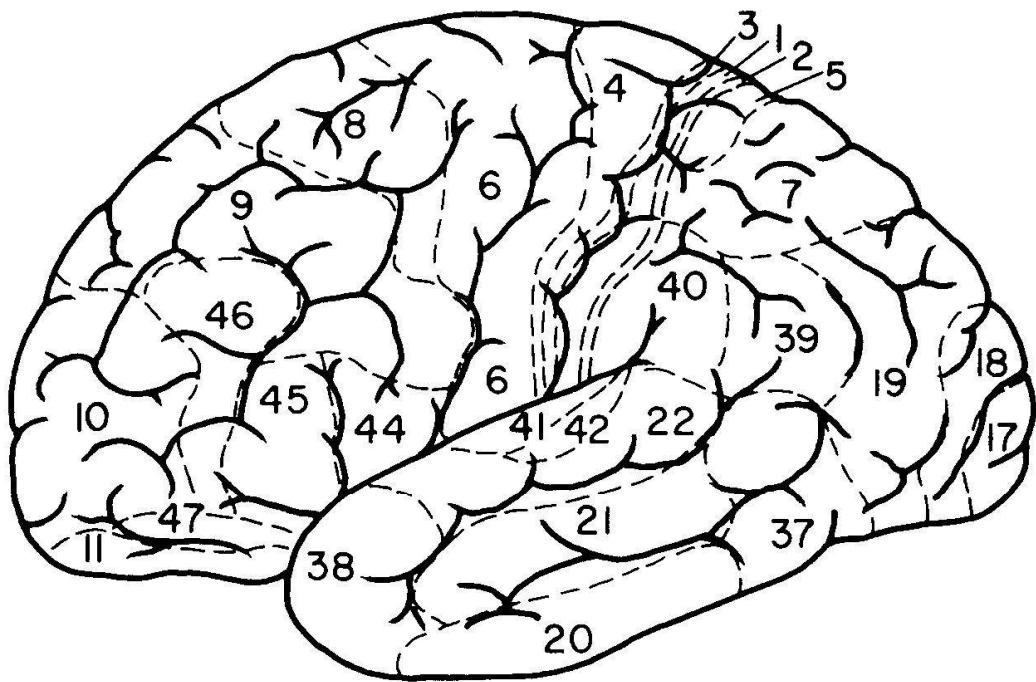
Vzhledem k tomu, že všichni jsme živé bytosti, které se pohybují v tomto fyzickém světě a denně už od raného dětství je náš neurokognitivní systém *bombardován* podněty, na které je nucen interaktivně reagovat, není ani překvapivé, že v současné době dominují v neurolingvistice teorie o fyzicky podmíněné formě našeho poznávacího systému. Jazykový systém není pokládán za samostatný modulárně uspořádaný a izolovaný *orgán*, a proto i teorie jazykového zpracování vycházejí z této fyzické báze. Nejčastěji je možné se v literatuře setkat s výrazy jako je *Embodied* (ztělesněná) nebo *Grounded* (ukotvená) kognice (*Cognition*) (v této práci bude

⁴ V zahraniční neurolingvistické literatuře se často užívají termíny sémantická a tematická role jako synonymní označení pro jednotlivé participanty (aktanty) děje implikované v intencním potenciálu konkrétního predikátu (např. agens, patiens, kauzátor, proživatel apod.). V této práci bude z důvodů terminologické jednoty užíván termín tematické role, neboť ve zdrojové literatuře tento termín převažuje a v některých případech je uváděn i v převzatých schématech.

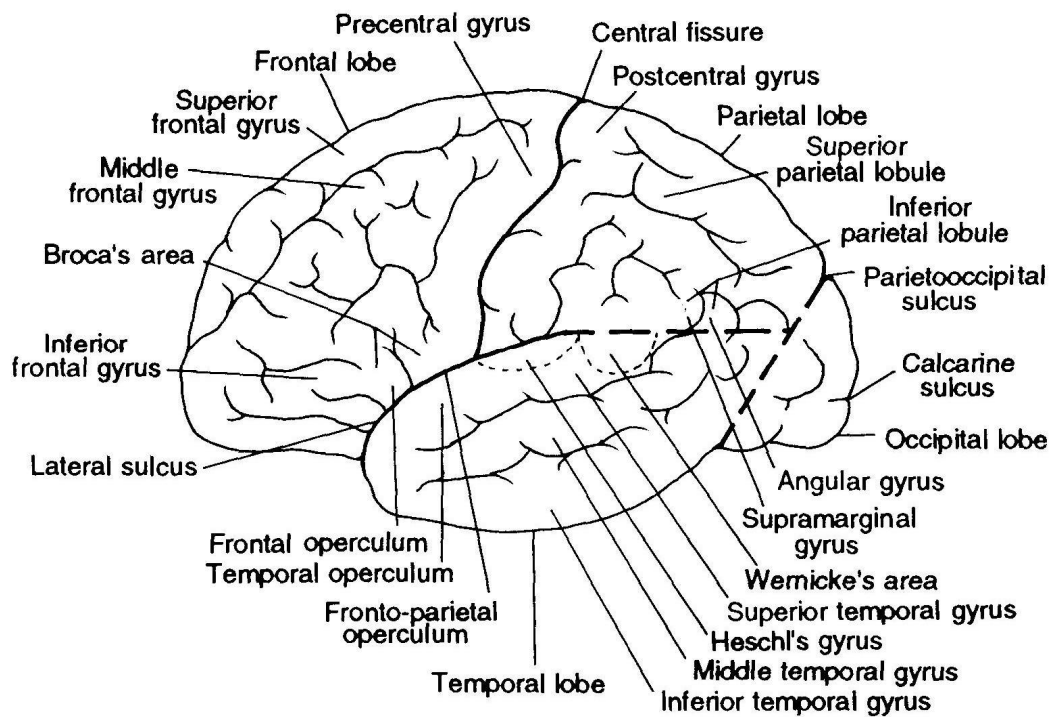
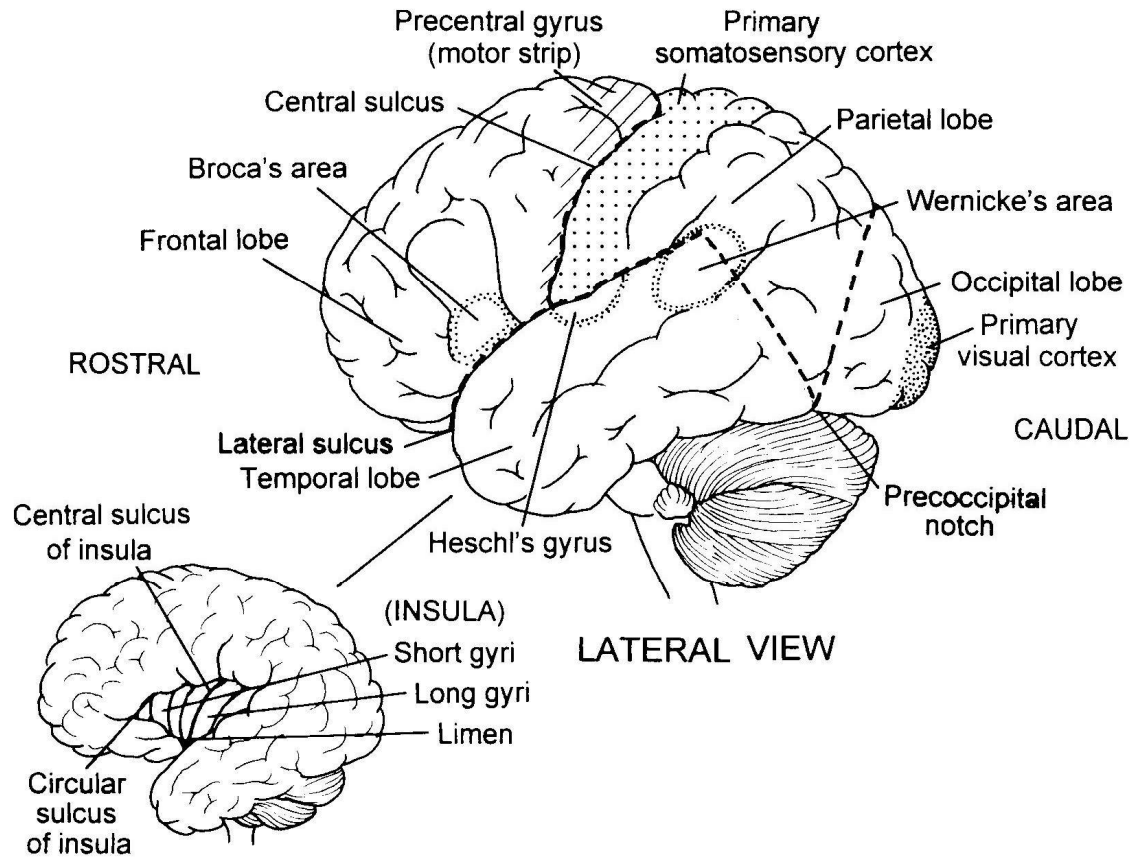
⁵ Tak jako u sémantických/tematických rolí, tak i v případě užívání termínů argument a participant je odborná neurolingvistická literatura značně nekonzistentní. Oba termíny se při označování syntaktických a sémantických vztahů konstituentů vázaných na sloveso/predikát volně zaměňují, popř. je používán jeden termín k označení obou typů vztahů, jako je tomu např. u Jackendoffa (2002), který se zmiňuje o tom, že sloveso *devour* má ve větě *The lamb devoured the lion* dva sémantické a dva syntaktické argumenty.

v překladové verzi používán výraz fyzicky ukotvená kognice bez rozlišení obou zmíněných konceptů).⁶ Pod pojmem fyzicky ukotvená kognice se skrývá předpoklad, že součástí struktury sémantických informací, které se vážou na každou lexikální jednotku jsou kromě superponované abstraktní úrovně reprezentace i základní senzo-motorické složky významu získané naší tělesnou (somatosenzorickou, motorickou, afektivní) zkušeností s objekty a jevy. Struktura významu je konstituována informacemi o tom, jakou sensorickou modalitou do našeho poznávacího systému, našeho vědomí objekty, osoby, události vstupují, jakým způsobem s těmito objekty manipulujeme. Tato mentální schémata formují náš vztah ke světu a zároveň se stávají obsahem mezilidské komunikace.

⁶ Detailní popis obou koncepcí viz Barsalou, 2003; Mahon a Caramazza, 2008. Výraz ukotvená kognice přenesl do našeho jazykového prostředí Igor Farkaš (viz Farkaš, 2011). V práci bude užíván výraz fyzicky ukotvená kognice, který kombinuje oba teoretické koncepty.



Obr. 1 Brodmannovy arey na laterální (nahore) a mediální (dole) ploše kortexu (Seikel et al., 2005).



Obr. 2 Popis anatomických oblastí laterální plochy kortexu (Seikel et al., 2005).

ČÁST 1

KONCEPT NEUROVĚDNÝ

1.1 Historický koncept jazykové patologie

Nejnámějšími mezníky ve vývoji neurolingvistiky jsou objevy spojené s prvními systematickými popisy projevů afázie s jejich následnou korelací na neuroanatomické úrovni. Dodnes se diskutuje o jazykových funkcích Brocova (BC) a Wernickeova centra (WC) lokalizovaných v levé hemisféře (LH).

Francouzský lékař Pierre Broca byl v roce 1861 vůbec prvním, kdo dokázal vědeckými metodami skloubit neuroanatomické a kognitivní poznatky. Metodou *post mortem* odhalil u několika pacientů s mozkovou mrtvicí, kteří měli výrazné problémy s řečovou produkcí, rozsáhlá poškození v oblasti inferiorního frontálního laloku (IFL) – dnes Brocova area (BA 44/45). Produkce řeči u těchto pacientů byla narušena v různé míře, v některých případech byla redukována až do té míry, že byli schopni produkovat pouze opakující se slabiky (slavný případ pacienta se slabičnou iterací *tan tan tan*), přičemž – a to bylo důležité – porozumění se zdálo být zachovalé. Broca shrnul poznatky z výzkumu do tří základních tezí:

1. produkce řeči je lokalizována do oblasti IFL,
2. levá hemisféra je pro tyto účely dominantní,
3. porozumění mluvené řeči je rozdílnou kognitivní aktivitou.

O několik let později německý neurolog Carl Wernicke (1874) popsal dva pacienty se stejným motorickým deficitem, jaký se objevil u Brocových pacientů (pravostranná hemiplegie), ovšem s tím rozdílem, že spontánní produkce řeči byla plynulá a bohatá, ovšem plná nesmyslných výrazů. Rozpoznatelnými byly pouze některé funkčně-gramatické výrazy jako jsou zájmena, předložky, členy či pomocná slovesa. Dalším dominantním znakem bylo narušené porozumění. Po smrti těchto pacientů byla provedena pitva, která odhalila poškození tkáně v oblasti zadního horního temporálního gyru, tj. v prostoru za primárním sluchovým kortexem – dnes Wernickeova area (BA 22). Korelací místa poškození s profilem jazykového deficitu pacientů došel Wernicke k závěru, že tato kortikální oblast je zodpovědná za uskladnění tzv. zvukových obrazů slov (*sound images of words*) (Ahlsénová, 2006).

Roku 1885 publikoval německý lékař Ludwig Lichtheim jeden z prvních neuroanatomických modelů jazykového zpracování. Vycházel z poznatků Brocových a Wernickeových. Model se skládal ze tří funkčních center – motorické jazykové centrum **M**; akustické jazykové centrum **A**; konceptuální centrum **C**. Akustické centrum obsahovalo tzv. zvukové obrazy slov a motorické centrum zahrnovalo jejich artikulační

vzory. Konceptuální systém tvoří spojnicí mezi systémem jazyka a myšlením (Pulvermüller, 2002) (viz schéma 1).

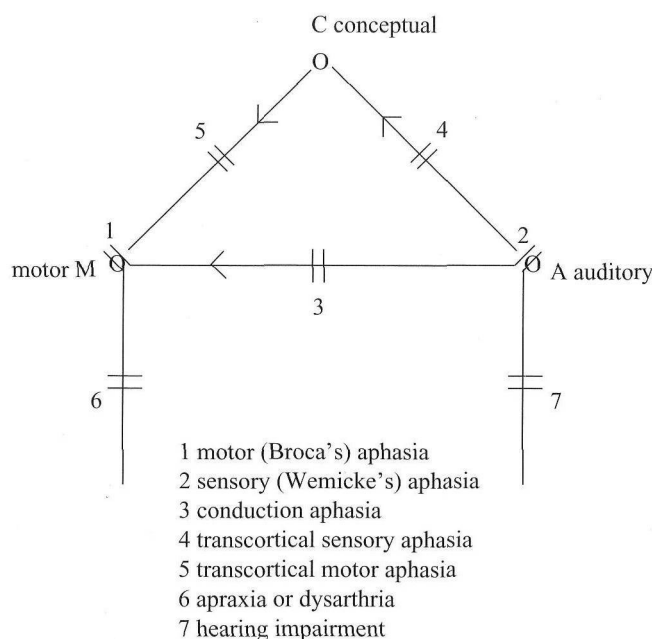


Schéma 1 Wernickeho-Lichtheimův model jazykového zpracování (Ingram, 2007).

Konekcionistický model předpokládá, že jednotlivá centra jsou spojena subkortikálně uloženými svazky nervových vláken. Brocovo a Wernickeovo centrum jsou spojeny svazkem fasciculus arcuatus (viz obr. 1 v barevné příloze). Ostatní svazky s ohledem na tehdejší neuroanatomické znalosti nebyly určeny, nicméně diskonekcím mezi jednotlivými centry jsou v tomto modelu přiřazeny specifické jazykové poruchy. Poškození motorického Brocova centra vede k Brocově afázii⁷ (viz schéma 1). Přerušení vláken vedoucích od BC k primárnímu motorickému kortexu (PMK), který má na starosti exekuci pohybů nebo poškození PMK samotného vede k řečové apraxii⁸ nebo dysartrii⁹ (6). Poškození WC vede k Wernickeově afázii.¹⁰ Přerušení nervových

⁷ Produkce řeči je nonfluentní – s námahou vyslovovaná jednotlivá slova či krátké fráze s množstvím fonologických parafrází či agramatismů – telegrafická řeč. Objevují se potíže při aktualizaci slov z mentálního lexikonu – anomie. Porozumění je relativně dobré na úrovni jednotlivých slov a krátkých vět. Výraznější potíže se objevují při porozumění výpovědi s nekanonickým uspořádáním větných členů, sémanticky reverzibilních vět a výpovědi s komplexní argumentovou strukturou (Kent, 2004).

⁸ Řečová apraxie je definována jako porucha programování a plánování řečové produkce. Chyby při zpracování se projevují jako změny postavení hláskových segmentů v sukcesivní struktuře slov. Výskyt chyb je značně nekonstantní. Porozumění je plně funkční (Kent, 2004).

⁹ Dysartrie je porucha motorické realizace řeči. Jejím základem je oslabení inervovaného svalstva v orofaciální oblasti. Projevuje se jako kombinace poruch v periferních systémech řečové produkce – faciokineze, fonorespirace a artikulace (Kent, 2004).

¹⁰ Bohatá fluentní řečová produkce s minimální informační hodnotou. Těžký rozpad fonologické struktury autosémantických výrazů – žargon, rozpoznatelné jsou často jen synsémantické výrazy či

svazků vedoucích k primárnímu sluchovému kortexu (PSK) nebo poškození (PSK) vede k poruchám sluchu (7). Přerušení fasciculu arcuatu je příčinou vzniku tzv. konduktivní afázie¹¹ (3). Přerušení spojení mezi A a C vede k transkortikální sensorické afázii (TSA)¹² (4). Rozpojení BC s konceptuálním systémem má za následek tzv. transkortikální motorickou afázii (TMA)¹³ (5). Konceptuální centrum v tomto pojetí nemá svojí lokalizaci v kortexu. Jedná se spíše o kognitivní funkční systém, který slouží i k organizaci nejazykových významů.

Neúplnost tohoto modelu vyplývá především z nepřipustné redukce jazykového systému na soubor lexikálních jednotek. Není schopen pracovat s takovými jazykovými rovinami jako jsou morfologie a syntax, popř. diskurz. Výrazný přínos konektivismu je především v tom, že komunikaci viděl jako proces. Tento přístup k jazykovému zpracování dokázal jako první naznačit souvislost mezi určitou kognitivní funkcí a činností neuroanatomické struktury. Jazykové zpracování je u tohoto modelu na základě pitevních nálezů pacientů připisováno pouze oblastem LH. Pravá hemisféra (PH) je označena jako mlčící.

1.2 Současné neurobiologické a funkční modely jazykového zpracování

Základní schéma Wernickeho-Lichtheimova (WL) modelu z 19. století přetrvalo v afaziologii¹⁴ prakticky dodnes. V mnoha publikacích se stále objevují elementární schémata anatomického a funkčního propojení motorických a sensorických oblastí mozkové kůry. Důvodem je podle Shaloma a Poeppela (2008) historické prvenství modelu ve využití principu funkční lokalizace, jehož podstatou je existence vysoce specializované neuronální struktury delegované pro zpracování určitých kognitivních

frekventované fráze. Porozumění může být zachováno pouze na úrovni slovní. Větné porozumění je těžce narušeno (Kent, 2004).

¹¹ Nejnápadněji se porucha projevuje narušením schopnosti opakování při fluentní řečové produkci a zachovalém jazykovém porozumění. Nicméně i v produkci jsou časté fonologické záměny, které se snaží pacienti – často neúspěšně – opravovat. Nejsou problémy na úrovni gramatiky (Kent, 2004).

¹² U TSA se popisuje fluentní řečová produkce s množstvím fonologických změn a porucha porozumění jako u osob s Wernickeovou afázií s tím rozdílem, že pacienti mají i přes zjevnou poruchu porozumění zachovalou schopnost opakovat slyšené výrazy. Pokud spontánně opakují sekvence výpovědi produkované komunikačními partnery nebo příkazy examinatora, označuje se tento jev jako echolálie (Kent, 2004).

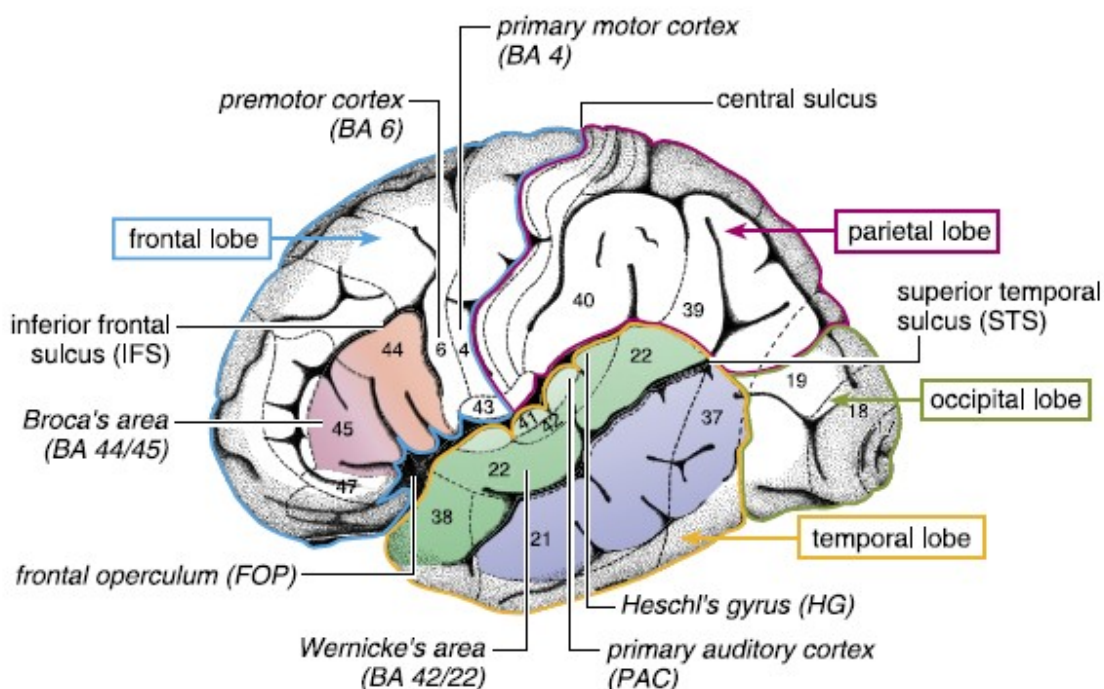
¹³ Nonfluentní produkce řeči jako u osob s Brocovou afázií, ovšem zachovalá schopnost opakování i delších forem výpovědi (Kent, 2004).

¹⁴ Afaziologie (*aphasiology*) je vědní obor zabývající se teoretickým studiem, diagnostikou a terapií (reedukací) získaných jazykových poruch, které vznikají poškozením mozku u některých neurologických onemocnění (<http://en.wikipedia.org/wiki/Aphasiology>).

funkcí. Současné modely využívající tohoto principu jsou ovšem mnohem rozpracovanější jak z hlediska lingvistického, tak i z hlediska neuroanatomického a neurofyziologického. Popis se neomezuje jen na lexikální jazykovou rovinu, ale zohledňují se i ostatní jazykové roviny jako jsou fonologie, morfosyntax a diskurz. Jazyková komunikace je nahlížena jako proces, který vyžaduje stratifikované zpracování specifických jazykových reprezentací (Caplan, 1987, 1996). Časově ohraničený proces jazykového zpracování probíhá ve funkčně specializovaných neuronálních systémech, které ale nejsou obvykle alokovány ke zpracování jediné funkce v kognitivním systému. Konkrétní kortikální struktury disponují určitým základním funkčním potenciálem, který je předurčuje k účasti na zpracování určitého typu (ne)jazykových informací. Brocova oblast není jen vysoce specializovanou strukturou jazykového zpracování, ale podle řady neuropsychologických studií se účastní i takových obecných kognitivních aktivit jako jsou kognitivní kontrola, selekce alternativ, pracovní paměť, zaměření pozornosti apod. (viz kap. 1.3.1.1 a 2.2.2).

Aktuální poznatky o neuroanatomických základech jazykového zpracování se v posledních 20 letech intenzivního studia podařilo nashromáždit jen díky aplikaci nových neurozobrazovacích metod (funkční magnetická rezonance – fMRI a pozitronová emisní tomografie – PET) a metod neurofyziologických (elektroencefalografie – EEG a magnetoencefalografie – MEG) apod. Na rozdíl od původního WL modelu jsou současné modely jazykového zpracování založené na výsledcích studia intaktní populace. Jejich snahou je zachytit moderními metodami časový a prostorový aspekt průběhu jazykového zpracování v různých jazykových rovinách – model syntaktického zpracování (Friedericiová, 2003, 2009b – viz obr. 4 v barevné příloze) či modely lexikálně sémantického zpracování (Beemann, 2005). Modely se liší i podle toho, jestli zohledňují příjem nebo výstup jazykové informace – model řečové produkce (Levelt, 2001; Indefrey a Levelt, 2004) nebo model řečové percepce (Hickok a Poeppel, 2004, 2007, 2008, 2009 – viz obr. 8 v barevné příloze) a model větného porozumění (Friedericiová, 2002). Některé typy modelů zdůrazňují obecné principy modulárního systému jazykového zpracování bez ohledu na ostatní funkce kognitivního systému – model jazykového zpracování (Priceová, 2010; Friedericiová a Wartenburgerová, 2010 – viz obr. 3 v textu), jiné se zase snaží načrtnout funkční komplementaritu několika kognitivních systémů zúčastňujících se aktivně řečové produkce a jazykového porozumění – model dvou jazykových systémů (systém lexikální spojený s funkcí deklarativní paměti vs. systém gramatického zpracování

využívající systému deklarativní (procedurální) paměti – Ullmannová, 2004, 2008). Některé z těchto modelů budou podrobněji popsány v následujících kapitolách.



Obr. 3 Grafický příklad jednoduchého modelu základních anatomických oblastí jazykového zpracování na laterální ploše kortexu levé hemisféry. Mezi základní jazykové oblasti v anteriorní oblasti kortexu patří Brocovo centrum – pars opercularis (BA 44), pars triangularis (BA 45) a frontální operculum (fOP) (viz kap. 1.3.1.4 a 4.4) a premotorický (BA 6) a motorický kortex (BA 4). Posteriovní jazykové oblasti zahrnují gyrus supramarginalis (BA 40) a gyrus angularis (39) v parietálním laloku a horní (BA 38 a 22) a střední (BA 21 a 37) temporální gyry v laloku spánkovém. (Friedericiová a Wartenburgerová, 2010; Friedericiová, 2011).

1.3 Základní neuroanatomické oblasti systému jazykového zpracování

1.3.1 Elokventní kortikální struktury

1.3.1.1 Struktury frontálního laloku

Brocova oblast je jednou z neznámějších a nejstudovanějších struktur kortexu v neurolingvistickém výzkumu. První souvislý popis části inferiorního frontálního gyru ve vztahu k jazykovým funkcím podal francouzský chirurg a antropolog Paul Broca. U pacientů s těžkou poruchou produkce řeči posmrtně identifikoval rozsáhlé poškození zadní části dolního frontálního gyru levé hemisféry – pars opercularis BA 44; pars triangularis BA 45. Pozdější studium mozkových struktur jeho pacientů pomocí magnetické rezonance ovšem odhalilo, že Broca popsal pouze viditelné změny na povrchu frontálního kortexu a neprovedl řezy mozkem. Nově se tak u sledovaných

pacientů podařilo objevit poškození nejenom v oblasti BA 44/45, ale i v insule a v bazálních gangliích. Tím, že Brocovi pacienti měli rozsáhlá poškození i okolní bílé hmoty – prokázány byly léze horního longitudiálního fasciculu spojujícího anteriorní („motorické“) a posteriorní („percepční“) oblasti kortexu jedné hemisféry a subkortikálních okrsků šedé hmoty (bazální ganglia), nelze Brocově oblasti, tak jak ji vymezil Broca, přisuzovat jednoznačně roli řečového centra (Dronkers, et al., 2007; Fadiga, et al., 2009).

Nové poznatky rozpoutaly diskuze nejen o struktuře Brocovy oblasti, ale i o jejích funkcích. Popis potíží s komunikací Brocových pacientů, kteří byli schopni produkovat jen reduplikované slabiky (*tantan*) nebo několik opakujících se výrazů, je řazen do kategorie Brocova afázie. Podle klasických afaziologických popisů se jedná o stav, kdy pacient není schopen produkce řeči nebo je tato schopnost značně redukována – produkce je pomalá, namáhavá, ve struktuře slov se objevují hláskové změny; pokud je pacient schopen produkovat větší než opakované slovní sekvence, jedná se o části větných frází – neukončené výpovědi, které jsou asyntakticky spojovány (telegrafická řeč). Tento typ komunikačních potíží se v klinické praxi objevuje u pacientů s poškozením BA 44/45 a jeho okolí – CT nebo MRI obvykle zjistí větší či menší infarktové ložisko ve strukturách BA 47, ventrální části premotorické oblasti BA 6, v dorzálním prefrontálním kortexu BA 9 a 46, v insulárním kortexu, bazálních gangliích a v bílé hmotě, která obsahuje vlákna spojující jednak elokventní kortikální oblasti navzájem (antero-posteriorní intrahemisferální spojení), jednak zajišťující spojení se subkortikálními strukturami jako jsou BG a thalamus. (Dronkers, et al., 2007; Amunts, et al. 2010).

Hovoří-li se o Brocově afázii, v žádném případě to ve skutečnosti neznamena, že dotyčný pacient má prokazatelnou lézi pouze v Brocově oblasti. A naopak, existuje-li pacient s jasně ohraničenou malformací Brocovy oblasti bez poškození okolních kortikálních a subkortikálních struktur, nelze jednoznačně očekávat, že se rozvinou všechny obvykle popisované symptomy Brocovy afázie. Pozorování spíše potvrzují fakt, že při samotném poškození kortexu Brocovy oblasti BA 44/45 dochází ke vzniku poruch řečové produkce s méně závažným průběhem – deficit jazykového zpracování je paradoxně obvykle popisován jako přechodný a mírný (Novick et al., 2005; Keller et al., 2009).

Ze současných výzkumů vyplývá, že původní lokalizacionistické vize připisující určité části mozku konkrétní funkci, nelze vzhledem k současným poznatkům pokládat

za reálné. Různí autoři v neurolingvistických studiích zahrnují do Brocovy oblasti odlišné struktury a je velmi obtížné provádět srovnání získaných výsledků, jestliže se Brocově oblasti přisuzují i různé jazykové funkce. Snad proto je pochopitelný nedávný pokus zavést do neurolingvistiky pojem Brocův complex – zahrnuje struktury BA 44/45/47/ventrální část BA 6, aby charakterizoval funkčně příbuzné, ale cytoarchitektonicky¹⁵ odlišné struktury, které se podílejí na zpracování mnoha (ne)jazykových funkcí. Nicméně řada autorů tvrdí, že toto nadřazené taxonomické označení neřeší nejednotné pojetí anatomických a funkčních aspektů této frontální struktury (Hagoort, 2005; Keller, et al., 2009; Amunts, 2007; 2010).

Ve výzkumu Brocovy oblasti a jejích funkcí lze dnes sledovat posun od čistě jazykově zaměřených teorií (viz Grodzinského teorie TDH) k teoriím, které se snaží charakterizovat Brocovu oblast, popř. oblast inferiorního frontálního gyru jako multifunkční a multimodální kortex operující nejen v systému jazyka, ale zpracovávající a integrující informace i v kognitivních subsystémech, jako jsou např. kontrola motorické aktivity nebo produkce a percepce hudby. Fadiga (2009) pokládá Brocovu oblast za centrum neuronální sítě zpracovávající hierarchicky organizované systémy. Hovoří se o tom, že nejenom jazyk, ale i hudba a motorická aktivita jsou naučené a zautomatizované systémy organizované – podobně jako jazyk – podle syntaktických pravidel. Princip hierarchizace spočívá v řazení (sekvencování) informací v dané modalitě tak, aby vznikl smysluplný produkt s očekávanou formou. Platí to v případě organizace slov ve větné struktuře, platí to i v případě strukturovaného seskupování jednotlivých tónů a řazení pohybů částí těla. Jako velmi důležitý se ukazuje poznatek, že se neuronální systém hierarchické organizace – do něž kromě Brocovy oblasti řadí Fadiga a jeho kolegové (2009) i zadní část horního temporálního gyru, dolní parietální lalok a premotorické oblasti ve frontálním laloku – aktivuje nejen při produkci a percepci těchto „syntakticky“ komponovaných celků, ale i při jejich pouhém mentálním zobrazení – představování si, že provádím či sleduji určitý pohyb, nebo při mentálním vybavení určité melodické sekvence (viz kap. 4.1) (Fadiga, et al., 2009).

Koechlin and Jubault (2006) ve své práci docházejí k závěru, že Brocova oblast a jí zrcadlově protilehlá struktura v pravé hemisféře jsou amodálním centrem zpracování

¹⁵ Struktury BA 44/45 se označují jako izokortex – tenká slupka kortexu obsahující šest rozpoznatelných vrstev. Rozdíly jsou pozorovány na buněčné úrovni ve čtvrté vrstvě kortexu. Zatímco BA 45 obsahuje velké množství velkých pyramidových buněk, které tvoří samostatnou vrstvu (granulární kortex), u BA 44 jsou hranice vrstev setřelé, protože jsou zde patrné přechody buněk ze spodní a vrchní vrstvy (dysgranulární kortex). Ventrální část premotorického kortexu BA 6, která se někdy řadí do struktury Brocovy oblasti úplně postrádá velké pyramidové buňky a je označována jako agranulární kortex.

hierarchicky strukturovaného chování bez ohledu na temporální aspekty událostí. Podle autorů je tak tato funkční struktura jasně disociovaná od struktur prefrontálního kortexu jakožto systému, jehož hlavní náplní je exekutivní kontrola hierarchické a časové organizace chování směřovaného k určitému cíli (*goal-directed behavior*).

K podobnému závěru se po studiu literatury vztahující se k funkci Brocova centra propracovali i Skipper et al. (2005). Přicházejí s představou, že tato neurální struktura není jednoduše řečovým centrem, které hraje roli v produkci řeči. Typickým rysem Brocova centra je schopnost využívat obecné kognitivní potenciály pro zpracování multimodálních forem sensorické informace ve vztahu k nějaké události reprezentující činnost, akci (proměnu vs. mutaci), popř. statický stav (existenci vs. neexistenci) participantů děje. Logicky tedy hraje významnou roli ve zpracování participantské struktury děje jako podkladu pro formování a porozumění větné výpovědi.

Funkční predispozice Brocovy oblasti pro účely kognitivní kontroly naznačuje podle Novicka et al. (2005) přítomnost obecných kognitivních (*domain general*) procesů, které nemají přímou souvislost se zpracováním samotných syntaktických informací (v rozporu s teorií chybějících stop viz kap. 3.1.1.3). Autoři jako Novick et al. (2005) a Ye et al. (2009) tvrdí, že ventrální část levého inferiorního frontálního gyru (část zahrnující Brocovu oblast) není sídlem syntaktického zpracování ani místem, kde by se dočasně ukládaly informace o struktuře větné výpovědi – centrem pracovní paměti. Namísto toho připisují této kortikální struktuře úlohu kontrolního mechanismu, který je aktivován vždy, když musí řešit konfliktní informace interferujících jazykových subsystémů – fonologického, syntaktického a sémantického. Aktivaci této struktury je možné například obvykle sledovat při výběru soutěžících lexikálních reprezentací nebo při reanalýze větné výpovědi (viz kap. 2.4.2.4). Kontrolní systém tak zajišťuje kontinuitu zpracování v případě, že dojde k neadekvátní volbě významu slova či chybné interpretaci výpovědi (např. ironie nebo ambiguitní koreference) s ohledem na jazykový a situační kontext.

Shrneme-li rozsáhlou literaturu k tématu funkce Brocova centra je dominantním výsledkem zkoumání poznatek, že tato neuroanatomická struktura slouží jednak jako amodální systém výstavby hierarchické struktury jazykových, muzických, motoricko-dějových sekvencí a zároveň v sobě implementuje procesy kognitivní kontroly, které zajišťují vyhodnocování výsledků organizace těchto sekvencí ve vztahu k očekávané, předpokládané a obecným kontextem vymezené situaci, ve které jsou tyto sekvence použity. Úvahy o těchto kognitivních funkcích jsou vedeny bez ohledu na to, zda se

jedná o systém produkce či systém porozumění. Již není platné původní Brocovo a Wernickeovo členění na přední neuronální systém – produkce a zadní neuronální systém – percepce. Aktivace frontálních oblastí kortexu (včetně Brocovy arey) je běžně pozorována pomocí fMRI v experimentech zaměřených na percepci, resp. porozumění.

Skipper a jeho kolegové (2005) se ve své studii snažili zjistit rozsah a stupeň aktivace řečové a jazykově kritických oblastí u „pasivního“ porozumění. Materiálem bylo 28 krátkých příběhů (*discourse level*) trvajících v průměru 18 – 24 s (délka byla určena pro potřeby snímání pomocí fMRI). Autoři použili tři typy experimentálních situací (*conditions*). V první respondentům prezentovali do sluchátek daný příběh spolu s obličejem vypravěče na obrazovce (*audiovisual condition – AV*), ve druhé byl příběh prezentován pouze do sluchátek (*audio-alone condition – A*) a ve třetí byl ukázán pouze artikulující obličej (*video-alone condition – V*). Cílem experimentu bylo najít rozdíly v aktivaci kortexu, a to především motorického, který se podle obecných předpokladů podílí na zpracování řečového signálu (větné a textové výpovědi) v několika úrovních.

Kromě mnoha jiných kortikálních oblastí došlo během procesu porozumění i k aktivaci Brocova centra, a to části *pars triangularis* BA 45 audiovizuální a samotné audio prezentace krátkého narativu. Autoři zastávají názor, že aktivace této části BC pravděpodobně reflektuje sémantické a paměťové procesy probíhající na úrovni diskurzu. Bohužel tyto procesy přesněji nespecifikují. *Par opercularis* BA 44 byla aktivována pouze u audiovizuální prezentace narativu. Na základě zjištění z poslední doby se autoři přiklánějí k názoru, že tato subarea Brocovy oblasti obsahuje tzv. zrcadlové neurony (*mirror neurons* – viz kap. 4.1). K jejich zapojení dochází obvykle při poslechu, sledování či imitaci cílených pohybů ruky a svalstva orofaciální oblasti (Rizzolatti et al., 2001; Turella et al., 2009). To, že v případě tohoto experimentu nedošlo k aktivaci u samotné audio prezentace, není překvapivé, ovšem interpretace výsledků aktivace kortexu neposkytla ani důkazy o zapojení zrcadlových neuronů v *pars opercularis* při pouhém sledování tiché artikulace mluvcího. Skipper et al. (2005) odvozují, že nedošlo k očekávané aktivaci operculární subarey, protože účastníci neměli vědomou informaci o typu aktivity, kterou mají při prezentaci stimulu dělat. Pouze pasivně sledovali vizuální podnět v podobě mluvcího bez auditivního komplementu. Účastníkům nebylo řečeno, aby sledovali řečové pohyby, nebo aby se snažili porozumět tomu, co mluvčí sděluje, pomocí odezírání. Tato informace by podle autorů aktivační schéma určitě pozměnila.

Brocova oblast byla dříve vnímána jako neuronální struktura podporující mechanismus transformace abstraktních fonologických jednotek na jednotky artikulační (Geschwind, 1965 in Skipper et al., 2005). Tato funkční charakteristika se ukázala později neobhájitelná ve světle výsledků neurolingvistických studií ukazujících na přítomnost aktivace BA u osob užívajících americký znakový jazyk (*American sign language*), a to nejen u prelingválně neslyšících, ale i u osob, které si znakový jazyk osvojily jako L2 (Neville et al. 1998).

Brocově centru se postupem doby začaly přisuzovat i jiné role související s řečovým a jazykovým systémem na první pohled jen částečně. Dominujícím polem výzkumu jsou zrcadlové neurony aktivující se při pouhém pozorování či imitaci pohybů nesoucích význam (sémantická gesta) nebo při sledování obrazově reprezentované události zachycující jednoduchý děj, který je základem pro jazykové zpracování prostřednictvím složité argumentové struktury slovesa (Nishitani et al., 2005).

1.3.1.2 Struktury temporálního laloku

Druhým významným milníkem ve výzkumu neurobiologických základů jazykové komunikace byl objev německého neurologa Karla Wernickeho, který po Brocově motorickém centru identifikoval jeho neroanatomický a neurofyziologický protiklad – receptivní kortikální strukturu. Tato struktura byla pojmenována po svém objeviteli. Wernicke upozornil na to, že pacienti s poškozením vymezené zóny mají větší či menší potíže s porozuměním mluvené výpovědi, které nelze připsat prostě zratě sluchu. Usoudil tedy, že daná kortikální oblast obsahuje uložené auditivní vzory slyšených slov a je tak nezbytným generátorem porozumění mluvené výpovědi (Tanner, 2006).

Wernicke lokalizoval receptivní centrum řeči do oblasti BA 41, 42 a 21. Později bylo Wernickeovo centrum (WC) některými autory dále rozšířeno i do inferiorních částí angulárního a supramarginálního gyru (Hickok and Poeppel, 2004; Amunts, 2008; Hickok, 2009). Mnozí jiní neurolingvisté na základě současných poznatků z výzkumu větného porozumění a porozumění diskurzu pomocí metody fMRI s tímto vymezením nesouhlasí a lokalizují systém jazykového porozumění pouze do zadní části horního temporálního gyru, posteriorním směrem od primárního sluchového centra, tzv. Heschlových gyrů – BA 41, 42, jejichž základním úkolem je akustická analýza zvuků (nejen řečových). Wernickeovo centrum je chápáno jako asociační kortex s komplexními sémantickými a syntaktickými funkcemi (Ingram, 2007; Christensen, 2010).

Friederici (2009) ve svých textech upouští od konceptu receptivního Wernickeova centra a přímo vymezuje aktivaci anatomických oblastí dle obecného popisu či za pomoci Brodmanových polí. Výsledky její práce směřují k tomu, že anteriorní část horního temporálního gyru je součástí systému, který zajišťuje výstavbu lokální frázové struktury výpovědi (*local syntax*); struktura původně označovaná jako Wernickeova oblast, tj. zadní část horního temporálního laloku, je součástí neuronální sítě zpracovávající závislostní vztahy mezi konstituenty větné struktury (*complex syntax*).

Některé studie se zaměřily na porovnání poslechu větných výpovědí a seznamu slov, mezi kterými není žádný syntaktický vztah. Jak studie Mazoyer et al. (1993), tak i studie Friedericiové et al. (2000) prokázaly, že při analýze větné výpovědi – na rozdíl od seznamu slov – je v mnohem větším rozsahu aktivován horní temporální lalok. Tento zřetelný rozdíl v aktivačním vzorci byl patrný i v situaci, kdy byly autosémantické výrazy nahrazeny tzv. pseudoslovy (*jabberwocky sentences*). To, že aktivace trvala i za podmínky, která odstranila ze struktury větné výpovědi lexikálně sémantickou informaci, může znamenat, že dané oblasti kortexu jsou rozhodující pro syntax.

Jiná funkčně zobrazovací studie použila stejného protikladu – větné výpovědi vs. seznam slov, ale namísto modality auditivní (poslech) zvolila modalitu vizuální (čtení). Metoda čtení potvrdila výsledky auditivních studií, tj. signifikantně zvýšenou aktivaci anteriorních částí horního temporálního kortexu v kontrastu s aktivačním vzorcem pouhého seznamu lexikálních položek, a tím vyvrátila i často zvažovaný předpoklad, že rozdíl v aktivaci není z důvodu přítomnosti (věty) a nepřítomnosti (seznam slov) syntaktických faktorů, ale kvůli rozdílům mezi větnou intonací a intonací předříkávaného seznamu slov. Aktivace anteriorních oblastí temporálního kortexu je, zdá se, amodální a nesouvisí se suprasegmentálními aspekty řečové výpovědi. Výsledky potvrzují účast těchto oblastí kortexu při zpracování jazykové informace v porozumění na větné úrovni (*sentence-level comprehension*) (Humphries, et al., 2001).

Studie Humphriese et al. (2001) odhalila silnou aktivaci v oblasti levého posteriorního temporálního laloku při aplikaci větných výpovědí v porovnání s aktivačním vzorcem, který byl odpovědí na různé enviromentální zvuky. Levé posteriorní oblasti temporálního laloku – zhruba odpovídající Wernickeově oblasti a jejímu okolí – jsou vnímány jako důležitý procesor vytvářející spojení mezi řečovými zvuky a lexikálně konceptuálními reprezentacemi (Poeppel a Hickok, 2004). Zmíněný region je podle autorů důležitým rozhraním (přechodem) mezi zvukovou a významovou

informací na úrovni individuálních slov (výrazů) (*sound-meaning interface at the word level*).

Wise et al. (2001) reanalyzovali čtyři PET studie a na základě interpretace jejich dat identifikovali anatomicky oddělené funkční subsystémy v levém horním temporálním kortexu posteriorně od primárního sluchového kortexu (Heschlových gyrů). Zadní horní temporální sulcus (posterior STS) je aktivován jednak v případě percepce slov (neplatí pro percepci vlastních slov – sluchovou zpětnou vazbu), jednak při vyhledávání slov z paměti. Z toho vyplývá, že tvoří jakési funkční rozhraní mezi percepcí slov a paměťovými reprezentacemi lexikálních jednotek uložených v dlouhodobé paměti. Jako druhý subsystém bylo identifikováno anatomické rozhraní horního temporálního gyru (STG) s inferiorní částí parietálního laloku (PL). Jeho funkce je ovšem vztahována spíše k motorickým aspektům řeči, nikoli k percepci. Anderson et al. (1999) popisují dvě případové studie osob s těžkou epilepsií, ve kterých se metodou přímé kortikální stimulace levého posteriorního STG během operace mozku podařilo vyvolat artikulační chyby v úlohách pojmenování obrázků a opakování slov.

Anatomická blízkost obou subsystémů umožňuje propojení jejich odlišných funkcí. Zadní horní temporální sulcus aktivovaný jak poslechem slov, tak i jejich tichým (nehlasným) vyhledáváním v mysli je chápán jako lokální systém, který dočasně reprezentuje temporální řazení zvukových sekvencí. Časové řazení zvukových elementů slov je důležité nejen v percepci, ale má svoji důležitost pro systém produkce řeči. Zadní horní temporální gyrus kooperující se strukturami dolního parietálního laloku využívá informací zadního horního temporálního sulcu o časovém řazení zvukových sekvencí slov uložených v paměťovém boxu v procesu řečové produkce jak při tichém, tak i hlasitém opakování. Opakování sekvencí zvuku (*rehearsal*) je podstatou osvojování si lexikálních reprezentací slov (Wise et al. 2001).

Dokladem tohoto funkčního motoricko-senzorického propojení může být klasický případ Wernickeovy afázie (viz kap. 3.1.2). Osoby s touto komunikační poruchou nemají pouze problém v systému porozumění jazyka (spekuluje se o narušení systému lexikální sémantiky, nikoli syntaxe), typickým znakem je i těžký deficit řečové produkce, který se nejnápadněji projevuje jako rozpad řazení zvukových elementů jednotlivých lexikálních jednotek. Výrazy tvořené wernickeovým afatikem nejsou často slučitelné s jakýmkoli lexikálním pořadím zvukových sekvencí, resp. jejich mentálních reprezentací v dlouhodobé paměti – rozpad fonemické struktury slov. Charakter deficitu není ovšem slučitelný s foneticko-fonologickými změnami řečové produkce u Brocovy

afázie. Brocovi afatici mají potíže primárně s produkcí, jejich mluvní tempo je výrazně zpomalené a často se fonologická změna týká jen jednoho segmentu (cílový výraz je poměrně snadno rozpoznatelný), kdežto u Wernickeových afatiků je mluvní tempo přiměřené, nedochází k častému zablokování produkce a seskupení hlásek pseudovýrazu neumožňuje jeho identifikaci s ohledem na cílové slovo.

V dřívější neurolingvistické literatuře se často zdůrazňovala úloha levohemisferální temporální struktury tzv. planum temporale (pt) v percepci řečových zvuků. Tento závěr byl odůvodněn několika neuroanatomickými studiemi, které zjistili, že u více než poloviny populace je planum temporale v LH výrazně větší než v PH (Galaburda et al. 1978). Wise et al. (2001) ovšem konstatují, že současné studie specifickou roli této struktury posteriorně naléhající na HG v percepci řečových zvuků nijak neprokazují.

1.3.1.3 Struktury parietálního laloku

V neurolingvistické literatuře se ve vztahu k jazykovým funkcím nejčastěji objevují zmínky o dvou strukturách parietálního laloku. Jedná se o ventrální část parietálního laloku – inferiorní parietální kortex (IPC), který je rozdělen na gyrus supramarginalis BA 40 a gyrus angularis BA 39 (Douglas, 1999; Seikel et al., 2005 - viz obr 1, 2 a obr. XX v barevné příloze – Démonet et al., 2005).

Dolní část parietálního laloku je dávana do souvislostí s několika typy kognitivních neязыkových funkcí. Obecně se pokládá za strukturu, která se podílí na zpracování vizuálně prostorových souvislostí sledované dějové scény a je řídicí složkou vizuální pozornosti. IPC je také připisována funkce krátkodobé pracovní paměti a účast na mechanismu vyhledávání v systému epizodické paměti.¹⁶ Mezi další kognitivní neязыkové funkce operující v prostoru dolního parietálního kortexu patří plánování motorických sekvencí činnosti v závislosti na zpracování zpětnovazebních somatosenzorických informací – senzomotorická koordinace (Jubault et al., 2007).

IPC integruje informace z různých sensorických modalit. Podle Gottliebové (2007) je dolní parietální kortex strukturou, která operuje na rozhraní několika neuronálních systémů a je jakýmsi spojujícím článkem mezi percepcí, motorickou aktivitou člověka a jeho kognitivními funkcemi.

Zapojení IPC do řízení a kontroly motorických aktivit člověka má odlišnou kvalitu než plánování a exekuce činností prováděné systémy frontálního laloku. Jubault et al.

¹⁶ Část systému paměti, která je určena pro uchovávání našich předchozích zkušeností v různých situacích (Wilson a Keil, 1999).

(2007) naznačují, že oba kortikální systémy masivně propojené svazky axonů pracují odlišným způsobem. Frontální systém zpracovává informace o motorických aktech na úrovni jejich hierarchické organizace (viz kap 1.3.1.1 Struktury frontálního laloku), kdežto parietální lalok má schopnost organizovat motorické činnosti po stránce sekvenční.

Poměrně dobře to zapadá i do popisu jazykově řečových potíží při poškození těchto oblastí. Projevy traumatizace tkáně frontálního kortexu (Brocova area) jsou vnímány jako neschopnost produkovat či analyzovat strukturu mluvené nebo čtené výpovědi ve složce nelineárního uspořádání syntakticko-sémantických vztahů, zatímco poškození levého parietálního kortexu vede často k poruchám řeči, které se souhrnně označují jako konduktivní afázie. Postižení mají problémy s řazením hlásek ve struktuře slov. Elidují, substituují či přidávají některé hlásky a tento stav nejsou schopni změnit ani vědomě řízenou korekcí, přičemž takto jednou fonologicky deformovaný výraz později v jiné situaci spontánně bezchybně produkují (Ardila, 2010; Sakurai, et al., 2010).

Chyby v mluvené produkci označované afaziology jako fonologické parafázie často korespondují s povahou chyb, které se objevují v psaní.¹⁷ Poškození angulárního gyru způsobuje tzv. fonemické paragrafie – pacienti kombinují nevhodná písmena a vzniká tak výraz, který nemá v daném jazyku korespondující grafickou reprezentaci. Asociační kortex parietálního laloku je zde, stejně tak jako asociační kortex frontálních oblastí, chápán jako amodální organizační jednotka podporující funkce sukcesivního seskupování informací v celém systému kognice včetně systému mluvené a psané produkce.

Nezpochybnitelnou úlohu hraje parietální kortex podle závěrů metaanalytické studie Bindera a jeho kolegů (2009) v organizaci sémantického systému. Výsledky naznačují, že angulární gyrus je na vrcholu hierarchie sémantického zpracování. Vystupuje jako systém konceptuální integrace shromažďující parciální sémantické informace do komplexní významové struktury. V rozporu s tímto názorem jsou ale analýzy sémantického zpracování podle Beemana (2005). Autor na základě studia příslušné literatury zabývající se sémantickými aspekty jazykové komunikace sestavil třífázový model sémantického zpracování, ve kterém se připisují angulárnímu a

¹⁷ Poškození angulárního gyru může způsobit poruchu čtení (alexii) a psaní (agrafii) nebo jen poruchu psaní. Léze supramarginálního gyru často způsobují vznik alexie s agrafií ve spojení s konduktivní afázií nebo jen čistou agrafií (Sakurai et al., 2010).

supramarginálnímu gyru podpůrné aktivace v první fázi zpracování – sémantická aktivace (viz kap. 3.2.1; viz obr. 2 v barevné příloze).

Poznatky o sémantické reprezentaci lexikálních jednotek se značně liší s ohledem na funkční zapojení struktur parietálního laloku. Tak tomu není v případě matematických dovedností. Relativně s velkou mírou shody jsou operace s čísly lokalizovány do parietálního kortexu. Aktivace různých částí parietálního laloku závisí na typu a náročnosti těchto operací. Semenza (2008) do kognitivního modelu zpracování čísel zapojil tři části parietálního laloku:

1. **intraparietální sulcus** – aktivuje se kdykoli, když se dostaneme do kontaktu s číselnými reprezentacemi bez ohledu na povahu numerického systému a způsob jeho notace; aktivace jsou zaznamenávány, když provádíme početní operace;
2. **levý angulární gyrus** – aktivuje se, jsou-li manipulace s čísly spojeny s verbálními aspekty zpracování; zprostředkovává vyhledávání faktů o číselných reprezentacích v systému verbální paměti; nepodílí se na aritmetických operacích;
3. **bilaterální posteriorní superioriorní parietální systém** – podílí se na zpracování vizuospaciálních aspektů numerických reprezentací a řídí systém vizuální pozornosti a prostorové pracovní paměti.

Jak ukazuje výzkum, je zajímavé, že většina operací spojených s numerickými informacemi je vázána na levou hemisféru (kromě zmíněných vizuálně prostorových aspektů), stejně tak jako je tomu u jazykového systému; nicméně podle současných předpokladů operuje kalkulický systém v rámci systému kognice zcela nezávisle na systému jazykového zpracování (Semenza, 2008).

1.3.1.4 Intrahemisferální spojení elokventních struktur kortexu – bílá hmota

Poslední poznatky neurolingvistického výzkumu získané pomocí moderních neurofyzilogických a zobrazovacích metod ukazují na to, že systém jazykového zpracování, resp. soubor diferencovaných jazykových reprezentací a soubor zautomatizovaných procesů produkce a analýzy těchto reprezentací lze vnímat jako interaktivní aktivační vzorce difuzně rozložené v několika oblastech kortexu. Konektivitu těchto oblastí zajišťují svazky vláken, které jsou uloženy pod kortexem a

označují se jako bílá hmota. Oslabení či úplné přerušení přenosu informací v těchto komunikačních kanálech může vyvolat řadu kognitivních deficitů, včetně syndromu afázie – tzv. diskonekční syndrom jako v případě konduktivní afázie (Friederici, 2009; Catani, 2006 – viz obr. 1 v barevné příloze).

Novou metodou, která umožňuje nahlédnout do struktury nervových spojení důležitých oblastí kortexu, je DTI traktografie (*Diffusion tensor imaging*)¹⁸. Nejstudovanějším svazkem nervových vláken je tzv. fasciculus arcuatus (FA). FA je součástí superiorního longitudinálního fascikulu. Zajišťuje spojení mezi anteriorními a posteriorními oblastmi kortexu. Současný výzkum nicméně připouští, že některé přední a spodní části Brocovy oblasti se zdají být spojeny s posteriorními oblastmi temporálního laloku a okcipitálního regionu prostřednictvím dvou svazků tzv. systému ventrálních drah – fasciculu uncinatu (FU) a inferiorního fronto-okcipitálního fascikulu (Glasser and Rilling, 2008; Catani and Mesulam, 2008 – viz obr. 1 v barevné příloze; Catani, 2009).

V případě fascikulu arcuatu je podstatné zjištění, že se tento svazek vláken skládá ze tří částí a že mohutnost (popř. nepřítomnost) dlouhého segmentu je prediktorem jazykové dominance levé hemisféry u 80 % osob v populaci. Kromě dlouhého segmentu, který spojuje Brocovo a Wernickeovo centrum, obsahuje tento svazek ještě anteriorní segment spojující část Brocova centra s dolním parietálním lalokem a segment posteriorní zajišťující konektivitu inferiorního parietálního laloku s Wernickeovým centrem. Fasciculus arcuatus je dodnes často považován za svazek vláken, který má na jazykové zpracování nejvýznamnější vliv. Podle starší neurolingvistické literatury dochází při jeho poškození k výskytu jazykových potíží, které jsou v literatuře často označovány jako konduktivní afázie (Catani, 2006 – viz obr. 1 v barevné příloze).

Bernal a Ardila (2009) ve svém výzkumu metodou DTI objevili u mnoha osob z intaktní populace určité disproporce v konektivitě fascikulu arcuatu. U 10 % osob nenalezli anteriorní zakončení fascikulu, které by ústilo do Brocovy arey. Objevili ale 100 % zakončení v oblasti precentrálního gyru. Jejich závěr je, že posteriorní jazykové oblasti kortexu jsou spojeny prostřednictvím fascikulu arcuatu s primárním motorickým (BA 4) a premotorickým (BA 6) kortexem. Primární motorický kortex je sídlem buněk,

¹⁸ DTI je neinvazivní technika, která slouží k zobrazení svazků nervových vláken (bílá hmota) spojujících kortikální oblasti v jedné hemisféře. (Catani 2006; 2009).

kteřé řídí exekuci motorických pohybů jazyka, rtů a hrtanu, premotorický kortex zajišťuje programování (sekvencování) pohybů těchto aktivních artikulátorů. Podle autorů tak hraje FA hlavní roli především v procesu osvojování řečové produkce tím, že slouží jako kabel reciproční výměny informací mezi systémem percepce a produkce řeči. Umožňuje dítěti opakování slyšených hláskových sekvencí a jejich postupné zpřesňování dle akustického vzoru pomocí vnitřního monitoringu (*rehearsal*).

Inferiorní longitudinální fascikulus spojující okcipitální lalok s temporálním kortexem, který slouží k přenosu vizuálních informací, hraje důležitou úlohu ve vizuální rekognici objektů, sémantickém zpracování a ve spojení reprezentací objektu s jejich lexikálním zástupcem. Fascikulus uncinatus může hrát důležitou roli v lexikálním vyhledávání a aktivaci sémantických asociací. Inferiorní fronto-okcipitální lalok se účastní na difuzně distribuovaném systému zrcadlových neuronů, a je tak důležitý při analýze (porozumění) struktury dějové události. Funkční příspěvek těchto tří posledně zmíněných fascikulů k jazykovému zpracování je formulován spíše hypoteticky. Zatím nejsou k dispozici v dostatečném množství klinické studie ukazující jednoznačný funkční dopad diskonekce fascikulů na konkrétní jazykové funkce (Catani and Mesulam, 2008).

Z nálezů některých DTI studií, které mapují průběh drah nervových svazků spojujících jazykové oblasti kortexu, se Friedericiová (2009a, 2011 – viz obr. 3 a obr. 4 v barevné příloze) snažila vytvořit schematický kortiko-subkortikální anatomický model jazykového zpracování. Autorka vychází z dostupných anatomických poznatků o propojení drah bílé hmoty a znalostí funkčního zapojení kortikálních oblastí v jazykovém zpracování zjištěné metodou fMRI. Základem modelu je stratifikace rozhodujících jazykových oblastí anteriorního a posteriorního kortexu na anatomické substruktury spojené různými subkortikálními dráhami. Friederici (2009a – viz obr. 3 v barevné příloze; 2009b) člení Brocovu oblast na tři funkčně odlišitelné struktury – pars opercularis BA 44; pars triangularis BA 45; frontální operculum. Tři struktury jsou vyčleněny i v temporálním laloku – anteriorní části temporálního laloku (aSTG); oblast horního temporálního gyru před Heschlovými gyry (primární sluchová kůra); posteriorní část horního temporálního gyru (Wernickeova oblast - pSTG). BA 44 je spojeno pomocí superiorního longitudinálního fascikulu (SLF) s Wernickeovou oblastí – dorzální dráha. Konektivitu frontálního operkula a anteriorních částí temporálního laloku zajišťuje jedna ze dvou tzv. ventrálních drah – fascikulus uncinatus. Z BA 45

vede druhá ventrální dráha – systém vláken capsula extrema – do oblasti před Heschlovými gyry.

Friedericiová (2009a) přisuzuje popsaným kortiko-subkortikálním spojením rozdílné jazykové funkce. Frontální operculum tvoří společně s anteriorním STG neuronální bázi pro tvoření a analýzu lokální fráze (nominální, předložkové fráze apod.). Neuronální systém BA 44/45 společně s posteriorním STG jsou zodpovědní za určení tematické struktury větné konstrukce, přičemž BA 44 samo o sobě řídí procesy hierarchické organizace (syntax) nezávisle na větné sémantice a pSTG integruje syntaktické a sémantické informace k dosažení finálního porozumění větné výpovědi (Friederici, 2009a – viz obr. 4 v barevné příloze).

1.3.2 Zapojení subkortikálních struktur

1.3.2.1 Thalamus

Thalamus je stejně jako BG subkortikální strukturou šedé hmoty bilaterálně umístěnou do centrální části mozku (viz obr. 5 v barevné příloze – Koziol a Buddingová, 2009). Podle Nadeaua (2008) jsou pro jazykové procesy důležité především dvě struktury thalamu – dorzomediální nucleus a pulvinar. Dorzomediální nucleus slouží k přepojení informací směřujících z prefrontálního kortexu do subkortikálních struktur šedé hmoty zpět do té samé kortikální struktury. Strukturami pulvinaru procházejí informace z frontálních, temporálních a parietálních oblastí kortexu (těch oblastí, které jsou obvykle spojovány s jazykovým zpracováním), po zpracování jsou vráceny do stejných oblastí. Pravděpodobným účelem přepojování toku informací vystupujících a zase se vracejících do stejné kortikální struktury je poskytnutí jakéhosi regulačního mechanismu, který má ovlivnit proces jazykového zpracování probíhající na kortikální úrovni (Nadeau, 2008).

Popis klinických příznaků thalamické afázie je v literatuře značně různorodý. Nadeau (2008) uvádí mezi časté příznaky anomii¹⁹ ve spontánní řečové produkci, oslabení výkonu v konfrontačním pojmenování,²⁰ sémantické parafázie²¹ či

¹⁹ Anomie označuje problémy s vybavováním slov. Existuje jako samostatný klinický syndrom – anomická afázie. Problémy s aktualizací slov z mentálního lexikonu se ale v různé míře vyskytují i u ostatních typů afázie.

²⁰ Standardní afaziologická metoda – pacient označuje slovy obrazovou reprezentaci objektu.

²¹ Sémantická parafázie označuje záměnu lexikálního výrazu jiným výrazem ze stejné sémantické skupiny jak při zkouškách konfrontačního pojmenování, tak i ve spontánní řečové produkci.

neologismy.²² Podle tohoto autora thalamická afázie reflektuje selektivní poškození kortikálních procesů podporujících funkci deklarativní paměti. Funkce spojené s činností systému paměti procedurální jsou zachovány. Vyhledávání slov z mentálního lexikonu je činnost spojená s funkční integritou systému deklarativní paměti. Dominantními potížemi jsou proto anomie či sémantické parafázie (lexikálně-sémantické procesy), a nikoli změny v rovině gramatické organizace výpovědi, která je zpracovávána systémem procedurální paměti.

Podobné závěry přináší studie Radanovicové a jejích kolegů (2003). Autoři podrobně vyšetřili šest pacientů s vaskulárním poškozením talamu (tři pacienti měli poškozený pravý a tři levý talamus) pomocí afaziologických a neuropsychologických testů. Analýza ukázala, že dominantním příznakem jsou subjektivně vnímané, ale i objektivně (testově) prokazatelné problémy s pojmenováním objektů – procesy lexikální selekce. Jako typický se navíc ukázal i deficit pracovní paměti. Mnoho pacientů si stěžovalo, že si nejsou schopni na konci čteného textu (odstavce) vzpomenout, co bylo na jeho začátku. Snížením kapacity pracovní paměti u těchto pacientů autoři vysvětlují oslabení výkonu v některých testových úlohách větného porozumění a opakování, u kterých se významně zvyšují nároky na dočasnou retenci zpracovávaných jazykových jednotek.

V přehledové studii De Witteová et al. (2011) shromáždili korpus 465 pacientů s talamickou lézí uváděných v literatuře od roku 1980. Podle jejich analýz se u 60 % osob z tohoto souboru objevily alespoň čtyři ze šesti základních symptomů, které jsou obvykle spojované s poškozením talamických jader:

1. fluentní řečová produkce;
2. normální nebo jen lehce snížené skóre v subtestech porozumění;
3. normální nebo jen lehce snížené skóre v subtestech opakování;
4. středně těžká nebo těžká anomie charakterizovaná sémantickými parafáziemi;
5. drobné artikulační odchylky;
6. redukce spontánní řečové produkce.

Poněkud rozporuplně vypadají body jedna a šest. U pacientů s talamickou lézí se prezentuje produkce řeči jako plynulá (opakem je dysfluentní řečová produkce u osob s Brocovou afázií), přičemž ale objem řečové produkce je značně redukován. Podle De

²² Neologismus v afaziologii označuje produkci neexistujícího výrazu – fonologicky deformovaný výraz, u něhož nelze rozpoznat cílovou formu.

Witteové (2006) je redukován jak objem produkce – diskurzivní rovina, tak jsou zjevné i známky zjednodušené syntaxe (*simplified syntax*). Princip těchto potíží nespočívá – tak jako u Brocovy afázie, kdy je porušen generativní mechanismus – v narušení procesů uplatňujících gramatická pravidla při tvoření větných výpovědí, ale je ryze důsledkem potíží spojených s narušením mechanismu selekce vhodných lexikálních zástupců ze souboru soutěžících lexémů, popř. je narušen mechanismus vybavování a retence konceptů těchto lexikálních zástupců. Jádrem deficitu jsou tedy změny v lexikálně-sémantickém zpracování, které neumožňují plné rozvinutí větné struktury odpovídající záměru mluvčího.

1.3.2.2 Bazální Ganglia (BG)

Bazální ganglia je označení pro skupinu několika buněčných struktur šedé hmoty uložených bilaterálně pod kůrou mozkovou. BG tvoří čtyři základní struktury – striatum, pallidum, substantia nigra a subthalamic nucleus. Tři z těchto struktur – striatum, globus pallidus a substantia nigra – se člení do dalších anatomických částí. Striatum se rozděluje na ventrální a dorzální část. Dorzální striatum se skládá z nucleus caudatus a struktury nazývané putamen. Ventrální striatum je členěno na nucleus accumbens, septum a olfactory tubercle. Pallidum může být rozděleno na tři základní substruktury – externí a interní segment a ventrální pallidum. Substantia nigra mají několik anatomických subdivizí. Nejznámější a nejvíce studovanou strukturou jsou tzv. substantia nigra, protože jejich narušení vede k propuknutí Parkinsonovy choroby. Mezi dominantní příznaky se u této nemoci řadí i porucha řečové produkce a dílčí oslabení některých kognitivních funkcí (Webster, 1999; Petrovický, 2002; Koziol a Budding, 2009 viz obr. 5 v barevné příloze).

BG jsou propojena prostřednictvím axonů (bílá hmota) s celým kortexem. Dostávají z celého kortexu informace o průběhu zpracování informací v různých systémech kognice – motorickém, jazykovém, paměťovém, afektivním a volním a zpětnými projekcemi selektivně aktivují či inhibují určité procesy zpracování, čímž zásadně ovlivňují naše chování v tom nejširším smyslu slova. Tzv. kortiko-striato-pallido-thalamo-kortikální smyčka umožňuje systémům kognice, aby naše aktivita v různých doménách získala potřebný sekvenční sled (*serial-order processing*). BG selektují aktivované kortikální reprezentace. Jejich úkolem je ponechat vybrané reprezentace aktivní (*on-line*) a inhibovat v soutěži poražené zástupce kortikálních reprezentací tak, aby neměly rušivý vliv na formování smysluplné a účelné aktivity složené z několika na

sebe navazujících sekvencí. BG jsou nezbytným mediátorem sekvenčního učení. Mají zcela zásadní vliv na proces automatizace činnosti a kontrolu jejího provedení (Longworth, et al., 2005; Booth et al., 2007; Koziol a Budding, 2009).

Všechny zmiňované funkce BG jsou nesmírně důležité pro správné fungování systémů, které participují na organizaci mezilidské komunikace. V literatuře se stále častěji objevují klinické kazuistiky osob s poškozením bazálních ganglií v levé hemisféře, jejichž důsledkem jsou různorodé deficity v oblasti řečové produkce (Radanovic a Scaff, 2003; Radanovic et al., 2003; Crescentini et al., 2008). Crescentini a jeho kolegové popisující takový případ dospěli po důkladné analýze výkonu jejich pacienta v několika jazykových úlohách k závěru, že změny činnosti BG způsobené organickým poškozením mají za následek oslabení schopnosti generovat verbální odpovědi v situaci, která vyžaduje selekci z několika soutěžících – zároveň použitelných – jazykových reprezentací. Pokud byl pacient v situaci, kdy odpadla nutnost volby a byla vyžadována jednoznačná verbální reakce, jeho výkon byl stoprocentní. Zcela zásadní potíže měl pacient v úlohách, které vyžadovaly bezchybné fungování pracovní paměti. Výrazně snížené skóre měl v subtestu opakování větných výpovědí (21/150max), protože u každé věty v souboru vynechal 1 až 2 slova. Selhání bylo zjevné také v Token Testu²³, který se zaměřuje na větné porozumění. Autoři ovšem interpretovali snížené skóre (13/50max) nikoli jako poruchu porozumění, ale jako důsledek snížené funkční kapacity verbální paměti, neboť pacient vykazoval chybné motorické reakce pouze u větných výpovědí, které obsahovaly vícenásobné selektivní informace o objektu, se kterým měl manipulovat.

Popisovaný typ afázie ovšem nemá charakter klasické afázie při poškození elokventních kortikálních oblastí. Dominantními potížemi nebyly u pacienta fonologické parafázie či typický agramatismus. Hlavním znakem byla redukce spontánní řečové produkce. V produkci se objevovaly pouze větné výpovědi se základní větnou strukturou bez rozvíjejících větných členů. Zjevná byla absence souvětných struktur. V produkci se objevovaly často nedokončené výpovědi, projevovala se neschopnost rozvinout myšlenkový koncept jazykovými prostředky – opakování částí výpovědí, časté přerušování a nové pokusy o iniciaci produkce. Pacient preferoval komunikaci na úrovni denní frazeologie (viz 3.1.1.6). V nelingvistických systémech

²³ Token Test se používá v afaziologii k vyšetření porozumění. Pacient manipuluje s určitými barevnými geometrickými obrazy na základě příkazové instrukce examinatora.

kognice dominovaly potíže v oblasti exekutivních funkcí, pracovní paměti a selektivní pozornosti (Crescentini et al., 2008).

Podle Kozoila a Buddingové (2008) je z vývojového hlediska úlohou BG výkonná automatizace našeho jednání. Autoři tvrdí, že tato funkce má pro organizaci lidské formy komunikace nesmírnou (fylogenetickou) výhodu. Rutinizace jazykové komunikace umožňuje komunikantům bez vědomého úsilí transformovat mentální koncepty do vysoce organizované jazykové struktury podle závazných pravidel. Jestliže tato automatická aktivace sekvencí mluvené výpovědi selhává, lze spatřit poruchy řečové produkce, tak jak byly popsány u pacienta ve studii Crescentiniho et al. (2008).

Hlavní úlohou frontostriatálního systému je adaptovat nové motorické, percepční a jazykové informace do formy rutinních aplikací v dané doméně. Koncept automatizace frekventovaných kognitivních aktivit prostřednictvím kortiko-subkortikální smyčky vyhovuje duálnímu modelu deklarativního a procedurálního systému učení a paměti (Ullman, 2004) (viz kap. 2.2.1). Deklarativní systém učení a paměti zprostředkovává osvojování a retenci faktických informací a vědomých prožitků. Procedurální systém slouží k osvojování nových a kontrole již naučených motorických a jiných kognitivních dovedností. Z hlediska účasti BG v systému učení a paměti se jako důležitý ukazuje systém procedurální paměti, neboť BG jsou součástí neuronální sítě společně s oblastmi frontálního laloku. Implicitní, vůlí nekontrolované, vysoce zautomatizované procesy realizované podle schémat uložených v procedurální paměti jsou základem aplikace systému jazykové komunikace. Průběh řazení sekvencí jazykových jednotek podle vnitřního mentálního modelu osvojených pravidel (*rule-based mental grammar*) je výsledkem činnosti kortiko-subkortikálních (fronto-striatálních) aktivací. Podle Ullmanové (2004; Ullmanová a Pierpont, 2005) dokládá tyto souvislosti vývojová porucha osvojování jazyka (SLI - *specific language impairment*). Výskyt abnormit ve frontostriatálním (procedurálním) systému učení a paměti má za následek oslabení schopnosti osvojit si kompletně gramatiku mateřského jazyka.²⁴

1.3.3 Jazykově dominantní vs. jazykově nedominantní hemisféra

Koncept jazykové, resp. nejazykové dominance mozkových hemisfér má v neurovědách dlouholetou tradici. Jedná se o koncept vytvořený na podkladě pozorování osob se získanou formou neurogení poruchy jazykových funkcí – afázií.

²⁴ U nás se kategorie jazykové poruchy typu SLI označuje jako vývojová afázie (viz Dlouhá, 2003).

Jeho počátek lze datovat od roku 1861, kdy Paul Broca představil odborné veřejnosti svoje slavné pacienty s afázií, kteří měli rozsáhlá poškození mozkové tkáně v levé hemisféře (LH) (Knecht et al., 2000; Fonsecaová et al., 2009). Koncept jazykové dominance levé hemisféry byl a je dodnes tvořen prizmatem medicínských a neuropsychologických dogmat. Určitým způsobem redukuje komplexní a složitou strukturu jazykových reprezentací a systémů jejich zpracování. Nicméně podle některých autorů nebyl vliv pravé „jazykově nedominantní“ hemisféry (PH) na jazykové zpracování doposud spolehlivě prokázán (Blake, 2007).

V klinické praxi se ukazuje, že většina lézí levé hemisféry má za následek různou formu jazykové poruchy, jejímž typickým znakem je ztráta generativních mechanismů lingvistických reprezentací na úrovni morfosyntaktické, popř. deficit aktualizace slov a jejich konceptů v rovině lexikálně-sémantické, kdežto při poškození kortikálních a subkortikálních struktur pravé hemisféry vzniká obvykle subtilní (klasickými afaziologickými vyšetřovacími postupy těžko odhalitelný) jazykový deficit zasahující především pragmatickou rovinu komunikace a suprasegmentální úroveň zpracování zvuku řeči (Pulvermüller, 2002).

Ke zpracování jazykových reprezentací přispívají obě mozkové hemisféry. Většina odborníků se přiklání k názoru, že ve zpracování segmentálních prvků jazykové informace, které postupným seskupováním podle interních pravidel daného jazykového systému vytvářejí stále komplexnější a informačně bohatší strukturu (fonologické, morfologické, syntaktické zpracování), hraje zásadní roli především levá hemisféra. Pravé hemisféře jsou připisovány kromě typických kognitivních aktivit jako jsou vizuálně prostorová percepce, sociální a emoční inteligence i jazykové funkce přesahující základní gramatické operace na větné úrovni (mimo intonace ovšem). PH významně přispívá k výstavbě diskurzivní úrovně jazykové komunikace, podílí se na propojování inferencí v textu, aktivuje konotativní významy slov, zpřístupňuje nedoslovné formy významů frazémů a idiomů atd. Poškození buněčné tkáně PH může způsobit rozmanitou škálu symptomů. V literatuře se pro tento soubor jazykových deficitů vžilo označení sémanticko-pragmatická porucha nebo kognitivně-komunikační deficit (Müllerová, et al., 2003; Schimer, 2004; Beeman, 2005; Perfetti and Frishkoff, 2008; Stemmerová, 2008; Fonsecaová, 2009 – viz schéma 2) (viz kap. 3.3).

Components	Definitions	Structural aspect	Functional aspect	LH	RH
Phonological	Related to the language sounds	X		X	
Morphologic	Related to morphemes – smaller meaningful units – which build up words	X		X	
Syntactic	Related to sentence organization	X		X	
Semantic	Related to the meaning of linguistic units: literal (LH) and nonliteral (RH)	X	X	X	X
Pragmatic	Related to the interlocutors' communicative intentions		X		X

Schéma 2 Rozložení jazykových rovin v mozkových hemisférách (Fonsecaová et al., 2009).

Za normálních okolností, tj. u osob bez neurologického onemocnění, zpracovávají obě hemisféry všechny druhy lingvistické informace. Liší se ovšem hloubkou zpracování, množstvím časové kapacity vymezené na zpracování této informace a typem selektivity informace (Chiarellová, 2003). LH je schopna ve velmi krátkém čase abstrahovat od povrchní vstupní informace (*input*) o vzhledu písma či akustických aspektech mluvené výpovědi směrem k abstraktním jazykovým informacím – na nižší rovině zpracování k fonémům, které mají být základem pro vyhledání slov v mentálním lexikonu. Po zpřístupnění jazykových informací o lexikální jednotce se LH uchyluje k rychlé, úzce zaměřené selekci slovního významu, který odpovídá nejlépe povrchnímu hodnocení kontextu výpovědi. Jiné studie naznačují spíše přítomnost efektu frekvence výskytu slova, respektive jeho účasti v určitém kontextu, což znamená, že zautomatizované procesy LH se snaží ekonomickým způsobem urychlit a usnadnit porozumění, když využívají probablistických postupů aktivace významu slov (Beeman, 1993, 2005).

Z perspektivy tohoto modelu bude pro osobu pracující na železnici primárním lexikálním významem výrazu *kolej* ten, který je spojen s jeho profesí. Levá hemisféra aktivuje primárně, rychle a bez reflexe tento význam výrazu *kolej* kdykoli, a to i v případech, kdy je jeho preference v rozporu s jazykovým či situačním kontextem. Paralelní aktivace pravé hemisféry umožňuje postupné „pomalé“ (ovšem stále v řádu milisekund) zapojení sekundárního významu (ubytovna pro studenty) do procesu interpretace, resp. reinterpretace. V případě studenta by to mohlo být naopak, pokud by se nejednalo o studenta dopravní fakulty. Zde by byl přítomen patrně silný efekt soutěže mezi oběma lexikálními koncepty homonyma, neboť jejich frekvence výskytu může být totožná či velmi blízká.

Celý systém činnosti LH a PH je založen na funkci aktivace vhodné a dezinhibice nevhodné informace. Levá hemisféra se rychle zaměřuje na aktivaci vlastností (sémantických rysů) souvisejících s dominantním, doslovným či kontextově relevantním významem a inhibuje informace podřadné či kontextově irelevantní. Pravá hemisféra udržuje velmi slabé, poměrně vzdálené a neobvyklé sémantické souvislosti v rámci difuzní sémantické sítě – informace, které se zdají být v první fázi zpracování jako irelevantní či druhořadé (Beeman, 2005).

Chiarellová (2003) vnímá PH jako operační systém, který aktivuje a zadržuje redundantní informace, které ovšem mohou korigovat nedokonalý výsledek vysoce zautomatizovaného zpracování v LH na všech úrovních jazykové struktury. Tím také ale naznačuje, že obě hemisféry spolu interagují. Klade se důraz na princip paralelního zpracování jazykové informace, ovšem při zachování rozdílnosti ve způsobu zpracování. Způsob zpracování informací, a to nejen těch jazykových, je založen na principu komplementární výměny informací o průběhu specifických aktivit jednotlivých hemisfér, což umožňuje účinnou operativní sílu při volbě relevantních informací (Chiarellová, 2003; Beeman, 2005; Hellige, 2008) (viz kap. 2.4.1.3). Interhemisferální výměna informací je na anatomické úrovni zprostředkována strukturou nazývanou corpus calosum. Obě hemisféry spojuje masivní svazek obsahující zhruba 200-800 milionů nerovných vláken (Webster, 1999; Seikel, et al., 2005; Hellige, 2008).

V medicínských oborech do určité míry dodnes přežívá předpoklad funkční nadřazenosti LH pro jazykové funkce, a proto byly a jsou pochopitelné snahy o nalezení i neuroanatomického korelátu, který by dominanci LH potvrdil. Geschwind a Levitsky v 70. letech minulého století pozorovali zjevnou morfologickou asymetrii v oblasti zadní části horního spánkového závitu. Struktura popisovaná jako planum temporale (pt) se ukazovala větší v LH než v PH, a to nejen u lidí, ale i šimpanzů. Tato struktura by měla přesahovat do tzv. Wernickeova centra. Autoři předpokládali, že tato struktura má významný podíl při percepci jazykově specifických informací, ovšem jaká je skutečná funkce pt je doposud neobjasněno. Stejně tak je záhadou, proč homo sapiens (připustíme-li, že pt nějak souvisí s jazykovými funkcemi, resp. s percepcí zvuku řeči) sdílí stejnou strukturu s jeho geneticky nejbližším příbuzným primátem, a přesto nemůžeme u šimpanzů pozorovat systém dorozumívání podobný tomu, jaký si osvojil člověk (Hugdahl, 2005).

Šedesáti procentní výskyt morfologické asymetrie struktury planum temporale (větší struktura v LH) u zdravé populace není v souladu s číselným údajem o počtu osob

s výskytem afázie při poškození LH (v literatuře se udává až 96% výskyt afázie). Planum temporale tak nelze jednoznačně spojit s jazykovými funkcemi LH (Dorsaint-Pierre et al, 2006). Daleko prokazatelnější vztah k funkční jazykové dominanci má výskyt levostranné asymetrie nervového svazku spojujícího anteriorní a posteriorní oblasti kortexu – fasciculu arcuatu (viz kap. 1.3.1.4). V současnosti se u zdravé populace odhaduje 80% výskyt této morfologické asymetrie (Catani, 2009). Podstatné je, že obě hemisféry vykazují jen částečné morfologické rozdíly ve struktuře kortexu u některých takzvaně jazykově prominentních oblastí (viz např. planum temporale, fasciculus arcuatus), ale nelze mluvit o tom, že některá z hemisfér má nějakou specifickou strukturu, která chybí té druhé, a je tak více disponována pro zpracování jazyka (Beeman, 2005).

ČÁST 2

KONCEPT NEUROLINGVISTICKÝ

Human language and thought are crucially shaped by the properties of our bodies and the structure of our physical and social environment. Language and thought are not best studied as formal mathematics and logic, but as adaptations that enable creatures like us to thrive in a wide range of situations.

Jerome A. Feldman (2008)

2.1 Jazyk, kognice a mozek

Biologický systém CNS vyvinul v průběhu vývoje člověka nové kognitivní systémy, které mají ryze nebiologické funkce. Tři funkčně rozdílné systémy pro dýchání, vokalizaci a deglutinaci (žvýkání a polykání – orofaciální oblast) byly spojeny v jeden koordinovaný funkčně propojený systém kontroly tvoření hlasu a produkce artikulované řeči. Stejně tak jazykový systém vznikl jako nadstavba prelingvistického (symbolického) systému percepčních reprezentací, paměti a systému plánování odpovědí, resp. reakcí. Tento systém se vyvinul z ještě primitivnějšího systému senzomotorické kontroly, který zajišťuje u všech organismů schopnost motorické reakce na senzorický podnět (Ingram, 2007).

Jazyk – organizovaná struktura znaků s potenciálem tvořit komplexnější struktury – je přenosovým médiem pro zprostředkování mentálních konceptů mezi lidmi. Podle Jackendoffovy teorie paralelní architektury (*Parallel Architecture* – 2003; 2007) je při studiu jazyka nutné zaměřit pozornost nejen na struktury jazykových znaků (*theories of linguistic structure*), ale i na povahu mentálních procesů aplikujících jazykové struktury v produkci a percepci řečové komunikace (*theories of language processing*). Je nutné se ptát na to, jaký repertoár jazykových informací (reprezentací) uložených v dlouhodobé paměti a soubor principů jejich organizace (procesů) zakotvených v procedurální paměti mluvčí nebo posluchač využívá k tomu, aby úspěšně převedl mluvenou výpověď na význam/koncept a význam na artikulovaný zvuk v různé komunikační situaci.

Komunikace je časoprostorový fenomén. Jackendoff (2007) píše, že startovním bodem celého časově ohraničeného procesu percepce řeči, resp. porozumění je analýza strukturovaných fonetických řetězců, koncovým bodem je zpřístupnění významu, který tento akustický proud nese. Na neurofyziologické úrovni se hovoří o tom, že celý proces zahajuje systém centrální sluchové analýzy. Rozpoznání významu či záměru dané výpovědi (koncový bod procesu) zajišťuje systém jazykového porozumění. V produkci výpovědi je podle Jackendoffa (2007) startovní fází aktivace významů (myšlenek – prelingvistický proces), které mohou být podle autora kompletní nebo se mohou vyvíjet v průběhu samotného procesu produkce. Tečku za celým průběhem řečové produkce tvoří artikulovaný proud řeči. Počátek procesu se na neurokognitivní úrovni odehrává v konceptuálním systému, koncovým článkem je aktivace systémů plánování, řízení a kontroly motorických aspektů řečové produkce.

Jackendoff (2003; 2007) vkládá mezi zvuk (*phonological sound structure*) a význam (*semantic structure*) organizační prvek, který má za úkol tvořit explicitní rámec pro relace zvuku a významu – syntax (*syntactic system*). Rozdíl mezi systémy produkce a porozumění může určovat různou míru zapojení systému syntaxe v průběhu celého procesu zpracování výpovědi. Produkce vyžaduje „více syntaxe“, protože gramatické uspořádání je pro mluvčího závazné – adekvátní slovosled, korektní flektivní tvary slovesných a jmených výrazů, použití sémanticky odpovídajících prepozic atd. Zato systém porozumění je podle Jackendoffa méně vázán na systém syntaxe (*less syntax-bound*), protože sémantický systém dokáže provést korektní interpretaci často rychleji a spolehlivěji.²⁵

Podobně jako Jackendoff uvažuje i Caplan (1987; 1996) o jazykové komunikaci jako o procesu. Předpokládá existenci systému jazykového zpracování (*language processing system*), který organizuje všechny jazykové reprezentace účastníci se procesu porozumění a produkce řeči. Nicméně tyto teorie nespojují systém jazyka a systém jazykového zpracování s celým neurokognitivním systémem. Řečová produkce a porozumění mluvené výpovědi jsou v podstatě dvě systémové jednotky spojené v jeden funkční celek. Akt porozumění není zahájen v systému jazykového porozumění analýzou zvukových segmentů. Před tímto primárním percepčním výkonem se odehrává v mysli celá řada mentálních operací, které systém porozumění modulují. Každý účastník jazykové komunikace má určitá očekávání – o komunikačních partnerech, o komunikaci samotné, o tom co, se chystá sdělit. Proces porozumění značně ovlivňuje znalost tématu diskuze a také úroveň společných znalostí komunikantů apod.

Mnoho důvodů vede k tomu, abychom zakotvili systém jazyka do celé kognitivní struktury. Pro úspěšnou komunikaci potřebujeme nejen Caplanův systém jazykového zpracování (systém produkce a porozumění), ale i systém paměti. Paměť nám zprostředkovává jednak automatické procesy zpracování jazykových reprezentací (procedurální paměť), jednak nás vybavuje souborem znalostí, které tvoří obsah našeho komunikování. Důležitým aspektem je také proces kontroly celého aktu. Centrální systém exekutivní kontroly operativně řídí celý průběh komunikace. Je iniciátorem

²⁵ Asyntaktická porozumění větné výpovědi nemusí být důsledkem jen patologických procesů vyvolaných neurologickými onemocněními. U osob s afázií je tento způsob redukován syntaktické analýzy (parsingu) vynucen oslabením neuronálních zdrojů aplikovaných v systému jazykové porozumění (viz kap. Asyntaktické porozumění větné výpovědi). U populace bez neurologického onemocnění je tento mechanismus aplikován (vynucen) např. v situaci zvýšeného hluku v pozadí nebo v případě, že hovoří více osob najednou a náš systém porozumění pracuje s nekompletními informacemi. Na základě našeho souboru kontextových znalostí, znalostí o jazykovém kontextu, určitých expektací se snaží systém porozumění překlenout mezeru vlastními návrhy.

jazykové komunikace. Aktivně směřuje naše jazykové chování k předem stanovenému cíli. Kognitivní systém specifikuje potřebné úrovně reprezentací (*linguistic structure*) a určuje jednotlivé formy zpracování těchto reprezentací (*language processing system*) (Hagoort, 2008).

2.2 Systém porozumění a kognice

Kognitivní systém jako celek organizuje, řídí a kontroluje průběh jazykového zpracování na několika úrovních. Jako primární kognitivní úroveň si lze představit základní zvukovou analýzu řeči – percepci recipročně spojenou se systémem motorického plánování (*embodiment cognition*). Sekundární úroveň reprezentuje zpřístupnění konceptuálních/sémantických informací o lexikálních konstituentech výpovědi, které jsou uloženy v dlouhodobé sémantické paměti; morfosyntaktický parsing a sémanticko argumentová analýza zprostředkované systémem procedurální paměti a pro potřeby paralelního zpracování uložené do systému pracovní paměti. Terciární úroveň tvoří kognitivní systémy ovlivňující proces porozumění z vnějšku – systém exekutivní kontroly, systém anticipace založený na probabilistickém zpracování, afektivní systém nebo systémy pozornosti, učení a systém čtení mysli – *Theory of Mind* (viz dále).

2.2.1 Vztah systému porozumění a funkce paměti

2.2.1.1 Pracovní paměť

Nejnámějším modelem pracovní paměti (*working memory* - WM) je Baddeleyův (1986; 2003; 2010) multikomponentový model. Původní komponentový model byl tříložkový. Později byl k vizuospaciálnímu náčrtníku, fonologické smyčce a exekutivnímu systému doplněn komponent epizodického zásobníku (*episodic buffer*) (viz Schéma 3).

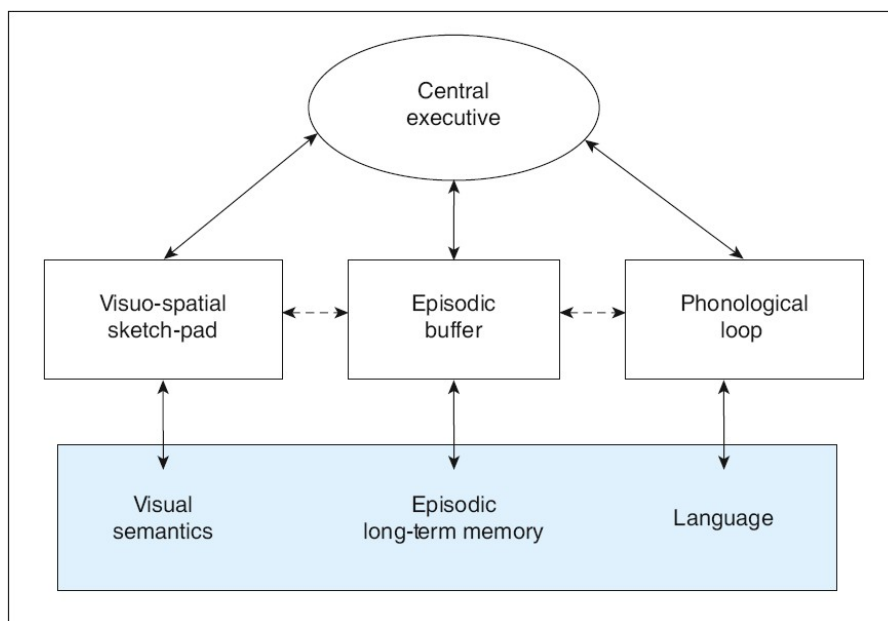


Schéma 3 Multikomponentový model pracovní paměti Baddeley (2003; 2010).

System pracovní paměti je životně důležitou kognitivní komponentou celého systému jazykového zpracování. Existují představy, že míra komplexnosti zpracovávané jazykové struktury určuje míru zapojení systému pracovní paměti. Čím složitější konstrukce, tím větší míra zapojení systému WM. Míra zapojení WM koreluje i s mírou aktivace určitých kortikálních oblastí. Za komplexní struktury se považují ty, které se nějakým způsobem odvozují od standardních (nepříznakových) konstrukcí. V neurolingvistické literatuře se často studují derivované konstrukce se změněným slovosledem – pasivní věty, otázky či relativní věty s objektovým doplněním v pozici subjektu apod.

Některé výsledky afaziologických studií potvrzují důležitost systému WM ve větném zpracování. Některé klinické projevy u osob s afázií svědčí nikoli o poškození samotného systému jazykového zpracování, ale jeví se ve své podstatě jako důsledek oslabení funkce pracovní paměti. Často uváděným příkladem je výrazně patologický či náhodě se rovnající výkon osob s Brocovou afázií v úloze větného porozumění oproti výborným výsledkům v testu gramatického rozhodování (Grodzinsky, 2000).

Zmíněné pojetí systému WM je ovšem značně ovlivněno – nutno dodat, že negativně – syntaktocentrickými tendencemi určité skupiny odborníků. Abychom mohli vůbec rekonstruovat význam slyšené výpovědi, musíme udělat mnohem víc než jen vyhledat významy jednotlivých slov a určit formální vztahy mezi slyšenými výrazy na základě syntaktické struktury věty. Porozumění mluvené výpovědi je komplexní proces odehrávající se v určitém časovém rozmezí, v určitém jazykovém a situačním kontextu,

proto zahrnuje kromě uvedeného syntaktického parsingu a lexikálně-sémantické analýzy a zapojení dalších jazykově specifických subsystémů jako jsou fonologie a morfologie či určení argumentové struktury i takový kognitivní proces jako je inference, která svojí kognitivní podstatou přesahuje samotný systém jazykového zpracování (Osterhout et al., 2007; Kljajević, 2010).

Všechny jazykové procesy jsou časově podmíněné. Jednotlivé segmenty jazykové informace vyžadují krátkodobou, dočasnou manipulaci do doby, než dojde ke kompletní strukturaci podle interních pravidel uložených v dlouhodobé paměti (LTM). Jackendoff (2007) vnímá systém jazykové pracovní paměti (LWM) jako společný mentální pracovní prostor, ve kterém se on-line odehrává formování jazykových fragmentů do podoby kompletní informační struktury. Ve vztahu k dlouhodobé paměti (LTM) je systém pracovní paměti vnímán jako samostatná funkční jednotka. Nicméně, formování jazykové struktury vyžaduje funkční komplementaritu obou zmíněných systémů.

Jackendoffův procedurální model LWM zahrnuje tři komponenty, které odpovídají třem nezávislým jazykovým systémům v autorově pojetí teorie Paralelní architektury jazykového zpracování – WM pro systém fonologický, syntaktický a sémantický. WM zajišťuje nejenom dočasnou retenci reprezentací pro jednotlivé jazykové systémy, ale i konektivitu mezi jednotlivými subkomponenty WM, tak aby mohlo docházet k on-line vázání (*binding*) těchto reprezentací.

Podíl WM na jazykovém zpracování demonstruje Jackendoff (2007) na příkladu percepce/porozumění dvou větných konstrukcí, jejichž iniciální sekvence jsou foneticky identické, ovšem fonologicky, syntakticky i sémanticky jsou odlišné:

1. *It's not a parent, it's actually a child.*
2. *It's not apparent, it's actually quite obscure.*

Na úrovni iniciální klauzy není posluchač schopen (při absenci kontextové informace) rozpoznat, zda se jedná o nominální frázi (v prvním případě), nebo o frázi adjektivní (druhá věta). V Centrálním sluchovém analyzátoru proběhne zpracování akustické informace. Výsledek zpracování – fonetická informace [itsnatəpærənt] – vstupuje do systému pracovní paměti (viz schéma 4). Fonetická informace kontaktuje mentální lexikon – systém dlouhodobé paměti (LTM). Na informaci odpovídají aktivací příslušné fonologické struktury.²⁶ Na aktivované fonologické zástupce se váže i aktivace sémantických a syntaktických informací těchto zástupců (viz schéma 5).

²⁶ Jak *it's*, tak *its*; jak *not*, tak i *knot*; jak *apparent*, tak i *a parent*.

Lexikální jednotky, které jsou tvořené fonologickou sekvencí, jsou podle Jackendoffa (2007) nakopírovány společně se syntaktickou a sémantickou informací do příslušného subkomponentu pracovní paměti (viz schéma 5). Syntaktické oddělení WM v této fázi zpracování může na základě informací o výběru lexikálních zástupců provést syntaktickou integraci, tj. z dat kopírovaných z LTM, kde jsou uloženy formy syntaktických struktur, vytvoří syntaktický rámec odpovídající aktivovaným lexikálním zástupcům (viz schéma 6). Dalším krokem je sémantická integrace, tj. výstavba sjednocené sémantické struktury z částí sémantických informací, které se vážou na příslušné lexikální zástupce.

V této fázi ponechává WM aktivované dvě vzájemně se vylučující struktury korespondující s významy dvou možných interpretací fonetické informace. Jakmile dojde k začlenění druhé části věty (klauze) *it's actually a child* do sémantické struktury první klauzy *it's not a parent* v systému pracovní paměti, automaticky se deaktivuje sémanticky irelevantní struktura *it's not apparent*. Inhibují se i struktury ve fonologickém a syntaktickém oddělení pracovní paměti odpovídající struktuře *it's not apparent* (viz schéma 7 a 8).

Pokud celý proces analýzy větné výpovědi proběhne rychle a není v žádné fázi narušen, měl by systém jazykového porozumění recipienta bez potíží zpřístupnit jeho vědomí finální sémanticky koherentní strukturu *It's not a parent, it's actually a child*, aniž by měl pocit dvojznačnosti či svedení na druhou kolej interpretace ve smyslu *it's not apparent* (Jackendoff, 2007).

Ne vždy ale probíhá analýza mluvené řeči v optimálních podmínkách. Systém jazykového zpracování může být ovlivněn řadou faktorů, které stimulují preferenční aktivaci fonologických zástupců na úkor ostatních – jazykový kontext, situační kontext, frekvence výskytu. Viz následující příkladové věty:

a. To není ze mně, to je z ní.

b. To není Země, to je Mars.

Hypoteticky si lze představit situaci, ve které by jeden z fonologických zástupců pro fonetickou informaci [tonenízemně] z nějakého důvodu chyběl (nedojde k jeho aktivaci tak, jak je to uvedeno v Jackendoffově modelu) – např. zástupce **to není Země**. Interpretace větné konstrukce by byla ohrožena preferencí pouze jednoho aktivovaného zástupce v mentální struktuře pracovní paměti. Mohlo by dojít k tomu, že posluchač po začlenění druhé části konstrukce nepochopí její smysl. Operuje-li WM jen s aktivací

fonologického zástupce **to není ze mně**, například z důvodu jeho nedávného užití v komunikaci (efekt primingu), a zástupce **to není Země** chybí či je aktivačně výrazně potlačen, má systém jazykového porozumění k dispozici fonologického zástupce, který nevede k formování koherentní sémantické struktury (ač syntakticky relevantní) – **To není ze mně, to je Mars**. Druhá klauze v tomto případě neposkytuje vhodný sémantický kontrast. Musí dojít k reorganizaci celého procesu. Fonetický vstup (*input*) pravděpodobně aktivuje v LTM lexikonu již jen ideálního zástupce (rovnou deaktivuje fonologického zástupce, který byl odmítnut), nakopíruje jej do systému pracovní paměti a dokončí proces reinterpretace. Systém pracovní paměti sám o sobě neovlivňuje proces aktivace jazykových reprezentací, využívá jen ty informace, které jsou do něj nakopírovány. V případě odmítnutí konkrétní reprezentace systémem jazykového porozumění se její paměťová stopa okamžitě rozpadá a uvolňuje místo vhodnějšímu jazykovému zástupci, který lépe zapadá do struktury výpovědi jak z hlediska syntaktického, tak i sémantického a kontextového.

phonology	syntax	semantics
itsnatəperənt		

Schéma 4 Podoba systému WM pro všechny jazykové systémy po expozici prvních pěti slabik.

Lexicon

ə - Det - INDEF	tuw - Num - TWO	kæt - N - CAT
tuw - P - TO	perənt - N - PARENT	kik ðəbukət - VP - DIE
dəvawɾ - V - DEVOUR	əperənt - Adj - APPARENT	
[_{VP} V - NP]	[_{VP} V - AP]	[_{NP} Det - N] [_{AP} A] [_S NP - VP]

Working Memory

[ə] ₁ [pərent] ₂	Det ₁ N ₂	INDEF ₁ PARENT ₂
[əperənt] ₃	Adj ₃	APPARENT ₃

Schéma 5 Kopírování gramatických a sémantických informací do všech systémů WM.

Lexicon

ə - Det - INDEF	tuw - Num - TWO	kæt - N - CAT
tuw - P - TO	perənt - N - PARENT	kik ðə bukət - VP - DIE
dəvawɹ - V - DEVOUR		əperənt - Adj - APPARENT
[VP V - NP]	[VP V - AP]	[NP Det - N] [AP A] [S NP - VP]

Working Memory

[ə] ₁ [perənt] ₂	<pre> NP / \ Det₁ N₂ </pre>	INDEF ₁ PARENT ₂
[əperənt] ₃	<pre> AP Adj₃ </pre>	APPARENT ₃

Schéma 6 Stav syntaktické složky WM po syntaktické integraci.

[ə] ₁ [perənt] ₂ ... [čayld] ₅	<pre> NP₄ ... NP / \ Det₁ N₂ N₅ </pre>	[PARENT ₂ ; INDEF ₁] ₄ CONTRASTS-WITH [CHILD] ₅
[əperənt] ₃ ... [čayld] ₅	<pre> AP ... NP Adj₃ N₅ </pre>	[APPARENT]₃ CONTRASTS-WITH [CHILD]₅

Schéma 7 Odmítnutí zástupce s nevyhovujícím sémantickým kontrastem v sémantické složce WM

Lexicon

ə - Det - INDEF	tuw - Num - TWO	kæt - N - CAT
tuw - P - TO	perənt - N - PARENT	kik ðə bukət - VP - DIE
dəvawɹ - V - DEVOUR		əperənt - Adj - APPARENT
[VP V - NP]	[VP V - AP]	[NP Det - N] [AP A] [S NP - VP]

Working Memory

[ə] ₁ [perənt] ₂ ... [čayld] ₅	<pre> NP₄ ... NP / \ Det₁ N₂ N₅ </pre>	[PARENT ₂ ; INDEF ₁] ₄ CONTRASTS-WITH [CHILD] ₅
[əperənt]₃ ... [čayld]₅	 <pre> AP ... NP Adj₃ N₅ </pre> 	[APPARENT]₃ CONTRASTS-WITH [CHILD]₅

Schéma 8 Výběr zástupců ve všech složkách WM podle sémantického kontrastu a inhibice nevyhovujících reprezentací.

2.2.1.2 Procedurální paměť a gramatika

Procedurální paměť je součástí systému dlouhodobé paměti (*long-term memory*) a jejím hlavním úkolem je uskladnění naučených percepčních, motorických a kognitivních dovedností a návyků. Tento paměťový systém je nezbytný pro osvojování

si určitých pravidel ve struktuře sensorických informací a motorických činností. Je naprogramovaný pro učení se sekvenčnímu pořadí vstupních informací. Informace uložené v tomto systému nejsou přístupné vědomí, a proto se často označuje jako implicitní paměť (Ullmanová, 2004; 2008; Koziol a Buddingová, 2009).

Formování gramaticky korektních větných výpovědí a průběh analýzy větné výpovědi nemusejí být podle Branánové (2009) nutně záležitostmi pokročilých jazykově specifických systémů (ve smyslu modulárního aparátu pro syntax), ale může se ukázat, že inherentní kreativita jazykových struktur závisí na méně jazykově sofistikovaných neurokognitivních systémech. Za takový systém můžeme podle autorky pokládat procedurální paměť, která je univerzálním organizačním mechanismem automatického chování pro všechny formy života (viz kap. 1.3.2.2 a 2.4.2.1).

Tento nejazykově orientovaný popis aplikace gramatických pravidel je inspirován poznatky o zapojení subkortikálních struktur do funkce vyšší kognice (*higher-order cognitive functions*). Základem aplikace zautomatizovaných forem chování, činností, a potažmo i řečové produkce a procesu porozumění je zpětnovazební kortiko-bazálně ganglionická smyčka (viz kap. 1.3.2). Procedurální paměť pracuje se souborem uložených informačních matic, které se formovaly v průběhu ontogeneze na základě procesu statistické evaluace vstupních informací o gramatické struktuře ve vzorcích mluvené produkce (viz Pulvermüller, 2010 – kap. 4.2).

Výstavba funkční sítě pro gramatické kódování v neuronální struktuře je zajištěna mechanismem implicitního statistického učení kódujícího sekvenční struktury. Systém jazykového porozumění využívá uložená sekvenční schémata v procedurální paměti k probabilistickému plánování, kterým se odhaduje výskyt následující jazykové informace v lineární struktuře výpovědi. Touto informací může být pravděpodobné pořadí větných členů. Po expozici konkrétního slovesa se může pravděpodobně objevit komplement buď v podobě nominální skupiny, nebo vedlejší věty. Na neuronální úrovni to systému jazykového porozumění umožňuje aktivizovat předpokládané sekvence v lineární struktuře na takovou úroveň (interní syntaktický priming) tak, aby v případě jejich následné expozice se snížily nároky na aktivaci systému a zvýšila se rychlost zapojení do celé struktury, zároveň to umožňuje daného zástupce jako alternativu odmítnout snížením jeho aktivační úrovně – deaktivace, v případě, že následná sekvence nenaznačuje uplatnění této alternativy. Celý systém je založen na principu kompetitivní aktivace pravděpodobných alternativ výskytu v sekvenční struktuře výpovědi (Conway et al., 2010).

Neurokognitivní modul pro syntax je v tomto konceptu nahrazen modulem asociačního učení, který umožňuje osvojení si fonologických, morfologických a syntaktických jazykových segmentů a jejich kombinací. V konečné fázi osvojení má jazykové zpracování podobu plně automatizované (reflexivní) činnosti.

2.2.1.3 Konceptuální systém a sémantická paměť

Konceptuální systém je podle Jackendoffa (2003) součástí systému kognice, nikoli samotného systému jazyka. Je to mentální prostor, v němž se nacházejí informace důležité k porozumění jazykově, ale i nejazykově (vizuálně, sluchově, motoricky) strukturované výpovědi popisující určitou událost zasazenou do konkrétní časové a prostorové dimenze.

Z hlediska neuronálního je konceptuální systém rozsáhle distribuovanou neurokognitivní sítí, která reprezentuje znalosti o světě; o všech aspektech naší fyzické zkušenosti, která zahrnuje rekognici objektů, událostí a činností, manipulaci s objekty, emocionální prožívání a mentální stavy (Barsalou, 2008).

Kromě toho jaké neuronální struktury se podílejí na řízení systému ukládajícího naše znalosti o světě, řeší neurokognitivní vědy jednu základní otázku v oblasti reprezentace našich znalostí, tj. jestli jsou koncepty uskladněny ve formě zobecněných (abstrahovaných) informací bez přímé referenční vazby na specifické zkušenosti (*general-specific hypotheses*), nebo jestli je nezbytnou složkou každodenního užití obsahů sémantické paměti provázáno jakousi rekapitulací motorických, sensorických a afektivních prožitků, které se na formování obsahu určitého konceptu podílejí (*modality-specific hypotheses* – teorie, která je součástí konceptu ukotvené kognice) (Caramazza a Mahon, 2006).

V kognitivní psychologii, lingvistice a filosofii má podle Barslouna (2008) stále dominantní postavení spíše teorie sémantické paměti podle Smithse (1979). Sémantická paměť je v této koncepci vnímána jako modulární (amodální) skladovací prostor, který je možno funkčně odlišit od systému epizodické paměti a modálních neuronálních systémů percepce, motoriky a afektivity. Reprezentace se v amodálním systému sémantické paměti ukládají prostřednictvím tzv. principu transdukce. Naše zkušenost zprostředkovaná periferními systémy (percepce, motorika a afektivní prožívání) je transdukována do amodálního symbolického systému, kde se tvoří konceptuální znalosti. Takto transformované reprezentace jsou substrátem pro zpracování informací o těchto objektech a událostech v případě, že se jedná o zprostředkovanou, nikoli přímou

zkušenost, tedy v případě, že si nemůžeme na objekt sáhnout, přímo ho nepozorujeme, v případě, že nejsme přímými aktéry nějaké události a tato událost je nám zprostředkována jazykem (Barsalou, 2008; Bednyová et al., 2009).

Ovšem v kognitivní neurovědě má v současnosti značný ohlas neuronální teorie jazyka (*Neural Theory of Language – NTL*)²⁷ předpokládající zapojení modálně specifických systémů (somatosenzorického, motorického a afektivního). Jejich účast při zpracování konceptuálních reprezentací v naší mysli bez vztahu k přímé fyzické zkušenosti potvrzuje řada zobrazovacích studií, které se zabývají zkoumáním tzv. systému zrcadlových neuronů (Barsalou, 2008; Feldman, 2008; Arbib, 2010). Modálně specifické teorie konceptuálního systému pracují s představou, že naše znalosti o něčem jsou zprostředkovány vizuálními, auditivními, motorickými, kinestetickými a emocionálními reprezentacemi (koncept židle je v sémantické paměti složen z informací o vizuální podobě objektu, o zvukových aspektech – jak židle vrže, o motorických schématech spojených s fyzickým kontaktem s objektem – jak se na židli sedí, houpe apod.). Jednotlivé neuronální struktury obsahující tyto systémy jsou za určitých okolností aktivovány při poslechu daného výrazu ve formě slova (nepřímá, zprostředkovaná informace o objektu). Na základě těchto výsledků se objevila striktní verze teorie ukotvené kognice (*strong embodiment*), která počítá pouze s periferními systémy bez účasti amodálního systému konceptuálních znalostí.

²⁷ *Neural Theory of Language* (NTL) reprezentuje spíše určitý přístup k jazyku jako biologické, neuronální a kognitivní entitě než že by představovala formu jakési gramatické teorie. Hlavním proponentem konceptu NTL je Jerome A. Feldman. Svoje výzkumy a teze z nich plynoucí shrnuje v publikaci *From Molecule to Metaphor. A Neural Theory of Language* z roku 2006, resp. 2008. NTL vznikla podle Feldmana jako reakce na dlouhodobě převažující tendenci v zacházení s jazykem jako symbolickým systémem bez vztahu k činnosti mozku a lidské aktivitě vůbec, přestože ostatní systémy, jako jsou motorika, sluchové a zrakové vnímání byly za produkty biologické aktivity neuronální struktury pokládány již delší dobu. NTL se domnívá, že mnohostrukturovanou povahu jazykového systému nelze popisovat tradičním způsobem, tj. jako souhrn oddělených subkomponent. Komunikaci vnímá jako výsledek neuronálního mapování jazykové formy a významu, který tato forma reprezentuje. Podle NTL systém abstraktních jazykových struktur vzniká v důsledku naší každodenní zkušenosti prostřednictvím základního mechanismu neuronálního učení. NTL se domnívá, že gramatika není autonomní inherentně zakomponovaná funkce, ale že závisí na činnosti fyzicky ukotveného konceptuálního systému a na systému fonologického zpracování. Děti se podle NTL nejprve učí gramatiku mateřského jazyka osvojováním si párování určitých zvukových kombinací. Zásadní úlohu v NTL hraje tzv. simulovaná sémantika. Ta představuje základní mechanismus, který nám umožňuje porozumět dějovým schémátům zprostředkovaným jazykovou strukturou pouhou neuronální simulací těch systémů, které se za normálních okolností aktivují při spontánní fyzické produkci těchto aktivit nebo při jejich imitaci (viz systém zrcadlových neuronů kap. 4.1). Týká se to nejen konkrétních dějových schémat, ale i abstraktních významů. Abstraktní koncepty jsou podle NTL v systému jazykového porozumění zpracovávány mechanismem metaforického mapování do konkrétních obrazů a dějových schémat.

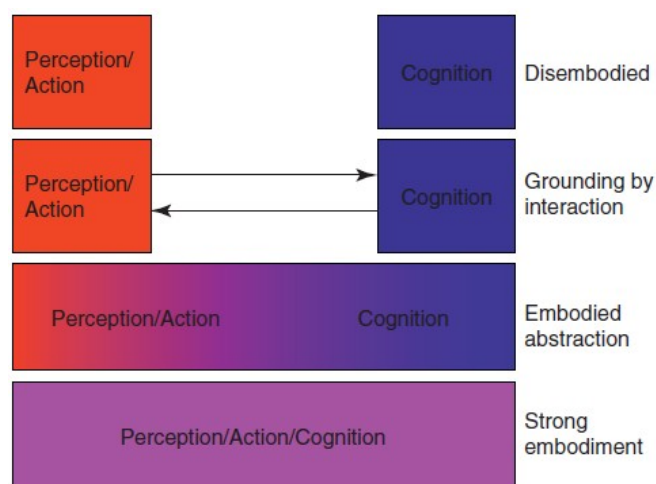


Schéma 9 Přehled navrhovaných vztahů dvou kognitivních systémů (*domain-specific vs. domain-general*) ve struktuře sémantické paměti (Binder a Desai, 2011).

Oba vyhraněné přístupy týkající se podoby konceptuálního systému (*disembodied vs. strong embodiment* – viz schéma 9) se snaží spojit Binderova a Desaiova (2011) koncepce ukotvené abstrakce (*embodiment abstraction*). V průběhu jakékoli kognitivní (ne)jazykové činnosti, která využívá informací z konceptuálního systému, je podle autorů kromě modalitně-specifických (motorických, sensorických a emocionálních) neurálních simulací aktivován i systém supramodálních reprezentací. Centrem těchto abstraktních konceptů jsou tzv. konvergentní zóny vyšší kognitivní úrovně (*high level convergence zones*), které jsou obvykle popisovány jako funkční struktury integrující veškeré somatosenzorické, motorické, afektivní informace. Tato společná sémantická síť naznačuje podle Bindera a Desai (2011) přítomnost procesu abstrakce (*high level semantic process*). Konceptuální reprezentace objektů, subjektů, jevů a událostí jsou tvořené mnohonásobnou úrovní abstrakce ze sensorické, motorické a afektivní zkušenosti. Důležitým aspektem teorie je předpoklad, že všechny vrstvy abstrakce nejsou aktivovány automaticky ve všech komunikačních situacích. Aktivaci jednotlivých složek výrazně ovlivňuje například kontext komunikace.

Binder a Desai (2009, 2011) poskytují velmi ilustrativní obrazové schéma neuroanatomického modelu sémantického zpracování (viz obr. 6 v barevné příloze). Modalitně-specifické systémy, které poskytují informační základnu pro vyšší proces sémantické kategorizace, jsou uloženy v primární a sekundární somatosenzorické a motorické kůře (žluté oblasti). Konvergentní zóny zpracovávající abstrahované reprezentace jsou lokalizovány do oblasti dolního parietální laloku, horního zadního temporálního laloku (Wernickeovo centrum) a ventrální části temporálního laloku (červené zóny). Dorzomediální a inferiorní prefrontální kortex (modrý region) zastupují

oblasti kognitivní kontroly (viz kap. 2.3) – aktivace a selekce jednotlivých vrstev abstrakce konceptu v daném kontextu uskladněných v konvergenčních zónách. Autoři neřeší otázku hemisferální distribuce těchto anatomických a funkčních struktur sémantické paměti (viz kap. 2.5.1.3 a 3.3.1).

Kromě již popsaných aktivací v posteriorním temporálním a posteriorním dolním inferiorním parietálním laloku DeZubricaray et al. (2011) lokalizují poněkud v rozporu se závěry předchozích badatelů neuronální základnu amodálních (*domain-general = convergence zones*) konceptuálních informací o významu slov, smyslu a funkci objektů apod. i do anteriorní části temporálního laloku (ATL). Tyto rozpory přesvědčivě ukazují, že aspekty sémantického jazykového zpracování jsou ve své neurobiologické podstatě rozsáhlé difúzně distribuované kortikální sítě, jejichž určení polohy na mapě kortexu lidského mozku je stále jen orientační, neboť proces aktivace konceptuálních reprezentací v sémantické paměti je ovlivněn obrovským množstvím různých aspektů.

2.2.2 Jazyk a exekutivní funkce

Exekutivní funkce patří mezi kognitivní funkce nejvyššího řádu. Systém exekuce je určen pro řízení a kontrolu našeho chování a organizaci našeho myšlení v souladu s našimi vnitřně definovanými záměry. Pomáhají formulovat cíle a plány, udržet je v paměti v průběhu provedení akce, iniciují zahájení akce, kontrolují její provedení a vytvářejí změny v programu v případě výskytu chybných kroků. Exekutivní funkce jsou garantem účelnosti jednání směřujícího k nějakému cíli. Mnohem výrazněji než kterýkoli jiný kognitivní systém jsou exekutivní funkce zapojeny do činnosti celého systému kognice a jejích jednotlivých funkcí. Ovlivňují činnost systému myšlení, paměti, jazyka, učení a pozornosti. Z toho vyplývá, že poškození systému exekuce má negativní vliv na průběh zpracování informací ve všech jednotlivých systémech kognice (Aron, 2008).

V systému jazykového zpracování se exekutivní funkce podílejí na produkci větných výpovědí a rozsáhlejších promluvových úseků (koheze textu), porozumění větám a diskurzu (re-interpretace nedoslovných forem výpovědi a sémanticky neočekávaných spojení), zpřístupnění lexikálně sémantických informací (selekce relevantního významu u polysémantického výrazu) a v systému bilingvního jazykového zpracování řídí přepínání mezi jazyky. (Turgeon a Macoir, 2008; Ye a Zhou, 2009).

Pro všechny tyto příklady jazykového zpracování je nezbytný tzv. mechanismus exekutivní kontroly zajišťující výkony monitoringu a řešení konfliktu (*cognitive control and conflict resolution*) mezi soupeřícími (interferujícími) reprezentacemi zpracování. Jedná se o proces, který aktivně eliminuje zdroje konfliktu, tím, že potlačí irelevantní jazykové reprezentace s ohledem na kontext (porozumění) a interní cíle (produkce). Exekutivní funkce při identifikaci interferencí v systému jazykového zpracování jedny reprezentace inhibují a jiné aktivují, aby se vyhnuly stavu neporozumění, nebo aby výběrem alternativních reprezentací provedly korekci v procesu zpracování (Novick et al., 2005).

Exekutivní funkce jsou řízené složitou neurokognitivní sítí zahrnující struktury frontálního a parietálního laloku a struktury subkortikální. Dorzo-mediální prefrontální kortex (dmPFC) a dorzální anteriorní cingulární kortex (dACC) se podílejí na formování interních cílů (motivace ke komunikaci za určitým cílem); ventro-laterální prefrontální kortex (vlPFC) (hlavně Brocova area BA 44 a 45) se účastní kognitivní kontroly při výskytu konfliktních reprezentací; parietální kortex identifikuje konfliktní reprezentace z různých sensorických modalit; bazální ganglia (BG) se systémem aktivace a inhibice podílejí na sekvenčním řazení jazykových reprezentací za pomoci potlačování soupeřících alternativ (Ye a Zhou, 2009).

2.3 Funkční rozhraní motorického a sensorického kortexu

2.3.1 Vztah percepce řeči a systému porozumění

Slyšení nám poskytuje obrovský zdroj informací o světě kolem nás. Z komplexní struktury zvukových vln vstupujících do systému sluchového analyzátoru můžeme detekovat celou řadu objektů, jevů a událostí. Ze zvukových podnětů jsme schopni celkem bez obtíží rozlišit, z jakého materiálu jsou některé objekty vyrobeny (zvuk kovu nebo dřeva). Dokážeme snadno určit směr zvuku a lokalizovat jeho zdroj. Procesy auditivního zpracování jsou základním kamenem orientace ve světě a nezbytným předpokladem vývoje druhově specifické formy řečové komunikace u člověka (King a Nelken, 2009).

Řečová percepce se zásadně liší od percepce neřečových zvuků. Jedním z důvodů, proč se percepce řeči liší od zpracování ostatních zvuků, je fakt, že auditivní vjemy řečových zvuků jsou ve struktuře centrálního sluchového kortexu anatomicky a funkčně propojeny s motorickým systémem jejich produkce. Motorické obrazy řečových zvuků

a řečové obrazy motorických výkonů artikulačního ústrojí stojí v základu prvních teoretických konceptů neurolingvistiky od časů Broca a Wernickea. Dnes je tato skutečnost základem známé teorie motorické percepce řeči (Lieberman a Blumsteinová, 1988; Galantucci et al., 2006). Propojení řečových oblastí produkce a percepce má svoje opodstatnění nejen ve vývoji druhově specifické formy komunikace, ale i v individuálním procesu osvojování tohoto nástroje umožňujícího výměnu informací. Vrozeně aktivované procesy postupného sladování percepčních schémat akustických parametrů řeči s motorickým programem jejich řečové exekuce zahajují složitou výstavbu neuronální struktury pro nadstavbové osvojení si jazykového systému (Ingram, 2007).

Systém porozumění komplexní jazykové výpovědi jako systém kognitivní aktivity vyššího řádu (*higher-cognitive processing*) vychází z informací zpracovaných v systému percepce řeči na nižší kognitivní úrovni. Základní percepční materiál aktivuje kromě jazykového systému celou řadu dalších kognitivních systémů, které se podílí na procesu porozumění nevětné a větné výpovědi a diskurzu – systémy pozornosti, paměti, afektivity a učení. Na druhou stranu, samotná percepce řeči je modulována těmito systémy vyššího kognitivního řádu. Zaměření na konkrétní zvuk ze souboru zvuků soupeřících o pozornost a diskriminace jevů ve struktuře zvuku – fonologická analýza mohou být ovlivněny jednak naší předchozí zkušeností (systém učení a paměti), emocionálním prožitkem (limbický systém a systém paměti) a směřováním našich zájmů (systém vědomého plánování a organizace činnosti – exekutivní funkce patří mezi kognitivní funkce nejvyššího řádu) (Dlouhá, 2003; Novák, 2003).

Centrální sluchový analyzátor se skládá z aferentní (dostředné) a eferentní (odstředivé) sluchové dráhy. Zvuk řeči vyvolá nervové vzruchy drážděním vláskových buněk v Cortiho orgánu. Senzorická informace v podobě akčního potenciálu postupuje od kochley skrze dostředivou sluchovou dráhou k systému několika nervových jader uložených subkortikálně v mozkovém kmeni, středním mozku a talamu. Zde dochází k primárnímu zpracování akustické informace. Cílovou stanicí na primární úrovni zpracování v systému kortikálního zpracování je primární sluchová kůra, která anatomicky odpovídá struktuře Heschlových gyrů umístěných na horní ploše horního spánkového gyru (BA 41). Auditivní zpracování, tak jako zpracování ostatních sensorických informací (zrakových především), nekončí na primární kortikální úrovni. Z Heschlových gyrů vstupují informace do sekundárních a terciárních úrovní kognitivního zpracování (Dlouhá, 2003; Shamma a Micheyl, 2010).

Neurony umístěné v primárním sluchovém kortexu obou hemisfér se věnují analýze frekvenčních a temporálních charakteristik řečových a environmentálních zvukových sekvencí. Kortikální oblasti, které se zaměřují pouze na zpracování řečově specifických zvuků (*speech-specific sounds*), byly podle některých starších výzkumů lokalizovány do levého horního temporálního kortexu. Současné studie se však přiklánějí k bilaterálnímu zpracování řečových zvuků (Poeppele a Monahan, 2008; Obleser et al., 2008).

Podle Peelleové et al. (2010) je percepce zvuku řeči hierarchicky organizovaný proces, který na centrální úrovni začíná v primárním sluchovém kortexu (Heschlovy gyry) a pokračuje dále v anteriorní a posteriorní oblasti okolo primárního sluchového kortexu. Dvěma hlavními proudy – dorzálním a ventrálním proudem – se informace o akustických (řečových) signálech šíří do dalších partií kortexu. Dorzálním proudem skrze neuronový svazek fasciculus arcuatus (viz kap. 1.3.1.4) do motorického, premotorického a prefrontálního kortexu. Ventrální proud směřuje do temporálního kortexu (Peelleová et al., 2010 – viz obr. 7 v barevné příloze).

Démonet et al. (2005) představují zadní část horního posteriorního kortexu jako klíčovou pro zpracování řečového signálu vyššího řádu, který má již zřejmý vztah k jazykovým aspektům porozumění. Při analýze studií došli k závěru, že tato funkčně heterogenní část sluchového kortexu je u respondentů aktivní při řešení několika specifických činností. Aktivace jsou pozorovány v experimentech zaměřených na fonologickou diskriminaci, přístupnost k lexikálním reprezentacím, monitoring vlastního hlasu a vyhledávání slov ze sémantické paměti. Tyto procesy přesahující samotný akustický rozměr zpracování se lokalizují do levé hemisféry. V klinických studiích, které se zabývají poškozením levé posteriorní části STG jsou u neurologických pacientů popisovány potíže s opakováním, resp. s narušením funkce fonologického zásobníku. Fonologický zásobník je neurokognitivní systém, který je schopen v sobě ponechat aktivní auditivní informace o sekvenci slyšených hlásek na tak dlouhou dobu, než dojde k jejich přenosu, lépe řečeno mapování, do neurokognitivního systému motorického plánování a programování. Zde jsou auditivním/fonologickým informacím přiřazeny informace motorické/artikulační (Démonet et al., 2005; Peelle et al., 2010).

Někteří autoři jako Warren et al. (2005) navrhnou diferencovat i tento zadní segment STG na dvě funkčně specifické podoblasti. Větší část posteriorní oblasti STG je svázána s funkcí dočasného zásobníku sublexikálních komponent řečových sekvencí. Tyto transientní reprezentace jsou uskladněny do té doby, než se podaří navázat spojení s tzv. fonologickými formami slov uskladněnými v dlouhodobé paměti. Druhou část

systemu tvoří malý region pSTG a supramarginálního gyru v inferiorní části parietálního laloku. Autoři se domnívají, že tento systém je odpovědný za překódování percepčních parametrů řeči do podoby, která poslouží systémům v premotorickém a prefrontálním kortexu k vytvoření zrcadlových reprezentací jako základu motorického programu těchto auditivních vjemů. Jinými slovy, oblast temporo-parietálního přechodu je chápána jako senzo-motorické rozhraní systému percepce a produkce řeči (Warren et al., 2005; viz schéma 10).

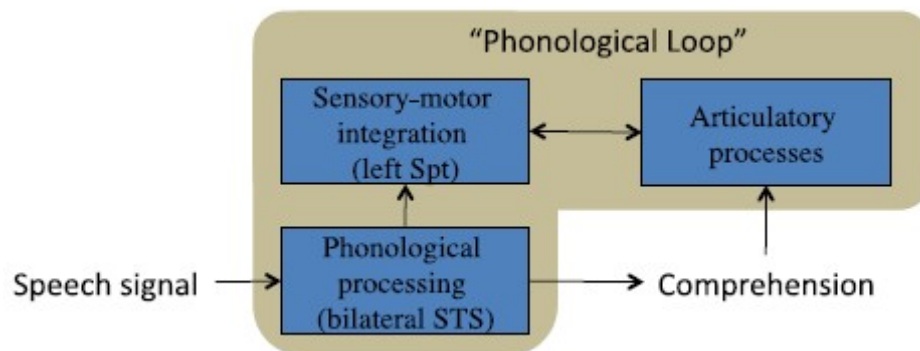


Schéma 10 Model fonologické smyčky zahrnující systém senzo-motorické integrace (Hickok, 2009).

Navzdory několikaletému snažení je podle Hickoka a Poeppela (2004; 2007) obtížné detailně charakterizovat základy funkční neuroanatomie percepce řeči. Největší problém spatřují v nedostatečném definování rozhraní, na kterých dochází k přechodu od zpracování zvukových parametrů řeči k navazujícímu, hierarchicky vyššímu stupni zpracování v jazykových a motorických systémech. Proces umožňující přenos informací z jedné kognitivní domény do druhé se často v neurokognitivních vědách označuje jako mapování (*mapping*). Hickok a Poeppel tvrdí, že po akustické analýze řeči dochází k rozdělení signálu do dvou nezávislých systémů zpracování (duální model zpracování řeči – *dual-stream model of speech processing*). První systém zajišťuje přechod akustických informací do systému jazyka – ventrální proud, druhý mapuje tyto informace do frontálního systému produkce řeči – dorzální proud (srovnej senzo-motorické rozhraní viz Warren et al., 2005; Hauser et al., 2005). Ventrální (jazykový) proud zpracování je podle Hickoka a Poeppela organizován bilaterálně, zatímco dorzální cesta zpracování řečového signálu má silně levohemisferální tendence (Hickok, 2009 – viz schéma 10; obr. 8 v barevné příloze).

2.3.2 Poruchy percepce ve vztahu k poruchám porozumění

Jak vyplývá z předchozího textu, neurokognitivní zpracování řeči probíhá na několika úrovních. Podle Ingrama (2007) lze částečně diferencovat primární auditivně-akustické procesy od procesů jazykové úrovně prostřednictvím klinických případů osob s poškozením specifických oblastí mozku (viz schéma 11). Poruchy auditivní percepce tvoří určitou skupinu nesourodých projevů. Tím, že odchylka vzniká na pre-lingvistické úrovni zpracování, jsou jejich společným znakem zachovalé jazykové schopnosti. U pacientů je tak plně zachována jazyková struktura v řečové produkci. Bez chyby je i systém porozumění čtenému textu. Bohužel systém jazykového porozumění není – podle typu a stupně centrální poruchy sluchu – na základě poškození základních percepčních operací schopen provádět navazující kognitivní operace související především s rekognicí slov. Zpřístupnění lexikálního vstupu je podmínkou pro vyšší úrovně zpracování, neboť každá lexikální jednotka s sebou nese gramatické a sémantické informace nutné pro výstavbu smyslu mluvené větné výpovědi.

Disorder	Definition/symptoms	Proposed mechanisms/ lesion site
Cortical deafness	Diminished awareness or 'deafness' to auditory stimuli with intact sub-cortical auditory system	Bilateral lesions to primary auditory cortex
Auditory agnosia and general auditory-acoustic impairment	Impaired recognition of auditory objects of various kinds	Damage to complex auditory feature detectors in auditory association cortex
Speech agnosia or 'pure word deafness' phonemic aphasia	Impaired auditory recognition of speech sounds or spoken words, but otherwise intact hearing and language functions	Impaired phonetic feature detectors, or damage to specialized speech sensory-motor cell assemblies
Phonological retrieval disorder	Impaired lexical retrieval from phonological form	Impaired temporal-parietal cell assemblies serving lexical retrieval and word meaning

Schéma 11 Poruchy auditivního zpracování a rekognice slov (Ingram, 2007).

Prvním typem poruchy auditivního zpracování je kortikální hluchota. Jedná se v podstatě o nejtěžší stupeň centrální poruchy sluchu. Vzniká jako důsledek bilaterálního poškození primární sluchové kůry. Projevuje se tím, že postižená osoba není schopna vůbec identifikovat zvukové stimuly, bez ohledu na jejich původ (environmentální vs. řečové).²⁸

²⁸ V klinické praxi se zkouší přítomnost reakce vyšetřované osoby (primárního sluchového kortexu) na různé zvukové stimuly metodou tónové audiometrie (viz Novák, 2003).

Sluchová agnozie (*auditory agnosia*) tvoří již poněkud komplikovanější obraz poruchy auditivního zpracování. Osoby s tímto deficitem jsou schopny na rozdíl od předchozí kortikální hluchoty vnímat sluchové stimuly, nicméně nejsou schopny identifikovat, co slyší. Tato porucha ovlivňuje zpracování jak řečových, tak i environmentálních zvuků a je popisována spíše jako deficit jejich identifikace, než jako porucha jejich diskriminace. Pacienti jsou schopni určit, že dva zvuky se liší, ale nejsou schopni přiřadit jim nějaký smysl nebo určit jejich původce. Pravděpodobně vzniká v důsledku poškození sekundárního auditivního kortexu, který obklopuje primární struktury zpracování. Tato kategorie deficitu odkazuje na úroveň zpracování, kterou Ingram (2007) označuje jako detektor akustických rysů (*acoustic feature detectors*).

Narušení ve specificky řečovém systému analýzy zvuku tzv. detektoru fonetických rysů (*phonetic feature detector*) pak vyvolává poruchu, pro kterou se vžilo označení řečová agnozie (*speech agnosia*) nebo slovní hluchota (*word-sound deafness*). Tato porucha se projevuje částečnou nebo úplnou ztrátou schopnosti rozpoznávání slov, resp. řečových zvuků, přičemž schopnost identifikovat a diferencovat environmentální zvuky je plně zachována. Zvuk řeči zní takto postiženým osobám jako homogenní zvukový proud, nebo jako zvuk cizího jazyka. Je nutné opět zdůraznit, že narušení procesu rozpoznávání slov (*word recognition*) není v důsledku potíží na úrovni vyhledávání lexikálních vstupů v dlouhodobé paměti, ale vzniká jako důsledek deteriorace systémů zodpovědných za nižší akusticko-fonetické operace. Problém se vyskytuje v procesu extrakce fonetických rysů, které řečový signál obsahuje. Za chybné akusticko-fonetické zpracování jsou podle Ingrama (2007) zodpovědné jak unilaterální (levostranné), tak i bilaterální kortiko-subkortikální léze sekundárního sluchového kortexu. Autor v přehledné tabulce poruch auditivního zpracování uvádí u slovní hluchoty i oblast senzomotorického přechodu. Poškození této oblasti by nepochybně vedlo i k poruchám řečové produkce (viz systém senzo-motorické integrace percepce a produkce řeči – Hickok, 2009).

Poslední kategorií, kterou Ingram v tabulce uvádí, je porucha fonologického vyhledávání (*phonological retrieval disorder*), která vzniká při poškození temporo-parietálního rozhraní v LH. Toto už ale není porucha primárního auditivního zpracování. Je uváděna spíše jako příklad funkčního teoreticky vymezeného rozhraní mezi percepcí a jazykovým zpracováním. Typickým znakem je omezená schopnost rekonstrukce slov jako existujících lexikálních jednotek v daném jazyce. Pacienti mají signifikantně lepší výkon ve zkoušce lexikálního rozhodování, pokud je prezentována

písemně. Potíže v přístupu do fonologického lexikonu mohou způsobit i to, že pacient zpřístupní výraz, který je cílovému výrazu fonologicky blízký (*coat vs. goat*).

Ingram (2007) uvádí poznatky Franklina (1989), který ve své původní práci zdůrazňuje, že pacienti s poruchou v přístupu do fonologického lexikonu mají zachovalou schopnost fonemické diskriminace. Netrpí tedy slovní hluchotou. Mají zachovalou úroveň akusticko-fonetického zpracování. Není ovšem jasné, jestli tato kategorie poruchy již představuje jádro deficitu, který se označuje jako percepční či Wernickeova afázie. Z hlediska úrovně zpracování by tomu toto označení odpovídalo, neboť se jedná o jazykovou úroveň. Rozpor je ale v tom, že některé současné studie se přiklánějí k názoru, že Wernickeova afázie vzniká v důsledku narušení procesu akusticko-fonologické percepce (Robsonová et al., 2012a) nebo jako kombinace deficitu akusticko-fonetického zpracování (při poškození levého pSTG) a deficitu lexikálně sémantického zpracování (při lézích v PMTG) (Robsonová et al., 2012b).

2.3.3 Systémové vztahy percepce/porozumění a produkce řeči

Zásadní úlohu motorického kortexu v procesu percepce, popř. porozumění dokládají některé nové neurolingvistické studie. Hovoří se o tom, že jsou do jisté míry potvrzením platnosti motorické teorie percepce řeči (*motor theory of speech perception*) skupiny badatelů sdružené kolem Alvina Libermana v Haskinského laboratoři na univerzitě v Yale, která vznikla v 60. letech minulého století.

Wilson et al. (2004) provedli experiment, ve kterém snímali respondenty funkční magnetickou rezonancí při provádění dvou typů úloh. V první úloze respondenti pouze poslouchali určité slabiky, zatímco ve druhé je museli sami produkovat. Analýza naskenovaných dat aktivace kortexu všech respondentů ukázala, že během obou typů úloh byl do systému zpracování zapojen motorický kortex na rozhraní BA 6. Tato kortikální struktura uložená na laterální straně hemisféry se nazývá premotorická area (BA 6). Považuje se za klasickou motorickou oblast, jejímž hlavním úkolem je patrně příprava, tj. plánování a programování lineárních sekvencí motorických pohybů, včetně těch řečových (Webster, 1999; Petrovický, 2002; Králíček, 2004).

Iacoboni (2008) podrobil analýze několik fMRI studií a zjistil, že aktivace premotorického kortexu v úlohách percepce řeči – samozřejmě vedle aktivace horního temporálního kortexu – je poměrně standardním jevem. Tyto výsledky podle něj naznačují, že zatímco horní temporální kortex transformuje akustické signály do

fonetického kódu, premotorický kortex je odpovědný za fonemickou kategorizaci. Jinými slovy, řečová percepce není čistě ani senzorický ani motorický proces, spíše je výsledkem integrace senzorické (akustické) a motorické informace v rekurzivním senzo-motorickém procesu, který zahrnuje účast jak horního temporálního kortexu, tak premotorické oblasti. Při percepci řečových zvuků mateřského jazyka provádí premotorický kortex interní motorickou simulaci vnímaných zvukových segmentů (Iacoboni, 2008).

Co platí na úrovni auditivního zpracování řečových zvuků, to podle současných teorií ukotvené kognice (viz kap. 4.4) a zrcadlových neuronů (viz kap. 4.1) platí i na dalších jazykových úrovních zpracování. Aktivace motorického kortexu je zaznamenávána jak při úlohách, kde se manipuluje s lexikální sémantikou, tak i v úlohách zaměřených na porozumění vět a diskurzu. Základem teorií je postupně potvrzovaný poznatek, že motorický kortex (často se mluví o Brocově centru a premotorickém kortexu), který se aktivuje nejen při samotném konání nějaké činnosti, ale i při imitaci a pouhém sledování tohoto aktu, je do určité míry aktivován i při poslechu větných výpovědí, které tuto činnost zastupují na symbolické (jazykové) úrovni (Pulvermüller, 2005; Arbib, 2006; Aziz-Zadeh et al., 2006; Bednyová a Caramazza, 2011).

Jeannerod (2006) se zmiňuje o tom, že Brocovo centrum funguje jako funkční rozhraní systémů produkce a porozumění (*production-comprehension interface*) pro jazykově vyjádřené formy větné výpovědi, jejichž propoziční obsah odkazuje k nějaké motorické aktivitě. Současná tendence popisu systému jazykového porozumění jako systému široce distribuované neurokognitivní sítě směřuje k tomu, vidět Brocovu oblast, ale i jiné důležité jazykové struktury kortexu jako multifunkční rozhraní systému jazykového a kognitivního (viz další funkce Brocovy arey v kap. 2.2.2).

2.5 Modulární část systému jazykového zpracování

2.5.1 Lexikon

Neurolingvistický výzkum se často zaměřuje na rozdíly ve zpracování jednotlivých lexikálních jednotek. Sleduje formálně morfologické disociace – morfologicky jednoduché výrazy vs. výrazy morfologicky komplexní nebo se zaměřuje na slovnědruhové rozdíly. Rozdíly v neuroanatomické organizaci mezi slovesy a substantivy podle některých autorů spočívají v odlišném množství gramatické

informace, s kterou jsou tyto jednotky inherentně svázány. Jelikož verbum finitum vyjadřuje všechny slovesné gramatické kategorie a tvoří centrum základové větné struktury, kde na sebe váže argumentovou strukturu, lze oprávněně předpokládat, že jeho zpracování (porozumění i produkce) na neuronální úrovni bude výrazně náročnější a bude vyžadovat větší podíl mentálních zdrojů. Z tohoto hlediska proces zpracování slovesa ovšem také mnohem snadněji podléhá při mozkovém poškození určité degradaci (Davis et al., 2004). Stejnému zájmu se na této úrovni jazykové reprezentace těší i studium distribuce jednotlivých složek lexikálního významu a míra propojení jazykových a kognitivních operací souvisejících se způsobem ukládání, retencí a vyhledáváním výrazů ve struktuře dlouhodobé paměti (viz kap. 2.5.1.3).

2.5.1.1 Rozdílné (neuro)gramatické kategorie - sloveso vs. substantivum

Již od 80. let minulého století jsou z afaziologické literatury dobře známé poznatky o tom, že slovesa a podstatná jména jsou kategorie se zcela rozdílnou úrovní organizace jazykové informace v neurokognitivním systému. Mätzig et al. (2009) ve svém článku popisují klasický případ disociace deficitu ve zpracování sloves a substantiv u osob s poškozením určitých oblastí mozku (viz schéma 12). Existují osoby, které mají signifikantně větší potíže se zpracováním sloves, například v úlohách pojmenování (aktualizace slov z mentálního lexikonu) nebo rozhodování o gramatické správnosti (chybné vs. správné přiřazení gramatického afixu) než se zpracováním substantiv a naopak (Jonkers, 2000).

Lesion site	Number of patients
Noun naming < verb naming	
L. Fronto-Temporal	1
L. Temporo-Parietal (Bilateral)	2
L. Fronto-Temporo-Parietal	1
L. Temporo-Parietal-Occipital	2
L. Temporo-Occipital	2
L. Temporal	4
Verb naming < noun naming	
L. IFG, premotor, Insula, Internal Capsule	1
L. IFG, White Matter	1
L. Internal Capsule, White Matter	1
L. Basal Ganglia	1
L. Parietal, White Matter, External Capsule, Thalamus	1
L. Insula, Basal Ganglia, External Capsule, Thalamus	3
L. Fronto-Temporal	4
R. Fronto-Temporal	1
L. Occipito-Parietal	1
L. Temporo-Parietal	3
L. Fronto-Temporo-Parietal	3
L. Temporal	1
L. Parietal	3

Schéma 12 Souhrn poškozených oblastí, které mají vliv na zpracování substantiv a sloves. Větší počet kortikálních oblastí na straně sloves má reprezentovat předpoklad o rozsáhlejší neurokognitivním zpracování tohoto slovního druhu (Mätzig et al., 2009).

Povahu rozdílů vystihují Viglioccoová et al. (2011 – viz obr. 9 v barevné příloze), kteří zdůrazňují, že vyšší nároky na zpracování vyžaduje sloveso jednak z hlediska sémantického, jednak syntaktického. Sloveso odkazuje k reálné či představované události, a dějová struktura události má celou řadu participantů děje, které je nutno integrovat. Sémantická struktura slovesa určuje počet vázaných (obligatorních nebo fakultativních) participantů. Substantiva jsou příjemci tematických rolí. Ve větné struktuře hrají roli „podřizovaných“ členů. Sloveso je také komplikovanější z hlediska morfologického, a to i v takových jazycích jako je angličtina, jejíž morfologie je značně redukována (Viglioccoová et al., 2011).

Rozdílné gramatické informace, které se na slovesa a substantiva váží a jejich rozdílné funkce ve větné struktuře mají svůj korelát v distribuci neuronální aktivity. Bylo navrženo několik neurolingvistických teorií, které se snaží svým specifickým způsobem generalizovat závěry několikaletého výzkumu. Elementární pojetí rozdílné distribuce neuronální aktivity u sloves a substantiv lze nalézt již u Damasia a Tranela (1993). Podle těchto autorů existují dva relativně nezávislé neuronální systémy s tím, že substantiva jsou zpracovávána v levém temporálním kortexu a operace související se slovesy probíhají v levé inferiorní frontální oblasti. Tento raný model nespecifikuje, o jaký typ operací se jedná. Nerozlišuje lexikálně sémantické, morfologické a

sémantickosyntaktické aspekty. Model operuje spíše s opozicí konceptů, které zastupuje substantivum (objekt) a sloveso (událost).

Poněkud rozpracovanější teorie také předpokládá dva částečně oddělené systémy zpracování, nicméně tato diference souvisí především s procesem zpracování morfosyntaktických informací substantiv a sloves. Rozdíly v souboru gramatických reprezentací obou slovních druhů podle této teorie vyžadují dva nezávislé neuronální systémy pro jejich aplikaci do větné struktury. Shapiro et al. (2006) pokládají levý temporální lalok za místo, kde dochází k integraci substantiva do nominální fráze a levý inferiorní gyrus za procesor integrující sloveso do verbální fráze (viz obr. 9 v barevné příloze).

V rozporu s předchozími návrhy jsou teoretické koncepty, ve kterých nezáleží na tom, ke kterému slovnímu druhu větný člen patří. Zpracování související se zapojením slov do větné struktury je řízeno jedním neurálním systémem, který je dynamicky modifikován rozsahem morfosyntaktické komplexnosti celé struktury (Siri, 2008) (viz obr. 9 v barevné příloze). Model dle Tylera a Marslen-Wilsona (2008) rozlišuje operace lexikálněsémantické povahy, které jsou distribuovány bilaterálně v temporálních lalocích, a operace, které souvisejí s formováním morfosyntaktické struktury výpovědi probíhající dominantně v levé hemisféře – fronto-temporo-parietální systém. Podobné pojetí lze najít v práci Hickoka (2009) (viz obr. 8 v barevné příloze).

2.5.1.2 Neurokognitivní základy morfologické dekompozice

Komplexnost slova není chápána jen z hlediska jeho gramatické funkce ve struktuře větné výpovědi, ale i z hlediska formy. Morfologicky komplexní (polymorfické) výrazy jsou podle některých autorů zpracovávány v několika různých kortikálních strukturách (jde o proces neuronální kompozice a dekompozice)²⁹. Čím je výraz morfologicky komplexnější, tím je vyšší riziko výskytu jeho chybného zpracování při poškození některé relevantní neurokognitivní struktury (Davis et al., 2004).

Nejde však jen o komplexnost struktury. Studium morfologické struktury slov se v neurolingvistice omezuje na flektivní morfologii a zcela stranou ponechává morfologii derivační. Zásadním důvodem je předpoklad, že výrazy tvořené flektivním

²⁹ V tomto smyslu není kompozice chápána jako slovo tvorný proces, kterým vznikají nové výrazy, ale jako neurokognitivní operace, pomocí které se spojují slovní kmeny s jejich gramatickými morfémy. Gramatické morfémy jsou často v produkci afatiků vynechávány či nahrazovány jinými, v dané morfosyntaktické struktuře, zcela nevhodnými morfémy. Dekompozice, popř. segmentace v tomto smyslu reprezentují schopnost systému jazykového porozumění rozložit slovo na slovní kmen, který je nositelem lexikálního významu a na morfém, na který se váže gramatická informace (pozn. autora).

způsobem (ať se jedná o jmenné či slovesné tvary) tvoří několik morfologických komponent, které jsou uchovávány ve struktuře dlouhodobé paměti jako samostatné jednotky. Připojení afixu ke kmeni slova (*word stem*), které nese informace o významu, má gramatickou funkci (Marslen-Wilson a Tyler, 2007; Bozic a Marslen-Wilson, 2010). To znamená, že celý výraz je výsledkem kombinatorické aktivity neurokognitivní sítě, při které dochází ke spojení samostatně uloženého kmene a jeho potenciálního affixu. Výrazy tvořené principy derivační morfologie naproti tomu nejsou viděny jako suma dekomponovatelných částí, které by se připojovaly k sobě nějakým neuronálním mechanismem on-line s ohledem na morfosyntaktické zpracování. Tyto výrazy, i přes svoji formální morfologickou komplexnost, jsou v paměti vedeny jako komplexní lexikální jednotky (Pinker, 2007; Bozic a Marslen-Wilson, 2010).

Ověřením tohoto faktu jsou často popisované gramatické odchylky u osob s fatickou poruchou v procesu připojování vázaných gramatických morfémů. Různé typy substitucí či elizí gramatických afixů (podle komplexnosti morfologické struktury jazyka) ukazují na to, že při neurokognitivní operaci připojování kmene a afixu dochází k selekci nevhodných morfologických segmentů, které jsou součástí stejného morfologického paradigmatu jako cílový afix. Dochází k chybě při výběru vhodné jazykové reprezentace.³⁰ Výběr alternativ a jeho kontrola jsou připisovány funkci Brocova centra (viz kap. 1.3.1.1, 2.2.2 a 4.4 – systém suprese a selekce alternativ ve struktuře DLPFC – BA 46/9). U výrazů tvořených derivačními postupy nejsou např. u afatiků popisovány odchylky, které by naznačovaly substitutivní připojení konkurenčního sufixu – např. malířkyně namísto malířka.

Zjevně vyjádřené chyby v řečové produkci nejsou zcela nutně ukazatelem průběhu procesu morfologické dekompozice. Některé teoretické koncepce předpokládají existenci jednoho centrálního systému určeného pro zpracování v dlouhodobé paměti uložených abstraktních jazykových reprezentací. Jinými slovy, jestliže je chyba v produkci, musí se nutně objevit i v systému porozumění, resp. procesu dekompozice morfologických komponent výrazu, protože chyba je na úrovni jazykové reprezentace, nikoli v přístupu k této reprezentaci a v procesu, který jí on-line aplikuje do jazykové struktury (Dickey et al., 2008). Nicméně tento fakt se nepotvrzuje, neboť u osob s afázií, které mají větší či menší potíže s flekční morfologií v řečové produkci, se

³⁰ Pro bližší studium agramatismu v češtině viz Lehečková (1985, 1986, 2001).

v úlohách gramatického rozhodování ukazuje, že jsou s vysokou mírou jistoty schopni ve struktuře věty odhalit morfologické odchylky (Dickey et al., 2008).

Ve výzkumu neurokognitivních základů morfologické struktury slov je často zmiňován jev regularity. Podle vlivné psycholingvistické teorie, jejímž hlavním proponentem je Pinker (2003; 2007), jsou zcela zásadní rozdíly ve zpracování mezi slovy, která se tvoří připojením gramatického sufixu dle určitého pravidla (v angličtině známé minulé participium *-ed*), a slovy, u nichž je minulý tvar reprezentován supletivní formou (*go – went*) uloženou v dlouhodobé paměti jako samostatná lexikální jednotka. Rozdíly ve zpracování jsou hojně dokumentovány u osob s Brocovou formou fatické poruchy, se sémantickou demencí (SD) a u osob s Alzheimerovou chorobou (AN) (popis klinických potíží u SD a AN viz kap. 3.3.1). První skupina vykazuje signifikantní problémy s připojováním vázaných pravidelně tvořených gramatických afixů, zatímco druhá skupina má ve spontánní řečové produkci a v různých testových situacích potíže s aplikací supletivních forem, resp. jejich aktualizací z mentálního lexikonu (Penke, 2008).

Na neuronální úrovni potvrzuje rozdíly pravidelně a nepravidelně tvořených forem minulého času v angličtině studie Tylerové a jejích kolegů (2005). Metodou fMRI u mladých osob bez neurologických onemocnění pozorovali rozsáhlou fronto-temporální aktivační síť, jejíž rozsah, distribuce a „vznětová“ úroveň se lišily v závislosti na použití pravidelných či nepravidelných tvarů anglických sloves. Při expozici obou typů sloves se na záznamu objevily bilaterálně rozsáhlé aktivace v temporálním laloku, což bylo interpretováno jako proces zajišťující zpřístupnění sémantických informací o slyšeném výrazu. Ovšem k doplňkové aktivaci levého inferiorního frontálního kortexu (LIFC) došlo pouze při zpracování pravidelných flektivních tvarů jako jsou (*jumped, played*). Autoři studie usuzují, že doplňková frontální aktivace slouží k rozpoznání (rekognici) afixu s gramatickou funkcí, což je nutné pro kompletní a plynulé syntakticko-sémantické zpracování slyšené výpovědi. Aktivované oblasti pars opercularis (BA 44) a pars triangularis (BA 45) jsou vnímány ve studii Tylerové a jejích kolegů (2005) jako neuronální korelát morfo-fonologické segmentace komplexních tvarů slov na jednotlivé komponenty. Aktivace lexikálního významu morfologického základu (*jump*) v oblasti temporálního laloku a aktivace LIFC při zpracování gramatického afixu (*ed*) jsou vnímány jako komplementární proces předcházející zapojení výrazu do syntaktické struktury větné výpovědi. Míra aktivace zmíněných oblastí je modulována kvantitativními a kvalitativními variacemi v morfologické struktuře (Bozic et al., 2010).

2.5.1.3 Hemisferální distribuce lexikálního významu

Základem debaty o neuronální struktuře významu slov byl po dlouhou dobu koncept centrální struktury pro ukládání lexikálních významů všech slov. S příchodem konceptu somatosenzorického zakotvení slovního významu vznikajícího jako rezultat senzorické a motorické zkušenosti v průběhu vývoje člověka (*embodiment cognition*) došlo k zásadní změně chápání neuronální distribuce sémantické struktury. Přestože jsou podle Pulvermüllera (2010) stále představitelé oboru, kteří hájí teorie jediné kortikální oblasti s funkcí centrálního významového úložiště (amodálního sémantického systému), existuje již v současné době řada prací, které kromě obvyklých aktivací v temporálních lalocích obou hemisfér ukazují spoluúčast senzomotorických oblastí kortexu na konstrukci lexikálního významu, a potvrzují tak názor o dynamické difúzní neuronální distribuci lexikálního významu.

Příkladem je i starší studie Hauka et al. (2004), kteří metodou pasivního (tichého) čtení sloves (*lick, pick, kick* apod.) sledovali u respondentů jejich mozkovou aktivitu pomocí fMRI. Výsledek korelovali se záznamy aktivací, které vyvolalo samotné provedení pohybu danými tělesnými orgány (viz obr. 10 v barevné příloze). Srovnáním vyšlo najevo, že distribuce významů sloves spojených s pohybem jednotlivých částí těla se liší právě podle jejich somatotopické organizace v primárním motorickém a senzorickém kortexu a stejně tak se lišila i aktivace v premotorickém kortexu ve frontálním inferiorním gyru a v inferiorním temporálním gyru.

Problém, se kterým se koncept jediného amodálního centra významů pro slova nedokáže podle Pulvermüllera vyrovnat je specifický deficit ve specifické sémantické kategorii prezentující se u pacientů s poškozením určité mozkové oblasti (tzv. *semantic category-specificity fenomen*). Podle lokalizace léze je možné sledovat přítomnost ztráty specifických znalostí o objektech. Miceliová et al. (2001) našli souvislost mezi poškozením anteriorního parahippokampálního gyru levé hemisféry a výrazně redukovanou schopností pacientů pojmenovat barvu objektů. Poškození anteriorních oblastí mozku důležitých pro programování a plánování činností spojených s pohybem podle Gainottiho (2008) zase negativně ovlivní zpracování (produkci i percepce) výrazů, jejichž lexikální význam nese informaci o určitém typu činnosti nebo pohybu (viz kap. 3.3, viz obr. 11 v barevné příloze – Pattersonová et al., 2007).

Řešení problému vyplývajícího z klinických nálezů u pacientů je možné řešit tím, že se do konceptu distribuce lexikálního významu slov zavedou dva komplementární

systemy (Patterson et al., 2007). Lze předpokládat existenci lexikálně sémantického systému, který obsahuje obecné, významově nespecifické informace (*general lexico-semantic system*), a systému, jenž představuje neuronální základnu pro ukládání modalitně-specifických sémantických informací. Tomuto rozlišení nasvědčují nejenom případy osob s potížemi při zpracování slov ze specifických sémantických kategorií, ale i výsledky některých fMRI studií, kde jsou u zdravých jedinců pozorovány různé vzorce neuronální aktivity s ohledem na typ použitého výrazu (Pulvermüller et al., 2010).

Teorie úzkého propojení významů slov s jejich kognitivně podmíněnou modalitou (zrakovou, sluchovou, motorickou) v procesu osvojování jazyka uvádí, že neuronální systém specifického zpracování sémantické informace vázané např. na slovo zachycující akci uskutečňovanou některou částí lidského těla (kopnout, chňapnout) je aktivován vždy, bez ohledu na to, zda je výraz zpracováván v izolované podobě, či je součástí větné struktury nebo se objeví ve struktuře věty, která nenesé doslovný význam (viz kap. 2.3.2 a kap. 4.1). V této teorii „ztělesněné“ kognice (*embodiment cognition*) je neuronální vzorec aktivace myšleného, představovaného, řečeného a slyšeného konceptu dané činnosti shodný s neuronální aktivitou činnosti samotné. Neuronální rozhraní mezi jazykem a činností tvoří struktury senzorického a motorického kortexu (Pulvermüller, 2010).

V rozporu se zmíněným konceptem jsou ovšem výsledky fMRI studie Raposoové et al. (2009), ve které prokázali, že podoba neuronální reprezentace významu slovesa je vysoce závislá na interakcích se sémantickým kontextem. Ve studii probandi poslouchali izolovaná slova (*kick*), větné konstrukce s doslovným významem (*kick the ball*) a slovesné idiomy (*kick the bucket*). Z analýzy výsledků vyplynulo, že k signifikantní aktivaci motorického kortexu v anteriorních částech mozku došlo pouze v případě expozice izolovaných výrazů. U sloves zapojených do větné struktury byla sice pozorována aktivace motorického kortexu, ale v mnohem menší míře oproti izolovaným slovům. U sloves ve struktuře idiomatického spojení byla objevena standardní aktivace ve fronto-temporálním regionu (perisylvianská oblast)³¹, ale žádná aktivace motorického kortexu. Podle autorů studie se jedná o doklad toho, že motorické odpovědi kortexu na slyšený výraz nesoucí informaci o prováděné činnosti jsou kontextově závislé a nikoli automatické. Výsledky naznačují relevantnost teorie

³¹ Perisylvianská oblast zahrnuje struktury v blízkosti tzv. Sylviovy rýhy (viz obr. 2, kde je označena jako laterální sulcus). Okolo Sylviovy rýhy se soustředí většina jazykově relevantních neuronálních struktur (Webster, 1999).

sémantické flexibility, která se přiklání k názoru, že pro adekvátní zpracování významu slov v neuronální struktuře jsou rozhodující ty sémantické rysy, které jsou určeny kontextem výskytu (Raposo et al., 2009).

V neurolingvistické literatuře se vyskytuje ovšem i mnoho prací, které *embodiment* teorie kritizují. Podle autorů těchto studií je na neuronální úrovni dostatek důkazů, že porozumění slovům neznamena nutně rozložení jejich významů na sadu senzomotorických zkušeností spojených s aktivitou, kterou tato slova zastupují. Bedny a Caramazza (2011) se domnívají, že mezi prožitkem pohybu samotného a zpracováním slova, které tuto aktivitu pojmenovává, je značný rozdíl z hlediska neuronální aktivity. Při běhání jsou aktivovány určité neuronální oblasti na úrovni specificky modalitních systémů pro zpracování motorických, kinestetických, taktilních, vizuálních a sluchových aspektů běhání. Na rozdíl od samotného zážitku běhání, porozumění slovům zastoupeným např. deverbálním substantivem běhání či slovesným výrazem běžet dochází na neuronální úrovni ke zpracování v systémech, které jsou modalitně nezávislé – jedná se o amodální struktury označované jako terciární kůra – v temporálním, parietálním a prefrontálním kortexu. Tyto oblasti analyzují naše vjemy a znalosti o světě a snaží se je třídít do specifických kategorií událostí, agentů a objektů tvořících základní konceptuální struktury dějové situace. Systémy sluchové a zrakové percepce a motorického řízení pohybu a systémy kinestetické kontroly tyto vlastnosti vyšší úrovně postrádají, a nemohou tak být základem porozumění. Příkladem mohou být nevidomí lidé, kteří nemohou mít přímý zkušeností prožitek s některými aktivitami spojenými se zrakovou kontrolou (*modality-specific system*), a přesto jsou schopni si významy slov osvojit z jazykového či pohybového kontextu (Mahon et al., 2009).

V tom, co navrhuji proponenti obou teoretických konceptů, nemusí být nutně zásadní rozpor. Pulvermüllerův dvousložkový systém reprezentace lexikálního významu slov ukazuje na to, že naše tělesné bytí v průběhu vývoje získává informace o okolí prostřednictvím periferních senzoričkových analyzátorů a reaguje prostřednictvím systému motorické zkušenosti (srovnej Hauserův a Chomského koncept kognice - subsystém senzomotorického zpracování a subsystém intenčně-konceptuální viz kap. 2.4.2.1). Každý jedinec tak získává senzoričkové a motorické zkušenosti, které se podílejí na tvorbě jeho konceptuálního pojetí světa. Nutně to ovšem neznamena, že bez těchto zkušeností není schopen porozumět slovesům, která tento děj zastupují. Není bezprostředně nutné získat osobní zkušenost s létáním, abychom dostatečně pochopili smyslový rozměr, který s sebou nese sloveso zastupující tuto činnost. Jsme schopni

získat představu o tom, co je to létání zprostředkovaně – „odkroukáním“ od jiných druhů, které tuto aktivitu provozují. Nevidomí lidé jsou schopni vybudovat koncept létání na zprostředkované verbalizované zkušenosti od jiných lidí. Tento koncept je zajisté výrazně ochuzen o složku zrakové zkušenosti, nicméně je plnohodnotný pro plné pochopení v rámci komunikace. Bednyová a Caramazza (2011) jsou autoři, kteří se na jednu stranu dívají na tuto problematiku prizmatem nadřazenosti konceptu nad „pouhou“ percepcí, na stranu druhou ale otevřeně připouštějí, že proces plného porozumění jazykové formě zastupující objekty, jejich vlastnosti a aktivity, které tyto objekty realizují nebo jsou na nich prováděny, je vhodné popisovat jako výsledek komplementární spolupráce (kontextově determinované – výsledky studie Raposoové, 2009) jednak systému, který zpracovává modalitně podmíněnou složku významu (percepce v primárních strukturách kortexu), a jednak systému neuronálně a kognitivně vyšší úrovně (amodální systém porozumění v asociačních strukturách kortexu) (srovnej s obr. 11 v barevné příloze – Pattersonová et al., 2007).

2.5.2 Syntax jako proces

Neurolingvistický výzkumu v současné době sleduje, jaké druhy syntaktické informace jsou dostupné systému zpracování větné výpovědi, jak tento systém tvoří syntaktické struktury nezbytné pro porozumění, jakou formu tyto struktury v mysli mají a kde se nacházejí jejich neuronální koreláty (McKoon & Ratcliff, 2007).

Budeme-li chápat syntax jako neuronální proces, je nutné v budoucnu odpovědět na několik otázek. Především je třeba uvažovat, zda lze syntax lokalizovat v jedné konkrétní oblasti kortexu, např. Brocově centru, nebo, zda jsou určité aspekty gramatiky jazyka distribuovány v několika funkčně propojených kortikálních areách tvořících jakousi neuronální síť. Důležitým aspektem studia jazykových funkcí s ohledem na jejich biologickou podstatu je i jejich propojení s dalšími kognitivními systémy.

Co se týká syntaxe, např. Grodzinsky (2000) je zastáncem názoru, že kombinatorické jazykové mechanismy jsou s ohledem na systém kognice (*general cognition*) zcela nezávislý funkční subsystém. Dnes neplatí dříve zastávaný předpoklad, že syntax sídlí v Brocově centru. Podle Grodzinského je tato neurální oblast určena pro zpracování jen některých aspektů syntaxe (viz kap. 3.1.1 a 3.1.1.3). Co je ovšem podle výsledků klinických studií zřejmé, je to, že syntax má svoje zázemí v tzv. jazykově dominantní hemisféře. U většiny populace se jedná o levou hemisféru (viz kap. 1.3.3)

Nejznámějším propagátorem teorie funkční nezávislosti systému jazyka, resp. gramatiky je samozřejmě Chomsky, který společně s Hauserem a Fitchem (2002) oddělili syntax jako vývojově samostatný kognitivní subsystém tvořící jádro tzv. abstraktního neuronálně-komputačního systému, který generuje interní jazykové reprezentace (*Faculty of language in narrow sense – FLN*). Kromě syntaxe obsahuje FLN i subsystém fonetický a sémantický, které slouží k interakci se subsystémem senzomorického zpracování a subsystémem intenčně-konceptuálním (*Faculty of language in broad sense – FLB*).

Tedy podobně jako systém jazykového zpracování (*language-processing system*) podle Caplana (1995, 2001) obsahuje i neuronálně-komputační systém podle Chomského a jeho kolegů mechanismy, které pomáhají transformovat abstraktní jazykové reprezentace do podoby perfektně organizovaných motorických sekvencí artikulačních orgánů (produkce) či převádět slyšenou výpověď do podoby nejazykové sémantické informace v konceptuálním systému (Caplan viz 2.3.2).

Konečným cílem porozumění větné výpovědi je extrahovat význam dané promluvy. Nezbytnou podmínkou k dosažení očekávaného porozumění větné výpovědi je dostatečná operativní kapacita syntaktického systému. Úkolem syntaktického subsystému jazykového porozumění je analýza specifických informací, které tvoří gramatické vztahy mezi větnými konstituenty (participanty děje). Výsledek zpracování spouští celou kaskádu dalších mechanismů, které vedou v konečné fázi k simulaci mentálního schématu/modelu popisované události "**kdo/co dělá co komu/čemu.**" Například větu *The cat that the dog hunted is black* (Kočka, kterou lovil pes je černá) lze chápat pouze při správném zpracování funkčního výrazu "*that*" – systém porozumění musí při analýze větné výpovědi určit gramatickou kategorii tohoto výrazu (konjunktory) a přiřadit mu funkční smysl v kontaktu s předcházející nominativní frází a následující sentencí (Caplan, 1995, 2001).

Rozpoznání syntaktických informací vázících se na jednotlivé lexikální zástupce a jejich funkční začlenění do celkové struktury větné výpovědi probíhá postupně v přesně vymezeném časovém rámci. Systém jazykového zpracování reaguje pohotově na jakoukoli formu jazykové výpovědi tím, že spustí celou řadu neurofyziologických operací ve struktuře neurokognitivní sítě. Představa je taková, že tyto operace zajišťují dva funkčně oddělené subsystémy, které jsou vzájemně neuroanatomicky propojené. Některé procesy výstavby větné struktury lze vnímat jako procedurálně a časově vzestupné (*bottom-up processes* - zpřístupnění syntaktických informací postupně

slyšených výrazů z mentálního lexikonu), jiné procesy probíhají souběžně (generování lokální a globální syntaktické struktury, které nemají lineární povahu), další procesy ovlivňují proces syntaktického parsingu z vnějších kognitivně-jazykových zdrojů – *top-down processes* jsou spuštěny základními aktivacemi vynucenými fyzikální povahou mluvené produkce a jejich úkolem je usnadnit porozumění tím, že aktivují v paměťových strukturách uložené znalosti o světě (*world knowledge*) a mentální schémata událostí. Každopádně jejich spuštění nelze vůlí odmítnout. Jsou v podstatě obligatorní (Ingram, 2007) (viz kap. 2.4.2.1).

Současná data získaná z různých neurolingvistických experimentů ukazují na přítomnost dvou časově oddělitelných neurokognitivních subsystémů syntaktického zpracování. První odpovídá za rané zpřístupnění lexikálních konstituentů větné struktury (*local syntax*) a druhý za pozdní zpracování, které představuje budování syntakticko-sémantických vztahů mezi těmito konstituenty (*complex syntax*).³² Prvně jmenovaná operace probíhá ve frontálním operculu, který je součástí inferiorního frontálního gyru, ventrálním premotorickém kortexu a v anteriorním STG, a ta druhá je podporovaná strukturami jako jsou Brocovo centrum (BA 44/45) a zadní část STG (Friedericiová a Kotz, 2003; Newman et al., 2003; Friedericiová 2009).³³

Grodzinky a Friedericiová (2006) ve své práci oba funkčně a anatomicky oddělitelné subsystémy přehledně popisují. Mezi základní syntaktickou operaci řadí slučování výrazů do lokální fráze (*merge*) a operaci, která probíhá již na lexikální úrovni a má svoji syntaktickou relevanci – aktivaci argumentové struktury slovesa určující počet obsaditelných (obligatorních i fakultativních) pozic s ohledem na jeho lexikálně sémantické vlastnosti. Mezi hierarchicky a neurofyzilogicky složitější operace zařazují oba autoři takové jevy jako jsou pohyb (*movement*) větných konstituentů z kanonické (očekávané) pozice do příznakové (neočekávané) pozice ve

³² Časové souvislosti zpracování zjišťuje Friedericiová ve svých studiích pomocí magnetoencefalografie (MEG). Ze výsledků vyplývá, že první (raná) fáze zpracování lokální frázové struktury vrcholí zhruba 200 ms po příchodu stimulu – označuje se jako ELAN (*early left anterior negativity*), zatímco pozdní gramatické zpracování reprezentující budování vztahů mezi konstituenty probíhá cca 600 ms po expozici jazykového stimulu – označuje se jako P600.

³³ Friederici (2009) popisuje zajímavé evoluční konsekvence týkající se anatomických rozdílů cytoarchitektonické struktury jazykově důležitého kortexu v lidském mozku. Struktury zpracovávající lokální syntaktické informace (vPMC/fOP) jsou cytoarchitektonicky odlišné od Brocovy arey, která je určena pro zpracování globální větné struktury. Podle všech současných zjištění z toho vyplývá, že struktury určené pro zpracování lokálních syntaktických vztahů jsou fylogeneticky starší než struktury řídící hierarchické syntaktické závislosti. Složitost syntaktické výstavby větné výpovědi v takové podobě, jakou reprezentují současné jazyky, bychom mohli těžko najít u našich hominidních předků, kteří jsou ale schopni provádět určité reziduální lokální nejazykové syntaktické operace (Kenneally, 2007; Fedor et al., 2009; Friederici, 2009; Hilliard a White, 2009).

větné struktury a syntaktický proces vázání (*binding*) určující vztahy reference mezi pronominálními výrazy a předcházející nominální frází.

Kromě dvou výše zmíněných syntaktických operací – výstavba lokální struktury a zpracování vztahů závislosti uvnitř větné struktury – navrhuje Grodzinsky a Friedericiová (2006) ještě třetí subsystém syntaktické integrace. Ten má mít svůj neuroanatomický korelát v posteriorní části horního temporálního gyru levé hemisféry. Úkolem tohoto doplňkového subsystému parsingu je například re-analýza agramatických konstrukcí, které neumožňují adekvátní ustavení vztahů závislosti mezi jednotlivými lexikálními konstituenty (Newman et al., 2003).

Přes všechny výsledky neurofyziologických a zobrazovacích studií o místě a časovém průběhu syntaktického zpracování v kortikálních a subkortikálních regionech mozku nelze podle Fedora et al. (2009) úplně zavrhnout historický model, který předpokládal, že syntax je řízena strukturami v Brocově centru a sémantika má základnu ve Wernickeově centru, tj. v zadních oblastech horního temporálního laloku (viz kap. 1.1). Lokalizace jazykových reprezentací a jazykových procesů, včetně syntaktických, vykazují značnou intra a interindividuální variabilitu. Mozek projevuje vývojově enormní tendenci k plasticitě neurokognitivní sítě, a proto se podle Fedora et al. (2009) nezdá být pravděpodobné, že by např. Brocově oblasti byly geneticky přisouzeny syntaktické funkce definitivně. S ohledem na dnešní stav znalostí je spíše korektní říci, že některé anatomické struktury normálně se vyvíjejícího mozku mají více než jiné oblasti vrozenou tendenci obstarávat uchovávání a zpracovávání různých forem jazykových reprezentací. Tato vrozená funkční preference může být programována již na celulární úrovni, nebo může být dána fyziologickými vlastnostmi buněčné struktury apod.

2.5.2.1 Syntax jako reflex

Určitá skupina neurolingvistů tímto přirovnáním prezentuje názor, že syntaktické operace během procesu porozumění probíhají naprosto nezávisle na našem vědomí, resp. jejich rychlost a kvalita není mírou vědomí ovlivněna. Neurokognitivní systém jazykového zpracování je při poslechu mluvené výpovědi spuštěn reflexivně (*reflex-like process*).

Pulvermüller et al. (2008) se zmiňují o tom, že toto pojetí syntaktického automatu je ve shodě s tradicí modulárního popisu kognitivních funkcí. V modulárních koncepcích je ústřední představou funkční samostatnost všech subsystémů kognice, tj. že činnost

jazykového systému není ovlivněna jinými kognitivními procesy, resp. vliv ostatních kognitivních systémů na fungování systému jazykového porozumění není určující.

Syntax jako reflex vyjadřuje to, že jakmile jsou zachyceny zvukové vlny mluvené výpovědi, jsou fyzikální vlastnosti řeči automaticky převedeny do podoby neuronálního vzruchu v Cortiho orgánu, odkud putují systémem dostředivých (eferentních) drah a převodních systémů v mozkovém kmeni a thalamu až do Heschlových závitů v primární sluchové kůře obou hemisfér (Novák, 2003; Dlouhá, 2003). Výsledek percepční analýzy je postupně vysílán do dalších navazujících systémů hierarchického zpracování mluvené řeči – jednak do funkčně vyššího sluchového kortexu (planum temporale; sekundární sluchový kortex BA22;), jednak do oblastí premotorického a prefrontálního kortexu a do posteriorní části dolního temporálního gyru. Zmiňovaná teritoria kortexu se již podílejí na jazykové – fonologické, morfosyntaktické a sémantické analýze. Nad tímto průběhem zpracování akusticko-jazykové informace nemáme žádnou vědomou kontrolu a nejsme schopni tento proces modulovat, přerušit nebo pozastavit (Douglas, 1999; Davis a Johnsrude, 2003; Peeleová a Johnsrude, 2010 – viz obr. 7 v barevné příloze).

Podle Pulvermüllera et al. (2008) je možno potvrdit obligatornost jazykového zpracování ve speciální experimentální situaci. Participantům experimentu jsou přes sluchátka vysílány do každého ucha interferující (soupeřící) zvukové stimuly. Z pravého sluchátka slyší mluvené výpovědi, zatímco v levém sluchátku jsou jim prezentovány různé neřečové zvuky. Tyto zvuky musí intenzivně sledovat, neboť jejich úkolem je motoricky reagovat vždy, když se zvuky změní. Tímto způsobem je zajištěno odklonění pozornosti (vědomého zaměření) od sledování mluvených výpovědí. Výsledky experimentu ukazují identické šíření aktivace kortikálními oblastmi jako v situaci, kdy zkoumané osoby věnují zpracování mluvené výpovědi maximální pozornost.

Tyto závěry značně oslabují představu o sdílení limitovaných zdrojů pozornosti, resp. zaměřeného vědomí, která je v přímém rozporu s představou reflexivně probíhajících procesů jazykového zpracování. Jádrem tohoto přístupu označovaného jako model limitované kapacity pozornosti (*limited-capacity model of attention* – Murrayová, et al., 1997) je myšlenka, že všechny vyšší kognitivní procesy (*higher level cognitive processes*) operují s limitovanou dávkou pozornosti. Systémy kognice spolu soupeří o to, kdo si pro sebe „ukořistí“ větší část těchto zdrojů. Velikost získaného objemu pozornosti přímo ovlivňuje efektivitu zpracování informací v daném systému kognice. Pokud by tedy platily předpoklady o limitované distribuci zdrojů pozornosti, potom by výsledkem výše popsaného experimentu měla být u osob s odkloněnou

pozorností aktivace odlišné neurokognitivní sítě oproti participantům, kteří věnovali mluvené výpovědi plnou pozornost. Nic takového experiment neukázal.

Výsledky studie Pulvermüllera a jeho kolegů (2008) naznačují sice funkční nezávislost systému jazykového zpracování – syntaktického parsingu na systému pozornosti, přesto ale nelze jednoznačně prokázat stejnou míru nezávislosti vůči ostatním kognitivním systémům, které jsou s jazykovými procesy logicky spjaty, tak jako je tomu v případě systému paměti (viz kap. 2.2.1.1).

2.5.2.2 Vliv frekvence výskytu syntaktické struktury na porozumění

Podle Ferreiraové et al. (2001, 2003) není frekvence výskytu povrchové syntaktické struktury určující pro vysvětlení potíží, které mají lidé při zpracování některých typů syntaktických konstrukcí (např. pasivních vět). Přesnost a rychlost porozumění větám s vytýkací vazbou v angličtině (*subject cleft sentence* – *It was the man who bit the dog*)³⁴ je podle těchto autorů stejná jako u kanonických vět aktivních, přestože prvně jmenované se vyskytují s prokazatelně mnohem menší frekvencí. Autoři se domnívají, že jedno z vysvětlení problému pasivních vět spočívá v tom, že systém porozumění musí u těchto konstrukcí připsat tematické role participantům děje v atypickém (nekanonickém) pořadí – *patiens* je v pozici před *agens*. Tento fenomén může být zjevný v jazycích jako je angličtina, nikoli v jazycích, které mají volnější (nikoli svévolný) slovosled (např. čeština).

The dog was bitten by the man → Pes byl pokousán *mužem* → Mužem byl pokousán *pes*: princip aktuálního členění výpovědi v češtině umožňuje vytčení nové informace do postavení na konec věty, aniž by se tím změnil základní význam sdělení. Pořád to je *patiens* (pacient), který je pokousán *agens* (agentem), přestože jednou je v postavení pre-verbálním a podruhé post-verbálním. Systém porozumění českých mluvčích je „zvyklý“ na změnu postavení lexikálních jednotek, s nimiž putují i jejich tematické role, a proto tento jev nebude u českých mluvčích patrně zdrojem potíží při porozumění pasivním větám (nehledě na explicitní morfologické změny), tak jak to popisují výše Ferreiraová et al. (2001, 2003). Nicméně, aby bylo možné doložit, zda mají čeští mluvčí potíže

³⁴ V české lingvistice se *cleft sentences* označují jako důrazově vytýkací konstrukce, jejichž funkcí je vytčení jádra nebo východiska (EŠČ, 2002). V češtině a v angličtině mají tyto vztažné věty stejnou syntaktickou strukturu - *It was the man who bit the dog* vs. *Byl to muž, kdo kousl psa*. Z mnoha neurolingvistických studií vyplývá, že systém jazykového porozumění má u anglických posluchačů (týká se jak intaktní, tak i klinické populace) mnohem větší potíže se zpracováním důrazově vytýkacích konstrukcí, které vymezují předmět (objektové doplnění) slovesa – *It was the man who the dog bit* (viz dále v textu).

s pasivními konstrukcemi (mají-li vůbec takové potíže) na základě míry jejich frekvence výskytu nebo na základě slovosledných variací, museli bychom mít k dispozici experimentálně ověřená data. Pro češtinu ovšem nejsou k dispozici.

Také některé další práce jako např. hypotéza izomorfního mapování oslabují koncepci protěžující vliv frekvence výskytu určitého typu syntaktické struktury na proces jazykového porozumění. Podle jejich předpokladů je mnohem důležitějším prediktorem procesu jazykového porozumění úroveň korespondence (izomorfie vs. neizomorfie) mezi syntaktickou strukturou a přirozenou strukturou události (viz kap. 3.1.1.4). Tento předpoklad není ve shodě se závěry Ferreiraové et al. (2003), kteří zjistili, že při čtení aktivních (*The man bit the dog* vs. *The dog bit the man*) a pasivních vět (*The dog was bitten by the man* vs. *The man was bitten by the dog*) jsou rozdíly ve zpracování bez ohledu na (non)izomorfii mezi syntakticko-sémantickou strukturou a strukturou události. Participanti rozhodovali o sémantické plauzibilitě čtených vět. U aktivních vět bylo určení plauzibility vs. neplauzibility bezchybné, ovšem u pasivních konstrukcí připustili respondenti sémantickou plauzibilitu ve více než 25 % případů u vět implauzibilních. Systém jazykového porozumění ve čtvrtině případů ignoroval princip neizomorfie. Podle komentáře Ferreiraové et al. (2002) nejde o to, že by respondenti připouštěli tuto možnost jako reálnou, přestože je v rozporu s obvyklou znalostí. Spíše se jedná o doklad tzv. mělkého zpracování, které automaticky diktuje osobě přiřadit participantům děje obvyklé role. Jinými slovy, Ferreiraová et al. se domnívají, že v těchto případech nedošlo k plnému porozumění obsahu sdělení. Ze závěrů vyplývá, že frekvence výskytu povrchové struktury neurčuje potíže, které se mohou při zpracování objevit. Přestože se pasivní forma vět vyskytuje s menší frekvencí, byli respondenti ve 100 % případů schopni správně určit plauzibilitu u vět s propozicí, která byla v souladu s běžnými znalostmi. Shodného výsledku dosáhli respondenti v aktivních větách (dále viz kap. 2.5.2.3).

2.5.2.3 Teorie „Good-Enough“ reprezentací v jazykovém porozumění

V minulých letech spolu soupeřily dva hlavní modely větného zpracování – *Garden-Path model* (GPmodel) a *Constraint-Satisfaction model* (CSmodel). Podle GPmodelu systém jazykového zpracování v iniciální fázi procesu porozumění provádí syntaktickou analýzu, přičemž nebere v úvahu informace vyplývající z kontextu či obecných znalostí (*semantic plausibility*). Jakmile je provedena první úroveň interpretace založená striktně na syntaktické analýze, jsou zpřístupněny další informace, které zajišťují buď potvrzení

syntakticky vázané interpretace nebo spouštějí proces reinterpretace. CSmodel naproti tomu předpokládá, že všechny varianty syntaktické analýzy jsou zpracovávány v jednu chvíli paralelně se všemi relevantními informacemi, které mají na proces jazykového porozumění vliv. V případě porozumění ambiguitní věty dochází automaticky k aktivaci všech typů interpretací, s tím, že tyto interpretace spolu soutěží. Vybrána bude jen jedna na základě toho, jakým způsobem vyhovuje vnějším kontextovým podmínkám (Ferreiraová et al., 2002). GPmodel představuje model seriálového zpracování, kde syntaktická informace je plně separována od systému znalostí (*world knowledge*) a významu. CSmodel zastupuje paralelní úroveň zpracování s tím, že syntaktický analyzátor spolupracuje interaktivně se všemi dostupnými informačními zdroji.

GPmodel vznikl při zkoumání vět jako je např. *While Anna dressed the baby played in the crib*. První část věty posílá systém porozumění na nesprávnou interpretační kolej, a proto setrvávají čtenáři delší dobu svým pohledem u výrazu *played*. GPmodel v tomto případě přepokládá efekt frekvence výskytu gramaticko-sémantického vzorce predikátu (*dress*). V angličtině je mnohem frekventovanější výskyt tohoto slovesa s objektovým doplněním, kde jsou vyžadovány dva argumenty a dvě tematické role – agens oblékání a patiens oblékání, přičemž kanonické uspořádání je **agens – VF – patiens**. Systém porozumění tak využívá standardního syntakticko-sémantického schématu uspořádání participantů události k primární a rychlé aktivaci, přestože se tranzitivní forma slovesa nakonec ukáže jako interpretačně neadekvátní. Časové prodlení ve zpracování věty je pak fyzickým projevem inhibice preferovaného syntakticko-sémantického vzorce (neuronálně posíleného spojení) (v rozporu s výsledky studií o nepravděpodobném efektu frekvence výskytu syntaktické struktury na porozumění v kap. 2.5.2.3) (Ferreiraová et al., 2002).

Ferreiraová et al. (2001, 2002, 2003) přichází s třetí variantou popisující způsob práce systému jazykového porozumění – tzv. konceptem *good-enough* interpretace. Autoři tohoto teoretického konceptu argumentují tím, že většina výsledků a následně tvořených teorií vzniká na základě hodnocení experimentálně navozených podmínek. Laboratorní podmínky nejsou ale to samé, co reálná komunikace. V běžném komunikačním aktu se vyskytuje mnoho rušivých elementů, v řečové produkci je množství dysfluencí a neukončených sekvencí apod. Domněnka je taková, že systém jazykového zpracování nedokáže ve všech případech kompletně rekonstruovat syntakticko-sémantické vztahy mezi jednotlivými konstituenty větné výpovědi. Analýza struktury větné výpovědi je podle tohoto konceptu značně povrchná. Ve větě *The son*

of the driver that had the mustache was pretty cool se analyzátor nijak nesnaží o přiřazení relativní klauze ani k výrazu *son*, ani k výrazu *driver*, neboť pokud nemá dostatek informací (nedívá se přímo na popisované subjekty v reálu), aby rozhodl o tom, kdo nosí knír, nemá smysl toto syntaktické přiřazení (*attachment*) provádět. Systém tak pracuje podle principu využití dostatečných informací, které mu umožní povrchní zpracování, a neobtěžuje se s aktivací všech pravděpodobných syntaktických vazeb podle CSmodelu, ani neprovádí reinterpetaci podle GPmodelu.

Inspirací pro vznik konceptu povrchního zpracování byla pro Ferreiraovou et al. (2003) starší studie Duffyho et al. (1989), ve které měli participantů za úkol číst nahlas poslední slova věty. Věty byly uspořádány do třech typů. První typ obsahoval výraz, který sémanticky primingoval poslední výraz ve větě (předpoklad rychlého čtení), druhý typ byl uspořádán tak, že preverbální výraz sémanticky neasocioval komplement (čtení mělo být pomalejší) a konečně ve třetím typu vět byl sice zastoupen lexikální zástupce sémanticky odkazující na finální výraz, ovšem v konstrukci ho s ním nespojoval žádný syntakticko-argumentový vztah (předpoklad byl, že čtení bude také pomalé, pokud systém jazykového porozumění provede kompletní syntaktickou analýzu):

1. *The boy watched the bartender serve the cocktails.*
2. *The boy saw that the person liked the cocktails.*
3. *The boy who watched the bartender served the cocktails.*

Výsledky hodnocení rychlosti čtení finálních výrazů potvrdily předpoklady u prvního a druhého typu. V průměru trvalo respondentům signifikantně kratší dobu čtení výrazu *cocktails*, který byl primingován sémanticky asociovaným a syntakticky svázaným výrazem *bartender* (1. věta) než čtení finálního výrazu, kde nebyla splněna podmínka sémantické asociace, ale jen syntaktické vazby (2. věta). Zcela podle očekávání ale byl čas čtení finálního výrazu ve třetí větě stejně rychlý jako ve větě první. Autoři experimentu to interpretovali tak, že sémanticky asociativní výraz primingoval zpřístupnění finálního výrazu bez ohledu na to, zda byl s tímto výrazem v nějakém syntaktickém vztahu. Systém jazykového porozumění ignoroval rozdíly mezi první a třetí větou. Reprezentace, které vygeneroval, byly *good-enough* k provedení mělké interpretace, ale nebyly dostatečně detailní, aby provedly diferenciaci mezi tím, kdo udělal co komu. *Bartender* je ve třetí větě sice ve stejné preverbální pozici jako ve větě první, ale nebyla mu přiřazena role agentu, který servíruje *cocktails*. Systém jazykového

porozumění není tedy v analýze důsledný a provádí velmi rychlou interpretaci s informacemi „z první ruky“.

Christianson et al. (2001) dokládají tento efekt minima zpracování ve studii zaměřené na čtení ambiguitních vět vyvolávajících GPefekt jako byl příklad výše *While Anna dressed the baby played in the crib* a vět se stejným obsahem, ale upraveným slovosledem tak, aby byla věta vnímána jako neambiguitní *The baby played in the crib, while Anna dressed*. Po přečtení věty byly respondentům položeny dvě otázky:

1. *Did the baby play in the crib?*
2. *Did Anna dress the baby?*

Na první otázku odpovídali respondenti zcela korektně u obou typů konstrukcí. To znamená, že systém jazykového porozumění v případě ambiguitních konstrukcí provedl syntaktickou reanalýzu vztahů lineárně řazených konstituentů a inhiboval prvotní aktivaci tranzitivní struktury slovesa *dress*, tak aby ustoupila interpretaci reflexivní po expozici druhého slovesa, a mohl tak identifikovat *baby* jako subjekt hraní a nikoli jako objekt oblékání. V případě druhé věty byl ale výsledek bezchybný jen u těch respondentů, kterým byla exponována neambiguitní konstrukce. Respondenti zpracovávající GP konstrukci měli výrazné potíže znovu explicitně určit *baby* jako konstituent, který nebyl objektem oblékání, ale subjektem hraní. Důvodem je podle autorů studie opět povrchní forma zpracování, kdy v systému jazykového porozumění stále rezonuje první interpretační schéma s tranzitivním uspořádání, které má neurokognitivně dominantní postavení.

2.5.3 Sémantické zpracování větné výpovědi

Některé současné teorie předpokládají, že zpracování větného významu je plně závislé na generativním systému syntaktického zpracování (viz kap. 2.4.3.5 nebo kap. 3.1.1.3). Tyto modely jazykového zpracování se řídí principem – syntax má přednost. Naproti tomu přichází Jackendoff (2007) s názorem, že sémantický modul je vedle fonologického a syntaktického systému také nezávislý generativní systém korelující průběh zpracování se systémem syntaxe prostřednictvím tzv. funkčního rozhraní (*interface*) (viz schéma 13). Sémantický systém zastupuje mentální reprezentace (myšlenky), které jazyk vyjadřuje skrze konverzní systémy fonologie a syntaxe tvořící povrchovou formu výpovědi. Tento interaktivní model spolupracujících systémů syntaxe a sémantiky má v současné době větší podporu.

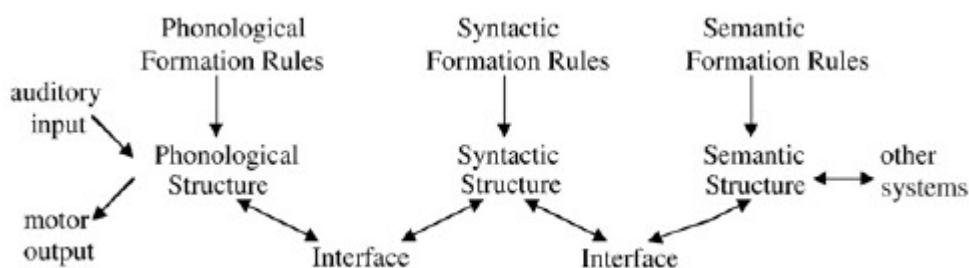


Schéma 13 Grafické znázornění paralelního zpracování ve třech nezávislých, ale funkčně propojených systémech jazykového zpracování (Jackendoff, 2003).

2.5.3.1 Dvě roviny významu slovesa

Kemmerer a Gonzalez-Castillo (2010) vytvořili teorii, jejímž základem je stratifikace významových komponent slovesa. Teorie dvou rovin významu slovesa (*Two-Level Theory of verb meaning* – TLT) má podle autorů napomoci analýze jazykové formy dějové reprezentace, neboť sloveso je základním stavebním prvkem větné výpovědi referující ke konkrétní reálné události. Finitní tvar slovesa podle Kemmerera a Gonzalez-Castilla (2010) obsahuje dvě významové složky. Primární je tzv. kořenový význam odkazující k základní konceptuální formě významu. Druhou složku (rozhodující v procesu větného porozumění) tvoří informace o argumentové struktuře – autoři označují tuto složku jako šablonu struktury události (*event structure template*).

Podstatnou informaci přináší TLT z hlediska rozložení zmiňovaných dvou vrstev významu v systému neurokognitivního zpracování. Konceptuální vrstva významu je spjata se zrcadlovými neurony v somatotopicky organizovaných strukturách primárního motorického a premotorického kortexu v LH. Tato teorie podporuje práce reprezentující koncept ukotvené kognice (*embodiment cognition*), neboť předpokládá zakotvení lexikálního významu v modalitně-specifických oblastech zpracování (viz např. kap. 2.2.1.3 a 4.3). Kemmerer a Gonzalez-Castillo (2010) citují například Dinstaina et al. (2007), který popisuje teorii ukotvené kognice jako snahu o nalezení funkčně se překrývajících neuronálních struktur (*neuronal cell assemblies*), které jsou aktivovány jednak v případě jazykového zpracování slovesného významu, tak i při samotném exekutivním výkonu nebo při pouhém pozorování činnosti, ke které sloveso referuje. Práce Pulvermüllera (2002, 2005, 2008, 2010) tento způsob neurokognitivní organizace základního významu akčních sloves podporují (viz kap. 4.1 a 4.3). Tato složka významu zařazuje slovesa do specifické významové skupiny – např. slovesa *melt* a *dry* patří do

třídy sloves odkazujících k tomu, že určitý objekt prochází fyzikální transformací (*change of state verbs*). Tyto reprezentace významu nejsou propojeny se systémem gramatického zpracování.

Naproti tomu sémanticko argumentová vrstva významu slovesa je řízená amodální strukturou odpovídající části Brocova komplexu – BA 44 a podle autorů teorie je funkčně a neurokognitivně propojena se systémem gramatického zpracování. Tato rovina významu zachycuje strukturu události společnou všem slovesům v dané třídě. V této struktuře se soustředí základní univerzální kognitivní koncepty jako jsou události, stavy, substance, umístění, cíle a záměry formující obsah jazykové výpovědi a určují se vztahy mezi těmito entitami (argumenty). V této struktuře významu slovesa je implementována i informace o konkrétní tematické roli větného konstituentu. Úkolem systému jazykového porozumění je zpřístupnění celého komplexu informací uložených v lexikální/konceptuální reprezentaci slovesa zastupujícího reálnou činnost.³⁵ Amodální BA 44 představuje jakési neuronální rozhraní (*interface*) jazykového (syntaktická subkategorizace a sémanticko argumentová struktura) a kognitivního (motorického, vizuálního apod.) zpracování struktury události.

2.5.3.2 Neuronální koreláty zpracování argumentové struktury slovesa

Aktivní účast posteriorní části inferiorního frontálního gyru (BA 44) v organizaci vztahů větných argumentů potvrzuje i práce Raettiga et al. (2010). Ve své studii prezentovali patnácti německým rodilým mluvčím jednoduché pasivní věty v minulém čase, které obsahovaly struktury morfosyntakticky korektní, věty s morfosyntaktickou odchylkou a věty s korektní a chybnou predikátově-argumentovou strukturou (viz schéma 14). Participantů experimentu byli požádáni, aby po auditivní expozici rozhodli o gramatické správnosti vět. Během auditivní expozice vět byl snímán průtok krve v kortikálních oblastech mozku pomocí funkční magnetické rezonance. Srovnání aktivace morfosyntakticky korektních a odchýlných větných výpovědí odhalilo signifikantně vyšší stupeň aktivace v levém horním posteriorním temporálním gyru při expozici morfosyntaktických odchylek. To znamená, že tato oblast musela v situaci

³⁵ Lexikální vstup (*lexical entry*) slovesa zahrnuje kromě jeho významu a fonologické formy, několik druhů syntaktických a sémantických informací. Lexikální vstup slovesa *give* tak obsahuje následující informace:

- syntaktickou kategorii: V
- syntaktickou subkategorizaci: [_NP NP] nebo [_NP PP]
- argumentovou strukturu: (x,y,z)
- tematickou strukturu: (agens, recipient) (Jonkers, 2000).

výskytu neočekávané kombinace gramatických reprezentací vyvinout při zpracování vyšší úsilí. Odchytky v predikátově-argumentové struktuře měly za následek silnější aktivaci v levém pars opercularis (BA 44 – část Brocova centra).

MS-I	*Im Haus wurde bald streichen und renoviert *[In the] house was soon painted and renovated
MS-C	Das Haus wurde bald gestrichen und renoviert The house was soon paint and renovated
VA-I	*Das Konzert wurde bald gehustet und unterbrochen *The concert was soon coughed and disturbed
VA-C	Im Konzert wurde bald gehustet und unterbrochen [In the] concert was soon coughed and disturbed

Schéma 14 Typy větných konstrukcí v experimentu Raettiga et al. (2010).

Posteriorní část inferiorního frontálního gyru (BA 44) není ale jedinou anatomickou strukturou, která je uváděna v souvislosti s větně sémantickým zpracováním. Zajímavé jsou výsledky studie Assadollahio et al. (2009), kteří sledovali míru aktivace pomocí fMRI u dvaceti zdravých osob při tichém čtení sloves, v jejichž syntakticko-argumentové struktuře je inherentně přiřazen jeden nebo tři participanti děje. Slovesa byla prezentována jednak samostatně, jednak v minimální syntaktické struktuře. Poněkud proti očekávání tiché čtení izolovaných sloves vyžadujících pouze jeden argument vyvolalo mnohem silnější průtok krve oblastí inferiorního temporálního fusiformního gyru (BA 37) v LH než u sloves, které vyžadují zapojení tří participantů. V soulase s předchozími studiemi byl nálezní aktivace IFL při zapojení slovesa do větné struktury s tím, že silnější aktivace se prezentovala při expozici věty s jedním argumentem. Podle autorů studie je temporální lalok důležitou strukturou zpřístupňující syntakticko-argumentové reprezentace vázící se k danému slovesu a IFL chápou jako místo zpracování těchto reprezentací do větné struktury.

Jiné studie, tak jako ta Thompsonové et al. (2007), přinášejí doklady o účasti posteriorních perisylvianských oblastí při zpracování argumentové struktury. Thompsonová et al. (2007) použili u sedmnácti respondentů metodu lexikálního posuzování, aby porovnali neurokognitivní schéma aktivace u substantiv a sloves a uvnitř skupiny samotných sloves, aby porovnali aktivaci výrazů intransitivních (s jedním argumentem), tranzitivních (s dvěma argumenty) a ditranzitivních (se třemi argumenty).³⁶ Anglická slova byla prezentována na obrazovku a úkolem respondentů bylo rozhodnout, zda daný výraz patří či nepatří do anglického lexikonu.

³⁶ Výběh příkladů sloves s jedním argumentem – *live, remain, sit, stay, talk*; se dvěma argumenty – *meet, eat, hold, spend, cut*; se třemi argumenty – *bring, leave, put, send, buy* ze studie Thompsonové et al., 2007.

Jak jmenné výrazy, tak i slovesa aktivovaly rozsáhlou neuronální síť v LH i PH – primární vizuální areu, vizuálně asociační a fusiformní oblasti, primární sensorický a motorický region. Z heteromodálních jazykových oblastí byly aktivovány STG a STS a IFG. Celá tato aktivační síť pokrývá rané fáze vizuálního zpracování slov, fonologické zpracování, lexikálně sémantické procesy a aktivaci gramatických (morfosyntaktických a argumentových) informací. Důležitým poznatkem vyplývajícím z analýzy získaných údajů je skutečnost, že aktivační schéma substantiv a sloves se lišilo zcela nepatrně (rozdíly byly insignifikantní – slovesa a nikoli substantiva v malém rozsahu aktivovala navíc části IFG – BA 45, 46 a MTL). Nebyla patrná žádná masivní aktivace, která by poukazovala na rozdíly ve struktuře vázaných sémantických a gramatických informací.

Ovšem při srovnání samotných sloves byly při analýze fMRI záznamů nalezeny určité specifické oblasti, které chyběly při srovnání sloves se substantivy. Zpracování sloves se dvěma argumenty ve srovnání se slovesy s jedním argumentem vyvolalo aktivaci v levém angulárním (BA 40) a supramarginálním gyru (BA 39) v LH. Tento stejný heteromodální region byl aktivován i při srovnání dvou a tří argumentových sloves v porovnání s jedno argumentovými, s tím rozdílem, že aktivace byly nalezeny v obou hemisférách a jejich intenzita se zvětšovala s počtem argumentů.

2.5.3.3 Vliv počtu a typu vázaných pozic slovesa na porozumění

Ke každému slovesnému výrazu referujícímu k aktivitě, činnosti a události je implicitně vázán různý počet a typ obligatorních či fakultativních syntaktických pozic (gramatický větný vzorec – GVV). Kromě tohoto vzorce je lexikální forma slovesa nositelem specifického významu – predikátu, který implikuje jistý počet sémantických pozic (participantů) (sémantický větný vzorec) (Daneš a Hlavsa, 1987; ESČ, 2002).³⁷ Počet a typ těchto vázaných jazykových informací na lexikální formu slovesa uloženou v mentálním lexikonu výrazně ovlivňují způsob zpracování větné výpovědi a v systému jazykového porozumění se na neuronální úrovni promítají v aktivaci rozdílných neurokognitivních sítí.

³⁷ V současné neurolingvistické literatuře zaměřující se na hledání neurokognitivních korelátů slovesných výrazů se velmi často pracuje s koncepty, které se svým pojetím blíží syntaktickým teoriím jako je dvourovinná valenční syntax. Nicméně mnozí autoři experimentálních studií používají rozmanitou terminologii a velmi často nejasně odkazují na jazykovědnou literaturu. V tomto směru je výraznou výjimkou např. práce Kemmerera a Gonzalez-Castilla (2010 – *The Two-Level Theory of verb meaning*), kteří při postulování svých hypotéz vycházeli z celé řady jazykovědných publikací (viz kap.2.4.3.1) (poz. autora).

Shetreetová et al. (2007) použili ve svém experimentu oproti studii Thompsonové et al. (2007) (viz kap. 2.5.3.2) slovesa zapojená do věty. Záznam aktivace měl tak odrážet strukturu plně rozvinutých syntakticko-sémantických vztahů mezi větnými konstituenty řízených daným predikátem, a nikoli jen potenciální implicitně vázané pozice, tak jako při expozici izolovaných sloves. Vliv počtu syntaktických a sémantických pozic na aktivaci kortexu se sledoval ve dvou experimentech. Hebrejští mluvčí poslouchali série výpovědí, přičemž plnili sémantické úlohy, aby se zajistila plná pozornost a plné porozumění. V prvním experimentu se manipulovalo s počtem komplementů sloves, přičemž syntaktický rámec byl početně vyrovnaný. Tzn. že u sloves intransitivních byly doplněny fakultativní syntaktické pozice v podobě příslovečných určení (adjunktů) vyjadřujících místo nebo čas události, aby se dodržel stejný počet syntaktických pozic jako u vět, jejichž slovesa vyžadovala jeden, resp. dva pravostranné obligatorní komplementy (viz schéma 15). Ve druhém experimentu se sledovaly rozdíly v aktivaci sloves, v jejichž lexikálním vstupu je rozdílné množství potenciálních typů syntaktických doplnění (viz schéma 16).

Condition	Example for a sentence
Unergatives	Dana shara [etmol] [b-a-miklaxat]
No complements	Dana sang [yesterday] _{adjunct} [in the shower] _{adjunct}
Transitives	Ron shavar [et ha-kos] [b-a-xatuna]
1 complement	Ron broke [the glass] _{theme} [in the wedding] _{adjunct}
Ditransitives	Keren sama [et ha-xulcot] [b-a-aron]
2 complements	Keren put [the shirts] _{theme} [in the closet] _{goal}

Schéma 15 Typy vět v prvním experimentu (Shetreetová et al. 2007).

John discovered {the story}_{NP}
 John discovered {that the story is real}_{CP}
 John lost {the keys}_{NP}
 Mary depends on {the spell checker}_{PP}
 John demanded {the book}_{NP}
 John demanded {to read the book}_{IP}
 John demanded {that Anna would smile}_{CP}

Schéma 16 Typy vět v prvním experimentu (Shetreetová et al. 2007).

Výsledky v prvním experimentu ukázaly, že aktivační vzorec spojený s rozdílným počtem komplementů byl specificky selektován do netypických jazykových struktur v PH. Jednalo se o precuneus a anteriorní cingulární kortex (BA 32). Míra aktivace byla vyšší u sloves s komplexnějším SVV. Rozdíly v syntaktickém větném vzorci naproti tomu vyvolaly aktivace v STG a v IFG (BA 9, 47) v LH. Stejně jako v předchozím

případě, byla zaznamenána gradace signálu s rostoucím počtem potenciálních syntaktických doplnění. Výsledky tak potvrzují i závěry klinických studií, které v souhrnu popisují u osob s afázií značné těžkosti při zpracování vět obsahujících slovesa s větším počtem obligatorních doplnění, resp. s větším počtem syntaktických pozic vůbec. Pravděpodobně je to z toho důvodu, že tyto syntakticko-sémantické struktury vyžadují zapojení rozsáhlejší neurokognitivní sítě a v případě neurologického deficitu se část této sítě stane nefunkční (Ingram, 2007).

2.5.3.4 Vliv gramatické kategorie na větné porozumění

Důležitou vlastností, která zasahuje do procesu zpracování větné výpovědi v systému jazykového porozumění, je např. gramatická kategorie životnosti/živosti, resp. míra životnosti zastoupených participantů.³⁸ Konceptuální kategorie životnosti/živosti existující nezávisle na jazyce je zcela zásadním determinantem ovlivňujícím v různých jazycích např. pořádek slov ve větě (Grewe et al., 2007).

Posuzování míry životnosti/živosti na škále humánní – subhumánní – neživé hraje ve zpracování na úrovni věty podstatnou roli. Tato míra reprezentuje míru přirozenosti průběhu popisovaného děje, kterého se účastní dva participanté ve směru od agentu k pacientu. Jako základní nepříznačové (*unmarked*) se chápou tranzitivní konstrukce, kde agens je spojen s vysokou mírou životnosti/živosti, zatímco patiens je vnímán jako entita s nízkou mírou životnosti/živosti a definitnosti. Tranzitivní věty popisující situace, ve kterých neživé entity vystupují jako ty, které způsobují něco někomu životnému/živému např. ve větě *The rock hit Bill on the head*, jsou v angličtině považovány za příznačové a v psycholingvistických experimentech se ukazuje, že vyžadují vyšší komputační (časové) nároky na zpracování oproti konstrukcím bezpříznačovým, kde je v pozici agentu živá bytost nadaná schopností provést činnost zasahující další zúčastněnou entitu (Grewe et al., 2007).

Několik málo studií manipulujících v experimentech na větné porozumění s kategorií životnosti jako s proměnnou popisuje aktivaci různých kortikálních oblastí. Chen et al. (2006) objevili signifikantně zvýšenou míru aktivace Brocovy oblasti při zpracování relativních vět, kde byl animální participant hloubkově generovaný jako

³⁸ Gramatická kategorie životnosti má v češtině jednak funkci morfologickou, jednak syntaktickou. Životnost zahrnuje jména osob a zvířat, nikoli rostlin. U substantiv rodu mužského je základem členění na jména životná a neživotná. Ty se liší tvarem akuzativu – jména neživotná se v nom. a akuz. shodují, jména životná mají v těchto pádech tvary různé. Substantiva životná mohou vstupovat do role agentu, tj. vykonavatele děje. Gramatická kategorie životnosti ovlivňuje gramatickou shodu – muži pracovali vs. stroje pracovaly (viz Encyklopedický slovník češtiny, 2002).

objekt děje relativní klauze, a zároveň vystupoval jako subjekt děje reprezentovaného větou hlavní a subjekt relativní klauze byl neživý – *The golfer that the lightning struck survived the incident* (Golfista, kterého zasáhl blesk, nehodu přežil), nikoli však u stejně tvořených syntaktických konstrukcí, ve kterých byl na místě animálního participantu v předcházející větě vložen participant neživý – *The wood that the man chopped heated the cabin*. V rozporu s některými teoriemi funkčního využití Brocovy oblasti v systému jazykového porozumění (viz např. Grodzinského teorie o specificky zaměřeném syntaktickém parsingu), Chen et al. (2006) nevnímají danou oblast IFG jako místo, jehož aktivace reflektuje ať už obecnou či specifickou analýzu strukturních vlastností větné výpovědi, ale jako oblast, která reaguje na změny v členění, resp. pořadí zúčastněných participantů v závislosti na jejich příslušnosti k živým či neživým entitám (*noun animacy order*).

2.5.3.5 Význam skrze syntax

Teoretický koncept, který McKoon a Ratcliff (2003, 2005, 2007) nazvali *Meaning Through Syntax* (MTS), zastupuje názorovou linii, která přináší holistický pohled na tvorbu významu větné a komplexní výpovědi (textu). Předpokládá se, že porozumění výpovědi je výsledkem interakce mezi jednotlivými koncepty, které jsou ve větě vyjádřené slovy a interakcí konceptů a propozic³⁹ s odpovídajícími obecnými znalostmi (*general knowledge*) posluchače/čtenáře a kontextem situace. Význam je tedy tvořen interakcí lexikálně-sémantických, argumentově-syntaktických informací s presupozicemi,⁴⁰ které vnikají na základě naší zkušenosti o fungování světa (přibližuje se konceptu ukotvené kognice, jejímž jádrem je představa o tom, že lidský kognitivní systém vznikl jako rezultat fyzické interakce člověka s okolním světem – viz kap. 4.3).

McKoon a Ratcliff (2007) se zaměřili na vliv širšího kontextu znalostí, které podle nich významnou měrou ovlivňují proces porozumění větné výpovědi (holistická teorie porozumění). To, že věta *The meat that was devoured by the snake* je čtena rychleji než

³⁹ V tomto pojetí se propozice chápe jako mentální obraz jazykově popisované struktury události (pozn. autora). Termín propozice je v neurolingvistické literatuře poměrně hojně užíván, ovšem standardně není autory odborných textů nijak specifikován. V některých případech je tento termín používán zhruba ve smyslu významové jednotky textu odpovídající obvykle větě založené na predikaci, u některých autorů převažuje tendence označovat propozicí spíše celkový význam, resp. smysl věty, který je formován jednak vlastní propozicí, jednak presupozicemi a informacemi kontextovými – komplexní informace (viz Čermák, 2001).

⁴⁰ Autoři konceptu MTS se použitím termínu presupozice blíží jeho pojetí ve smyslu souboru relevantních faktorů a předpokladů, které musí komunikační partneři respektovat, pokud má být komunikace úspěšná – pragmatická presupozice (ESČ, 2002).

věta *The elephant devoured by the snake* nemusí být nutně jen z důvodu její morfosyntaktické redukce (chybějící uvozovací vztažné zájmeno).⁴¹ Autoři pokládají za podstatné i to, že větná výpověď je generována nejprve z určitého obecného kognitivního konceptu, který si v mysli tvoříme jako rámec všech našich zkušeností. Z tohoto rámce se vyčleňují jednotlivé významy a spojují se v jeden celek – propozici. Zpracování propozice, ve které je konfigurace elementů uspořádána proti smyslu naší obecné zkušenosti, tak jako v příkladě *snake devours elephant*, vyžaduje v systému jazykového porozumění delší časový úsek než zpracování propozice, kde uspořádání elementů vyhovuje prototypické události – *snake devours meat* (srovnej s hypotézou izomorfního mapování v kap. 3.1.1.4).

Není rozhodující jen to, že se výrazy (významy) v daných výpovědích vyskytují typicky (s určitou mírou frekvence) v pozici agentu či pacientu u konkrétného slovesa: *elephant is devouring...* je nepochybně frekventovanější než konfigurace *elephant being devoured...* Rozhodující je především celková podoba propozice. Je-li doplněn do pozice agentu *snake*, potom je narušena prototypičnost obrazu naší zkušenosti. Narušení prototypičnosti propozice (a zákonitě i zapojení rozsáhlejší neuronální sítě) tak spočívá ve volbě atypického agentu – *snake*. Míra atypičnosti by se mohla například snížit zapojením agentu (pokud by ale takový existoval), který je příkladem přirozeného „požírače“ slonů.

Když je sluně požíváno nějakou velkou kočkovitou šelmou (*The small elephant (that was) devoured by the lion*) nebo mrtvý slon je požíván mrchožrouty (*The dead elephant (that was) devoured by the vultures*), vyhodnocuje systém jazykového porozumění tyto propozice jako ty, které jsou v souladu s naší obvyklou zkušeností. McKoon a Ratcliff (2003, 2005, 2007) tak ve svých studiích dokládají, že rychlost mechanismu porozumění redukované a neredukované relativní větné výpovědi⁴² se liší nejenom přítomností syntaktické ambiguity (u redukovaných struktur), ale i jejich propozičním významem. Zmíněný význam poskytuje podle autorů vysvětlení, proč jsou statisticky významné rozdíly v rychlosti čtení mezi propozicemi jako *snake devours elephant* a

⁴¹ Důvodem pomalejšího zpracování může být v tomto případě i skutečnost, že v iniciální fázi zpracování zachází systém jazykového porozumění s první nominální frází v preverbální pozici standardně jako se subjektem (agentem). Po expozici prepozice *by* musí nutně dojít k přesměrování interpretace z aktivní na pasivní konstrukci.

⁴² V neurolingvistické literatuře se užívá termínu *reduced relative sentence* k označení věty, kde je vynecháno vztažné zájmeno. Dušková et al. (2006) popisují tento typ anglických konstrukcí jako vztažné věty juxtaaponované. U pasivních konstrukcí v angličtině je vynechání relativního zdroje syntakticko-sémantické ambiguity (viz výše odkaz č. 36). V češtině jsou někdy tyto participiální tvary vykládány jako transformované konstrukce vztažných vět přívláskových (EŠČ, 2002).

snake devours meat (aktivní konstrukce) daleko větší než rozdíl v rychlosti čtení, který můžeme sledovat u relativních vět redukovaných a neredukovaných s očekávaným významem (McKoon & Ratcliff, 2007). V případě větných výpovědí s neočekávanou strukturou tematických rolí (ten, kdo je obvykle požírán, se najednou objeví v pozici agentu děje požíraní) je zjevné, že systém jazykového porozumění musí vyvinout daleko větší úsilí pro jejich zpracování bez ohledu na typ syntaktické struktury.

2.5.4 Neuropragmatika

Předchozí kapitoly se zabývaly jazykovými strukturami, na které se standardně zaměřují badatelé v afaziologii a neurolingvistice již od časů Brocových a Wernickeových. Studium bylo v neurovědných disciplínách (*neuroscience of language*) přednostně zaměřeno na odhalení neurobiologických základů jazykových prostředků zvukové, slovní a větné úrovně, které jsou využívány v řečové produkci a v procesu jazykového porozumění. Pozdější příklon směrem ke studiu jazyka v komunikaci otevřel nová výzkumná území, kde se stalo ústředním motivem bádání nalezení kortikálních struktur a neurokognitivních mechanismů zajišťujících aplikaci vhodných jazykových prostředků k optimálnímu užití výpovědí různého rozsahu v sociální interakci (Small, 2008; Stemmerová, 2008a, 2008b).

Zájem badatelů zainteresovaných v neurovědách byl inspirovaný nejenom lingvistickými studiemi u zdravých osob, ale především výzkumem jazykových deficitů u osob s poškozením PH (podrobněji viz kap. 3.3). U těchto osob jsou v odborné literatuře často popisovány problémy v oblasti zpracování prozodie, diskurzu (potíže v udržení textové koherence, potíže s pronominální koreferencí, omezené operace na úrovni generování a integrace různých typů inferencí), zpracování nedoslovných výpovědí (chybná interpretace nepřímých řečových aktů) a v oblasti souhrnně označované jako figurativní jazyk (snížená schopnost adekvátního porozumění metaforám, idiomům, ironii a sarkasmu) (Shieldsová, 1991; Müllerová, 2000; Beeman, 2005; Bambiniová, 2010). Popis – z hlediska neurolingvistiky a klinické praxe důležitých jazykových jevů – a detailní charakteristika jazykových deficitů u osob s pravostrannými poškozeními mozku (*right hemisphere damage* – RHD pacienti) budou přiblíženy v kap. 3.3.

PRAGMATIC ABILITY

Linguistic systems	Nonlinguistic systems	
<i>Cognitive systems</i>	<i>Sensory and motor input & output systems</i>	
prosody phonology morphology syntax lexis	inferential ability social cognition theory of mind executive function memory affect world knowledge	vocal-auditory visual tactile

Schéma 17 Pragmatické rozhraní mezi lingvistickým a nejazykovým systémem (Perkins, 2000).

2.5.4.1 Efekt kontextu ve větěm porozumění

Výsledku podprahového procesu porozumění větěm výpovědím je lidský mozek schopen dosáhnout natolik rychle, efektivně a spontánně, že někteří badatelé již na samém počátku intenzivního studia v druhé polovině minulého století přišli s myšlenkou efektu kontextového zapojení (Fischler a Bloom, 1979; Stanovich a West, 1979). Vedle přísně stupňovitých modelů připouštějících pouze aktivaci významu s ohledem na lineární uspořádání segmentů mluvené výpovědi (zohledňující jen sensorickou informaci – *sensory input*),⁴³ se začaly postupně objevovat koncepty, které akceptují možnost aktivace jazykových reprezentací před samotnou expozicí výrazu na základě pravděpodobnosti výskytu podle předchozí zkušenosti (*top-down processing*).

Federmeierová (2007a) tento fenomén celkem výstižně charakterizuje jako myšlení dopředu (*thinking ahead*). Podle tohoto přístupu využívá systém jazykového porozumění dostupných sémantických informací k predikování výskytu následujících segmentů. Anticipační mechanismus napomáhá urychlit proces porozumění tím, že selektuje určitou skupinu lexikálních zástupců s očekávanou sémantickou informací odpovídající znalostem posluchače (*world knowledge*), jazykovému nebo situačnímu kontextu.

Federmeierová et al. (2005, 2007a) demonstrovali efekt kontextu na větěm porozumění tak, že účastníkům experimentů postupně předkládali dvojice vět. První věta tvořila sémantické pozadí a kontextový rámec. Konec druhé věty obsahoval slova,

⁴³ V neurolingvistické literatuře se tento proces označuje jako cesta zpracování odzodla nahoru (*bottom-up processing*).

kteřá byla zaprvé kontextově očekávaná (*palms*), zadruhé nevhodná, ovšem ze správné sémantické kategorie (*pinas*) a zatřetí zcela neočekávaná (*tulips*). Autoři použili techniku evokovaných potenciálů (ERP)⁴⁴ k měření amplitudy negativní vlny N400⁴⁵ při expozici finálního slova druhé věty.

They wanted to make the hotel look more like a tropical resort.

So, along the driveway, they planted rows of ... (palms, pineas, tulips)

V tomto uvedeném příkladě měření ukázalo výrazné rozdíly v amplitudě negativní vlny N400. Nejzřetelnější amplitudu vyvolal neočekávaný lexikální zástupce *tulips*. U neočekávaného výrazu *pineas* ovšem došlo k zajímavému efektu. Při zpracování dat se ukázala nižší amplituda N400. Autoři se snažili tento efekt vysvětlit tím, že u výrazu *pineas* je implementována odlišná míra očekávatelnosti. Je sice nevhodný z hlediska kontextu, ale jedná se o záměnu v rámci stejné sémantické kategorie (*within category violation* – viz schéma 18). V případě tulipánů se jedná o alteraci na úrovni mezi kategoriemi. Neočekávatelnost výskytu je mnohem vyšší. Neurofyziologické odlišnosti v záznamu ERP grafu tak ukazují na jemné difference v činnosti mozkových struktur při zpracování sémantické struktury slov a naznačují, že kvalitativní charakter chyby má vliv na kvantitativní hodnocení sledovaných parametrů.

Výsledek potvrzuje, že součástí systému jazykového porozumění je mechanismus aktivní predikce předpokládaného výskytu slov ve výpovědi mluvčího na základě již exponovaných informací (jazykový kontext), ale i informací, které má posluchač o celém tématu a situaci apod. Tvar křivky evokovaných potenciálů není ovlivněn jen pouhou mírou očekávatelnosti výskytu následujícího výrazu. Graf nezachycuje jednoduchý vztah mezi predikcí a skutečným výrazem. Je modifikován kvalitou kontextového rámce a vyjadřuje tak jeho prediktivní sílu. Federmeierová et al. (2007b) ve své další studii modifikovali předchozí experiment s tím, že se zaměřili na posouzení rozdílu amplitudy negativní vlny N400 s ohledem na různou míru kontextové

⁴⁴ ERP – *event related potential* (evokované potenciály) patří mezi neurofyziologické metody, které slouží k záznamu časového průběhu (v hrubší podobě i k lokalizaci) jazykového zpracování. Evokované potenciály reprezentují elektrickou aktivitu mozku, kterou vyvolává jakákoli senzorní, motorická, afektivní nebo jiná kognitivní událost. ERP jsou zachyceny v podobě uspořádané linie pozitivních a negativních vln v časové ose – elektroencefalogram (viz schéma 18.) (Luck, 2005; Bressler a Ding, 2006).

⁴⁵ N400 – negativní polarita objevující se v encefalogramu zhruba 400 ms po expozici podnětu reprezentuje proces lexikálně-sémantické integrace v parietální oblasti kortexu. Objevuje se v případě výskytu neočekávaného lexikálního zástupce, který nevyhovuje sémantické struktuře celé výpovědi, nebo u výrazů, které jsou málo frekventované. Vyšší amplituda vlny byla prokázána i u abstraktních výrazů oproti výrazům konkrétním.

informace. Vytvořili pro tyto účely dva typy vět. První věta tvořila silný kontextový rámec, zatímco druhá věta byla vytvořena tak, že poskytovala systému jazykového porozumění posluchače relativně slabou kontextovou informaci – disponovala slabým prediktivním potenciálem viz příklady:

Strongly constraining: *The child was born with a rare disease/gift.*

Weakly constraining: *Mary went into her room to look at her clothes/gift.*

V každém typu vět se na konec doplnilo vždy slovo buď silně očekávané (korigováno frekvencí výskytu v korpusu), nebo slovo slabě očekávané. Vždy se ovšem jednalo o sémanticky korektní lexikální zástupce. Výrazy byly vždy očekávatelné, ale lišila se míra jejich predikovatelnosti na základě parametru četnosti výskytu daného spojení v jazyce. Hodnocení ERP záznamů odhalilo, že nejslabší vlna N400 byla v případě silně očekávaného výrazu v silném kontextu – efekt velké prediktivní síly; střední velikost amplitudy N400 byla objevena v případě expozice silně očekávaného výrazu ve slabém kontextovém rámci a největší rozsah amplitudy byl naměřen při doplnění méně očekávaného výrazu, a to bez ohledu na sílu kontextového zapojení. V současné době není k dispozici žádné kognitivní a neurobiologické vysvětlení těchto měřených fenoménů. Velikost evokovaných potenciálů, tj. míra odpovědi na podnět může být podle Federmeierové et al. (2007b) jakýmsi ukazatelem velikosti reakce na přítomnost neočekávané informace. Jakýsi index síly, kterou musí systém jazykového porozumění vyvinout k potlačení očekávaných automaticky aktivovaných lexikálních zástupců (viz kap. 2.4.2.1; kap. 4.2).

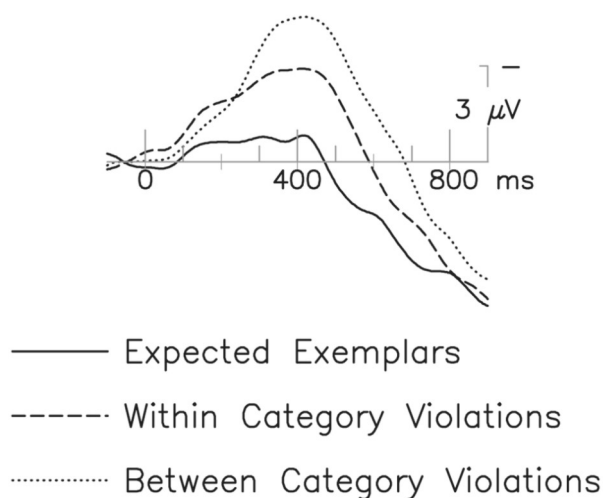


Schéma 18 Průměrný graf N400 negativní vlny od 21 respondentů (Federmeier et al., 2007).

Mechanismus anticipace se neomezuje pouze na lexikálně sémantické aspekty porozumění. Další studie potvrzují přítomnost diferencovaných evokovaných potenciálů u posluchačů větných výpovědí, ve kterých se vyskytují na predikované pozici morfo-syntaktické odchylky (např. změna gramatického rodu u substantiva predikovaného určitým členem či přídavným jménem) (Van Berkum et al., 2005). S ohledem na tyto výsledky se zdá, že systém jazykového porozumění je schopen provádět kontinuální a jazykově specifické operace s očekávanými sekvencemi v lineárním schématu výpovědi (Federmeierová, 2007a).

2.5.4.2 Diskurz

Důležitým mechanismem v procesu porozumění diskurzu je tvorba inferencí.⁴⁶ Vhodný teoretický rámec pro studium kortikální reprezentace procesů souvisejících s tvorbou inferencí poskytl neurokognitivním badatelům Kintschův model porozumění diskurzu (*The Construction-Integration model – CI*) (Kintsch, 1988).⁴⁷ Model jednoduše předpokládá, že v první fázi zpracování na úrovni diskurzu dochází k tvorbě hojného počtu inferencí (*inference construction*). V druhé fázi zpracování jsou postupně integrovány pouze ty inference, které dosahují vysokého stupně spojitosti s mentálními reprezentacemi zastupujícími předcházející text. Výsledkem celého procesu porozumění textu by měl být jakýsi mentální model zahrnující jednak specifické propozice⁴⁸ v textu přímo obsažené, jednak propozice, které vznikají doplněním spojujících informací – začleněním vybraných inferencí.

Konstrukčně integračního modelu využili ve své fMRI studii Mason a Just (2004). Jejich experiment byl plánován tak, aby odhalil tvoření kauzálních inferencí během čtení větných párů. První věta sloužila jako stimul vytvářející rámec situace (*antecedent condition*). Byly vytvořeny tři typy větných antecedentů, které reprezentovaly různou míru logické spojitosti s druhou větou (*outcome sentence*) (viz schéma 19).

⁴⁶ Inference jsou chápány jako mentální procesy, které slouží k vyvozování nových informací z informací již známých. Posluchači/čtenáři umožňují propojit slyšené/čtené informace s jeho vlastními znalostmi o světě. Inference pomáhají recipientům sdělení vyrozumět z textu mnohem více, než je v něm explicitně uvedeno (ESČ, heslo Inference, 2002).

⁴⁷ Model byl inspirován studiem procesů porozumění čtených textů, nikoli procesy, které se odehrávají při poslechu mluvených výpovědí. V neurověděch se ovšem tento model aplikoval v obou modalitách.

⁴⁸ Mason a Just (2004) termín propozice ve své studii nijak nespecifikují.

Rámcové situace:

Highly Related: *Joey's big brother punched him again and again.*

Moderately Related: *Joey's crazy mother became furiously angry with him.*

Distantly Related: *Joey went to a neighbor's house to play.*

Druhá kontextově zapojená věta: *The next day his body was covered with bruises.*

Schéma 19 Tři typy stimulačních vět (Mason a Just, 2004).

Kromě fMRI záznamu autoři měřili jednak čas, který věnovali participanti čtení různých kombinací dvojic vět s různou mírou logické spojitosti, jednak použili paměťové testy pro posouzení míry zapamatelnosti těchto kombinací. Výsledky ukázaly, že rychlost čtení byla přímo úměrná míře logické spojitosti, tj. čas se postupně zvyšoval od vysokého, přes střední až po nízký stupeň logické spojitosti.⁴⁹ Jiný profil výkonu byl ale nalezen v paměťových testech. Překvapivě, věty se středně spojitou vazbou (viz schéma 19) byly vybavovány lépe než spojení vět s vysokou a nízkou mírou logické spojitosti. Prodlužování času při čtení je spojováno s nutností vytvářet postupně více a více inferencí, které by překlenuly větší a větší logickou nespojitost. Paměťový mechanismus pro vybavení vět s různou mírou logické spojitosti pracuje jiným způsobem. Podle Perfettiho a Frishkoffové (2008) je zřejmé, že první dvojici vět spojuje zcela zjevné a očekávané kauzální spojení, které nevyžaduje proces integrace inferencí. Ve spojení vět s nízkou mírou kauzální souvislosti musí systém jazykového porozumění vygenerovat značné množství inferencí, aby mohl významovou propast překlenout. Tím dojde k značnému zatížení systému paměti. Nejlépe operuje systém s větnými strukturami stimulujícími tvorbu přiměřeného počtu inferencí, které mohou být snadno integrovány do celkové struktury mentálního modelu dějové situace.

fMRI odhalilo u participantů experimentu tři hlavní aktivační schémata. První bylo nalezeno v klasické perisylvánské oblasti LH. Autory je spojováno s procesy, které probíhají na jazykové úrovni nižší než diskurz (lexikálně sémantické zpracování a syntaktický parsing). Síla a rozsah aktivace se nijak nelišila při expozici větných dvojic

⁴⁹ V tomto případě je ovšem třeba zdůraznit, že případné časové rozdíly a profil aktivačního schématu v LH a PH mohou být důsledkem procesu expektace určitého pokračování situace, která byla vytyčena propozicí stimulační věty, a nikoli jako rezultat procesu kauzální inference (viz 2.5.5 Efekt kontextu ve větném porozumění).

s různou mírou logické spojitosti. Druhé aktivační centrum lokalizované bilaterálně v dorzolaterálním prefrontálním kortexu (DLPFC) měnilo objem aktivace. Se snižující se mírou kauzální spojitosti slabě rostla míra aktivace – statisticky nebylo toto zvýšení signifikantní. Největší změny v aktivaci byly pozorovány ve třetí aktivační oblasti zahrnující pravý IFG, STG, MTG a IPL. Objem aktivace koreloval s výsledky paměťových testů.

Mason a Just (2004) na základě těchto výsledků navrhli dva rozdílné kortikální systémy, které podporují generování a integraci inferencí během čtení. První neuronální síť zahrnuje pravý a levý DLPFC. Tento bilaterální kortikální systém je zainteresován ve vytváření inferencí. Čím větší je kauzální distance mezi propozicemi, tím víc je systém nucen generovat inferenci, a tím dochází k většímu objemu aktivace v neuronální struktuře. Druhá neuronální síť skládající se z IFG, STG, MTG a IPL zajišťuje integraci vygenerovaných inferencí. Rozsah a objem aktivace kopíruje paměťové operace. Nejvyšší aktivace byla pozorována u větných dvojic se střední mírou kauzální spojitosti. První typ vět nepotřebuje výrazné zapojení systému pro integraci inference a nejvyšší míra kauzální distance zase nejvíce zatěžuje první kortikální systém generování inferencí, které lze ale velmi těžko a pomalu začlenit do mentálního modelu (Mason a Just, 2004, 2006; Perfetti a Frishkoffová, 2008)

Mason a Just (2006) k hemisferální distribuci na úrovni diskurzu poznamenávají, že podle prozatímních výzkumů se zdá, že obě hemisféry při porozumění spolupracují (viz funkční komplementarita hemisfér u Beemana, 2005 – v kap. 3.3). Jinými slovy, protože míra komplexnosti diskurzu je různá, liší se i míra zapojení různých oblastí kortexu v obou hemisférách. Z analýzy současných studií vyplývá, že čím je struktura diskurzu komplexnější (např. při oslabení mentálního modelu u diskurzu bez titulků; v diskurzu s velkým množstvím aktérů, které ztěžuje výstavbu ko-referentních spojení atd.), tím větší aktivace je pozorována v RH.

Jedna z posledních fMRI studií Martín-Lochese a jeho kolegů (2008) nepotvrzuje přítomnost dominantní aktivační sítě u netitulovaných textů se sníženou mírou globální koherence v pravé hemisféře. Badatelé poskytli dvaceti čtyřem zdravým, pravorukým respondentům ve věku od 19 do 39 let ke čtení různé typy textů. Texty byly prezentovány buď s úvodním titulkem nebo bez titulku. Text s titulkem podle předpokladu autorů umožňuje čtenářům od začátku procesu porozumění výstavbu globální koherence struktury textu a podle tehdejších závěrů z jiných studií by se měla při vyhodnocení aktivační sítě ukázat zvýšená míra aktivace v PH. Text bez titulku je na

druhou stranu vnímán jako suma méně či více nezávislých větných propozic, které postrádají globální soudržnost, a proto je dominantním místem jejich zpracování LH, která je zcela standardně využívána na úrovni větného porozumění.

Vyhodnocení výsledků ukázalo, že při expozici textů s titulkem se aktivovala rozsáhlejší neurokognitivní síť než u textů postrádajících titulek – 12 aktivovaných oblastí ve prospěch titulkovaných textů oproti devíti oblastem u textů bez titulku. Ani u titulkovaných, ani u netitulkovaných textů se neprokázalo dominantní aktivační schéma v PH. Mnohem silnější a rozsáhlejší byly aktivace v LH. U textů bez titulků bylo 6 z 9 aktivací lokalizováno pouze do LH – to odpovídá prvotnímu předpokladu. U titulkovaných textů bylo po 6 aktivacích v LH a v PH. U netitulkovaných textů byly aktivace nalezeny v motorickém, premotorickém (precentrální gyrus) a somatosenzorickém (postcentrální gyrus) okolí centrální rýhy. Nalezena byla malá aktivace v pravém inferiorním parietálním laloku (BA 40) a silná aktivace v levém superiorním temporálním gyru (BA 42, 22). Titulkované texty vyvolaly aktivace v posteriorním cingulatu BA (7, 31), angulárním gyru (BA 39), superiorním parietálním laloku (BA 7) a ve středním frontálním gyru (BA 46) v levé hemisféře. V PH se ukázaly jako signifikantní aktivace v oblastech supramarginálního gyru (BA 40), inferiorního frontálního gyru (BA 45, 47, 10), insule (BA 13) a cuneusu (BA 17).

Autoři studie interpretují výsledky tak, že nalezená aktivace v modálních precentrálních oblastech u netitulkovaných textů naznačuje nepřítomnost procesu globální soudružnosti. Systém jazykového porozumění pracuje na úrovni slovního a větného porozumění a z hlediska koncepce ukotvené kognice aktivace v motorickém a somatosenzorickém kortexu představují aktivaci mentálních reprezentací události popisované jazykovými prostředky ve větné struktuře.⁵⁰ Teprve dodatková aktivace v levém parietálním regionu společně s aktivací v pravém inferiorním frontálním laloku u titulkovaných textů reprezentuje proces výstavby globální koherence v textové struktuře.

Parietální oblasti kortexu podle Zwaana a Rappa (2006) hrají v procesu porozumění diskurzu nesmírně důležitou roli. Jejich předpokládaným úkolem je zapojení vizuo-spaciálních aspektů události tak, aby systém jazykového porozumění mohl vytvořit koherentní vizuální (imaginační) situační model v průběhu auditivně či graficky

⁵⁰ Všichni účastníci studie po skončení experimentu hodnotili míru porozumění textu. Jednoznačně potvrdili že netitulkované texty byly vnímány spíše jako soubor nezávislých propozic. Všichni participanti potvrdili, že jejich přirozenou tendencí bylo vytvořit globální mentální model i přes zjevnou tematickou nesoudržnost textu.

prezentované expozice dílčích jazykových segmentů. Zapojení inferiorního frontálního laloku v PH je interpretováno jako aktivace systému prostorové pracovní paměti, která je postupně s příchodem nových a nových mentálních imaginací nucena zadržovat soubor mentálních modelů událostí, aby s nimi mohl parietální systém pracovat při zapojení do komplexní struktury situačního modelu. Podle Martín-Loechese a jeho kolegů (2008) se jedná o zjevný příklad podporující koncepci fyzického ukotvení jazykového systému v kognici. Systém jazykového porozumění je vnímán jako symbolické médium zprostředkovávající aktivaci mentálních simulací popisovaných situací (*perceptual embodiment*).

Jako dominantní struktura pro integraci vizuálně prostorových aspektů mentálně reprezentovaných situačních modelů je považován angulární gyrus v LH (BA 39). Současné teorie týkající se konceptu zrcadlových neuronů (viz celá část 4.) pojmenovávají tuto část kortexu jako „**třetí jazykové centrum**“ (*Geschwind territory*) vedle dobře známého Brocova a Wernickeova centra (Catani et al., 2005, 2008). Tato posteriorní část systému zrcadlových neuronů je subkortikálně masivně propojena s IFG (Brocovo centrum) a pSTG (Wernickeovo centrum) (tyto oblasti jsou standardně aktivovány ve fMRI studiích zaměřených na jazykové porozumění viz kap. 2.3.2). Jedná se o multimodální kortikální region, který – z hlediska ontogenetického a fylogenetického vývoje – vyžívá (maturuje) jako poslední. V literatuře zabývající se evolucí jazykového systému ve vývoji člověka je dokonce považován za onen (neuro)biologický článek spojující somatosenzorické (percepce) a motorické aspekty (produkce) naší fyzické ukotvenosti, který umožnil vznik amodálního sémantického (konceptuálního) systému (Rizzolatti a Buccino, 2005) (viz kap. 1.1).

Mason a Just (2006) ve své přehledové studii navrhli zajímavý, ale jak sami přiznávají, poněkud spekulativní model paralelního zapojení neuronálních oblastí do procesu zpracování jazykových struktur na úrovni diskurzu (*Parallel Networks of Discourse*) (viz schéma 20 a barevná příloha obr. 12).

Parallel Networks of Discourse

1. A coarse semantic processing network (right middle and superior temporal)
2. A coherence monitoring network (bilateral dorsolateral prefrontal)
3. A text integration network (left inferior frontal-left anterior temporal)
4. A network for interpreting a protagonist's or agent's perspective (bilateral medial frontal/posterior right temporal/parietal)
5. A spatial imagery network (left dominant, bilateral intraparietal sulcus)

Schéma 20 Neuronální model zpracování diskurzu dle Masona a Justa (2006).

Kromě těchto pěti neurokognitivních sítí v textu rozlišují autoři ještě klasickou základní antero-posteriorní levohemisferální síť, kterou tvoří procesy aplikované na jazykových rovinách pod úrovní diskurzu. Autoři připomínají tuto úroveň zpracování proto, aby mohli konstatovat, že jsou sice tyto jazykové procesy na úrovni fonologického, lexikálně sémantického a syntaktického zpracování primární, nicméně procesy související s rovinou diskurzu nejsou spuštěny až po skončení této základní fáze zpracování, ale aplikace neurokognitivních systémů pro zpracování diskurzu se zahajuje v samých počátcích procesu porozumění jazykové výpovědi.

První zástupce v modelu – neurokognitivní síť hrubého sémantického zpracování je inspirována Beemanovou (2005) koncepcí funkční komplementarity hemisfér při aktivaci sémantického pole jednotlivých lexikálních jednotek. Stručně řečeno, pravá hemisféra je procesorem periferních složek významu, které jsou automaticky aktivovány pro případ, že by byly levohemisferální základní složky významu (složky s vysokou mírou frekvence výskytu) odmítnuty v procesu jejich integrace do vyššího sémantického rámce, buď na základě informací vyplývajících z předcházejícího textu nebo ze znalostí posluchače/čtenáře nebo ze situačního kontextu. Druhá a třetí neurokognitivní síť je popsána výše v pasáži o Kintschově konstrukčně-integračním modelu (*C-I model*).

Dosud nezmíněným a – podle autorů modelu – v literatuře málo rozpracovaným aspektem zpracování diskurzu je tzv. interpretační neurokognitivní síť v mediálním frontálním gyru (MedFG). Jedná se o multifunkční systém, neboť tato struktura je často aktivní při sledování různých (ne)jazykových aspektů souvisejících se zpracováním diskurzu. MedFG hraje důležitou roli v konceptu teorie mysli (*Theory of Mind - ToF*)

(dále viz kap. 3.3.4). Aktivace MedFG jsou často pozorovány nejen v aktivitách, které si vynucují proces morálního rozhodování (*making moral judgments*), v situacích vyžadujících porozumění sociálnímu konceptu (*social cognition*), a ve studiích zaměřených na emocionální aspekty porozumění diskurzu, ale zcela nově jsou aktivace MedFG dávány do souvislosti se schopností přijmout perspektivu protagonisty/agentu děje zastoupeného v textu – něco jako zprostředkovaná ToM, kdy se posluchač/čtenář snaží porozumět plánům a motivacím protagonisty/agentu.

Poslední neurokognitivní síť, kterou CI model zmiňuje, je systém prostorového zobrazování v mentálním prostoru. Jsou-li v textu silně zastoupeny propozice vyžadující aktivaci mentálních reprezentací pohybu agentu děje nebo rotace objektu v prostoru, je pravidlem, že se aktivují kortikální oblasti v parietálních lalocích (viz *perceptual embodiment* v úvodu kap. 2.5.4.2) (Just et al., 2004). Mashal et al. (2005) ve své studii zaznamenali bilaterální aktivace v intraparietálním sulcu (ale s jistou aktivační dominancí v LH) při expozici nově vytvořených (aktualizovaných) metafor, které byly hodnoceny jako propozice s mnohem větší mírou vizualizovatelnosti než doslovně interpretované propozice či tzv. lexikalizované metafory (*frozen metaphor*), u kterých se tato doplňková aktivace buď neobjevila vůbec nebo jen v nepatrné míře.

Tento model neurokognitivních sítí paralelního zpracování diskurzu není podle Masona a Justa (2006) vyčerpávajícím schématem reprezentujícím veškeré aktivity nutné pro úspěšné zpracování diskurzu. Mnoho z těchto návrhů je zatím spíše spekulativních a je třeba mnoho výzkumného úsilí, aby bylo možné posoudit, zda jsou vůbec tyto prozatímne vymezené neurokognitivní systémy účastny v procesu zpracování diskurzu, a jestli ano, v jakém rozsahu a v jaké kortikální oblasti se přesně aktivují u různých typů diskurzu (konverzace, přednáška, kázání, odborná disputace, interview aj.).

2.5.5 Teorie větného porozumění

Jazyk je jedním z nejvíce kompaktních a strukturovaných způsobů, jak předávat informace. Vlastnosti jazykového systému umožňují mluvčímu strukturovat jednotlivá slova do rozsáhlejší struktury větné výpovědi, což dovoluje popsat potenciálně nekonečné množství událostí. Tato schopnost je „zakotvena“ v systému syntaktických znalostí (*syntactic knowledge*) a v procesech syntaktického kódování (*syntactic procesing*). Podstatou syntaktických operací je vysoká míra automatizace a nízká míra

vědomé kontroly nad těmito procesy. Při studiu „chování“ systému jazykového porozumění se pokouší neurolingvistika odpovědět na několik otázek. Předně, které jazykové roviny jsou pro jazykové porozumění primární, v kterém pořadí se uplatňují a v neposlední řadě jsou-li všechny procesy řízeny jako sled navazujících výkonů (*feedforward models of language comprehension – bottom up processing*), nebo jsou-li organizovány jako paralelní systém zpracování s množstvím zpětnovazebních spojení (*feedback system*), která silně ovlivňují průběh základní *bottom up* linie zpracování v percepci/porozumění (*top-down-processing*).

Podle Hagoorta (2008, 2009) existují v současné době přesvědčivé doklady o tom, že forma neuronální architektury, tj. masivní konektivita kortikálních a subkortikálních struktur je biologickým substrátem pro funkční recipocitu systému jazykového porozumění (interaktivní modely) a že sukcesivní forma zpracování (modulární modely) má pouze lokální charakter. Důležitým aspektem ovšem není jen vzájemné ovlivňování při zpracování větných výpovědí v samotném systému jazyka, ale i recipocita systému jazyka se systémem kognice, resp. s jednotlivými jeho složkami. Proces percepcie/porozumění je do značné míry ovlivněn i zdánlivě nesouvisejícími skutečnostmi, jako jsou stav pozornosti posluchače/čtenáře nebo úroveň jeho motivace ke komunikaci.

2.5.5.1 Modely jazykového porozumění u intaktní populace

Podle Friedericiové a Kotze (2003) současné modely porozumění větné výpovědi předpokládají existenci zhruba tří funkčně a časově oddělených stadií zpracování:

- ⇒ Fáze 1. proces výstavby lokální struktury;
- ⇒ Fáze 2. proces aktivace lexikálně-sémantické informace a argumentové (tematické) struktury;
- ⇒ Fáze 3. proces syntaktické revize a finální integrace větné struktury.

Při poslechu větné výpovědi zpracováváme velké množství různorodých informací. Kromě primární analýzy zvukové struktury výpovědi se systém jazykového porozumění zaměřuje jednak na syntaktický parsing (určení lokálních a globálních vztahů větných konstituentů), jednak stanovuje významové vztahy mezi větnými konstituenty – *Who did what to whom*.

Jazykové zpracování systému větného porozumění zahrnuje podle Kaanové a Swaabové (2002) následující dílčí operace:

• **Výstavbu struktury** (*Structure building*): kombinování slov do rozsáhlejší syntaktické jednotky (*phrases, clauses*) prostřednictvím slovnědruhové informace (např. *the* je determinátor, *cat* substantivum) a systému závazných gramatických pravidel (např. *the cat* je gramaticky korektní anglická nominální skupina zatímco *cat the ne*);

• **Kontrolu shody** (*Checking agreement*): v češtině se v prototypických případech slovesný přísudek shoduje s podmětem vyjádřeným nominální skupinou v osobě, čísle a rodu (ESČ, 2002); v angličtině se shoduje sloveso se subjektem v čísle a osobě. Důležitost zpracování informací u gramatické shody v procesu porozumění ilustruje významový rozdíl příkladových vět:

Dcery plukovníka, které byly zabity. (*The daughters of the colonel who were killed.*)

Dcery **plukovníka**, který byl_ zabit_. (*The daughters of the colonel who was killed.*)

• **Mapování tematických rolí** (*Mapping thematic roles*) jako je agens ('doer') a patiens ('do-ee') do určité pozice ve větné struktuře výpovědi. „Honza miluje Marii“ (*John loves Mary*) znamená zcela něco jiného než „Marie miluje Honzu“ (*Mary loves John*). Mapování rolí není vždy proces přímočarý. Agens není ve všech syntaktických strukturách automaticky vkládán do preverbální pozice, tj. v lineární struktuře nemusí být vždy umístěn před rolí patientu. Ve větě „Pes byl honěn kočkou“ (*The dog was chased by the cat*), je agentem děje (ten, kdo honí – *chaser*) kočka (*the cat*) a pes (*the dog*) je určen jako patiens (ten, kdo je honěn – *chasee*).

• **Komplikovanost** (*Complexity*): Kaanová a Swaabová (2002) ve svém textu vycházejí z obecně uznávaného faktu, že struktura větné výpovědi je mnohem komplexnější, a proto i náročnější na množství procesů zapojených při jejím zpracování, jestliže pořadí nominálních frází anglické věty má tzv. nekanonickou podobu, tj. je odvozeno pomocí transformačních procesů od základního (kanonického) pořadí argumentů věty – agens se nachází před patientem (*the agent-before-patient order*). Pasivní konstrukce typu „Pes byl honěn kočkou“ (*The dog was chased by the cat*) jsou z tohoto pohledu mnohem komplexnější než aktivní věta „Kočka honila psa“ (*The cat chased the dog*), a stejně tak i větná konstrukce typu „Komentátor, na kterého senátor zaútočil“ (*The reporter who the senator attacked*) jsou kognitivně náročnější nežli vztahné věty uvozující subjekt (podmět) při zachování základního postavení argumentů

„Senátor, který zaútočil na komentátora“ (*The senator who attacked the reporter*). Běžným předpokladem je, že systém jazykového porozumění rekonstruuje původní (základní – hloubkové) postavení (*agent-before-patient order*) ve větách s nekanonickým uspořádáním větných konstituentů, resp. tematických rolí, které jsou jim přiděleny, tím, že na místě přesunutého konstituentu (patientu) zachovává informaci v podobě stopy (viz syntaktickou obdobu v kap. 3.1.1.3). Takové uspořádání, kde je *patiens* před *agentem*, vyžaduje doplňkové sémantické operace a to v důsledku znamená nejen účast většího počtu mentálních struktur na zpracování transformačních změn, ale i daleko větší zátěž pro systém pracovní paměti (viz kap. 2.2.1.1). Zvýšené nároky na kapacitu pracovní paměti jsou dány tím, že preverbální nominální fráze nemůže být zahrnuta do zpracování struktury větné výpovědi, dokud není v lineárním schématu věty odhalena i postverbální nominální fráze. Aby mohlo dojít k integraci syntakticko-sémantických vztahů mezi jednotlivými konstituenty vázanými na sloveso musí se v systému pracovní paměti zajistit jejich krátkodobá retence (Kaan & Swaab, 2002).

Většina modelů jazykového porozumění *de facto* jednohlasně souhlasí s představou, že syntaktická a sémantická informace musí být během analýzy slyšené nebo čtené větné výpovědi integrována v minimálním časovém rozpětí, aby byla úspěšnost tohoto procesu garantována. V zásadě se liší pouze v pohledu na strukturu časového průběhu zpracování. Interaktivní modely podle Friedericiové a Kotze (2003) předpokládají, že jazykový analyzátor využívá různé formy informací téměř okamžitě a zpracování má formu vzájemného ovlivňování, tj. informace o syntaktické struktuře ovlivňují analýzu sémantické struktury a naopak, zatímco modulární typy modelů jazykového porozumění (*syntax-first theories* – příkladem je TDH viz kap. 3.1.1.3) prezentují jazykové porozumění jako proces postupného utváření syntaktických vztahů na základě inherentně kódovaných gramatických informací jednotlivých lexikálních konstituentů nezávisle na sémantických informacích, přičemž určení tematických rolí konstituentů probíhá až po ukončení syntaktické subkategorizace.

ČÁST 3

KONCEPT LINGVISTICKÉ AFAZIOLOGIE

3.1 Syndromy afázie a poruchy porozumění

Caplan et al. (2007) uvádějí, že v neurolingvistické literatuře se v zásadě objevují dva hlavní teoretické směry vysvětlující narušení procesu porozumění větným výpovědím u osob s afázií. Prvním typem vysvětlení je, že afatici nejsou schopni užít některé jazykové znalosti, které umožňují aplikovat specifické gramatické algoritmy potřebné ke zpracování konkrétního typu větné konstrukce (jazykové teorie jako TDH viz kap. 3.1.1.3). Druhý směr vychází spíše z předpokladu, že příčinou jazykové patologie je dysfunkce kognitivních systémů, které se významně podílejí na jazykovém zpracování – např. systém pracovní paměti nebo systém exekutivních funkcí (*processing reductions of cognitive/neuronal resources*). Podle ní se u různých forem afázie jako rozhodující faktor deteriorace analýzy syntaktických vztahů a formování větného významu sdělení uplatňuje redukce mentálních (neuronálních) zdrojů. Interní reprezentace jazykového systému a pravidla jejich spojování jsou v tomto pojetí bez známek narušení. Pokud bychom užili analogii z matematiky, první případ ukazuje na situaci, kdy nemůže lidská mysl vypočítat příklad, protože nezná způsob (algoritmus) výpočtu. V druhém případě by se jednalo o situaci, ve které má lidská mysl zachovalé vědomosti o výpočetním postupu, ale i přesto není schopna tento výpočet realizovat, protože mozkovým strukturám chybí zdrojová kapacita (síla) k provedení výkonu.

3.1.1 Brocova afázie

Rané modely jazykových procesů vznikající ke konci 19. st. jsou založené na intuitivních konceptech produkce a percepce řeči. Jejich tvůrci byli v zásadě neurologové a je zřejmé, že se tato oborová determinace projevila zaměřením na komunikační dovednosti, nikoli na strukturní aspekty jazykového systému. V klinické afaziologii dodnes bohužel není afázie jednoznačně viděna jako systémová změna v souboru jazykových reprezentací nebo jako projev narušení mechanismů tvoření jazykových reprezentací určitého stupně složitosti.

Naproti tomu příchod psycholingvistiky v šedesátých letech 20. st. předznamenal doposud trávající zaměření studia směrem k jednotlivých vrstvám jazykového systému (fonologické zpracování, syntaktický parsing či analýza struktury významu), které se chápou jako strukturně podmíněné znalosti. Původní neuroanatomické korelace byly v důsledku těchto změn upraveny. Anteriorní oblasti kortexu (především Brocova area a její blízké okolí) již nejsou vnímány jen jako sídlo produkce řeči (mluvení), ale i jako

biologická struktura, která se zabývá syntaktickou stránkou zpracování produkce a částečně i porozuměním větné výpovědi. Posteriorní oblasti se chápou jako biologický substrát zodpovědný za sémantické zpracování.⁵¹

Od osmdesátých let došlo ve studiu syntaxe u Brocovy afázie k dalšímu posunu. Syntax je pokládána za centrální kombinatorický systém jazyka (zřejmě pod vlivem prací Noama Chomského). Postupně se upouští od toho, že by syntax operovala na jednom místě kortexu (zamítá se striktně lokalizacionistické stanovisko). Zpracování syntaktických vztahů je řízeno mnoha strukturami nervové tkáně v levé (dominantní) hemisféře, přičemž Brocova area není centrální součástí této nervové sítě. Podle Grodzinského (2000) zastává tento region v syntaxi vysoce specializovanou roli – řídí transformační vztahy mezi přesunutými frázovými konstituenty a jejich původní (po přesunu lexikálně nevyplněnou) pozici ve struktuře věty (viz kap. 3.1.1.3).

3.1.1.1 Asyntaktické porozumění větné výpovědi

Za poslední tři desítky let vzniklo velké množství gramaticky orientovaných hypotéz zabývajících se jednak přirozeným mechanismem větného porozumění, jednak jeho narušením v souvislosti s osobami s Brocovou formou afázie, jejímž hlavním symptomem je agramatismus projevující se např. přiřazováním chybných jmených a slovesných koncovek v produkci a asyntaktickým zpracováním gramaticky komplexních (nekanonických) větných výpovědí v porozumění. Následující text se bude zabývat modely větného porozumění, které O'Grady a Lee (2005) označují jako modely (ne)kanonického pořadí slov (*non-canonical order models* - viz Caplan et al, 1985, 1986). Tyto modely zastávají ideu, že afatici s agramatismem mají potíže s porozuměním větných výpovědí, jejichž slovosled se odchyluje od základního, v mluvené angličtině mnohem frekventovanějšího pořádku slov odpovídajícího struktuře *agens + verbum + patiens*. Některé z těchto hypotéz jsou založené na představě existence stop (*traces*), které vznikají posunem konstituentů (*movement*) z objektové pozice do pozice subjektové, přičemž si tyto konstituenty ponechávají tematickou roli patientu interferující s rolí v syntaktické pozici subjektu. Tyto stopy slouží k přiřazení relevantní tematické role posunutého konstituenta, čímž umožňují

⁵¹ V afaziologické literatuře bohužel nebývá jednoznačně specifikováno, zda se míní sémantika lexikální nebo větná. Ovšem s ohledem na prioritní zaměření na zpracování na úrovni jednotlivých slov v počátcích psycholinguisticky orientované afaziologie bude lépe se domnívat, že se jedná o sémantiku lexikální, a to i v procesu větného porozumění. Takovýto model produkce a percepce představuje například kognitivně-neuropsychologický model produkce a percepce slov dle Whitworthové et al. (2005).

správnou interpretaci větné výpovědi. (*trace-based theories* - viz Grodzinsky, 2000) (O'Grady a Lee, 2005).

Neurolingvistický výzkum procesů porozumění osob s Brocovou a Wernickeovou afázií naznačuje u těchto dvou odlišných patologicko-anatomických variant afázie (anteriorní vs. posteriorní) zásadní funkční rozdíly. Poruchy porozumění (syntaktického parsingu) větných výpovědí u osob s Wernickeovou afázií se projevují jako značně nekonzistentní a individuálně variabilní deficity, kdežto Brocova afázie má za následek chybné zpracování jen určitých typů větných konstrukcí, a to v celé skupině takto postižených osob. Tento předpoklad boří čistě neurologický (medicínský) model, který zastává dichotomii formy a významu (narušení formy se přisuzovalo Brocově afázii, odchylky ve zpracování významu se připisovaly afázii Wernickeově). Naproti tomu Grodzinsky (2000) pokládá oba typy afázie za dva různé (selektivní) syntaktické deficity v jediném systému porozumění větné výpovědi.

Brocova afázie byla v počátcích vědeckého zkoumání vnímána spíše jako izolovaná porucha produkce řeči. Popis symptomatiky se týkal jednotlivých jazykových rovin (fonologie, morfologie či syntaxe) jen okrajově.⁵² Vzhledem k tomu, že se neuvažovalo detailně o jazykově strukturních souvislostech a dominoval názor, že frontální oblasti kortexu jsou určeny pro řízení produkce řeči a posteriorní oblasti souvisí s percepcí mluvené produkce, nebyla plně rozpoznána podstata funkce Brocova centra a jeho okolí pro účely jazykového porozumění.

3.1.1.2 Sémanticky reverzibilní věty vs. transformační pohyb větných konstituentů

Podle Jackendoffa (2003) je pro systém jazykového porozumění mnohem náročnější analyzovat větu jako je *Sandy was kissed by Chris*, neboť zde dochází k disociaci mezi syntaktickou a konceptuální informací. Integrace syntaktické a sémantické informace vyžaduje větší kapacitu kognitivní činnosti, což vyústí v časové zpoždění její kompletní analýzy.

Základní diagnostické baterie standardně užívané v klinické afaziologii nebyly (a dodnes ve většině případů nejsou) schopny odhalit sebemenší odchylku v procesu porozumění u osob s Brocovou afázií (testové baterie viz Neubauer, 2007). Teprve sedmdesátá léta 20. století přinesla řadu psycholingvistických experimentů, které poukázaly na vnitřní souvislosti mezi Brocovou afázií a poruchou porozumění.

⁵² Popis symptomů u Brocovy afázie viz odkaz pod čarou č. 5 v kap. 1.1.

Nejnámějším příkladem je Caramazzův a Zurifův (1976) experiment, ve kterém použili sadu sémanticky ireverzibilních a reverzibilních⁵³ vztažných vět uvozujících předmět (*object relative sentence*):

ireverzibilní: *The ball that the boy is kicking is red*

reverzibilní: *The cat that the dog is chasing is black*

Výsledkem tohoto experimentu bylo zjištění, že Brocovi afatici nemají potíže s porozuměním ireverzibilních vět, zato selhávají při zpracování vět sémanticky reverzibilních. Autoři experimentu dospěli při hodnocení výsledků k názoru, že systém jazykového porozumění Brocových afatiků využívá k interpretaci větné výpovědi u ireverzibilních vět sémantických vodítek, která ovšem nefungují u vět reverzibilních. Proces porozumění je asyntaktický. Brocovi afatici se neopírají o syntaktickou analýzu (*parsing*), profitují z významových a kontextových informací a obecných znalostí o reálném světě (Berndt et al. 1996).

Na základě těchto zjištění se v 80. letech 20. st. budoval názor, že Brocova afázie, resp. porucha řeči související s lézí levého frontální inferiorního gyru není omezena pouze na mluvenou produkci, ale jako jazykově strukturně podmíněná porucha v subsystému syntaxe se projevuje i v porozumění mluvené výpovědi a také ve čtení a psaní (Zurif a Grodzinsky, 1983; Balogh a Grodzinsky, 2000).

Postupem času, s nárůstem dat vyplývajících z experimentální činnosti mnoha laboratoří se nakonec i tento pohled začal ukazovat jako příliš zjednodušený. Výkony Brocových afatiků naznačily, že porozumění není možné obecně pokládat za asyntaktické. Problémy s porozuměním větných výpovědí u osob s Brocovou afázií se projevily jen u některých typů syntaktických struktur a syntaktických transformací (Grodzinsky, 2000).

Nový, propracovanější pohled na fungování jazykového systému porozumění předpokládá, že Brocovi afatici jsou schopni formovat základní syntaktické (frázové) struktury, které neobsahují komplexní intravětné vztahy závislosti (aktivní věty) (Grodzinsky a Finkel, 1998). Osoby s Brocovou afázií nemají narušen systém

⁵³ Jako sémanticky reverzibilní se označují ty věty, kde *patients* může s ohledem na sémantiku daného výrazu hrát i roli *agentu*. U konstrukce typu *The lion races the young leopard* se může subjekt prohodit s objektem, aniž by se ztratil smysl výpovědi. Naproti tomu u vět ireverzibilních (*The dog chews the bone*) vede záměna subjektu (*dog*) s objektem (*bone*) k vytvoření výpovědi, která nemá reálný smysl. Neurolingvistický výzkum ukázal, že zpracování sémanticky reverzibilních vět trvá u zdravě se vyvíjejících dětí, ale i zdravých dospělých mnohem déle než zpracování vět ireverzibilních. U osob s vývojovou či získanou poruchou jazyka mohou být sémanticky reverzibilní věty častým zdrojem chyb v porozumění (Burchert et al., 2008; Richardsová et al., 2010).

porozumění slov. Jinými slovy, lexikální procesy spojené s aktivací informace o syntaktické funkci lexému ve větné struktuře jsou zachované. Tento fakt vyplývá z experimentů zaměřených na posouzení gramatické správnosti, ve kterých Brocovi afatici s úspěchem rozpoznají odchylky v syntaktické subkategorizaci (určení frázové struktury slovesa)⁵⁴ nebo v argumentové struktuře věty (počet participantů vyžadovaných slovesem) (Grodzinsky, 2000).

Rozhodujícím faktorem negativně ovlivňujícím bezchybné zpracování větné výpovědi v systému jazykového porozumění u osob s Brocovou afázií je transformační přesun (*transformational movement*) některého z větných konstituentů z bázové pozice v hloubkové struktuře do nové pozice v povrchové struktuře věty nebo nefunkční spojení stopy (*trace*), kterou tento přesunutý konstituent s novou syntaktickou pozicí zanechává. Toto spojení slouží k přesunu tematické role konstituentu, kterou sloveso připisuje původní pozici.

Grodzinsky (2000) studoval tento fenomén například pomocí experimentů, ve kterých osoby s Brocovou afázií poslouchají větné výpovědi (nezapojené do kontextu) obsahující dva argumenty slovesa (dvě nominální fráze) a ze skupiny několika dějových obrázků vybírají ten, který dané větě odpovídá (*sentence-picture matching*). Cílem těchto experimentů je prokázat míru schopnosti pacienta přiřadit tematickou roli argumentům slovesa, které se vyskytují v různých syntaktických pozicích (syntaktická struktura je variabilní proměnnou). Ve studiích se obvykle užívá 10 až 20 tokenů pro každý typ konstrukce a výkon participantů je statisticky vyhodnocen buď jako náhodný (participant při selekci obrázku hádá), nebo jako nenáhodný (participant selektuje na základě syntaktické analýzy). Ve své studii uvádí Grodzinsky tyto příklady větných konstrukcí:

Typ větné konstrukce	Úroveň výkonu
1.a <i>The girl pushed the boy</i>	Statisticky nad úrovní náhody
1.b <i>The girl who pushed the boy was tall</i>	Statisticky nad úrovní náhody
1.c <i>Show me the girl who pushed the boy</i>	Statisticky nad úrovní náhody
1.d <i>It is the girl who pushed the boy</i>	Statisticky nad úrovní náhody
1.e <i>The boy was interested in the girl</i>	Statisticky nad úrovní náhody
1.f <i>The woman was uninspired by the man</i>	Statisticky nad úrovní náhody

⁵⁴ Například anglickému slovesu *give* mohou být přiřazeny dva typy frázového doplnění: [_ NP NP] (*Somebody gave the police the information*) nebo [_NP PP] (*Somebody gave the information to the police*) (viz Jonkers, 2000).

2.a <i>The boy was pushed by the girl</i>	Statisticky náhodná
2.b <i>The boy who the girl pushed was tall</i>	Statisticky náhodná
2.c <i>Show me the boy who the girl pushed</i>	Statisticky náhodná
2.d <i>It is the boy who the girl pushed</i>	Statisticky náhodná
2.e <i>The woman was unmasked by the man</i>	Statisticky náhodná

Rozdíl mezi větami označenými 1. a 2. je ten, že konstrukce označené 2. jsou odvozené transformacemi větných konstituentů. Osoby s Brocovou afázií při selekci adekvátního dějového obrázku v tomto případě nevyužívají strategie syntaktické analýzy, ale náhodného výběru. Z tabulky je patrný základní kontrast mezi aktivními a pasivními větami (1.a/2.a); mezi vztahnými větami vymezujícími subjekt (podmět) a objekt (předmět) (1.b-c/2.b-c); mezi vytýkacími konstrukcemi uvozujícími subjekt (podmět) a objekt (předmět) (1.d/2.d). Podle Grodzinského (2000) nelze onen rozdíl v experimentech porozumění větným výpovědím u osob s Brocovou afázií připsat na vrub takovým jevům jako je familiarita nebo frekvence výskytu větné konstrukce, neboť například konstrukce 1.f je mnohem méně frekventovaná v angličtině než konstrukce 2.a, a přesto s jejím zpracováním (syntaktickou analýzou) nemají afatici jako skupina (statisticky) potíže.

3.1.1.3 Hypotéza chybějících stop

Teorie stop (*Trace-Deletion Hypothesis* – TDH) se formovala na základě poznatků generativní gramatiky a po několik let je s úspěchem aplikována v oblasti výzkumu porozumění osob s Brocovou afázií, čímž výrazně přispěla k lepšímu pochopení mechanismů jazykového zpracování. Základní principy teorie stop lze ukázat za pomoci příkladů, které uvádí Shapiro (2000):

- a. *Dillon kissed Joelle (active)*
- b. *Joelle was kissed ___ by Dillon (passive)*
- c. *It was Joelle who Dillon kised ___ (object cleft)*
- d. *Who did Dillon kiss? ___ (wh-question)*

Navzdory tomu, že se Dillon a Joelle vyskytují v různých syntaktických pozicích, prvně jmenovaný stále zastává tematickou roli agentu a Joelle roli pacientu (v poslední větě d. je proprium nahrazeno tázacím *who* chovajícím se syntakticky jako substantivum – NP). Syntakticko-sémantická charakteristika tranzitivního slovesa *kiss*

vyžaduje doplnění jednoho objektu, na který bude děj vyjádřený slovesem působit (*Projection Princip - direct-object argument position*). Každé argumentové pozici je přiřazena jedna tematická role reprezentovaná v argumentovém vzorci (*thematic grid*) daného slovesa (*Theta Criterion - Shapiro, 2000*). V konstrukcích b. – d. je princip projekce argumentové pozice porušen, a přesto mluvčí angličtiny vnímají tyto věty jako gramatické. Teorie stop se snaží vysvětlit gramatičnost těchto konstrukcí tak, že připouští hloubkovou existenci objektu v postverbální pozici, kterému je přiřazena tematická role pacientu. Tato pozice nemusí být vyplněna lexikální jednotkou. Předpokládá se, že objektové doplnění má svoji kanonickou postverbální pozici, nicméně v procesu odvozování syntaktické struktury větné výpovědi se posouvá do pozice preverbální. Na původní pozici po sobě ale zanechává stopu (Shapiro, 2000).

TDH je teorie o gramatických transformacích, jejímž základem je představa o přesunu frázových konstituentů do jiné syntaktické pozice ve větě a jejich nahrazení prostřednictvím takzvané stopy (*trace*), tj. jakéhosi foneticky nerealizovaného zástupce, který je ovšem syntakticky aktivní a plní zásadní funkci (Grodzinsky, 2000). Zprostředkovává spojení této stopy s jeho antecedentem (původním konstituentem), které umožňuje přesunout směrem k nové pozici konstituenta i jeho tematickou roli, kterou sloveso přiděluje vždy kanonické pozici konstituenta. Stopa zajišťuje transmisi tematické role postverbálního konstituenta k jeho nové preverbální ko-indexované pozici:

[Which man]_i did Mary like **t_i**

Mediační funkce stop u větných konstrukcí s transformovanými konstituenty je podle TDH důležitým mechanismem pro jejich porozumění. Významnou premisou THD je předpoklad, že u pacientů s Brocovou afázií jsou foneticky nerealizované stopy ztraceny. Systém jazykového porozumění v takovémto případě není schopen využít syntaktické analýzy k pochopení sdělení, protože stopa jako aktivní syntaktický element nemůže plnit svoji funkci.

Nejčastějším typem syntaktické konstrukce, která je využívána při výzkumu porozumění osob s Brocovou afázií, je pasivní věta. Podle Grodzinského (2000) perfektně vyhovuje TDH. V angličtině existují dvě formy pasiva, přičemž jen jedno podléhá transformačním pravidlům přesunu konstituentů. Prvním typem je tzv. lexikální pasivum (viz příklad 1.e a 1.f v kap. 3.1.1.2), které je formováno v hloubkové struktuře (*base-generated*), zatímco typ verbálního pasiva (viz příklad 2.a a 2.e v kap. 3.1.1.2) je

tvořen transformacemi konstituentů v povrchové struktuře věty (obsahuje stopy). Z tabulky jasně vyplývá, že je to právě verbální pasivum, které činí Brocovým afatiků v testu porozumění značné potíže, resp. jejich výkon je hodnocen jako náhodná volba výběru odpovídající obrazové reprezentace zachycující význam auditivně zprostředkované výpovědi.

Sám Grodzinsky (2000) ovšem připouští, že TDH jen vysvětluje, proč chybí přesunutému konstituentu tematická role, nicméně to ještě neznamená, že tím vysvětluje náhodnost výkonu Brocových afatiků při porozumění transformovaným konstrukcím. Pokud TDH popisuje deficit pouze takto úzce zaměřeného mechanismu syntaxe, ostatní syntaktické procesy by měly být u Brocových afatiků zachovány a měly by poskytovat dostatek informací k tomu, aby afatici dokázali překonat v procesu porozumění chybějící tematickou roli přesunuté nominální fráze. Agramatismus jako hlavní znak Brocovy afázie nezabraňuje afatikovi v tom, aby měl k dispozici informace o tematické struktuře predikátu. Z tohoto pohledu je zřejmé, že každá nominální fráze musí mít přiřazenu tematickou roli.

TDH musela být doplněna o další předpoklad. Přesunutý konstituent nemá k dispozici adekvátní tematickou roli přidělenou jeho původní pozici (chybějící stopa nemůže plnit funkci transmise role), nicméně bez tematické role nezůstává. Nejazykovou defaultní strategií je přesunuté iniciální nominální frázi automaticky přiřazena role agentu (*default strategy assignment*). Tato role je samozřejmě predikátem přiřazena i adekvátní nominální frázi. Efekt přítomnosti dvou identických tematických rolí je tou pravou příčinou náhodného chování Brocových afatiků. Jestliže se systém jazykového porozumění dostane do situace, kdy pracuje se dvěma agenty v sémanticky reverzibilní konstrukci, zákonitě dochází k tomu, že se musí nakonec rozhodnout, který z těchto dvou bude ve finále jako agens zpracován. Provádí to strategií náhodného výběru (viz následující příklady Grodzinsky, 2000):

(Normální přiřazení)

<i>Agens</i>	<i>Patiens</i>	
A. [The boy] _i [VP <i>t</i> _i pushed [the girl]]		nenáhodné
<i>Agens</i>	<i>Patiens</i>	

(Přiřazení defaultní)

(Normální přiřazení)

<i>Patiens</i>	<i>Agens</i>	
B. [The boy] _i was [VP <i>t</i> ' _i pushed <i>t</i> _i] by [the girl]		náhodné
<i>Agens</i>	<i>Agens</i>	

(Přiřazení defaultní)

Defaultní mechanismus automatického přiřazení role agentu iniciální nominální frázi ve větě nemá v tomto případě vliv na korektní porozumění. Defaultní je v tom smyslu, že afatik s agramatismem ignoruje stopu, kterou nominální fráze zanechává potom, co se přesune z interní pozice verbální fráze (viz př. A.). Systém jazykového porozumění u normální populace využívá mechanismu transmise role prostřednictvím stopy. Rozdíl mezi těmito mechanismy je patrný až v konstrukcích, u kterých se bázově generované konstituenty (objektová doplnění slovesa) v pozici postverbální přesouvají v povrchové struktuře do pozice preverbální (viz př. B.).

V povrchové struktuře pasivní konstrukce je přesunutá NP *the boy* chápána jako subjekt. Její původní pozice – objektové doplnění slovesa zasažené dějem obsahuje stopu. Vzhledem k hypotéze interního subjektu verbální fráze (viz kap 3.1.1.5) je podle Grodzinského (2000) nutné uvažovat o tom, že se *the boy* přesouvá nejprve do interní pozice VP a potom následuje druhý přesun do finální preverbální pozice. Agramatismus neznemožňuje systému jazykového porozumění afatika přiřadit roli agentu frázovému konstituentu *by the girl* označujícímu pasivum (*by-phrase*). Ovšem tím, že deletuje veškeré stopy, zabraňuje tomu, aby subjekt pasiva *the boy* obdržel tematickou roli pacientu. Výsledkem procesu defaultní strategie je, že systém jazykového porozumění u sémanticky reverzibilních konstrukcí přiřadí jak přesunutému subjektu, tak i přesunutému objektu tematickou roli agentu. Výběr obrazové reprezentace děje odpovídající prezentované větné výpovědi tak u afatiků podléhá náhodné volbě (*chance-level performance*).

Zajímavý efekt mechanismu porozumění u Brocových afatiků zaznamenal Grodzinsky (1995) v jednom experimentu, kde použil aktivní a pasivní konstrukce se slovesy, která referují k nějakým mentálním stavům a prožitkům (obdivovat, zbožňovat, milovat, nenávidět atd.). Namísto role agentu přiřazuje tento typ slovesa subjektu roli

proživatele (viz př. C.). Z výzkumu vyplynulo, že čtyři Brocovi afatici v pasivních konstrukcích systematicky zaměňovali tematické role. Jejich výkon nebyl ze statistického hlediska na úrovni náhodné volby, ale de facto pod její úrovní. Výkon u konstrukcí aktivních byl normální.

(Normální přiřazení)

<i>Patiens</i>	<i>Proživatel</i>	
C. [The girl] _i was <i>t</i> ' ₁ admired <i>t</i> ₁ by [the boy]		pod úrovní náhody
<i>Agens</i>	<i>Proživatel</i>	

(Přiřazení defaultní)

Defaultní mechanismus přiřazení tematických rolí v pasivní konstrukci u Brocových afatiků bez potíží přidělí roli proživatele postverbální předložkové frázi. Subjektu pasiva ovšem nepřiradí roli patientu, ale tak jako v předchozích příkladech roli agentu. V těchto pasivních konstrukcích nejsou přítomni dva agenty, a nedochází tak k soutěži při jejich konečném výběru. Automatické spontánní přidělení role agentu povrchovému subjektu pasiva znamená, že systém jazykového porozumění Brocových afatiků zcela systematicky pokládá tento konstituent za původce děje, přestože sémantická povaha slovesa tuto roli vůbec nevyžaduje. Jak uvádí Grodzinsky (2000), nejde v tomto případě o strategii výběru ze dvou agentů, tak jako u sloves předcházejícího typu s externím kauzátorem (agens vs. agens), kdy dochází k náhodnému výběru (hádání), ale o strategii systematického prosazení principu automatického přiřazení role agentu subjektu pasiva, což následně vede k pravidelné selekci obrazových reprezentací děje s opačným významem.

Z těchto poznatků vyplývá, že u osob s Brocovou afázií, které mají prokazatelnou lézi v levé anteriorní jazykové oblasti kortexu, je syntax, resp. mechanismy syntaktické analýzy, z velké části zachována až na specifické procesy, které souvisí s transformacemi konstituentů v rámci teorie TDH:

1. syntaktické reprezentace Brocových afatiků jsou ochuzené o deletované stopy přesunutých konstituentů;
2. transformovaným frázovým konstituentům, u kterých díky chybějící stopě nedochází k transmisi jejich tematická role, je defaultní strategií systému jazykového porozumění automaticky přidělena role agentu.

TDH přináší nový pohled na roli Brocovy oblasti v systému jazykového porozumění. Brocova oblast a její bezprostřední okolí (operculum, insula a spodní bílá hmota)

podporují receptivní jazykové mechanismy, které mají schopnost provádět analýzu určitých – nikoli všech – aspektů syntaxe. Podle Grodzinského (2000) nelze zahrnout mezi funkce Brocovy oblasti např. základní kombinatorické operace formující strukturu věty nebo proces lexikálního vkládání do pozic větných konstituentů (viz neuroanatomické rozdělení lokální a globální výstavby frázové struktury výpovědi v kap. 2.4.2).

Teoretické základy TDH podle Grodzinského podpořil starší výzkum Schwartz et al. (1987), kteří se zaměřili na schopnosti Brocových afatiků rozpoznávat plauzibilní a implauzibilní větné výpovědi metodou rozhodování (*plausibility judgment* vs. *grammaticality judgment*). Vytvořili pět typů vět lišících se mírou sémantické implauzibility, přičemž některé z těchto vět byly tvořené syntaktickými transformacemi konstituentů, některé věty (bez syntaktických transformací) byly nepřiměřeně dlouhé (viz příklady). Cílem studie bylo prokázat platnost principů TDH s použitím jiné metody, než je *sentence-picture matching*.

- | | |
|---|----------------|
| 1) <i>The puppy dropped the little boy</i> | success |
| 2) <i>The spoon ate the table</i> | success |
| 3) <i>The table was eaten by the spoon</i> | success |
| 4) <i>It was the little boy that the puppy dropped</i> | failure |
| 5) <i>The puppy ran excitedly and accidentally dropped the little boy onto the wet grass, which upset Louise.</i> | success |

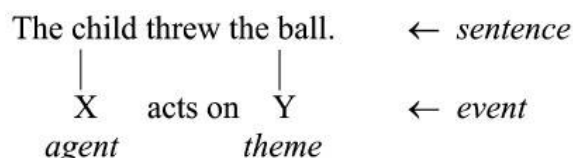
Analýza výkonu pěti Brocových afatiků ukázala velmi zajímavé výsledky. Všichni pacienti byli relativně dobře schopni rozpoznat implauzibilní sentence a odmítnout je jako smysluplné a správně označit věty plauzibilní u všech typů vět kromě jednoho – typ 4. Afatici byli schopni detekovat plauzibilitu/implauzibilitu v případě, že sémanticky irelevantní argument nebyl přesunut do nové syntaktické pozice. Věta typu 3 je sice tvořena syntaktickou transformací, ale dochází zde k tomu, že jeden ze zdrojů implauzibility je transformován do nové pozice (*the table*), a není tak jako implauzibilní systémem porozumění Brocových afatiků detekován. Detekce sémantické implauzibility této konstrukce je u těchto vět zajištěna až začleněním druhého implauzibilního argumentu (*the spoon*), který neopouští svoji syntaktickou pozici. Délka větné výpovědi neměla negativní vliv na porozumění. U věty čtvrté se implauzibilní argument (*the little boy*) přesouvá do nové syntaktické (preverbální) pozice a nemůže být tak jako u věty třetí jako implauzibilní detekován.

Podle Grodzinského (2000) je ovšem problematické hodnotit integritu syntaktického analyzátoru u Brocových afatiků na základě metody, která vyžaduje křížení dvou aspektů – sémantického a syntaktického. Ideální je testovat syntaktické reprezentace a pravidla jejich tvoření pouze metodou gramatického rozhodování, kde se narušuje pouze syntaktická organizace větných konstituentů.

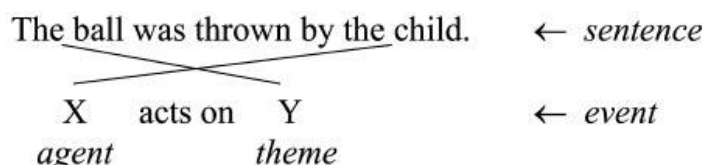
3.1.1.4 Hypotéza izomorfního mapování

Základem teorie izomorfního mapování (*Isomorphic Mapping Hypotheses – IMH*) je předpoklad, že osoby s Brocovou afázií mají potíže se zpracováním větných konstrukcí, u kterých nekonvenuje pořadí nominálních frází s přirozenou strukturou události. Non-izomorfní mapování mezi syntaktickou strukturou a korespondující strukturou události přináší podle autorů teorie výraznou odchylku od standardního schématu zpracování, a vyžaduje tak zapojení rozsáhlejší neurokognitivní sítě (O’Grady a Lee, 2005).

V případě typické aktivní věty v angličtině je struktura pořadí tematických rolí ve funkční shodě (izomorfii)⁵⁵ s korespondující strukturou události, která zahrnuje určitý děj, jehož původcem je agens a jehož cílem působení je patiens (viz následující příklady O’Grady a Lee, 2005).⁵⁶



Pasivní věty jsou naproti tomu postavené na nesouladu mezi přirozeným vývojem dějové situace a pořadím argumentů slovesa (viz následující příklady O’Grady a Lee, 2005).



Proces syntakticko-sémantického mapování slouží příjemci větné výpovědi k tomu, aby jeho systém jazykového porozumění mohl generovat mentální obrazy reálné události. Dochází-li k diskrepanci v linearitě zpracování těchto dvou struktur, může to

⁵⁵ Srovnej s pojetím izomorfie viz ESČ, 2002.

⁵⁶ O’Grady a Lee užívají ve své práci místo názvu konkrétné neagentní tematické role termín *thema*.

mít za následek buď zpomalení zpracování (u normální populace), nebo odchylku v porozumění (u afatiků). Jako příklad nám O'Grady a Lee (2005) poskytují rozdíl ve zpracování dvou vět se shodným propozičním významem, ale s odlišnou korespondencí mezi syntaktickou a sémantickou strukturou. Ve větě *John threw a ball to Mary* je očekávaným postupem systému jazykového porozumění zařazení první nominální fráze do dějové struktury jako agens děje, k němuž odkazuje finitní tvar slovesa. Princip linearity ve chvíli expozice v pořadí druhé nominální fráze automaticky určí tento konstituent jako patiens, tj. toho, kdo je dějem ovlivněn (viz schéma 21).

Tento princip linearity dějové události je podle autorů IMH narušen v případě věty, jejíž uspořádání mění pozice argumentů, kteří jsou nositeli tematických rolí patientu a recipienta – *John threw Mary a ball* (viz schéma 22). Sloveso *threw* (podobně jako *put*) nese informaci o dvou použitelných typech syntaktického uspořádání, je však otázkou, zda nese informace o souladu či nesouladu těchto variant s přirozeným schématem události, které je patrně uloženo jako reprezentace v systému dlouhodobé paměti. Posledně uvedený typ konstrukcí činí afatikům značné potíže, protože systém jazykového porozumění preferuje izomorfní struktury. O'Grady a Lee (2005) tvrdí, že přesun argumentu nesoucího tematickou roli recipienta do postverbální pozice je v rozporu s přirozeným řazením participantů události. Posluchač je nucen v daný moment expozice přesunutého výrazu odsunout tento konstituent do pracovní paměti a opětovně jej vrátit do procesu formování větné struktury až na konci výpovědi (viz schéma 22). IMH označuje konstrukce s převráceným pořadím komplementů odporující přirozené struktuře události, jako konstrukce neizomorfní.

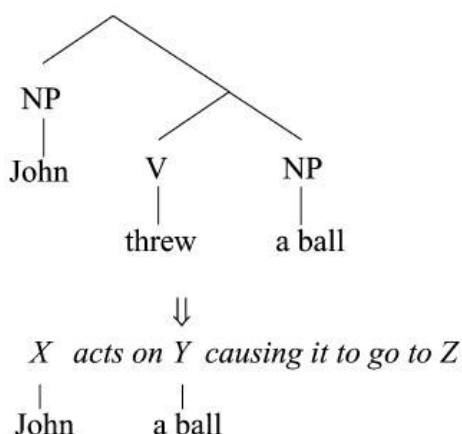


Schéma 21 Korespondující syntakticko-sémantické struktury výpovědi (O'Grady a Lee, 2005).

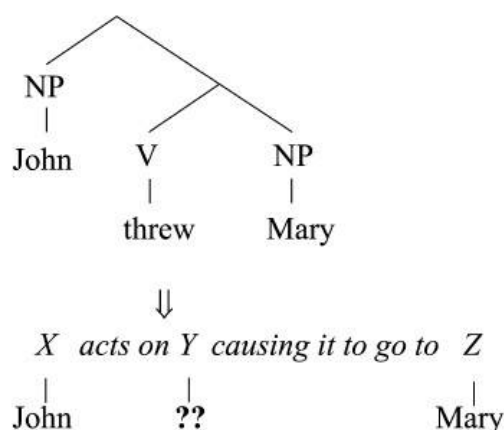


Schéma 22 Příklad disociace syntaktické a sémantické struktury (O'Grady a Lee, 2005).

S poukazem na předchozí příkladovou sentenci O'Grady a Lee (2005) tvrdí, že v angličtině jsou konstrukce, které jsou podle slovosledných modelů a teorií stop syntakticky identické, ovšem přesto lze v experimentech najít zásadní rozdíl v jejich komprehenzibilitě. Jedná se např. o věty se dvěma předměty (*John threw a ball to Mary* vs. *John threw Mary a ball*). V první konstrukci je jako primární předmět určen instrument házení (patiens), ve druhé je to cíl tohoto děje (recipient). Rozdíl ve zpracování, podle IMH, spočívá v tom, že konstrukce s postverbálním umístěním patientu, na rozdíl od vět s postverbálním umístěním recipienta, korespondují s přirozenou strukturou události. Mezi větnou konstrukcí a strukturou události je vztah izomorfie. Tento princip umožňuje Brocovým afatikům v testu porozumění dosáhnout u těchto typů konstrukcí signifikantně většího bodového zisku než je tomu u konstrukcí nekorrespondujících s přirozenou strukturou události (O'Grady a Lee, 2005).

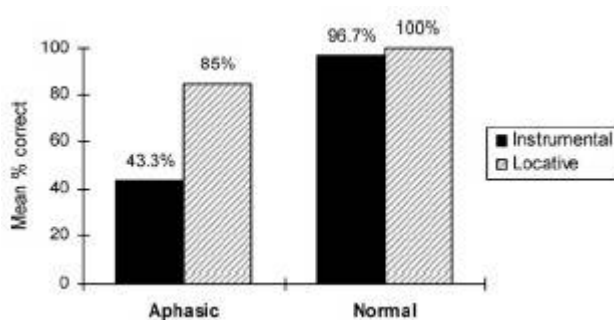
Ve svém experimentu O'Grady a Lee (2005) vytvořili dvě stejně početné skupiny respondentů. V první skupině bylo 6 osob s Brocovou afázií (průměrný věk = 59.3); ve druhé, kontrolní, 6 osob bez neurologického onemocnění (průměrný věk = 19.7). Mateřským jazykem všech respondentů byla angličtina. Přítomnost afázie byla zjištěna testem *Western Aphasia Test* (WAB, Kertesz, 1982). Průměrný kvocient afázie 74.7; rozmezí 62.2 – 82.3.⁵⁷ Všichni účastníci s afázií měli vysokoškolské vzdělání (průměrná doba edukace = 18 let). Pět afatiků mělo dominantní pravou ruku; u šestého autoři neuvádí, zda byla dominance ruky vyjádřena vlevo, či se jednalo o ambidextra. Období od příchodu cévní mozkové příhody bylo v rozmezí dvou až dvanácti let.

⁵⁷ Limit pro určení přítomnosti afázie je ve WAB testu AQ < 93,8 (WAB, Kertesz, 1982).

Experiment obsahoval dvacet sémanticky reversibilních vět. Deset z nich obsahovalo na místě druhého předmětu předložkovou frází s tematickou rolí lokusu,⁵⁸ deset s rolí instrumentu (viz příklady). V tomto případě se jednalo o test porozumění, ve kterém byli respondenti nuceni vykonat určitou motorickou činnost na základě stimulu v podobě příkazové sentence:

1. *Put the crayon **on the pencil**.* (izomorfní konstrukce s locusem)
2. *Tap the crayon **with the pencil**.* (neizomorfní konstrukce s instrumentem)

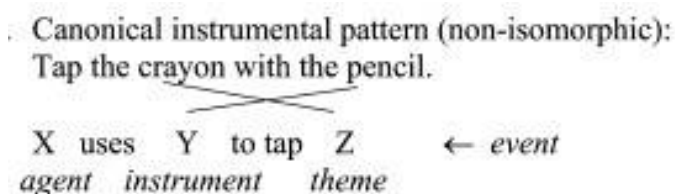
Výsledky testu ukázaly, že u neurologicky intaktních osob není rozdíl ve skóre porozumění mezi oběma typy konstrukcí statisticky významný. Výrazný rozdíl byl ale zaznamenán u osob s Brocovou afázií (viz graf 1). Správnost provedení činnosti je signifikantně úspěšnější u izomorfních konstrukcí s lokusem.



Graf 1 Výsledky prvního experimentu (O'Grady a Lee, 2005).

Co se týká samotného experimentu, je třeba podotknout, že interpretace výsledků je založena na velmi malém vzorku osob u obou skupin. Lze tedy tyto výsledky vnímat pouze tak, že autoři našli určitou zajímavou tendenci při zpracování větné výpovědi v systému jazykového porozumění Brocových afatiků, kterou je nutno dále zkoumat na větším počtu respondentů.

Ve druhé části experimentu autoři upravili neizomorfní konstrukce s instrumentem tak, že předložkovou frází umístili do preverbální pozice pomocí syntaktického procesu topikalizace, a vytvořili tak větnou výpověď izomorfní s přirozenou strukturou události (viz schéma 23).



⁵⁸ O'Grady a Lee (2005) označují tento typ konstrukcí jako konstrukce lokativní (viz příklad první). Konstrukce s tematickou rolí instrumentu označují jako konstrukce instrumentální (příklad druhý).

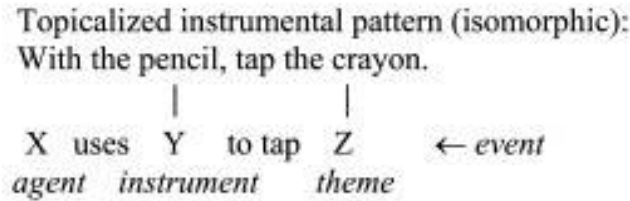
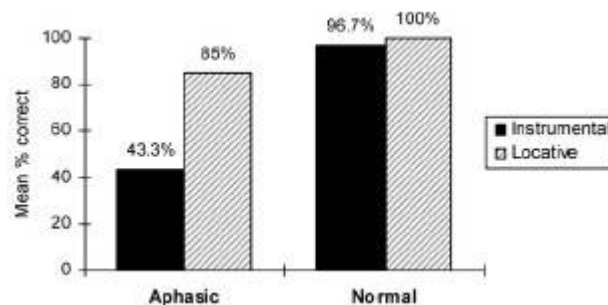


Schéma 23 Příklad transformace neizomorfní konstrukce s instrumentem na konstrukci izomorfní prostřednictvím topikalizace (O'Grady a Lee, 2005).

Topikalizované konstrukce mají nekanonický slovosled a jsou mnohem méně frekventované. Výsledky experimentu ukázaly, že osoby s Brocovou afázií byly z hlediska statistické významnosti daleko úspěšnější ve správnosti provedení těchto izomorfních imperativních konstrukcí s nekanonickým pořádkem slov oproti konstrukcím netopikalizovaným (neizomorfním). Údaje jsou poněkud v rozporu s představou modelů jazykového porozumění (viz TDH), které afatikům při zpracování těchto konstrukcí (vět s nekanonickým slovosledem) přisuzují značné potíže (viz graf 2). Dokonce zde nepůsobí ani efekt nízké frekvence výskytu tohoto typu vět v mluvené angličtině. O'Grady a Lee předpokládají, že důvodem tohoto efektu je to, že topikalizované konstrukce odpovídají přirozené struktuře události, ve které nejprve agens působí na instrument, jehož pomocí následně zasahuje objekt tohoto děje.



Graf 2 Výsledky druhého experimentu (O'Grady a Lee, 2005).

Druhého experimentu se zúčastnil stejný počet respondentů jako v experimentu předcházejícím, takže opět platí, že zjištěné výkony jednotlivých skupin osob jsou informativní a platnost objevených tendencí především u osob s Brocovou afázií by bylo třeba dále ověřit.

3.1.1.5 Časové aspekty percepce a procesu porozumění (*real-time language processing*)

Mluvená forma produkce řeči obsahuje množství rozličných zvukových segmentů, které se rychle mění v průběhu času. Bezchybné zpracování mluvené výpovědi posluchačem – jednak percepce, jednak porozumění – závisí na schopnosti percepčního

aparátu přesně rozlišit přítomnost jednotlivých zvuků, jejich pořadí a trvání v celém proudu zvukového řetězce. Důležitost časových aspektů řeči podporují závěry několika studií, které ukazují na to, že i když je posluchač vystaven mluvené řeči se značně redukovanou spektrální informací, nemá to zásadní vliv na proces porozumění, jsou-li zachovány parametry časování (Schirmer, 2004).

Narušení principu časování (*timing*) zvukových segmentů v produkci, ale především v percepci a porozumění řeči je základem jednoho z teoretických proudů v neurolingvistice, který vysvětluje potíže osob s afázií při zpracování větné výpovědi nikoli v souvislosti s narušením procesu syntakticko-sémantické analýzy jazykové struktury věty, ale z hlediska zpomalení toku informací neuronální strukturou. Rozlišení temporálních parametrů je důležité nejen pro základní percepční analýzu zvuku řeči na segmentální úrovni, kde jde například o diferenciaci znělých a neznělých konsonant, nebo kvantity vokálů, ale má svoji roli i na vyšších patrech zpracování jazykové informace, především na úrovni lexikální a syntaktické.

Výzkum v oblasti větného porozumění u osob s Brocovou afázií dospěl k obecně přijímanému názoru, že syntaktické konstrukce, kde se role agentu/proživatele objevuje ve větě před patientem, tj. v kanonickém pořadí, jsou systémem porozumění zpracovány v normálním režimu syntaktické analýzy a výkony v testu porozumění jsou nad úrovní náhody. Kdežto v opačné situaci, tj. když musí systém jazykového porozumění Brocových afatiků řešit nekanonické pořadí tematických rolí, je výkon těchto osob jako skupiny zaznamenán jako zcela náhodný (Grodzinsky, 2000). Interpretace tohoto jevu má samozřejmě několik podob (viz kap. 3.1.1.1/2/3/4). Jedním z dalších vlivných přístupů k dané problematice jsou teorie připisující tento deficit temporálním aspektům zpracování větné výpovědi. Efekt jazykového neporozumění je až sekundární, neboť jeho kořeny jsou na úrovni obecně kognitivní, nikoli jazykové.

Hypotéza zpomalení procesu syntaktické analýzy (*slow-syntax hypothesis* – SSH) je významným protipólem k hypotézám vysvětlujícím náhodné výkony Brocových afatiků v testech porozumění u různých typů syntaktických konstrukcí. SSH je založena na domněnce, že určité limity zpracování větné výpovědi u Brocových afatiků nemají svůj základ v narušení generativních mechanismů samotného systému jazyka, nýbrž jsou výsledkem zpomalení neurokognitivní činnosti. Nejedná se o narušení mechanismu syntaktického parsingu. Základem jsou funkční změny v zapojení mentálních systémů, které vedou k výraznému zpomalení několika paralelních operací nutných k vytvoření syntaktických vztahů v normálním čase.

V důsledku časového posunu syntaktické analýzy dochází k chybnému určení tematických rolí. Týká se to především takových konstrukcí, u kterých je syntaktické uspořádání konstituentů v rozporu s kanonickým pořadím tematických rolí (pasivní konstrukce a vztahné věty uvozující předmět). Podle SSH není tedy deficit porozumění u Brocových afatiků způsoben dezorganizací určitého typu syntaktických znalostí. Procesy jazykového porozumění formující syntakticko-sémantické vztahy mezi konstituenty slyšené výpovědi jsou plně zachovány. Tvoří aktivní, ale nevyužitý potenciál. V běžné komunikaci se nároky na systém jazykového porozumění zvyšují zapojením jednotlivých větných výpovědí do širší struktury promluvy. Systém jazykového porozumění afatika musí rozvinout určitou strategii pro řešení časového posunu syntaktické analýzy v situaci, kdy je postupně vystaven dalším větným, ale i nevětným výpovědím. Výše zmíněný potenciál tak podle autorů studie tkví v tom, že má-li systém porozumění u Brocových afatiků dostatek času k dořešení procesu syntakticko-sémantické analýzy, skutečně ji (s určitou latencí) dokončí. Je-li ovšem nucen zpracovávat stále nové a nové jazykové informace, je pravděpodobné, že proces syntakticko-sémantické analýzy předchozích větných výpovědí je přerušen a systém jazykového porozumění se snaží o analýzu nově přichozích informací, přičemž se je snaží zapojit do neúplného jazykového kontextu vzešlého z předešlých nedokončených analýz. Výsledkem nekompletní analýzy syntakticko-sémantických vztahů mezi konstituenty mluvené výpovědi je samozřejmě stav neúplného porozumění, který nutí afatika k využití náhradních zdrojů (znalosti o světě, situační kontext) k překlenutí chybějících či ambiguitních informací.

3.1.2 Wernickeova afázie

Wernickeova afázie podle současných poznatků vzniká v důsledku poškození posteriórní části horního temporálního gyru (pSTG), přičemž nezdůrazněno jsou neuroanatomické nálezy doplněny o lokality, které k této struktuře přiléhají. Nejčastěji uváděné jsou angulární gyrus, střední část horního temporálního gyru, horní temporální sulcus a posteriórní část středního temporálního gyru (Robsonová et al., 2012b).

V neurolingvistické literatuře lze nalézt několik hypotéz, které se snaží u Wernickeovy afázie vysvětlit mechanismus poruchy porozumění. Jednou z nich je **akusticko-fonologická hypotéza**. Základem teorie jsou práce Karla Wernickeho a Alexandra Luriji. Wernicke se domníval, že pSTG je místem záznamu tzv. zvukových

obrazů slov (viz kap 1.1). Při poškození pSTG vzniká stav, kdy osoba slyší zvuky řeči, ale není schopna je spojit s nějakým známým slovem. Lurija byl zastáncem toho, že Wernickeova afázie je spojena s poruchou rozlišování distinktivních zvukových rysů. Tyto pojetí se v zásadě opírají o předpoklad, že porucha porozumění (na úrovni věty i diskurzu) u Wernickeovy afázie souvisí s deficitem na úrovni percepce řeči. Naproti tomu **sémantická hypotéza** předpokládá, že porucha porozumění vzniká v důsledku deteriorace lexikálně-sémantického systému, resp. diskonekce spojení mezi mentálním lexikonem a konceptuálním systémem (viz kap. 2.2.1.3). Profil výkonu některých Wernickeových afatiků v neverbálních úlohách ukazuje, že nejde čistě jen o poruchu lexikálního významu. Výrazné potíže může například těmto pacientům činit úloha sémantická kategorizace, která je založena na třídění obrazových reprezentací podle příslušnosti k nějaké typické sémantické kategorii (nábytek, dopravní prostředky apod.) (Robsonová et al., 2012b).

Profil potíží obvykle popisovaných u Wernickeových afatiků obsahuje kromě narušeného porozumění slov a vět i poruchu opakování mluvených výpovědí. Výrazné změny jsou i v řečové produkci. Některé výrazy mají natolik změněnou hláskovou strukturu, že je není možné rozpoznat.⁵⁹ Wernickeovi afatici často tvoří tzv. pseudoslova či neslova.⁶⁰ Posledně jmenový symptom, který se týká produkce řeči nelze uvést v soulad se sémanticko hypotézou. Zdá se tedy, že akusticko-fonologická hypotéza při začlenění hlediska funkční reciprocity mezi anteriorními systémy produkce a posteriorními systémy percepce (viz kap.1.3.1.4 a 2.3.3) vyhovuje celé symptomatické škále. Jestliže se hláskové změny neobjevují jen ve spontánní řeči, ale i v úloze opakování, je to dokladem toho, že je chyba někde na úrovni převodu z akustického do motorického formátu řeči (viz senzo-motorické rozhraní systému percepce a produkce řeči (Warren et al., 2005; viz schéma 10) v kap. 2.3.1).

Nicméně z klinické praxe jsou známy případy osob, které mají stejný profil deficitu jako Wernickeovi afatici, ovšem při zachovalé schopnosti opakování. Tento specifický typ percepční afázie se označuje termínem transkortikální senzorická afázie

⁵⁹ Jakékoli změny v hláskové struktuře mluvené výpovědi jsou v afaziologii označovány termínem fonologická parafrázie (v případě, že rozsah změn umožňuje rozpoznat cílový výraz – k^lítek vs. kvítek) nebo neologismus (v případě, že změny hláskové struktury jsou takové povahy, že nelze cílové slovo rozpoznat – čebotan vs. kvítek) (Dvořák, 2002).

⁶⁰ Kognitivně-neuropsychologický směr v afaziologii využívá pro hodnocení úrovně schopnosti produkce, porozumění, opakování a čtení na úrovni jednotlivých slov kromě reálných výrazů i tzv. formy neexistujících výrazů, které se ale hláskovou strukturou skutečným slovům podobají (Kent, 2004; Whitworthová et al., 2005). Tyto výrazy různí autoři označují buď jako *pseudowords* nebo *nonwords*. Česká afaziologie začlenila do své terminologie výraz pseudoslovo (Cséfalvay a Traubner, 1996).

(*transcortical sensory aphasia* – TSA) (viz kap. 1.1 a odkaz pod čarou č. 10). Je možné se s ním setkat při poškození posteriorní části temporálního laloku, přesněji řečeno na rozhraní horního temporálního gyru s parietálním a okcipitálním lalokem (viz obr. 1 a obr. 2). Opakování řečové sekvence výpovědi je buď zcela zachovalé, nebo jen s drobnými fonologickými odchylkami. Opakování má u těchto pacientů povahu mechanického převodu slyšených zvuků do formy motorického programu bez známek porozumění. S ohledem na charakteristiku deficitu u TSA se zdá, že předchozí údaje o funkci senzo-motorického rozhraní v oblasti temporoparietálního přechodu jsou nesprávné. Díváme-li se na věc prizmatem transkortikální afázie, potom se jeví jako pravděpodobnější, že léze temporo-parieto-okcipálního rozhraní má za následek hlavně nefunkční převod zvukových charakteristik řeči směrem k jejich lexikálně sémantické reprezentaci (*sound-meaning interface*).

Povaha mechanismu poruch jazykového porozumění u Wernickeovy afázie není dodnes zcela rozluštěna. V odborné literatuře je tomuto typu afázie věnován mnohem menší počet studií než je tomu v případě Brocovy afázie.

3.1.2.1 Deficit větného porozumění

Pinangoová a Zurif (2001) ve své studii naznačili zásadní rozdíl v porozumění osob s Brocovou a Wernickeovou afázií. Spočívá v tom, že Brocovi afatici selhávají u větných konstrukcí, kde dochází k transformaci frázových konstituentů, kdežto potíže jazykového systému porozumění Wernickeových afatiků nelze přímo vysvětlit syntaktickými faktory větné struktury nebo odkazem na problémy související s aktivací lexikálního významu jednotlivých konstituentů. Podle autorů se u Wernickeovy afázie pravděpodobně jedná o narušení procesu zpracování určitých aspektů sémantické kompozice větné výpovědi (viz následující příklady):

1.a *The boy began reading/writing the book*

1.b *The boy began the book*

Interpretace věty 1.a je podle Zurifa a Pinangoové získána přímo syntaktickou analýzou. Subjekt *the boy* začíná nějakou činností s objektem této činnosti *the book*. Sémantická kompozice (propozice) věty je transparentní a význam věty je získáván přímo z jednotlivých lexikálních konstituentů rozvržených v určitém syntaktickém vztahu. Sloveso *begin* selektuje určitou aktivitu *writing/reading*, která je významově spojena s objektovou nominální frází *the book*. U věty 1.b nastává odlišná situace. Význam věty, totiž to, že chlapec začal něco dělat s knihou, např. ji začal číst nebo psát,

nemůže být získán přímo syntaktickou analýzou, neboť cokoli co chlapec s knihou začal dělat, není ve větě foneticky realizováno.

Jackendoff (2003) hovoří o tom, že tato situace může nastat u sloves jako *begin* či *try*, které automaticky selektují ve svém subkategorizačním rámci objektový komplement referující k typu aktivity, kterou je třeba vykonat na určitém objektu. Jestliže není objektový komplement činnosti ve větě struktuře přítomen fyzicky, dostává se sloveso *begin* do kontaktu s přímým objektovým doplněním reprezentovaným nominální frází, a vzniká tak podle Zurifa a Pinangoové významová inkompatibilita. Ta je překonána tím, že foneticky nerealizovaný konstituent je vkládán jaksi „extra“ (*extrasemantic content = reading/writing*). To znamená, že automatická selekce všech konstituentů vázaných na subkategorizační rámec verba finita probíhá, ovšem v tomto případě není jeden z jejích konstituentů externě vyjádřen. Má povahu interní sémantické informace. Sémantickou operaci, která se spouští z důvodu přítomnosti sémantické inkompatibility, označuje Jackendoff (1997, 2003) jako *complement coercion*.

Pinangoová a Zurif (2001) ve svém výzkumu sledovali rozdíly v procesu porozumění větným výpovědím se syntakticky transparentní strukturou a konstrukcím s obohacenou sémantickou kompozicí (viz výše) u osob s Brocovou a Wernickeovou afázií. Do experimentu byly zahrnuty tři osoby s Brocovou afázií, dvě s Wernickeovou afázií a tři osoby v kontrolní skupině, které byly vybrány na základě podobnosti kritéria věku a délky vzdělání. Respondentům byla předkládána sada 25 párů experimentálně vytvořených vět, přičemž každý pár obsahoval jednu větu syntakticky transparentní a jednu se sémanticky implicitní informací foneticky nerealizovanou. Úkolem zúčastněných osob bylo ukázat na tu obrazovou reprezentaci děje, která podle jejich uvážení nejlépe odpovídala z hlediska významu právě slyšené větě (*sentence-picture matching*). Výsledky analýzy výzkumu ukázaly, že Brocovi afatici neměli se zpracováním větných výpovědí potíže a adekvátně spojovali slyšené větné výpovědi s jejich obrazovými reprezentacemi u obou typů konstrukcí. Jejich výkon nebyl v úrovni náhodného výběru. Naproti tomu osoby s Wernickeovou afázií měly signifikantní potíže s porozuměním vět s implicitní sémantickou informací foneticky nerealizovaného komplementu činnosti slovesa vyjadřujícího např. začátek tohoto děje (viz příkladové věty), a to přesto, že neměly problém s porozuměním lexikálnímu významu jednotlivých větných konstituentů. Implicitní sémantická informace je nutným předpokladem ke korektnímu porozumění takto tvořené větné výpovědi.

Z neurolingvistického hlediska se jeví jako zásadní to, že Pinangová a Zurif (2001) ve studii poukázali na rozdílnou účast kortikálních systémů při zpracování dvou komponent větné výpovědi. Syntaktická analýza větné výpovědi zahrnující takové jevy jako jsou slovosled nebo subjekt-predikátová shoda je vázána na frontální oblasti kortexu a analýza sémantické struktury (propozice) je podle autorů zase doménou posteriorních oblastí temporálního laloku. Z tohoto pojetí však vyplývá zjevný nesoulad například s Grodzinského teorií TDH, která připisuje roli Brocova centra výslovně jen funkci transmise tematické role za přesunutým konstituentem, kterou zprostředkovává jí zanechaná foneticky nerealizovaná stopa (Grodzinsky, 2000).

3.2 Syndrom poškození „jazykově nedominantní“ hemisféry – RHD syndrom

Podle Grodzinského (2000) můžeme poměrně s jistotou prohlásit, že jazykově nedominantní (pravá) hemisféra nedisponuje kombinatorickými schopnostmi. Jinými slovy, není zde žádná neuronální struktura, která by podporovala syntaktické zpracování. Grodzinsky tím rozhodně nechtěl říct, že by pravá hemisféra neměla s ohledem na jazykové zpracování žádnou funkci. To, že PH není „mlčící hemisférou“ a má svoje specifické úlohy v jazykovém zpracování, naznačují již kap. 1.3.3 a kap. 2.5.4. Schéma 24 z článku Fonsecaové et al. (2009) podává přehled jazykových oblastí, ve kterých hraje PH buď dominantní roli nebo zpracovává úkoly v určité jazykové vrstvě společně s LH (viz dále schéma 24 v kap. 1.3.3 a Beemanovo bilaterální sémantické zpracování v kap. 3.2.1).

RHD (*right hemisphere damage*) zahrnuje široké spektrum neurologických onemocnění, které vedou k poškození PH (mozkové mrtvice, nádorová onemocnění nebo úrazy apod.). Alespoň u 50 % RHD osob se projevuje nějaká forma poruchy řečové komunikace, ovšem s ohledem na charakter deficitu se tyto osoby neoznačují jako afatické, neboť systémy fonologie a morfosyntaxe jsou plně funkční. Poškození PH ovlivňuje negativně především jazykové zpracování v suprasegmentální oblasti (afektivní a jazyková prozodie) a v textové (anafora a koherence textu) a lexikálně sémantické rovině (nedoslovný význam) (Stemmerová, 2008; Kent, 2004).

Processing	Right hemisphere activated areas
Lexical-semantic	Inferior frontal gyrus, temporal and inferior parietal lobes, anterior part of the cingulate gyrus, pre-frontal and mesial occipital cortex
Discursive	Anterior part of the cingulate gyrus, temporo-parieto-occipital region, medial pre-frontal area, precuneus
Pragmatic-inferential	Pre-frontal cortex, medial temporal gyrus, posterior part of the cingulate gyrus, precuneus
Prosodic	Mesio-frontal cortex, inferior parietal region, postero-superior temporal sulcus

Schéma 24 Oblasti pravé hemisféry aktivované ve čtyřech jazykových doménách (Fonsecaová et al., 2009).

Podle dříve hojně užívaného označení *semantic-pragmatic disorders* pro osoby s deficitem v jazykových doménách vytyčených tab. NJ při poškození PH bylo možné očekávat odchylky různého stupně např. při zpracování nedoslovných výpovědí (*non-literal language*) – přirovnání (*John is a shark – „he is very aggressive“*), slovesné idiomy (*She spilled the beans – „she revealed the secret“*), nepřímé mluvní akty (*My soup is too cold to eat – „bring me another one“*) nebo u výpovědí vyžadujících vytvoření inferencí pro překlenutí explicitně nevyjádřených propozic (*The lights have been on since last night. The car doesn't start. – „because the battery is dead“*) (Bambiniová, 2010).

U těchto pacientů nejsou v klinické praxi popisovány symptomy jako u klasické afázie, tj. perseverace, fonologické parafázie, anomie a agramatismy. Výstavba korektní morfosyntaktické struktury ve výpovědi či porozumění doslovně orientovaným výpovědím v jazykově a situačně ukotveném kontextu nepůsobí RHD pacientům potíže. Přesto i komunikační partneři těchto osob (laici v (neuro)lingvistice a v oboru jazykové patologie), mají zcela zřejmý pocit, že dochází v komunikaci k těžko definovatelnému selhávání. Stemmerová (2008a, 2008b) uvádí, že jejich konverzační styl je často popisován jako neinformativní, nesouvislý, zavádějící, nadměru květnatý; doslova skáčou od jednoho tématu k druhému nebo se k nějakému tématu stále vracejí; tématu se často jen dotknou a ponechávají posluchači neúplné informace; jejich výpovědi postrádají zastřešující smysl; často zjevně konfabulují. Zdá se, že mají potíže s rozpoznáváním záměrů, přesvědčení, postojů, potřeb a pocitů jejich komunikačních partnerů. A přitom schopnost odhadnout mentální stavy druhé osoby je nesmírně důležitým předpokladem k úspěšnému předjímání, predikování a přizpůsobování

vlastního chování a plánování komunikační strategie v sociálním prostředí (viz. kap. 3.2.5).

3.2.1 Aktivace významu

V této kapitole je vhodné vysvětlit některé souvislosti týkající se rozdílů v účasti obou mozkových hemisfér na procesu sémantického zpracování jazykových reprezentací (viz též kap. 1.3.3).

Důležitou úlohu v této oblasti představuje Beemanova práce (2005), ve které prezentuje systém takzvaného bilaterálního sémantického zpracování podporujícího jazykové porozumění (*multiple bilateral semantic processes*). Nejde, jak sám autor tvrdí, o sémantický rámec přesně vymezený nějakou jazykovou úrovní, např. lexikální či větnou. Význam je zde chápán v širokém smyslu slova. V Beemanově koncepci jde o proces extrakce významu z nějaké vstupní jazykové informace (inputu), bez ohledu na jeho strukturu, tj. míru lexikální, morfosyntaktické nebo textové komplexnosti.

V systému sémantického zpracování rozlišuje Beeman (2005) tři nezávislé, ale vysoce interaktivní subprocesy řízené oddělenými mozkovými oblastmi (viz obr. 2 v barevné příloze). Každý z těchto procesů je zpracováván v obou mozkových hemisférách, ovšem s tím, že každá z hemisfér zpracovává jazykovou, resp. sémantickou informaci jiným způsobem. PH provádí hrubé sémantické kódování, kdežto LH se orientuje na úzce zaměřený výběr sémantické informace. Tento fakt je v souladu s poznatky Chiarellové (2003) – viz kap. 1.3.3.

Sémantická aktivace

Kdykoli člověk poslouchá mluvenou výpověď, přesněji řečeno, potom co identifikuje (rozpozná) jazykové reprezentace nesoucí nějakou sémantickou informaci, spustí se první ze tří zmíněných procesů. Sémantická aktivace poskytuje iniciální přístup k sémantickým reprezentacím. Beeman udává, že podle neurovizuálních studií je sémantická aktivace svázána s funkcí Wernickeova centra, resp. s posteriorním horním a středním temporálním gyrem bilaterálně (MTG a STG) (Beeman, 2005).

V první fázi probíhá rychlá aktivace tzv. sémantického pole v každé hemisféře: LH fokální – denotace, PH difúzní – konotace. LH – rychlá aktivace dominantních sémantických rysů (doslovný význam) a inhibice irelevantních významů; PH - širší sémantické pole, aktivace vzdálených a neostrých významových rysů – individuální konotace, volné asociace.

Sémantická integrace

Tato fáze je důležitá pro interpretaci sdělené zprávy, neboť zde dochází k integraci všech sémantických polí a hodnotí se míra relevantnosti informací v nich obsažených. Proces se odehrává bilaterálně v anteriorním (před primárním sluchovým kortexem) horním temporálním gyru (STG) a horním temporálním sulcu (STS) s přesahem do oblasti MTG, což naznačuje spojení s první fází sémantického zpracování – sémantickou aktivací (viz obr. 2 v barevné příloze).

Jak sám Beeman uvádí, míra aktivace v polární (anteriorní) oblasti, a tedy míra sémantické integrace, závisí na mnoha faktorech. Jedním z nich je znalost kontextu. Jestliže máme k dispozici informace, které nám pomohou dopředu konstituovat některé sémantické vztahy (může to být i titulek k článku) z určitého tematického rámce, je anteriorní aktivita nižší. Naopak, chybí-li nám jakékoli kontextové informace, musíme se více spolehnout na proces sémantické integrace, která postupně vyčleňuje zrna od plev.

Sémantická integrace podporuje významně kauzální inference. Totiž proces umožňující posluchači nebo čitateli začlenit skryté propozice do struktury vyprávění. Použijeme krátký text z Beemanovy studie:

Samantha was walking on the beach in bare feet, not knowing there was glass nearby. Then she felt pain, and called the lifeguard for help

Spolupráce levé a pravé hemisféry by měla zajistit, že posluchač, resp. jeho systém jazykového porozumění abstrahuje z textu informaci o tom, že Samantha se řízla do nohy, a začlení tuto implicitní informaci do komplexu znalostí a souvislostí. Důvodem této operace je bezchybné pochopení textu v případě, že později se ve vyprávění objeví explicitní informace o tom, že řezné poranění Samanthiny nohy bylo opravdu vážné a že měla velké zdravotní komplikace.

Přestože zobrazovací studie naznačují v procesu sémantické integrace přítomnost obou hemisfér, osoby s RHD mají podle Beemana (2005) s tímto procesem odvozování implicitních souvislostí značné potíže. Porozumění větné výpovědi samo o sobě narušeno není.

Sémantická selekce

Finální stadium sémantického zpracování chápe Beeman jako interaktivní proces, jehož prostřednictvím je vybírán nejvhodnější kandidát ze souboru všech levo- a pravohemisferálních sémantických konceptů. Pracuje v režimu aktivace a inhibice

soutěžících sémantických zástupců. Proces sémantické selekce je spojován s aktivitou dolního frontálního gyru (IFG). Podle druhu sémantické informace se liší zapojení L či P hemisféry. Seger et al. (2000) naznačují, že LH podřizuje selekci výběru kandidáta podle vysoké míry sémantické blízkosti, resp. asociace – pokud je respondent požádán, aby vybavil typickou činnost související s nějakým reálným objektem (např. *cake* = *bake* nebo *eat*), aktivuje se silně levý IFG, ovšem je-li požádán vybavit si výraz méně obvyklý (nikoli stojící v první linii kandidátů-konceptů, např. *sell*), je silnější aktivace zaznamenána v pravém IFG.

3.2.2 Anaforické navazování a koreference

Při čtení/poslechu textové výpovědi je nesmírně důležité udržení tzv. lokální a globální koherence textu. Jedním z prostředků zajišťujících textovou koherenci je mechanismus ko-referenčního spojení předchozího jazykového znaku (antecedentu) s výrazem v následující větě či dalších částech textu. Referenční koherence zajišťuje kontinuitu zapojení určitého agentu či patientu děje do průběžně se odvíjejícího dějového schématu (Perfetti a Frishkoff, 2008).

Sanford a Garrod (2005) demonstrují koreferenční vztahy na následujícím příkladu:

*In the morning **Harry**₁, let out **his dog Fido**₂.*

*In the evening **he**₁ returned to find **a starving beast**₂.*

V textu se objevují dva typy anaforického navazování – větné a textové. První určuje vztah psa Fida k Harrymu. Druhý, prostřednictvím pronominální koreference, spojuje zpětně osobní zájmeno *he* ve druhé větě s propriem odkazujícím k muži ve větě první.⁶¹ V tomto anglickém textu se objevuje ještě jeden gramatický prostředek napomáhající k udržení lokální textové koherence. Jedná se o použití neurčitého členu *a* ve spojení s nominální frází *starving beast*. Jeho prostřednictvím má posluchač/čtenář informaci, že nestandardní užití neurčitého členu u zcela jistě kontextově známého aktéra děje signalizuje nutnost vytvořit alespoň dvě kauzální inference – pes Fido nebyl hladový, když ho Harry ráno opustil / Fido nejedl v době, kdy byl Harry pryč.

⁶¹ V češtině je jazykově přípustná možnost koreference zájmenem *on* s nehumánním živým tvorem. Může tedy dojít ke spojení zájmenem **on** jednak k vlastnímu jménu referujícímu k muži, jednak k výrazu referujícímu k psovi. To, co by pomohlo potlačit referenční ambiguitu, by v případě češtiny mohl být až následující referent hladová bestie, který by potlačil spojení **on** ve prospěch **pes Fido**. V angličtině je gramaticky korektní odkazovat k živočichům zájmenem *it*. Nicméně v mluveném jazyce to není dodržováno a označení zvířete osobním zájmenem *he/she* vyjadřuje emotivní vztah majitele k domácímu mazlíčkovi (Dušková et al., 2006).

Gramatické prostředky jako jsou osobní a přivlastňovací zájmeno a neurčitý člen tak poskytují posluchači/čtenáři nezbytné instrukce k tomu, aby byl schopen v mentálním modelu textu nacházet spojení mezi jednotlivými aktéry děje.

Některé neurolingvistické studie se zaměřily na sledování rozdílů v činnosti LH a PH při řešení koreferenčních spojení u textů s mnohočetnými (ambiguitními) antecedenty. Východiskem pro toto studium byla Beemanova teorie hrubého sémantického kódování (*Coarse Semantic Coding Theory*) (viz kap. 3.3.1), podle které každá z hemisfér disponuje rozdílnými mechanismy zpracování různých složek významu. Na základě výsledků práce Beemana (2005) a Chieralové (2003) vyslovují Virtueová a Broek (2005) názor, že levá a pravá hemisféra v průběhu procesu anaforického navazování využívají principu komplementární spolupráce při selektivní aktivaci a deaktivaci potenciálních antecedentů.

Zdá se, že výkonný neurokognitivní procesor LH je v systému jazykového porozumění specializovaný pro inhibici inkonzistentních informací. Dominantní hemisféra umožňuje posluchači/čtenáři rychlý přístup k relevantním složkám významu, což zajistí přímé spojení výrazu s jeho adekvátním antecedentem. Naproti tomu PH tím, že aktivuje mnoho vrstev významů, udržuje potenciální možnost vázání s antecedentem i u výrazů, které jsou buď méně vhodné či atypické. Způsob práce PH je výhodný pro případ, že kontextový rámec nepřipustí rychlé anaforické spojení s očekávaným kandidátem vybraným LH, nebo v případě, že systém jazykového porozumění narazí v textu na možnost vázání výrazu na více antecedentů, a musí tak rozhodnout, který z nich je sémanticky adekvátní. Rozdíly ve zpracování koreferenčních spojení prostřednictvím PH a LH ukazují příklady textů Virtueové a Brocka (2005):

Př. 1 *After arriving at the construction site, Samuel used his saw and hammer. As he was working, he pounded the wood with it.*

Př. 2 *After arriving at the construction site, Samuel used his saw and hammer. As he was working, he placed the wood next to it.*

V prvním příkladě LH a PH sice společně ponechávají úroveň aktivace obou antecedentů na stejném stupni, nicméně LH na základě jasně vymezeného jazykového kontextu použitím slovesa *pound* inhibuje *saw* jako potenciálního antecedentu *it*. Ve druhém příkladě LH a PH také udržují aktivní koreferenční potenciál obou antecedentů, ovšem sémantický rámec slovesa *place* umožní spojit se zájmenem oba antecedenty. Problém je ovšem v tom, že gramatická funkce zájmena *it* vyžaduje spojení pouze

s jedním z těchto výrazů. RH ponechává oba kandidáty stále ve hře. LH není schopna tuto referenční ambiguitu jednoznačně vyřešit (*anaphoric resolution processing*), a její aktivita je tak v tomto případě potlačena. Posluchači/čtenáři umožní tento proces přijmout oba antecedenty jako potenciální koreferenty vztahující se k ději, který reprezentuje propozici druhé věty. Tyto antecedenty jsou uloženy do pracovní paměti jako koreferenty se stejnou mírou potenciálu vázat se k dalším výrazům v následujícím textu. Proces anaforického rozhodování, resp. selekce může být odložen až do té části textu, kde se jednoznačným pojmenováním definuje, že tím nástrojem, vedle kterého bylo položeno dřevo, bylo např. kladivo a nikoli pilka. Rozdílné rozhodovací schopnosti obou hemisfér naprosto dokonale řídí a aktualizují kontinuální integraci nových výrazů do struktury předchozího textu. Správně fungující procesy v LH a PH jsou nezbytnou podmínkou lokální a globální koherence textu.

Jedním z dalších důležitých procesů je kromě zmíněné integrace i vybavování či znovuvyhledávání (*retrieval*) výrazů (antecedentů) ve chvíli, kdy systém jazykového porozumění narazí na pronominální koreferent. Vzdálenost mezi antecedentem a pronominem může být samozřejmě různě dlouhá, a různě tak mohou být zatíženy neurokognitivní systémy, které obstarávají uchovávání výrazů v systému pracovní paměti a iniciují jejich aktualizaci. Neméně důležitou proměnnou určující pravidla chování neurokognitivních systémů při zpracování anaforických spojení jsou ovšem i gramatické prostředky jazyka. Hammerová a její kolegyně (2011) ve své fMRI studii modifikovaly věty nejen podle vzdálenosti antecedentu s pronominálním koreferentem, ale měnily i použití pronominálního koreferenta tak, aby buď odpovídal přirozenému/gramatickému rodu antecedentu, nebo s ním byl v rozporu (viz schéma 25).

Souhrnná analýza průtoku krve mozkovými strukturami u šesti účastníků studie při čtení syntakticky kongruentních/diskongruentních vět s různou mírou distance mezi antecedentem a pronominem odhalila pět hlavních neurokognitivních systémů (viz schéma 26). Podle autorů studie aktivace v levém IFG koresponduje s nálezy v jiných studiích. Levý IFG je znám jako klíčový region, jehož aktivace je spojována se syntaktickým a sémantickým zpracováním (Kuperbergová et al., 2008; Meltzer et al., 2009). Síla aktivace byla modifikována vzdáleností antecedentu a pronomina tak, že větší vzdálenost vyvolala silnější aktivaci sledované kortikální oblasti. Potvrzuje to fakt, že levý IFG je citlivý i na zvýšení nároků kladených na systém pracovní paměti. Silná aktivace levého IFG byla pozorována i v případě inkongruence, tj. v situaci, kdy

přirozený/gramatický rod antecedentu nekorespondoval s rodem pronomina. Delší vzdálenost mezi koreferenty a syntaktická inkongruence stimulovala také silnější aktivaci v pravém IFG. Míra aktivace byla ale oproti levému IFG celkově slabší (viz počet pixelů schéma 26). Vyšší bilaterální aktivace v obou zmiňovaných případech se ve studii Hammerové et al. (2011) vysvětluje jako reakce na zvýšené nároky jak v systému pracovní paměti (vzdálenost koreferentů), tak v systému integrace gramatických informací (inkongruence rodu koreferentů) do textové struktury.

Prakticky identické změny aktivace v závislosti na kongruenci/diskongruenci a vzdálenosti koreferentů byly zaznamenány i v anteriorním cingulárním kortexu (ACC). Tato kortikální struktura (BA 24) je subkortikálně propojena s frontálním a parietálním lalokem. ACC je obecně spojován se specifickými kognitivními funkcemi jako jsou detekce konfliktních informací (*error detection*) a jejich řešení (*conflict resolution*) (Carter a Veen, 2007). ACC kontroluje všechny relevantní kognitivní operace vztahující se k integraci informací v syntaktickém a sémantickém systému a v systému pracovní paměti.

Condition	Sentence
PERSON AS ANTECEDENT SHORT DISTANCE	
Congruent	Der Häuptling _{MALE/mas} ist kriegerisch, weil er _{MALE/mas} gewinnen will
Incongruent	Der Häuptling _{MALE/mas} ist kriegerisch, weil sie _{(FEMALE)/fem} gewinnen will The chief is martial, because he/she win want
THING AS ANTECEDENT SHORT DISTANCE	
Congruent	Der Apfel _{mas} ist süß, weil er _{(MALE)/mas} reif ist
Incongruent	Der Apfel _{mas} ist süß, weil sie _{(FEMALE)/fem} reif ist The apple is sweet, because he/she ripe is
PERSON AS ANTECEDENT LONG DISTANCE	
Congruent	Der Häuptling _{MALE/mas} greift bald an und ist kriegerisch, weil er _{MALE/mas} gewinnen will
Incongruent	Der Häuptling _{MALE/mas} greift bald an und ist kriegerisch, weil sie _{(FEMALE)/fem} gewinnen will The chief attacks soon and is martial, because he/she win want
THING AS ANTECEDENT LONG DISTANCE	
Congruent	Der Apfel _{mas} ist sehr saftig und ist süß, weil er _{(MALE)/mas} reif ist
Incongruent	Der Apfel _{mas} ist sehr saftig und ist süß, weil sie _{(FEMALE)/fem} reif ist The apple is very juicy and is sweet, because he/she ripe is

Schéma 25 Příklady koreference použité ve studii Hammerové et al. (2011) – FEMALE/MALE reprezentují přirozený rod; **mas** označuje gramatický rod maskulina a **fem** gramatický rod feminina.

V levém temporálním laloku byly objeveny signifikantní aktivity ve dvou kortikálních regionech – v anteriorní části STG (sémantické procesy) a v posteriorní části MTG (syntaktické procesy). U obou regionů bylo zaznamenáno zvýšení aktivity při expozici dvojice vět s větší vzdáleností koreferentů. Tato skutečnost naznačuje, že proces opětovné aktualizace antecedentu probíhající v temporálních regionech vyžaduje zvýšenou spotřebu zdrojů (v podobě narůstajícího objemu protékající krve) v závislosti na vzdálenosti mezi koreferenty. Paměťová aktualizace antecedenta je tím náročnější, čím větší je vzdálenost jeho pronominálního koreferenta. Důvodem je mechanismus postupného rozpadu paměťové stopy vzdálené informace.

Výsledky této studie je ovšem nutno interpretovat s jistou opatrností. Nelze učinit statisticky silné závěry o neurokognitivních mechanismech u pouhých šesti participantů. Nicméně profil aktivací není v rozporu s nalezenými aktivacemi v jiných studiích (Hagoort, 2005; Hammerová et al., 2005, 2008; Lamersová et al., 2006). Dominantní aktivace IFG a pSTG v LH reprezentuje základní syntaktické a sémantické aspekty anaforického navazování. Aktivace pravého IFG reprezentuje zapojení rezervních zdrojů v případě výskytu sémantických a syntaktických anomálií a při integraci pronomina s jeho výrazně vzdáleným antecedentem, a tím významně napomáhá při výstavbě koherentní textové struktury.

Name of ROI	BA	Size No. of voxel	Talairach		
			x	y	z
1. Left IFG	44	8295	-46	11	28
2. Right IFG	44	2191	43	1	36
3. STG	22	3673	-51	-10	7
4. pMTG	21	1813	-56	-38	5
5. ACC	24	2045	-1	36	15

Schéma 26 Pět hlavních neurokognitivních systémů, které se účastní procesů spojených s anaforickým navazováním podle studie Hammerové et al. (2011).

Ne u všech RHD pacientů jsou v klinických studiích obvykle popisovány problémy s řešením koreferenčních vztahů. Je zřejmé, že změny ve zpracování specifických jazykových jevů může vyvolat poškození jen určitých částí PH. Odchytky – na základě výsledků fMRI studie Hammerové et al. (2008) – lze u osob s mozkovou lézí předpokládat v oblasti pravého IFG, a to jen za určitých podmínek, tj. v textu, kde se objevují mnohočetné skupiny antecedentů – chybí doplňková aktivace pIFG pro zvýšené nároky integrace u referenční ambiguity. Při poškození pIFG se pak také může během poslechu/čtení textu projevit oslabení v systému pracovní paměti, a to v případech delší časové a prostorové vzdálenosti mezi antecedentem a pronominem, neboť jsou kladené zvýšené nároky na prodlouženou retenci antecedentu, resp. antecedentů. Jejich opětovné zpřístupnění (*retrieval*) pro syntaktické a sémantické operace v další části textu může být pravděpodobně ohroženo u osob s poškozením v anteriorní a posteriorní části horního a středního temporálního gyru.

Současné závěry jsou stále víceméně spekulativní. Aby bylo možné přesněji specifikovat míru účasti obou hemisfér v anaforickém navazování, je třeba provést analýzu mnohem většího počtu klinických a zobrazovacích studií.

3.2.3 Figuratívni jazyk

V neurolingvistické literatuře se hojně používá termínu figurativní jazyk. Ovšem kolik je autorů, tolik je v zásadě návrhů, jaké jazykové jevy se do této kategorie mají zařadit. Původní pojetí jazykové figury v lingvistice bylo spojováno především s metaforou. V neurovědných disciplínách začali autoři zobrazovacích a klinických studií používat termín figurativní jazyk jako zastřešující kategorii pro takové formy výpovědi, u nichž není jejich skutečný význam vyjádřen řečenými/napsanými slovy explicitně. Do skupiny sledovaných jevů se tak vedle metafory postupně zařadily i idiomy, ironie, sarkasmus či nepřímé mluvní akty. Zmíněné jevy jsou samozřejmě jak z hlediska jazykového, tak i z hlediska jejich neurokognitivního zpracování značně odlišné (Thomaová a Daumová, 2006; Boulenger et al., 2009). Tato část kapitoly se bude selektivně věnovat především neuronálním a kognitivním aspektům zpracování metafory a idiomatickým formám výpovědi a patologickým projevům při zpracování těchto jazykových jevů u pacientů s poškozením pravé hemisféry.

3.2.3.1 Ambiguita (ne)doslovných výpovědí

V průběhu výzkumu idiomatických výpovědí s přeneseným významem se vytvořilo několik teoretických koncepcí. Dominantním zaměřením výzkumu je řešení otázky, který z významů (doslovný vs. nedoslovný) se v průběhu procesu porozumění idiomatickým výpovědím aktivuje v nerokognitivní síti jako první, popř. jsou-li aktivovány paralelně. Tradiční pohled reprezentovaný hypotézami hierarchického zpracování dával přednost doslovnému významu. Zástupcem tohoto pojetí je Clarkova a Lucyho (1975) hypotéza seznamu (*Idiom List Hypothesis*), podle které jsou významy idiomů řazené ve formě seznamu. Přenesené významy se aktivují vždy až po odmítnutí primárního významu doslovného. Hypotéza lexikální reprezentace (*Lexical Representation Hypothesis*) zastupuje teorie paralelní aktivace obou významových složek idiomu (Glucksberg et al., 1982, 2003). Kontextový rámec výpovědi určí, který ze soupeřících významů je v dané situaci adekvátní. Doplnkem je tzv. kognitivní proces suprese, který má za úkol inhibovat neuronální aktivaci poraženého významu

(Gernsbacher a Robertson, 1999). Třetí kategorii teorií tvoří např. Gibbsova a Beitelové (1995) hypotéza přemostění doslovného významu. Preferuje iniciální aktivaci nedoslovného významu. Teorie tohoto typu předpokládají, že s ohledem na rychlost průběhu zpracování není pravděpodobný procedurální mechanismus spouštějící nejprve standardní syntakticko-sémantické operace vedoucí k aktivaci doslovného významu s následným deaktivováním ve prospěch kontextově relevantního významu nedoslovného (Gibbs et al., 1997).

fMRI studie Zemleniové et al. (2007) se přiklání k trojfázovému modelu zpracování. Porovnáním aktivace neurokognitivní sítě u exponovaných vět s doslovným významem a idiomů s významem přeneseným zjistili, že systém jazykového porozumění při zpracování idiomatických výpovědí aktivuje u zdravých jedinců kromě standardních levostranných systémů (jako u vět doslovných) i zrcadlově umístěné systémy v PH. Aktivace v pIFG interpretují autoři jako doplněk reprezentující fázi reintegrace nedoslovného významu po odmítnutí významu doslovného. Tím odmítají teorie přemostění, které předpokládají, že prvoplánově je idiom zpracováván stejně jako každý jiný lexikální zástupce ve výpovědi – přenesený význam je chápán jako primární, tj. vlastně levohemisferální (viz rozdíly ve zpracování lexikálního významu v kap. 2.5.1.3).

Při zpracování dat odhalili autoři ještě jeden zajímavý efekt. Použili totiž idiomy s různou mírou idiomatičnosti, tzn. že část předkládaných idiomů byla zasazena do kontextového rámce tak, aby se posílila tendence silněji vnímat jejich primární (doslovnou) propoziční strukturu. Takové idiomy byly označeny jako ambiguitní a jejich zpracování si vyžádalo další doplňkovou aktivaci. Tentokrát v MTG v PH. Zemleniová et al. (2007) se domnívají, že tato kortikální struktura v PH je zodpovědná za řešení sémantické ambiguity idiomů (přenesený význam vs. doslovná interpretace) s ohledem na kontext.

Velmi zajímavá je studie Rizzoové et al. (2007), kteří testovali porozumění idiomům a doslovným konstrukcím u čtrnácti zdravých subjektů prostřednictvím repetitivní transkraniální magnetické stimulace (rTMS).⁶² Proud magnetických impulsů zaměřili při čtení vět jednak na levý, jednak na pravý DLPFC (BA 46/9). Po přečtení vět se na obrazovce objevily čtyři obrázky a úkolem subjektů bylo ukázat, který z nich

⁶² rTMS je relativně nová metoda určená pro studium kognitivních funkcí. Opakovaná emise magnetických impulsů umožňuje simulovat mozkovou lézi u zcela zdravých jedinců. Při plnění určitých úkolů tak lze posoudit, jakou úlohu v dané kognitivní aktivitě dočasně afektovaná struktura hraje (Watkinsová a Devlin, 2008).

významově odpovídá předchozí větě. Výběr DLPFC byl podřízen výsledkům jiných neurolingvistických studií, které přisoudily tomuto kortikálnímu okrsku důležitou roli suprese jednoho ze dvou potenciálních významů (Lauroová et al., 2008) (srovnej kap. 2.5.5.2, kde je přisuzována DLPFC důležitá role při tvoření textových inferencí).⁶³

Po aplikaci magnetických impulsů na pravý nebo levý DLPFC se shodně prezentovalo jednak výrazné zpomalení reakcí, jednak se signifikantně zvýšil počet chyb u idiomatických výpovědí. Autoři interpretují zvýšenou míru chybovosti při výběru adekvátní obrazové reprezentace odpovídající nedoslovnému významu idiomů narušením mechanismu suprese. Potlačená inhibice způsobuje, že systém jazykového porozumění akceptuje doslovný význam jako primární, neboť je přímo vázaný na syntakticko sémantickou strukturu větné konstrukce. Význam přenesený by mohl být chápán až jako druhotný, získaný užíváním větné struktury v určitém jazykovém kontextu.

Výsledky této studie ukazují, že v supresi doslovného významu idiomu hrají roli obě mozkové hemisféry. Naproti tomu ve fMRI studii Nathaniela-Jamese a Fritha (2002) je popisována aktivace pouze levého DLPFC při doplňování chybějícího slova do věty. Úkolem participantů bylo vybrat ze dvou výrazů ten, který se do věty nehodí. Suprese je v tomto případě aktivní pouze v LH. Porovnání obou studií naznačuje, že aktivační síť kognitivního mechanismu suprese je modifikována typem jazykové úlohy a typem použitého jazykového materiálu.

Z hlediska výskytu aktivace v PH u vět s přeneseným významem přináší práce Boulengerové et al. (2009) v porovnání s předchozími studii odlišné výsledky. Analýza dat z fMRI při srovnání aktivací mezi doslovnými a idiomatickými větmi ukázala u obou typů vět aktivaci standardních jazykových oblastí v LH, ovšem s tím, že u idiomatických vět byla aktivace mnohem rozsáhlejší a silnější. Důležitým aspektem celé studie není chybějící aktivace v pravém kortexu (i když u idiomů byla nalezena aktivace v pravém mozečku), ale ověření některých předpokladů teorie fyzicky ukotvené kognice. Autorům se podařilo podepřít tvrzení o existenci motorického základu mentálních konceptů slov, které indikují nějaký pohyb, aktivitu. Osmnáct participantů četlo doslovné a idiomatické věty, které obsahoval pojmenování částí končetin a informace o prováděné činnosti. Jak doslovné věty, tak idiomy (*He kicked*

⁶³ Předpokladem je, že mechanismus suprese není alokovaný jen pro systém jazyka, ale že pokrývá celou škálu kognitivních operací, u kterých je nutno provést selekci ze souboru soupeřících reprezentací – proces suprese přesahuje základní jazykové neurokognitivní oblasti. Prefrontální kortex je popisován jako struktura obsluhující tzv. exekutivní funkce (viz kap. 2.2.3 Jazyk a exekutivní funkce).

the habit; He grasped the idea) stimulovaly aktivace v premotorickém kortexu. Důležitým výsledkem studie je interpretace týkající se procesu zpracování idiomatických konstrukcí. Podle autorů podporují zmíněné motorické aktivace názory o tom, že přenesený význam idiomů je v neuronálním systému komputován ze základního sémantického konceptu větných konstituentů. Přenesený význam se zdá být až jako superponovaný kognitivní proces rekombinace významu. Jelikož je základní koncept výrazu (v práci označen jako konkrétní referenční aspekt) bytostně spojen s jeho senzomotorickou složkou, je zřejmé, že i výrazy figurující v idiomatické konstrukci a v podstatě celý idiom nejsou zpřístupněny v prvním plánu jako ucelený lexikální útvar se svým odvozeným významem. Nalezené silnější a rozsáhlejší aktivace tak patrně představují neuronální reprezentaci dovozovacího procesu.

3.2.3.2 Duální reference a efekt familiarity

Podle Glucksberga (2003) je klasický tří fázový model podporovaný závěry studie Boulengorové (2009) (viz závěr předchozí kapitoly) zcela v rozporu s naší každodenní zkušeností. Lidé rozumí přeneseným významům stejně tak rychle, jako významům vět doslovných. A to se podle Glucksberga týká i aktualizovaných metafor. Ve způsobu, jakým je metaforický význam zpřístupněn, nerozhoduje míra familiarity. Aktualizované metafory jsou systémem jazykového porozumění zpracovány stejně tak automaticky a reflexně (srovnej kap. 2.4.2.1) jako lexikalizované formy.

Nenucené a v podstatě mandatorní přímé zpracování metaforické výpovědi bez nutnosti odmítnutí primárního doslovného významu až na základě kontextové implauzibility umožňuje mechanismus duální reference. Glucksberg (2003) tento mechanismus vysvětluje na příkladu metafory *my lawyer is a shark*. Výraz *shark* obsahuje dva stupně referenční abstrakce. První základní – denotativní. Druhý stupeň zastupuje vyšší úroveň abstrakce. Tyto složky významu jsou aktivovány komplementárně (viz Beemanova teorie kap. 3.3.1). Konotativní superponovaná část významu referuje nikoli přímo k mořské obludě s obrovskou tlamou plnou ostrých zubů, nýbrž k vlastnostem, které tento živočich zastupuje – dravost, nenasytost, agresivitu, necitelnost apod. Jelikož právník jako osoba nemůže být onou obludou v základním smyslu mentální reprezentace zvířete, má systém porozumění okamžitou volbu k referenci sekundární. Slovy Glucksberga (2003), metaforám rozumíme přesně tak, jak jsou zamýšlené – jako kategoriálním tvrzením.

S poněkud komplikovanějším konceptem se na trhu neurolingvistických teorií v oblasti porozumění nedoslovným významům prezentovala Giorová (1997, 2002). Navrhla hypotézu stupňované „prototypičnosti“ (*the graded salience hypotheses – GSH*). Předpokladem je, že neurokognitivní procesy nelze lišit podle toho, jestli výpověď nese doslovný nebo přenesený význam. V obou případech je rozhodující pouze míra prototypičnosti (salience) výskytu skupiny výrazů v daném typu jazykového a situačního kontextu. Vyšší míra salience znamená vyšší míru kontextové nezávislosti významu/ů slov, frází a vět. Prominence určitého významu je dána frekvencí výskytu, familiáritou či prototypičností.

U některých lexikalizovaných idiomů vysoká míra užití přeneseného významu na základě jeho vysoké míry užití v daném kontextu bude aktivace tohoto významu zprostředkována okamžitě (tak jak to naznačil Glucksberg (2003) viz výše). A to i v případě, že výskyt není podmíněn kontextově – prominentní aktivace přeneseného významu je zprostředkována i při čtení a poslechu izolovaného výskytu (dekontextualizovaného) idiomu. Může ale dojít k situaci, kdy je kontextem propagován méně salientní, tj. doslovný význam tohoto spojení výrazů. Potom podle Giorové (2002) je nutné zapojení většího množství neurokognitivních zdrojů pro potlačení prominentního výrazu. A naopak u méně známého idiomu či aktualizované metafory bude nedoslovný význam disponovat vyšší mírou salience, než význam přenesený. Kontextový rámec propagující ovšem význam s nízkou mírou salience (ten nedoslovný) musí nutně aktivovat rozsáhlejší neuronální struktury, protože je narušen princip automatického (*reflex-like*) zpracování očekávaného prominentního zástupce.

Teoreticky si tak lze u ambiguitních výpovědí představit obrovské množství kombinací pro zpřístupnění různých významů v různých situacích u různých posluchačů s různou mírou zkušenosti, znalostí a mírou salience doslovných a přenesených významů. Neurokognitivní organizace procesu porozumění se bude patrně lišit s ohledem na věk, úroveň vzdělání, sociokulturní status, profesní orientaci a další vnitřní a vnější modifikátory. Jako zcela přirozený se bude jevit i proces neustálé kognitivní a neuronální fluktuace v určování míry salience významu/ů v průběhu života uživatele.

3.2.4 Konstrukce mentálních modelů

Literatura zaměřená na jazykové patologické projevy frekventovaně zmiňuje u osob s RHD výrazné potíže s porozuměním na úrovni diskurzu. Jedním z navrhovaných vysvětlení je předpokládané dominantní zaměření PH v činnostech týkajících se vytváření (*construction*), uchovávání (*retention*), opětovné zpřístupnění (*recall*) a vylepšování (*refinement*) vizuospeciálních reprezentací – mentálních modelů událostí, které si spontánně vytváříme v průběhu našeho života fyzickým kontaktem se světem (McDonaldová, 2000).

Tento kognitivní proces je nesporně důležitý při budování mentálního modelu textu, je jakýmsi vnitřním proměnlivým obrazem postupně se odvíjejícího obsahu narativu či dialogické konverzace apod. Další kognitivní procesy, které vstupují do procesu výstavby koherentní textové scény jsou např. pozornost a samozřejmě různé formy paměti – epizodická, sémantická a pracovní. Podle Ingrama (2007) jsou mentální aktivity na úrovni diskurzu částečně pod naší vědomou kontrolou, což vyžaduje mnohem vyšší zátěž pro systém pozornosti a systém paměti, než je tomu u reflexních procesů základních jazykových úrovní. Posлуhač/čtenář musí selektivně a efektivně zaměřit pozornost k důležitým aspektům scény při utváření a udržení referenčních vazeb a při budování sítě propozičních vztahů mezi objekty, osobami a událostmi, z nichž některé jsou vyjádřeny explicitně, některé jsou skryté nebo se drží na pozadí scény.

Sparksová a Rapp (2010) popisují v literatuře často citovaný model mentálních reprezentací obsahující tři úrovně zpracování diskurzu. Jako základní je popisována povrchová úroveň (*surface level*) zahrnující paměťové operace ve smyslu rozpoznávání (rekognice) jednotlivých výrazů v diskurzu. Tato fáze zpracování reprezentací má velmi krátkou životnost. Z paměti se brzy vytrácí. Jedná se vlastně o nárazníkovou zónu (zpracování formy), která připraví cestu pro zpracování sémantických informací. Vyšší úroveň představuje tzv. propoziční báze (*propositional base*). Jak vyplývá z názvu, na této úrovni zpracování posluchač/čtenář tvoří propozice – významové jednotky přispívající k formování koherentní struktury výpovědi. Ovšem tato fáze zpracování zahrnuje pouze významové komponenty, které jsou přenášeny samotným textem a neobsahují informace, které jsou za tímto textovým obsahem, a které přidává do procesu porozumění až samotný posluchač. Integrace textových propozic a informačních dispozic posluchače je proces, který se odehrává až na třetí úrovni

zpracování – tvorba situačního modelu. Na této úrovni se snaží systém jazykového porozumění zapojit do propoziční textové struktury vše, co není vyjádřeno slovy. A také propojit, resp. konfrontovat již dříve nabyté znalosti o světě (*world knowledge*) s obsahem textu tak, aby byl posluchač/čtenář schopen vytvořit korigovaný mentální obraz. Vytváření situačního modelu je závislé na správné funkci dlouhodobé paměti, resp. složky epizodické paměti (obrazy událostí) a sémantické paměti (znalosti o světě).

V případě RHD pacientů může docházet k určitým odchylkám v procesu slučování textových informací s uloženými znalostmi o světě. Tento deficit vede k implauzibilní interpretaci významu popisované události. Tomuto závěru nasvědčují i značné problémy RHD osob v úlohách, jejichž principem je smysluplné doplnění neukončeného příběhu (tato metoda ovšem kombinuje porozumění s produkcí), nebo v úlohách zaměřených na výběr relevantního ukončení textu ze souboru více či méně vhodných alternativ (McDonaldová, 2000). Jinou možností je, že poškození PH naruší využití vizuospaciálních funkcí k propojení prostorových a časových souvislostí s vyskytujícími se osobami, popř. objekty, čímž znemožní dynamické formování uceleného situačního modelu časoprostorově ukotvené události.

3.2.5 Čtení mysli, mentální simulace a sociální kognice

V diskuzi překračující rámec samotného systému jazyka je vhodné prezentovat Thomaselovu (2005) evoluční perspektivu. Podle tohoto autora se jazyk vyvinul proto, aby poskytl lidem silný a flexibilní sociálně kognitivní nástroj za účelem sdílení, předávání a výměny znalostí. Systém jazykového porozumění musí být schopen v dynamicky se odvíjející sociální interakci pružně reagovat na rychlé změny plynoucí z externího prostředí (situační kontext, viditelné chování partnera), ale i z prostředí mentálního, které se soustředí na základě našich osobních zkušeností a znalostí na odhalení zřetelně nevyjádřených intencí mluvčího. Jelikož veškeré lidské jednání je motivováno určitým záměrem a přesvědčením, je zřejmé, že v každém diskurzu se posluchač snaží aktivně mapovat mentální stavy svého interlokučního partnera tak, aby mohl jeho záměry, touhy a potřeby poodkrýt, posoudit, popř. sdílet. Toto kognitivní mapování mysli se v neurokognitivní literatuře označuje jako teorie mysli (*theory of mind - ToM*) nebo čtení mysli (*mindreading* nebo *mentalizing*) (Abu-Akel, 2003, 2011; McDonaldová, 2008).

Mechanismus ToM má podle řady odborníků svoje opodstatnění v procesu porozumění figurativním komponentům jazyka, které disponují ambiguitou významových složek. Napomáhá potlačit doslovný význam ironického sdělení či v čteném textu pochopit evidentní rozpor mezi tím, co bylo řečeno, a tím, jaké jsou ve skutečnosti pocity a úvahy mluvčího. Tyto schopnosti si podle odborníků zaměřujících se na vývojovou psychologii osvojujeme v dětství poslechem a čtením příběhů, ve kterých se (formou přijatelnou pro daný věk) prezentují aktéři jednající za určitým účelem. Nezbytný je ovšem interpretační vklad dospělých osob. Pomáhají rozvíjet kognitivní schopnosti vyššího řádu v tom, že objasňují důvody různých typů řečových a sociálních projevů aktérů děje a navíc je hodnotově (morálně) škálují. Příběhy tohoto typu podle Gallaghera a Hutta (2008) představují speciální druh narativů umožňujících nezbytný kognitivně sociální trénink pro pochopení záměrů, postojů a pocitů jednajících a komunikujících osob (*narrative practice hypothesis*).

Proces aplikace ToM se pokouší vysvětlit několik teoretických koncepcí. Jedna z nich, tzv. teorie simulace (*simulation theory*) (Gallese a Goldman, 1998; Iacoboni, 2000; Abu-Akel, 2003; Gallagher a Hutto, 2008) zastupuje tu představu, že lidé připisují různé mentální stavy ostatním na základě simulace (aktivace) jejich vlastních, dříve osvojených mentálních pragmaticko komunikačních modelů (matric). Simulace jsou v podstatě založené na teorii zrcadlových neuronů (viz kap 4.1). Porozumění intencím druhých je možné na základě aktivace neurokognitivní sítě zrcadlící vnitřní stavy mluvčích v naší vlastní mysli. Takto chápaný proces sdílení nám v průběhu komunikace dává možnost rozpoznat určité rozpory na úrovni výpověď vs. intence a řešit významovou ambiguitu srovnáním s naší vlastní zkušeností při použití těchto jazykových prostředků. Simulace mentálních stavů má významnou úlohu z hlediska plánování dalšího komunikačního postupu.

Existují teoretické koncepty příklánějící se k názoru, že prediktivní mechanismus porozumění intenci je na neuronální úrovni společný jak pro jazykové, tak i sociálně kognitivní (pragmatické) a motorické aspekty jednání. Je založen na statistické evaluaci frekvence výskytu určitých sekvencí aktů různých modalit (motorických, jazykových a pragmatických), které jsou běžně praktikovány či pozorovány v sociálním prostředí. Statistická významnost (preference) jedné a nižší prediktivní síla druhých sekvencí se tvoří řetězením určitého množství populací zrcadlových neuronů kódujících tyto sekvence aktů v kontextově ohraničené sociální interakci. Porozumění záměrům mluvčího či aktéra popisovaného děje v mysli posluchače/čtenáře je podle Gallese

(2007) zprostředkováno sociálně ukotvenou neurální/mentální simulací (*embodied simulation*).

Schopnost čtení mysli se pokládá za evoluční nadstavbu základních elementů sociální kognice, mezi které patří např. sledování očních pohybů, sdílení pozornosti, schopnost rozpoznání záměru v chování aktéra děje nebo schopnost rozlišit mezi já (*self*) a ostatní (*other*) (Stoneová a Gerrans, 2006). Neuroanatomické základy schopnosti připisovat druhým určité mentální stavy zahrnují rozsáhlou neurokognitivní síť. Mnohé oblasti se překrývají s oblastmi, které jsou běžně spojovány s různými jazykovými funkcemi. Abu-Akel a Tsooryová (2011) rozlišují na základě řady předchozích prací dvě složky ToM – kognitivní a afektivní. Kognitivní síť zahrnuje dorzomediální a dorzolaterální prefrontální kortex (dMPFC – BA 8/9 a DLPCF – BA 9/46), dorzolaterální anteriorní cingulátový kortex (dACC – BA 24/32) a dorzální striatum (část subkortikální struktury BG). Afektivní síť zahrnuje ventromediální (vMPFC – BA 10/32) a orbitofrontální kortex (OFC – BA 11/12/47), inferiorní laterální frontální kortex (ILFC – BA 44/45/47 – Brocova area), ventrální anteriorní cingulum (vACC – BA 24/32) a subkortikální struktury ventrální striatum a amygdalu.

Důležitou anatomickou strukturou pro oba systémy je tzv. temporoparietální rozhraní (TPJ – BA 39/40; viz kap. 2.3.2). Pod TPJ se zahrnují dvě důležité oblasti – inferiorní parietální lobulus (IPL) a posteriorní horní temporální gyrus (pSTG – BA 39/40). Mnohé studie poukázaly na to, že TPJ má specifickou roli v systému sociální kognice v PH. Aktivace této struktury byla pozorována v úloze sledující kognitivní funkci jako je zaměření pozornosti k relevantnímu stimulu (*stimulus-driven attentional control*). Tento mechanismus je společný aktivitám jak v doméně sociální kognice (čtení mysli), tak i v ostatních kognitivních aplikacích (Mitchell, 2008; Aichhorn et al., 2009). Tyto výsledky potvrzují, že většina kortikálních oblastí je multimodálních, nejsou alokovány jen pro jednu konkrétní funkci. Obecný kognitivní mechanismus slouží vícero funkčním aplikacím (Scholz et al., 2009).

Co se týká klinických studií, některé účast PH v oblasti sociální kognice potvrzují, jiné vyvracejí. Studie Happéové et al. (1999) je jedna z těch, které se přiklánějí spíše k názoru, že RHD postihuje schopnosti mentálního čtení. Při testování těchto schopností u 14 osob s RHD použili autoři krátké texty obsahující konfliktní informace jako v tomto případě:

Peter hates his aunt's new hat but tells her he likes it.

Participanti studie byli dotázáni, proč si myslí, že Petr udělal to, co udělal. Podání korektní informace vyžadovalo vytvořit inferenci o užití kontextově podmíněné sociální konvence ze strany Petra. Důvodem rozporu mezi tím, co si Petr myslí, a co říká, je to, že Petr je k tetě slušný. Autoři studie zaznamenali u většiny RHD osob omezenou schopnost relevantně interpretovat (inferovat) důvody vedoucí ke konfliktu mezi mentálním stavem a použitou výpovědí oproti textům, které nevyžadovaly vytvoření mentální inference o skrytých důvodech jednání aktérů děje. Kontrolní skupina zdravých dobrovolníků skórovala v obou typech textových úloh bez známek zaváhání.

3.3 Syndrom demence

Demence se v současné době pomalu stává obrovským celospolečenským problémem. Demografické ukazatele jednoznačně potvrzují nejen celkové stárnutí populace, ale i prokazatelně vyšší délku života, což s sebou přináší vyšší procento výskytu určitých typů neurologických onemocnění. Demence je doposud vnímána především jako deficit paměťových funkcí, nicméně je stále více zřejmé, že patologické procesy způsobující různé formy demence negativně ovlivňují různé roviny jazykového zpracování. Nejznámějším onemocněním v této kategorii je Alzheimerova nemoc (AN). Kromě tohoto onemocnění se v současné době věnuje v neurolingvistice značná pozornost i skupině onemocnění pod souhrnným označením frontotemporální demence (FTD). Toto označení zahrnuje tři typy neurokognitivních syndromů, které vznikají v důsledku difúzního progredujícího poškození kortexu tří funkčně a anatomicky specifických oblastí – progresivní nonfluentní afázi (PNFA)⁶⁴ při poškození frontálních oblastí, sémantickou demenci (SD) při poškození dolních a polárních partií temporálního laloku a nejazykovou formu deficitu označenou jako sociální a exekutivní syndrom při poškození frontotemporálních oblastí pravé hemisféry (Peelle a Grossman, 2008).

⁶⁴ Primární nonfluentní afázie (PNA) (nebo primární progresivní afázie – PPA) patří do skupiny klinických syndromů označovaných jako frontotemporální demence, které vznikají postupnou deteriorací systému jazykového zpracování v souvislosti se vznikem fokální atrofie mozku. Na rozdíl od klasické formy afázie objevující se v krátkém časovém úseku nevzniká PPA, resp. PNFA jako důsledek vaskulárních, traumatických či nádorových onemocnění. První fáze onemocnění je z hlediska patolingvistického profilu blízká klasické Brocově afázii (popis viz odkaz č. 7 v kap. 1.1), neboť v raném stádiu onemocnění je v různé míře zasažen především frontální kortex. V klinickém obraze nejsou přítomny jiné kognitivní deficity – poruchy paměti, pozornosti, myšlení či poruchy vizuálně prostorového zpracování. S postupným rozvojem kortikální atrofie se deficit jazykového zpracování prohlubuje. Rozvíjí se i deficit jazykového porozumění, alexie, agrafie a jiné kognitivní dysfunkce (Kent et al., 2004).

3.3.1 Destrukce lexikálního významu

Neurolingvistické studie zaměřující se na rovinu lexikálního zpracování a funkce sémantické paměti sledují dvě dominantní klinicko patologické jednotky – Alzheimerovu nemoc (AN) a sémantickou demenci (SD). U obou onemocnění se v prvních fázích onemocnění projevují potíže v úlohách zaměřených na vybavování slov z mentálního slovníku (anomie). Přesto se ale uvádějí jako příklad klasické disociace, neboť problémy spojené s dysfunkcí v lexikálně sémantickém/konceptuálním systému zpracování mají rozdílnou formu. V případě AN se jedná především o narušení procesu zpřístupnění uložených lexikálních zástupců. SD je vnímána jako onemocnění reprezentující patologické procesy zasahující přímo centrum systému sémantických/konceptuálních znalostí. Jazykové zpracování na úrovni fonologické, morfosyntaktické a textové je v začátku obou nemocnění buď zcela intaktní, nebo jen s drobnými odchylkami, které jsou zjistitelné pouze speciálními testovými prostředky. Obě onemocnění se značně liší z hlediska neuropatogeneze (Kempler a Goralová, 2008; Rogers a Friedmanová, 2008).

Pro neurodegenerativní onemocnění označované jako sémantická demence je charakteristická difúzní kortikální atrofie zasahující převážně anteriorní laterální a ventrální části temporálních laloků obou hemisfér (rozsáhlejší poškození vzniká v LH). Pro AN je typická především atrofie mediální strany temporálního laloku bilaterálně – struktury označované jako hippocampus (zhruba zahrnuje oblasti BA 27, 28, 34) (Gorno-Tempini et al., 2004).

Projevy deficitu SD je nutné konfrontovat se současnými teoriemi, které popisují organizaci sémantického/konceptuálního systému. Reillyová a Peelle (2008) se snažili popsat profil potíží osob s SD s ohledem na dvě dominantní teorie sémantické paměti – amodální formu konceptuálního systému a teorii modalitně-specifické organizace konceptuálních znalostí (viz kap. 2.2.1.3 a 2.4.1.3). Domnívají se, že neuropatologické procesy u SD narušují dva hlavní – funkčně komplementární – systémy sémantické paměti:

1. sklad abstrahovaných sémantických/konceptuálních reprezentací – laterální temporální kortex;
2. vizuálně-specifické aspekty zpracování reprezentace objektů – inferiorní část temporálního kortexu, která je zapojena do ventrální zrakové dráhy zprostředkující rekognici objektů.

Způsob modalitně-specifické organizace umožňuje kategorizaci objektů do rozsáhlé a propojené sémantické sítě na základě jejich vizuální podobnosti – vizuální kortex, či shody ve formě pohybových aktivit – motorický kortex apod. To znamená, že konceptuální reprezentace **psa** bude v mysli/mozku složena jak ze specifických vizuálních (tvar, velikost), tak i zvukových (štěkání), olfaktorických (pach) a motorických (způsob pohybu) informací.

U osob s SD jsou často pozorovány tzv. sémantické parafázie, které reprezentují případ degradace modalitně-specifické složky významu. Mají výrazné potíže v rozlišování konceptů základní úrovně. V úloze pojmenování často volí lexikálního zástupce z nadřazené kategorie, který se od cílového výrazu liší některými vizuálně specifickými aspekty – označují **psa** jako **koně** – nadřazenou kategorií je **zvíře**, shodné jsou motorické znaky – pohyb po čtyřech, ovšem diferenciaci na základě velikosti a tvaru je v oblasti ventrálního temporálního laloku narušena patologickými procesy. S progresí onemocnění dochází postupně k rozpadu dalších atributivních spojení sémantické sítě a pacienti často volí buď rovnou lexikálně nadřazené kategorie nebo již nejsou schopni daný objekt vůbec rozpoznat, což naznačuje hluboký deficit konvergentní složky systému, která obsahuje abstrahované (*nonspecific*) formy konceptů – poškození anteriorní laterální části temporálního kortexu (Grossman, 2008) (viz Binderova a Desaiova (2011) koncepce ukotvené abstrakce (*embodiment abstraction*) v kap. 2.2.1.3).

Závěry Pettersona et al. (2007) také potvrzují, že u SD jde principiálně o narušení konceptuálních znalostí a nikoli jen o degradaci lexikálních procesů. Tito autoři pozorovali, že u mnoha osob s touto formou demence se prosazuje na mnoha úrovních efekt frekvence výskytu slov. Výrazy s nízkou mírou frekvence výskytu (*atypical members*) jsou oproti zástupcům s vysokou mírou frekvence výskytu (*prototypical category members*) v průběhu sémantické degradace mnohem zranitelnější. Ve specifických zkouškách konfrontačního pojmenování nebo i ve spontánní řečové produkci je možné zaznamenat postupně čím dál tím větší preferenci k užití nejen nadřazených kategorií, ale i k užití prototypických zástupců stejné sémantické kategorie – užití výrazu **kapr** namísto **delfín**. Později ryba nebo jen zvíře.

Na rozdíl od sémantické demence, pro kterou je v úlohách pojmenování a porozumění na úrovni slova, ale i v nejazykových úlohách sémantické kategorizace typická degradace sémantických/konceptuálních znalostí, je u Alzheimerovy nemoci neurokognitivní sémantická síť kategorizující objekty reality podle principu atributivní

shody a diference v různých modalitně-specifických systémech percepce (vizuální, auditivní, olfaktorický, taktilní), prožívání (emoce), motoriky (manipulace, pohyb, způsob aplikace) relativně zachovalá (viz kap. 2.2.1.3). Odchytky v úlohách zaměřených na hodnocení explicitní formy sémantické paměti u AN (alespoň v raných fázích onemocnění) jsou spíše důsledkem oslabení v procesu vyhledávání lexikálních položek (*retrieval*) (Rogers a Friedmanová, 2008).

Ideálním prostředkem k hodnocení integrity implicitní struktury sémantické sítě jsou primingové metody. Pokud je problém přímo v centrálním systému pro ukládání konceptuálních reprezentací, potom není možné sledovat efekt sémantického primingu. Neboť není co primingovat. Konceptuální reprezentace chybí, nebo je její struktura nějakým způsobem deteriorována – jako v případě SD. Jestliže je ovšem efekt primingu pozitivní, potom existuje interně uložená konceptuální reprezentace, ke které je ale přístup skrze lexikální cestu (jako v případě AN) omezen.

Rogers a Friedmanová (2008) použili ve svém experimentu, kde srovnávali výkony osob s SD ($n = 11$) a s AN ($n = 11$) (+ kontrolní skupina zdravé populace $n = 22$), k určení funkční integrity implicitních procesů v systému sémantické paměti primingové metody lexikálního rozhodování (*lexical-decision task*). Vytvořili čtyři primingové sady, tj. čtyři formy vztahů lexikálně sémantických reprezentací v sémantické síti – nadřazené kategorie (*walnut – WOOD*), souřadné kategorie (*cherry – APPLE*), atributivní kategorie (*couch – FABRIC*) a asociativní kategorie (*needle – HAYSTACK*). V úloze lexikálního rozhodování se respondentům postupně promítají slovní páry. První výraz je tzv. *prime*, jehož úkolem je urychlit zařazení následujícího cílového výrazu (*target*) do struktury sémantické sítě. Tato forma stimulace by se měla explicitně projevit jako zrychlení v procesu lexikálního rozhodování o existenci či neexistenci daného cílového výrazu v lexikonu jazyka. Měřily se počet správných rozhodnutí a rychlost rozhodnutí.

Hodnocení výsledků ukázalo, že u intaktní populace se objevil pozitivní efekt sémantického primingu ve všech kategoriích – tj. respondenti dokázali rozhodnout o cílovém lexikálním zástupci (*target*) mnohem rychleji, jestliže jej předcházela sémanticky adekvátní lexikální zástupce (*prime*) v daném typu sémantické kategorie. Osoby s AN vykazovaly normální primingový efekt u asociativních a nadřazených kategorií a mírně redukovaný (ale stále signifikantní) efekt u souřadných lexikálních párů. Nebyl nalezen pozitivní primingový efekt u atributivních kategorií. U SD pacientů byl nalezen pozitivní primingový efekt jen u asociativních lexikálních párů. Výsledky

v podstatě potvrzují předchozí závěry. Osoby s SD trpí funkční degradací sémantické paměti, kdežto osoby s AN mají v explicitních sémantických úlohách (pojmenování; vyhledávání antonym, vyjmenovávání zástupců jedné sémantické kategorie apod.) problémy v důsledku omezeného přístupu (*reduced access*) ke konceptuálním reprezentacím. Nicméně s postupem onemocnění postupuje i funkční degradace a patologický proces u osob s AN neodvratně zasahuje i samotný konceptuální systém.

3.3.2 Vliv lexikálně sémantické poruchy na větné porozumění

Deficit větného porozumění u osob s AN je podle Caplana a Watersové (2002) určitým způsobem ovlivněn deficitem na úrovni lexikálně sémantického zpracování. Osoby s Alzheimerovou chorobou jsou schopny syntakticky analyzovat i gramaticky komplexní větné výpovědi, ale mají problémy se zpracováním jednotlivých výrazů a s větně sémantickým zpracováním.

Důležitým aspektem porozumění je podle autorů interpretace obsahu větné propozice. Propozice zahrnuje informace o událostech a stavech, které reprezentují události a stavy v reálném světě (v tomto smyslu je propozice chápána jako mentální obraz situace, která je základem predikační struktury jazykově zpracované výpovědi). Propozice jsou uloženy v dlouhodobé paměti. Schopnost reprezentovat propoziční informaci přispívá důležitým způsobem k výpovědní síle, kterou jazyk disponuje jako médium pro přenos informace v komunikaci a napomáhá jako kognitivní matrice k formování lidského myšlení (Caplan a Watersová, 2002; Priceová a Grossman, 2005).

Propoziční obsah věty je determinován syntaktickou strukturou ve spojení s lexikálním obsahem (Chomsky, 1994). Například ve větě *The dog that scratched the cat chased the bird* je zřejmé, že *the dog* a nikoli *the cat* je ten, kdo provádí *chasing*, i přesto, že se zde vyskytuje tato sekvence slov *the cat chased the bird*. U neurologicky intaktní populace je *the dog* interpretován systémem jazykového porozumění jako subjekt honění (*chased*) a výraz *the cat* je vnímán jako objekt škrábání (*scratched*) – *the cat* nemá žádný syntaktický vztah k činnosti honění (*chased*).

Osoby s AN vykazují v úlohách přiřazování obrazové reprezentace děje k slyšeným nebo čteným větným výpovědím (*sentence-picture matching*) statisticky významné snížení skóre u výpovědí, kde se vyskytují dvě propozice (a s tím, ruku v ruce, vyšší počet tematických rolí – viz příkladová věta výše). Jako zcela nevýznamné se podle Caplana a Watersové (2002) jeví takové proměnné jako jsou syntaktická komplexnost,

kanonicita syntaktické konstrukce a počet slov ve větě (rozsah pracovní paměti) (viz schéma 27 a graf 3). Tyto potíže jsou u osob s AN patrné nejen v porozumění, ale promítají se i do struktury mluvené/psané formy diskurzu.

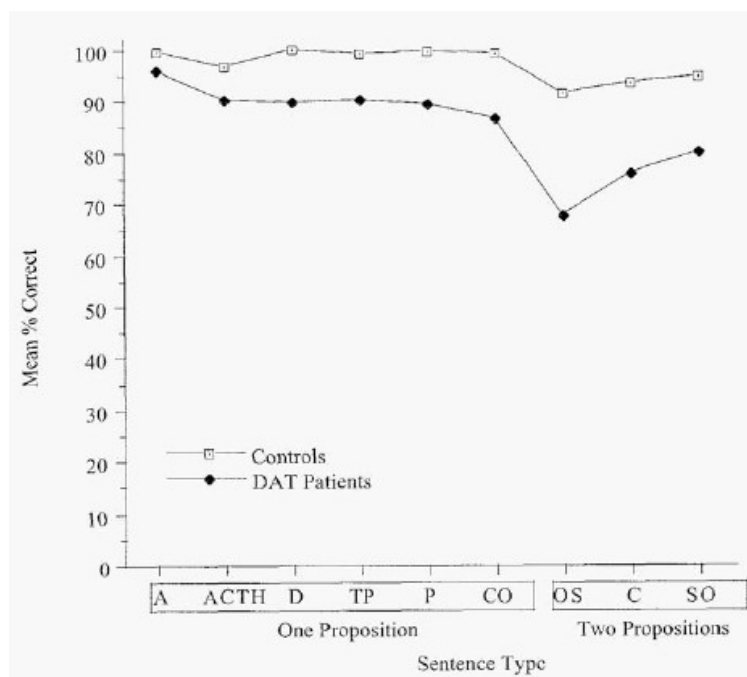
Sentence Structure	Number of Words	Number of Propositions and Verbs	Number of Thematic Roles	Canonicity of Thematic Roles
Active (A) <i>The lion kicked the elephant</i>	5	1	2	Canonical
Active Conjoined Theme (Acth) <i>The pig chased the lion and the cow</i>	8	1	2	Canonical
Dative (D) <i>The elephant pulled the dog to the horse</i>	8	1	3	Canonical
Passive (P) <i>The elephant was pushed by the cow</i>	7	1	2	Non-canonical
Truncated Passive (TP) <i>The pig was touched</i>	4	1	2	Non-canonical
Cleft Object (CO) <i>It was the dog that the horse passed</i>	8	1	2	Non-canonical
Object Subject (OS) <i>The horse kicked the elephant that touched the dog</i>	9	2	4	Canonical
Conjoined (C) <i>The elephant followed the lion and pulled the dog</i>	9	2	4	Canonical
Subject Object (SO) <i>The dog that the pig followed touched the horse</i>	9	2	4	Non-canonical

Schéma 27 Typy větných konstrukcí ve studii Caplana a Watersové (2002).

Caplan a Watersová (2002) ve svém přehledovém článku shrnuli údaje z několika studií zabývajících se porozuměním diskurzu u osob s AN a zjistili, že prediktorem stupně a progresu onemocnění není degradace gramatických aspektů zpracování, ale hodnota tzv. ukazatele propoziční density, tj. počet propozic v promluvě v poměru k celkovému počtu výpovědí. Tento závěr se shoduje s výsledky prací, které byly původně zaměřené na produkci diskurzu. Podle Kempera et al. (1993) lze v produkci diskurzu u intaktních osob pozorovat vyšší hodnotu ukazatele propoziční density než u osob s AN, kde navíc počet výskytu propozic klesá rovnoměrně s progresí onemocnění, přičemž z hlediska morfosyntaktického je výpověď stále korektní. Oba nálezy jsou zcela zásadním dokladem funkční integrity systémů produkce a porozumění řeči (viz kap. 2.3)

Caplan a Watersová (2002) se domnívají, že větší vztah mezi měřením propoziční density a hloubkou onemocnění než vztah měření gramatické korektnosti a hloubkou AN jednoznačně naznačují, že osoby s tímto typem demence mají problémy s formulováním konceptů, ale jsou stále schopni využívat jazykovou formu jako konstrukci pro vyjadřování jejich myšlenek. Samozřejmě pouze do určité fáze onemocnění. Pro pozdní formy Alzheimerovy choroby je typická celková degradace kognitivních funkcí. To se odráží i v systému jazyka rozpadem automatických forem

zpracování (syntax). Poslední fází onemocnění je mlčení (mutismus), který vzniká patrně spíše jako důsledek ztráty vůle (abulie) k mluvení než jako důsledek totální destrukce jazykového systému.



Graf 3 Výkon intaktní populace a osob s AN v úloze spojování vět a obrázků u různých typů větných konstrukcí (viz schéma 27). Ukazuje efekt snížení výkonu u větných konstrukcí s dvěma propozicemi (Caplana a Watersové 2002).

Studie Priceové a Grossmana (2005) také potvrzuje, že osoby s AN mají výrazné potíže se sémantickým zpracováním na větné úrovni. Pro účely zkoumání procesu porozumění větných výpovědí vyvinuly úlohu detekce slov (*word detection procedure*). Respondentům jsou prezentovány věty, kde se objeví jednak gramatické odchylky v objektovém doplnění transitivních sloves (*transitivity violation*), jednak věty, kde se objeví odchylky na úrovni tematických rolí (*thematic violation*). Část vět byla tvořena gramaticky a tematicky korektně (viz věty níže – cílové slovo zvýrazněno a podtrženo; v hranaté závorce jsou dvojice jednak korektních vs. inkorektních lexikálních zástupců v tematické roli agentu děje, jednak korektní vs. inkorektní objektové doplnění predikátu). Na začátku experimentu bylo respondentům do sluchátek puštěno tzv. cílové slovo (*target word*), které museli detekovat v následující větě. Autoři toto slovo umístili hned za sloveso. Úkolem respondentů bylo co nejrychleji potvrdit detekci výrazu kliknutím na klávesnici.

*The [eagle/flame] notices **movement** on the canyon... (thematic condition)*

*The travelers [notice/notice along] **angry** country natives... (transitivity condition)*

Pokud je neurologicky intaktní respondent konfrontován s gramatickou či tematickou odchylkou, projeví se to statisticky významně delší časovou reakcí při potvrzení detekce cílového výrazu ve větě – senzitivita vůči gramatickým a tematickým odchylkám. Analýza výsledků intaktní populace a osob s AN a osob s PNFA prokázala rozdíly v procesu porozumění. Intaktní populace byla senzitivní ke všem odchylkám. Osoby s PNFA nebyly senzitivní vůči žádné z odchylek, kdežto u osob s AN byla zaznamenána senzitivita vůči odchylkám v tranzitivitě slovesa.

Tato disociace může podle autorů experimentu u osob s AN naznačovat výrazné potíže v procesu porozumění sémantickým rolím slovesa. U osob s AN jsou dlouhodobě popisovány potíže se zpracováním složitě reprezentovaných slovesných významů. Sémantické znalosti spojené se slovesem jsou u těchto osob zřejmě více vulnerabilní vůči patologickým změnám, které toto onemocnění doprovází (Manouilidouová et al., 2009). Někteří badatelé se přiklánějí k názoru, že to je doklad o funkční disbalanci v systému konceptuálních znalostí (Fung, et al., 2001; Robinson, et al., 1999), jiní, jako jsou například Dell et al. (1997) nebo Bonilla a Johnson (1995), předpokládají deficit v procesu zpřístupnění a vyhledávání kontextově vhodných sémantických informací (odpovídá závěrům Rogerse a Friedmanové (2008) viz kap. 3.4.2).

ČÁST 4

NEURONÁLNÍ TEORIE JAZYKA

We organisms are sensorimotor systems. The things in the world come in contact with our sensory surfaces, and we interact with them based on what that sensorimotor contact “affords”. All of our categories consist in ways we behave differently toward different kinds of things -- things we do or don’t eat, mate-with, or flee-from, or the things that we describe, through our language, as prime numbers, affordances, absolute discriminables, or truths. That is all that cognition is for, and about.

Stevan Harnad (2005)

4.1. Systém zrcadlových neuronů (MNS)

Poměrně značný pokrok směrem k pochopení vývoje lidského mozku ve vztahu k zpracování jazyka znamenal podle Arbiba (2006) objev tzv. zrcadlových neuronů (*mirror neurons*). Výzkum byl primárně ve svých začátcích zaměřen na sledování aktivace určité oblasti kortexu makaků a orientoval se pouze na pohyb ruky. Zjistilo se, že v oblasti kortexu makaků, která je označována jako F5 (zčásti homologní oblast Brocově centru u člověka), dochází k aktivaci specifické skupiny neuronů nejen ve chvíli, kdy primátí provádí činnost uchopení nějakého objektu, ale i za situace, kdy tento předmět uchopuje experimentátor a oni tuto událost pouze pasivně sledují.

Tento efekt se začal zkoumat i u lidí za pomoci funkčních zobrazovacích metod (PET, fMRI). Některé studie naznačily, že i člověk by mohl disponovat těmito typy neuronů a lokalizovaly je postupně do oblasti frontálního, parietálního a temporálního kortexu. Jak poznamenává Arbib (2006), pro neurolingvisty bylo nejdůležitějším výsledkem výzkumu potvrzení přítomnosti zrcadlových neuronů v Brocově oblasti. Arbib vnímá systém zrcadlových neuronů pro uchopování předmětů rukou jako klíčové neuronální spojení mezi schopnostmi našich nehumánních předků žijících zhruba před 20 milióny let a moderními lidskými schopnostmi operovat s jazykovými znaky (symboly). Jazykové chování je tak spojováno předně nikoli s vývojem vokálního traktu, ale s rozvojem schopnosti komunikovat prostřednictvím pohybů ruky (Arbib, 2006).

Systém zrcadlových neuronů se tedy z hlediska funkce chápe jako systém vizuomotorické aktivace. Činnost tohoto systému je spuštěna jednak provedením samotné činnosti, jednak jejím pozorováním (Turellavá et al., 2009). Nicméně Turellaová et al. ve své analytické studii shrnující množství výzkumů došli k závěru, že pokusy jednoznačně potvrdit u člověka přítomnost zrcadlových neuronů zatím stále selhávají. Objevují se trvale nekonzistentní, rozporuplné výsledky. Tedy alespoň co se týká takových spekulativních návrhů, které naznačují, že systém zrcadlových neuronů u člověka odpovídá za takové funkce, jako jsou zprostředkování imitace pohybu, porozumění záměru činnosti exekutora, zpracování řeči (*speech motor theory*), zpracování hudby nebo dokonce proces vcítění se do druhého člověka (empatie) (Turellavá et al., 2009).

Rizzolatti et al. (2001) považují za rozumné předpokládat, že tento systém u člověka existuje, ale má roli pouze při pozorování a porozumění činnosti. Většina studií ovšem

při potvrzení i tohoto redukováného přístupu k existenci a funkci systému zrcadlových neuronů selhává. Podle Turellaové et al. (2009) experimentální výsledky často ukáží aktivaci určitých frontálních, parietálních nebo temporálních oblastí buď jen při pozorování nějaké činnosti, nebo jen při jejím provedení samotným respondentem. Princip zrcadlení je založen na tom, že stejná skupina neuronů určité oblasti kortexu je aktivována při provedení a zároveň i při pasivním sledování totožné činnosti ruky.

Nekonsistentní výsledky jsou dány především závažnými metodologickými změnami při sestavování designu experimentu u lidí oproti experimentům prováděným na opicích. Mezi zcela zásadní podle Turellaové patří například to, že makakové vždy sledovali činnost celého těla experimentátora, zatímco u humánních experimentů se využívá jen „oddělené“ ruky, která provádí uchopení bez vztahu k celku těla – promítání akce na monitor. Navíc je problém s komparací neuronálních systémů dvou druhů. Přestože je tu značná podobnost daná vývojovými souvislostmi, je nutné k jejich homologaci přistupovat s velkou opatrností (Serenio & Tootell, 2005).

Při porovnávání aktivačních vzorců v kortexu obou skupin hominidů lze nalézt značné rozdíly. Několik studií zjistilo, že aktivace oblasti F5 u makaků (homologní s inferiorním frontálním gyrem – areou BA 44) je spojena s činností ruky a jejím pozorováním. U lidí byla nalezena aktivace v Brocově oblasti jen v případě imitace pohybu prstu, nikoli celé ruky. Navíc samotný pohyb prstu nebo pozorování pohybu prstu žádnou aktivaci v této oblasti nevyvolalo (Tanaka & Inui, 2002). Tento závěr potvrzují i klinická zjištění Goldenberga a Karnathové (2006). Autoři sledovali pacienty s apraxií ruky⁶⁵ a zjistili, že potíže s imitací pohybu prstu bývá spojena s poškozením inferiorního frontálního gyru, zatímco imitace pohybu ruky vzniká při lézi inferiorního parietálního laloku na takzvaném temporo-parieto-okcipitálním rozhraní.

Výsledky výzkumu zaměřené na potvrzení přítomnosti zrcadlových neuronů ve výše popsaných oblastech lidského mozku jsou sice značně kontroverzní, ale pokud bychom tuto kontroverzi ignorovali, mohli bychom spolu s Feldmanem (2006) uvažovat o jejich roli v systému jazyka. Zrcadlové neurony integrují motorické, vizuální, auditivní a proprioceptivní informace pro účely kontroly pohybů v prostoru. Zrcadlové neurony jsou systémem, kde se překrývají dvě funkce – řízení a pozorování jednoho typu

⁶⁵ Apraxie je porucha pohybového chování charakterizovaná neschopností provést takové smysluplné motorické sekvence typické pro danou část těla, které jsou řízené vůlí (např. uchopení tužky a provedení činnosti psaní apod.) navzdory tomu, že primární motorický systém je bez narušení. Automatické/reflexní aktivity jsou zachovány. Apraxie je vnímána jako důsledek poškození buď parietálního laloku (selhávání kinestetické kontroly) nebo jako následek poškození laloku frontálního, resp. premotorického kortexu (deficit v programování pohybových sekvencí) (Larner, 2002).

činnosti. Podle Feldmana zrcadlové neurony umožňují, že akční sloveso uchopit, sevřít (*grasp*) denotuje jak proces uchopování, tak i to, že něco je uchopováno nebo pouhé pozorování této činnosti. Tato multifunkční schopnost jediného neuronálního systému slouží k formování integrované mentální reprezentace činnosti společně s objektem, na kterém je činnost vykonávána, a lokací tohoto děje uchopování.

Aktivace neuronální sítě zrcadlových neuronů tvoří domnělý neurobiologický podklad významu slova zastupujícího činnost uchopování, což je podle neurální teorie jazyka dokladem procesu ztělesňování (*embodied*) konceptu akčního slovesa. Zrcadlové neurony nejsou naším zrakem, tj. neslouží k pozorování činnosti po stránce vizuální detekce děje, jejich prostřednictvím můžeme pozorovanému ději porozumět. Dokonce nejen to, tato síť speciálních neuronů dovoluje předpovídat další motorickou či jinou reakci v daném kontextu dějového schématu, rozpoznat účel a cíl daného děje ve vztahu k subjektu či k nám jako pozorovateli. Predikce lze využít k plánování naší další reakce v odpověď na „něčí uchopení něčeho, co patří nám.“ Zrcadlové neurony lze s jistou mírou abstrakce – v rámci neurální teorie jazyka – považovat za neurobiologický podklad sémantického systému v širokém – nikoli jen jazykovém – pojetí (viz kap. 2.2.1.3). Díky nim jsme schopni porozumět někomu jinému, neboť si můžeme v dané situaci představit sami sebe.

Tato úroveň zpracování jednoznačně překračuje úzce zaměřené jazykové zpracování větné výpovědi (morfosyntax a argumentovou strukturu), nicméně je jejím zcela logickým a automatickým pokračováním, neboť teprve porozumění všem aspektům, nejen jazykovým, které danou větnou výpověď doprovázejí, nám umožňuje v komunikaci adekvátně reagovat a interagovat.

4.2 Neuronální gramatika

Lee a Schumann (2004) ve svém článku popsali neuronální systém, který se podílí na řízení kognitivních systémů jako jsou učení se novým dovednostem, kategorické učení, sekvenční učení a automatizace motorických, senzorických a jiných kognitivních aktivit. Tento neuronální systém byl pojmenován jako kortiko-bazálně ganglionický systém (*cortico-basal ganglionic system*) (anatomické detaily viz celá kapitola 1). Autoři připisují tomuto systému ještě jednu důležitou vlastnost. Domnívají se, že je neuronálním základem specificky lidského systému pro učení se jazyku, především jeho gramatickým zákonitostem.

Podle autorů není jazyk (gramatická struktura) nic jiného než jedna z řady dovedností (mezi které patří například i hraní na hudební nástroj, jízda na kole, řízení auta nebo tanec), které jsou tímto motorickým systémem řízeny. Gramatické struktury jazyka jsou vývojově kódované neuronální algoritmy osvojené v dětství. Jejich aplikace po osvojení je reflexivní, automatická. Probíhá bez vědomé kontroly. Algoritmus aktivace neuronálních struktur kódujících abstraktní gramatická pravidla je aplikován iterativně, bez limitu počtu opakování (Pulvermüller 2002; 2009b; 2010b) (viz kap. 2.4.2.1).

Neurovědné disciplíny se po dlouhou dobu snaží odpovědět na otázku, v jaké mozkové struktuře se nachází určitý jazykový fenomén, přičemž ponechávají zcela bez povšimnutí popis mechanismů, které na neuronální úrovni zajišťují zpracování gramatických pravidel. A nejen těch jazykových. Vždyť podle mnoha autorů má i hudba svoji syntax, stejně tak lze uvažovat o gramatice motorického chování. Je třeba si povšimnout, že neuronální síť při zpracování těchto kognitivních aktivit interferuje s neuronálními strukturami pro jazyk (viz schéma 28 – Brown et al., 2006; Fedorenková et al., 2009; Fadiga et al., 2009). Je rozumné se domnívat, že každý z kognitivních systémů má svoji neuronální specificky doménovou (*domain-specific processing*) bázi. Neobejde se ovšem bez neuronálních struktur, které fungují na společné platformě zpracování „syntaktických“ pravidel určujících lineární řazení jazykových, muzických a motorických segmentů (*domain-general processing*) (viz kap 2.2.1.3 o doménově specifických a abstrahovaných složkách zpracování významu).

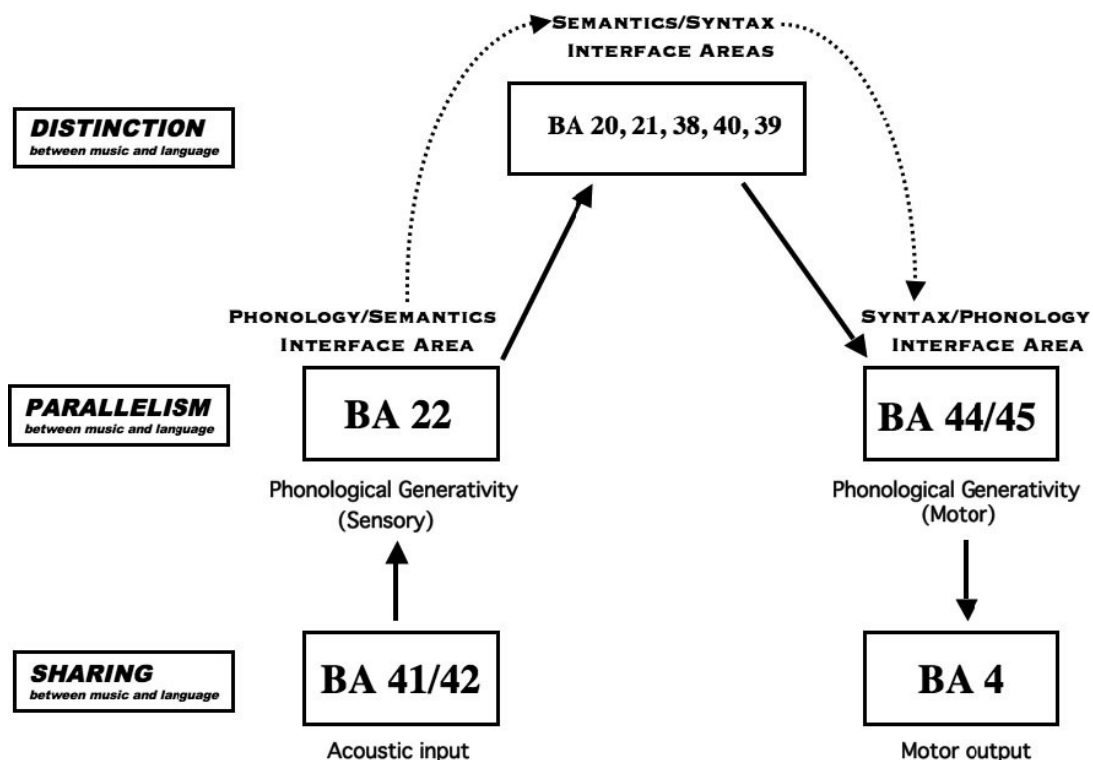


Schéma 28 model ukazující tři úrovně interakcí neurokognitivních systémů jazyka a hudby (Brown et al., 2006).

Fonémy, morfémy, slova, fráze a větná struktura reprezentují určitou fázi procesu linearizace. Nicméně lineární struktura je jen povrchová forma. Vztahy mezi větnými konstituenty ve větné struktuře nejsou omezeny jen na „sousedské“ vztahy jednotek v lineárním pořadí. Pulvermüller (2010) uvádí elementární příklad toho, že lineární povrchová struktura není to samé, co hloubková struktura zachycující nejen lokální, ale i vzdálené syntaktické vztahy větných konstituentů (viz schéma 29).

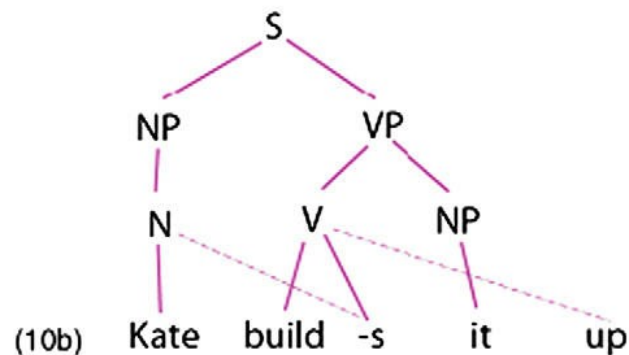
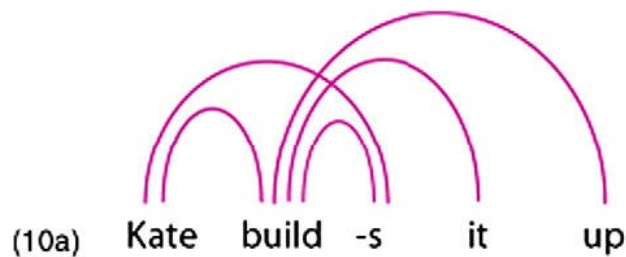


Schéma 29 Příklad syntaktického spojení mezi větnými konstituenty (Pulvermüller, 2010)

Kromě lokálního vztahu subjektu se slovesem a slovesa s komplementem, jsou ve struktuře viditelná distantní spojení subjektu s gramatickým morfémem reprezentujícím 3. os. prézenta, resp. shodu podmětu s přísudkem (*Kat...-s*) a spojení frázového slovesa s jeho vzdáleným samostatně stojícím morfémem (*build...up*).⁶⁶ Rozdíl mezi povrchovým a hloubkovým zpracováním reflektuje rozdíl mezi percepcí a porozuměním a také mezi řečovou produkcí a formováním větné výpovědi – lineární sekvence vs. nelineární struktura. Odráží rozdíly ve zpracování v sensoricko-motorickém a syntaktickém systému.

Z vývojového hlediska v rámci konceptu neuronální gramatiky hrají v procesu osvojování, resp. výstavby systému pro syntax zcela zásadní roli neurokognitivně i funkčně propojené sensorické a motorické systémy. Vyvíjející se mozek podle Pulvermüllerových předpokladů disponuje určitými kognitivními mechanismy, které mu pomáhají rozvíjet potentní jazykovou neuronální strukturu. Zásadním se z tohoto pohledu jeví takzvaný sekvenční detektor (*sequence detector*), jehož úkolem je „zápis“ přijímaných sekvencí (kombinací morfémů a slov) do predisponovaných neurokognitivních struktur. Na každou další expozici již uložené sekvenční řečové kombinace reaguje konkrétní neuronální shluk silnější aktivací. Opakování určitých

⁶⁶ V anglické terminologii se tyto morfémy označují jako částice (*particle*). Ve většině případů se jedná o kombinaci slovesa s předložkou (*look after*), s příslovcem (*look up*) nebo spojení slovesa s předložkou a příslovcem (*look forward to*) (Vodička, 2002).

sekvencí vede k tomu, že neuronální síť disponuje systémem statistického odhadu o možnostech výskytu dané sekvence výrazů a jejich možných kombinací. Mechanismem asociačního učení (*associative learning*) se ve specializované neurokognitivní síti (*discrete combinatorial neuronal assembly*) provádí vázání (*binding*) zautomatizovaných sekvencí do vyššího řádu tvořícího soubor syntaktických reprezentací.

Koncept neuronální gramatiky je silně inspirován tvorbou umělých neuronových sítí. Pulvermüller na základě výsledků určitých studií v této oblasti extrapoluje možné konsekvence pro chování neuro-biologických systémů. S určitou opatrností naznačuje, že gramatické struktury jazyka je možné inkorporovat do neuronálních struktur z korpusu řečových sekvencí, aniž by existovaly geneticky zakódované (vrozené) syntaktické informace. Doslova říká..... *research into statistical language learning shows that a lot of structural information about syntax and grammar can be extracted from corpora and therefore does not require pre-programmed knowledge* (Pulvermüller, s. 173, 2010).

Předpoklady o dominantním postavení neuronálních systémů pro senzorku a motoriku při osvojování jazyka jsou svým způsobem přínosem i pro koncept tělesné kognice. Důraz je kladen na formování gramatických struktur jazyka podmíněné existencí vnějších stimulů (řečových zvuků) a biologických systémů, které tyto podněty dovedou přijmout a za pomoci vrozených kognitivních mechanismů rozvinout do podoby složitého systému organizace. Recipročně spojená fronto-temporální neuronální síť levé hemisféry jakožto biologický pilíř jazykového systému se formuje v průběhu vývoje dítěte na základě jeho osobní senzorké a motorické zkušenosti s řečovou produkcí, která se odehrává v určitém schématu časových, prostorových a fyzických souvislostí.

Pulvermüllerův atribut neuronální k výrazu gramatika bychom mohli chápat jako snahu o spojení dvou zatím příliš nekompatibilních oborů, pro které je nesnadné najít společnou terminologii při popisu společného objektu zájmu – struktury, funkce a pravidel aplikace abstraktních jednotek jazyka jako výsledku činnosti mozkové aktivity.

4.3 Porozumění jako fyzicky ukotvená funkce kognitivního systému člověka

Podle konceptu fyzicky ukotvené kognice nelze chápat procesy na nižší kognitivní úrovni (percepce a motorika) a na vyšší kognitivní úrovni (jazyk a myšlení) jako funkčně izolované modulární aktivity probíhající ve striktně anatomicky oddělených neurokognitivních sítích. Koncepte ukotvené kognice propojuje individuální senzorickou a motorickou zkušenost s vyššími kognitivními funkcemi (Chersi et al., 2010). Dokonce vnímá fyzickou ukotvenost jako bázi pro porozumění abstraktním konceptům. Feldman (2008) přímo zdůrazňuje, že porozumění abstraktním myšlenkám je vázáno na mozkové okruhy (*circuits*), které jsou formovány naší fyzickou zkušeností (viz celá třetí kap.).

Jiní proponenti tohoto konceptu jako např. Pulvermüller (2005), Aziz-Zadeh (2006), Arbib (2006) zdůrazňují, že uskladněné informace o naší senzo-motorické zkušenosti určité fyzické aktivity nejsou zpřístupněny pouze samotným pozorováním této fyzické aktivity (viz kap. 4.1), ale jsou aktivovány i v průběhu porozumění výpovědi, ve které se objevuje výraz zastupující tuto aktivitu.

Moodyová a Gennariová (2010) se ve své studii zaměřili na specifické složky významu slov zastupujících pohyby a manipulaci s předměty. Jejich úvahy se orientují tím směrem, že samotné sloveso reprezentuje jen určitou specifickou informaci o povaze pohybu, ale zapojením do určitého kontextového rámce (viz kap. 2.5.4.1) – spojením s určitým lexikálním výrazem je tato informace modifikována. Například sloveso *push* samo o sobě referuje k nějaké síle, která byla vyvinuta na určitou entitu za účelem jejího přemístění. Existuje nicméně mnoho takových *push*. Pouze lexikální modifikátor (referující k objektu, jenž má být zasažen činností) ve větné struktuře může propůjčit těmto stejným slovesům *push* s identickým lexikálním významem naprosto odlišnou informaci o stupni námahy, kterou je třeba vyvinout při přemístování různých předmětů (*pushing the piano* vs. *pushing the chair* – viz schéma 30).

Informace o váze, velikosti a tvaru objektu, který je postrkován, určuje míru fyzické námahy, kterou je nutno při této činnosti vyvinout. Tento efekt sémantické integrace slovesa a objektu v roli patientu – podle předpokladů Moodyové a Gennariové (2010) – je možné zaznamenat pomocí funkční MRI při testování osob v úloze větného porozumění v oblasti senzo-motorického kortexu. Aktivace jsou identické s těmi, které se objevují při pouhém sledování aktivity. Ve studii byly použity věty, které splňovaly

tři předem definované typy situací. V jednom souboru byly věty, které přinášely informaci o nutnosti užití velké síly (*high-effort condition*). Ve druhém souboru byly věty, které zastupovaly informaci o malé námaze při manipulaci s předmětem (*low-effort condition*). Význam vět ve třetím souboru vylučoval jakoukoli fyzickou námahu (*no-effort condition*). V prvním a druhém souboru byla užitá slovesa referující k motorické aktivitě ruky, která slouží jako prostředek k vyvinutí síly na objekt – *shake, throw, fling, put, carry* apod., ve třetím souboru byla použita slovesa popisující mentální stavy či percepční události – *forget, notice, dislike, enjoy, glance* apod. Jako modifikátory námahy byly použity výrazy, které implikují různou míru námahy při manipulaci s nimi – např. *piano (high-effort)* a *chair (low-effort)* (viz schéma 30).

Item	Sentences	Condition
1	The delivery man is pushing the piano.	High-effort
	The delivery man is pushing the chair.	Low-effort
	The delivery man has forgotten the piano.	No-effort
2	The artist is fetching the big sculpture.	High-effort
	The artist is fetching the big drawing.	Low-effort
	The artist is curious about the big drawing.	No-effort

Schéma 30 Příklady stimulů v podobě vět splňujících tři experimentální podmínky (Moody a Gennari, 2010).

Výsledky ukázaly, že aktivita ve dvou kortikálních regionech (anterior LIFG a MFG) byla signifikantně senzitivní na míru fyzické námahy jakožto inherentní informace ve významové struktuře větné výpovědi. Inferiorní část parietálního laloku (IPL) byla senzitivní pouze na fyzickou aktivitu. Tento region se nezobrazil u sloves zastupujících mentální stavy, což koresponduje s představou, že tato struktura je důležitá pro plánování pohybového schématu a zpracování prostorových vztahů mezi objekty. MFG a IPL byly aktivovány jak při samotném provedení pohybu, tak i po expozici jazykového stimulu. Toto identické aktivační schéma potvrzuje podle autorky studie senzo-motorické teorie v tom, že porozumění jazykově vyjádřené pohybové aktivity vyžaduje zpřístupnění znalostí založených na naší osobní fyzické zkušenosti. Ty jsou uloženy v příslušném senzo-motorickém kortexu (*middle frontal gyrus* – premotorický kortex a *inferior parietal lobule* – sensorický kortex).

Tím, že senzo-motorický kortex reflektuje míru fyzické námahy v podobě rozdílné míry aktivace, potvrzuje v rámci teoretického konceptu neuronální teorie jazyka (NTL), že proces programování a plánování motorické aktivity celého těla a jeho částí zahrnuje senzické informace o tvaru a váze objektu, se kterým je manipulováno, aby mozek mohl vytvořit podmínky pro aktivaci dostatečné síly, která zajistí změnu pozice, popř.

pohyb daného typu objektu. Takovouto aktivitu provádí neurokognitivní síť plánování pohybů nejenom v situaci, kdy dochází k přímé manipulaci s předmětem, v situaci, kdy je tato manipulace pouze pozorována či představována, ale i v průběhu porozumění větné výpovědi, která k této aktivitě referuje.

Současné neurolingvistické poznatky naznačují, že schopnost porozumět mluvené výpovědi a schopnost produkovat smysluplnou výpověď jsou utkány předivem senzomotorických zkušeností, které odrážejí veškeré lidské chování ve fyzické, sociální a komunikační interakci s prostředím (Dick et al., 2005).

Jazyk není ani unifikovaný ani izolovaný subsystém kognitivního systému. Vyžaduje jak intra-, tak i intermodulární spojení. Intramodulární konektivita slouží ke komunikaci uvnitř domény jazyka, intermodulární komunikační linky zajišťují spojení systému jazyka s ostatními systémy kognice – se systémem auditivního a vizuálního zpracování, systémem paměti a pozornosti a v neposlední řadě se systémem exekutivních funkcí (Kljajevic, 2010).

4.4 Neurokognitivní systém jazykového porozumění

Systém jazykového porozumění tvoří rozsáhlou bihemisferální neurokognitivní síť. Rozsah aktivace a míra zapojení dílčích komponent sítě jsou značně proměnlivé. Z velké míry je schéma aktivace ovlivněno použitým typem jazykové formy. Mění se v závislosti na tom, zda je předmětem procesu percepce/porozumění izolovaný výraz ve formě slova či sousloví, jednoduchá věta, gramaticky komplexní struktura, narativ nebo dialogicky podmíněná odpověď. Výrazné rozdíly v zapojení jednotlivých neurokognitivních komponent do procesu porozumění lze sledovat v závislosti na míře zapojení komunikátu do jazykového a situačního kontextu a také v závislosti na formě účasti posluchače na komunikaci – aktivní účast v dialogické konverzaci vs. pasivní poslech přednášky apod. Značné rozdíly se objevují v aktivaci neurokognitivní sítě při zpracování doslovných a nedoslovných výpovědí (idiom, metafora, ironie).

Neurolingvistické studie přinášejí někdy docela rozporuplné výsledky, i když se zaměřují na sledování stejného jazykového jevu. Vysoká variabilita aktivace neurokognitivní sítě může být dána přítomností mnoha proměnných, které vstupují do procesu jazykového porozumění. V experimentálním výzkumu nelze vždy manipulovat všechny podmínky tak, aby se dospělo k jednoznačné shodě. Výběr a uspořádání jazykových stimulů a způsob jejich expozice respondentům implikuje řadu odchylek při

jejich zpracování. Nicméně i přes tyto rozpory jsou pozorovány určité statisticky významné tendence. Poslední kapitola se zaměřuje na popis některých kognitivních a jazykových systémů, které jsou obvykle vnímány jako nezbytný základ pro výkon mnoha jazykových aktivit souvisejících s jazykovým porozuměním. Výčet těchto systémů bude doplněn informacemi o neuroanatomických oblastech, které jsou s těmito funkcemi v neurolingvistické literatuře nejčastěji spojovány.

Jednotlivé kognitivní a jazykové funkce, které systém jazykového porozumění využívá, nelze jednoznačně definovat jako neuroanatomicky a funkčně ohraničené (modulární) komponenty (viz tab. 1). Na obou úrovních se subsystémy jazykového porozumění překrývají. Vstupní sensorické informace podléhají dynamicky řízené analýze. Systém jazykového porozumění operativně zapojuje různé typy kognitivních systémů, selektuje různé druhy jazykových reprezentací a spouští určitou sekvenci operací v závislosti na expozici postupně přicházejících informací v lineárním schématu výpovědi, který se formuje v konkrétním komunikačním kontextu. Ke každému systému, který se podílí na procesu porozumění budou připojeny informace o jeho neuroanatomickém korelátu.

Celý proces zpracování větné výpovědi startuje analýzou auditivních informací v **systému auditivní percepce** (PSK – BA 41, 42) a identifikací a diskriminací řečových zvuků v **jazykovém systému foneticko-fonologického zpracování** (SSK - BA 22). Po expozici dostatečného množství auditivních informací začne **systém lexikálního zpřístupnění** v mentálním lexikonu aktivovat uložené výrazy a iniciuje integraci těchto konstituentů do komplexní syntakticko-sémantické struktury prostřednictvím zautomatizovaných pravidel ukotvených v **kognitivním systému procedurální paměti** (frontální lalok a BG) a v **jazykovém systému sémanticko-gramatického zpracování** (frontální operculum a anteriorní část STG; Brocova area BA 44/45 a anteriorní část STG v LH). Zpracování vnějších auditivně/jazykových informací je od počátku ovlivněno i informacemi kontextovými. Další proměnnou ovlivňující proces jazykového zpracování jsou vnitřně uchovávané znalosti o světě (*world knowledge*) a schémata událostí (*patterns of events*) uložená v **epizodické paměti** (laterální PL a dorsolaterální a anteriorní PFC). Zpracování mluvené výpovědi je rychlejší, jestliže se propozice výpovědi shoduje s očekávaným (frekventovaným) schématem reálné události (izomorfie – viz kap. 2.5.3.5 a 3.1.1.4). Pokud mluvčí vkládá do struktury výpovědi neobvyklé či ambiguitní lexikální konstituenty, které se nekryjí s posluchačovým očekáváním generovaným v **systému aktivní predikce** (PFC,

premotorický kortex a BG), dochází k výrazným časovým zpožděním (v řádu desítek milisekund) reprezentujícím re-analýzu a re-integraci těchto konstituentů do syntakticko-sémantické struktury. Systém aktivní predikce využívá informací ze **systému statistického učení** (kortiko-striato-pallido-thalamo-kortikální smyčka) vyhodnocujícího frekvence výskytu určitých jazykových struktur – pro jazykový systém má tato kognitivní funkce největší význam v období procesu osvojování. Predikce se aplikuje jak v systému syntaktického a sémanticko-argumentového zpracování, tak i v systému sémantické paměti, kde jsou uloženy naše znalosti o světě. Systém aktivní predikce je součástí kognitivního **systému kognitivní (centrální) kontroly** (struktury frontálního a parietálního laloku a struktury subkortikální – dmPFC, dACC a vLPFC hlavně Brocova area BA 44 a 45), stejně jako systém **kontroly automatického řazení** (Brocova area, premotorický kortex, BG, STG, IPL). Ten sleduje, zda lineární povrchové uspořádání konstituentů výpovědi vyhovuje obvyklému uspořádání v daném jazyce. Pokud dojde k výskytu neobvyklého, resp. méně frekventovaného pořadí konstituentů, okamžitě tuto změnu zaznamená a podpoří aktivaci dodatkových neurokognitivních zdrojů, které se s tímto méně typickým uspořádáním konstituentů pokusí vyrovat (nižší míra salience – viz kap. 3.2.3.2) – tyto výpovědi se v neurolingvistické literatuře popisují jako nekanonické syntaktické konstrukce s transformovanou pozicí konstituentů.

Pro vytvoření hierarchické jazykové struktury, která nekopíruje lineární schéma auditivní informace, je bezpodmínečná přítomnost systému, který umožňuje krátkodobou retenci všech relevantních konstituentů výpovědi do doby, než systém syntakticko-sémantického zpracování určí mezi jednotlivými konstituenty vztahy závislosti – **systém pracovní paměti** (suspektně část IFL a zadní střední a dílčí temporální gyrus – spíše podle druhu jazykové informace). Uplatňuje se na všech úrovních jazykového zpracování. Na nižší úrovni zpracování, jakou je např. rekognice slov, poskytuje mentální prostor, kde dochází na základě iniciálního fonologického zpracování k zpřístupnění několika soupeřících lexikálních zástupců. Ti jsou postupně inhibováni s další a další fonologickou informací a proces selekce je završen zpřístupněním lexikálního zástupce i s informacemi o jeho gramatické funkci a lexikálním významu – **systém suprese a selekce alternativ** (DLPFC BA 46/9, PL a BG).

Lexikální význam má několik složek. U jmenných výrazů, které odkazují k reálným objektům a u sloves, jež zastupují pohyby či pozice těla a jeho částí je k abstraktní

(amodální) formě významu (**svytém supramodální abstrakce** – polární část temporálního laloku v LH) přiřazena i **modalitně-specifická složka** významu (premotorický, motorický kortex ve frontálním laloku a somatosenzorický kortex v parietálním laloku), která vyjadřuje motorickou a somatosenzorickou zkušenost člověka s aktivitou, ke které sloveso referuje, popř. s aktivitou, která se obvykle váže k danému objektu. Teorie, která tento koncept rozvíjí, vstupuje do neurolingvistické literatury pod označením *grounded (embodied) cognition* (viz kap.4.3).

Významná role v procesu porozumění byla v posledních několika letech připisována **svytému zrcadlových neuronů** (premotorický kortex a postcentrální gyrus). Tento svytém, který aktivuje podobnou neurokognitivní síť při pozorování nebo imitaci činnosti jako při jejím samotném fyzickém provedení, byl podle některých původních předpokladů základem porozumění větné propozice. Předpoklad staví na tom, že aktivace svytémů motorického plánování aktivity a somatosenzorické kontroly reprezentuje vlastně samotný prožitek výkonu. A to tvoří jádro porozumění. Teorie ztělesněného významu chápe stav porozumění mluvené/čtené výpovědi jako výsledek neuronální simulace aktu samotného. Nicméně současné zobrazovací, ale ani klinické studie tento předpoklad nepotvrzují. Určité neverbální úlohy u osob s poškozením mozku spíše ukazují na to, že jazykové porozumění lze disociovat od porozumění pozorované dějové události. Zdá se tedy, že mentální simulace schématu události, resp. re-aktivace prožitku má na porozumění pouze podpurný vliv. Často hovoříme o tom, že určitá zkušenost je nepřenosná. Porozumění výpovědi, která referuje k určité specifické události rozumí posluchač, který danou zkušenost okusil, jinak, než ten, který ji zná jen zprostředkovaně. Nevidomí lidé běžně hovoří o tom, že něco viděli, přestože tuto smyslovou zkušenost postrádají. Znají jazykovou formu a jsou schopni si tento smyslový akt nějak představit, nicméně jejich prožitek není fyzicky ukotven.

Po ukončení procesu analýzy syntakticko-argumentové struktury a přidělení tematických rolí participantům děje, který vede k vytvoření rámcové propozice obsahu výpovědi, se spouštějí jazykové procesy zaměřené na propojení této propozice s jazykovými a významovými konstituenty uvedenými v předchozích výpovědích (propozicích) v **jazykovém svytému zpracování textu** (hypersyntax) (rozsáhlá bihemisferální síť IFG, STG, MTG a IPL). Jedním z důležitých jazykových prostředků organizace textu je mechanismus koreference. Zajišťuje syntaktickou kohezi a sémantickou koherenci textu. Pro tento jazykový proces je opět zcela nezbytný **svytém krátkodobé paměti** (PFC, hippocampus, pSTG), který zadržuje slyšené/čtené

informace po nezbytně nutnou dobu, než dojde ke spojení konstituentu s jeho antecedentem.

Na úrovni porozumění nadvětné výpovědi hraje důležitou roli i **kognitivní systém inference** (pravý a levý DLPFC). Napomáhá posluchači/čtenáři hlouběji prozumnět textové výpovědi tím, že generuje určité informace, které nejsou zjevně vyjádřené v obsahu komunikátu, ale které mají k obsahu nějaký subjektivně či objektivně asociovaný vztah. Tvoření inferencí přispívá nejen k porozumění skrytých propozic, ale i k pochopení záměru mluvčího.

Kognitivní systém čtení myslí (dMPFC – BA 8/9, DLPFC – BA 9/46, dACC – BA 24/32 a dorzální striatum – BG) pomáhá posluchačům/čtenářům odkrývat záměry ukryté ve výpovědi produktora. Jinými slovy, akt porozumění zahrnuje informaci o tom, že cílem produktora je sdělit posluchači něco, co neví, a že produktor si myslí, že to posluchač neví a potřebuje to vědět nebo si je produktor vědom, že posluchač je obeznámen s informacemi, které se mu chystá sdělit a účelem opakování již známého sdělení je jiná než informativní funkce – například chce produktor záměrně u posluchače vyvolat negativní emocionální stav tím, že mu sdělí nějakou známou skutečnost, která se ho nepříjemně dotýká apod. Tento vysoce specializovaný kognitivní systém umožňuje tvořit určité komunikační strategie, jejichž cílem je ovlivnit posluchače požadovaným způsobem (viz kap. 3.2.5).

Výrazný vliv na porozumění mají naše subjektivně strukturované znalosti o objektivní realitě (*world knowledge*) uchované v **systému sémantické paměti** (rozsáhlá bilaterální síť viz obr. 6 v obrazové příloze). V běžné komunikaci se vyskytuje mnoho neukončených a eliptických výpovědí. Produktor načrtne posluchači určitý tematický rámec, přičemž předpokládá, že posluchač má určitou sumu znalostí, které mu umožní doplnit (inferovat) explicitně nevyjádřené informace. Znalost tematického rámce textové výpovědi či dialogické konverzace ulehčuje jazykové zpracování také tím, že předaktivuje (priminguje) celou neurokognitivní síť sémanticky spojených a asociovaných informací, které jsou v systému sémantické paměti daného posluchače uloženy. Primingovaný stupeň aktivace připraví lexikálně-sémantické jednotky k regulární aktivaci. Doba finálního lexikálního zpřístupnění se tak výrazně zkracuje. Na druhou stranu je tento fenomén i zdrojem určité ambiguity. Ve větě **Doktor podal injekci školníkovi** bude mít výskyt neočekávaného recipienta děje negativní vliv na rychlost zpracování, neboť školník nepatří do kognitivní sémantické sítě vztahující se k medicínskému prostředí.

Kromě jednotlivých lexikálně-sémantických zástupců jsou v systému sémantické paměti uloženy i víceslovné útvary jako jsou fráze a idiomy. Jejich skutečný význam bývá často zcela odlišný od doslovného významu propozice základní syntakticko-sémantické úrovně. U některých typů frazémů/idiomů se okolnosti aktivace jednoho z významů (doslovný vs. nedoslovný) podle současných zjištění řídí jazykovým a situačním kontextem. U frazému/idiomu **ukázat někomu paty** je preferována aktivace toho významu, který má vazbu na předchozí jazykový kontext nebo je blízký současné situaci. Není tedy nutnou podmínkou, aby byly aktivovány obě složky významu idiomu.

Analýza výsledků mnoha experimentálních studií často ukazuje, že aplikace konkrétních jazykových reprezentací mohou v procesu porozumění vyústit v poněkud rozdílné neurokognitivní aktivace na ploše kortexu. Tento fenomén jednoznačně vyjadřuje dynamickou povahu celého procesu, který je ovlivněn mnoha vnitřními a vnějšími jazykovými a nejazykovými faktory. Systém jazykového porozumění pružně reaguje na informace plynoucí z jazykového a situačního kontextu. V systému paralelního zpracování provádí souběžně několik operací a výsledky těchto operací integruje do cílové struktury – propozice. Vše probíhá v řádu milisekund, automaticky a bez účasti našeho vědomí. Proces jazykového zpracování výpovědi je reflexní děj. V žádném případě to ale neznamená, že porozumění výpovědi je fixovaný a neměnný algoritmus kognitivních operací. Dominantním principem řízení procesu jazykového porozumění je interaktivní spolupráce mezi jednotlivými kognitivními a jazykovými subsystemy zpracování.

SYSTÉM KOGNITIVNÍ

SYSTÉM AUDITIVNÍ PERCEPCE

SYSTÉM ZRCADLOVÝCH NEURONŮ

SYSTÉM KRÁTKODOBÉ PAMĚTI

SYSTÉM DLOUHODOBÉ PAMĚTI

 SYSTÉM PROCEDURÁLNÍ PAMĚTI

 SYSTÉM EPIZODICKÉ PAMĚTI

 SYSTÉM SÉMANTICKÉ PAMĚTI

SYSTÉM PRACOVNÍ PAMĚTI

SYSTÉM KOGNITIVNÍ KONTROLY

 SYSTÉM KONTROLY AUTOMATICKÉHO ŘAZENÍ

 SYSTÉM SUPRESE A SELEKCE ALTERNATIV

 SYSTÉM AKTIVNÍ PREDIKCE

SYSTÉM STATISTICKÉHO UČENÍ

SYSTÉM INFERENCE

SYSTÉM ČTENÍ MYSLI

SYSTÉM JAZYKOVÝ

SYSTÉM JAZYKOVÉHO POROZUMĚNÍ

 SYSTÉM FONETICKO-FONOLOGICKÉHO
 ZPRACOVÁNÍ

 SYSTÉM REKOGNICE LEXIKÁLNÍCH VÝRAZŮ

 SYSTÉM ZPRACOVÁNÍ LEXIKÁLNÍHO VÝZNAMU

 SYSTÉM MODALITNĚ-SPECIFICKÉHO VÝZNAMU

 SYSTÉM SUPRAMODÁLNÍ ABSTRAKCE

 SYSTÉM SÉMANTICKO-GRAMATICKÉHO
 ZPRACOVÁNÍ

 SYSTÉM SYNTAKTICKÉHO PARSINGU

 SYSTÉM ANALÝZY ARGUMENTOVÉ STRUKTURY

 SYSTÉM PŘIŘAZOVÁNÍ TEMATICKÝCH ROLÍ

 SYSTÉM ZPRACOVÁNÍ TEXTU

Tab. 1 Přehled kognitivních a jazykových systémů, které se mohou určitou měrou a v různé fázi zpracování podílet na procesu jazykového porozumění.

Závěr

Interdisciplinární povaha výzkumu v oblasti jazykového zpracování a příchod nových technologií v zobrazování neuronální struktury a jejích funkcí umožnily vznik fascinujícího množství neurolingvistických poznatků. Díky tomuto přístupu je dnes zřejmé, že jazyk a jeho strukturu lze vnímat a studovat jako výsledek činnosti biologického orgánu – lidského mozku. Tento biologický systém je schopen zpracovávat senzorické informace a generovat motorické odpovědi nevídanou rychlostí a v neuvěřitelném objemu. Stojí za každou naší myšlenkou, za každým vyřčeným slovem. Díky jeho nadání ke zpracování systematicky organizovaných jazykových reprezentací máme obrovský prostor k tvořivé aktivitě v mnoha oborech lidské činnosti. Naše myšlení, naše jazykové chování má biologické kořeny.

Neurolingvistika je díky novým technologickým prostředkům zobrazování velmi rychle se rozvíjejícím oborem. Tak jako v jiných oborech lidské činnosti, které aspirují na to stát se moderní vědeckou disciplínou, i zde je ovšem nutné nejen vytváření teoretických konceptů, ale především jejich experimentální ověřování. Pokud má neurolingvistika v českém vědeckém prostředí pevně zakotvit, je nezbytné vytvořit takové podmínky, aby mohl vzniknout studijní program, který bude integrovat několik přírodovědních a humanitních disciplín. Studium neurolingvistiky vyžaduje nejen osvojení si velkého rozsahu poznatků z neurověd (neuroanatomie, neurofyziologie), neuroradiologie, neuropsychologie, biologie člověka, kognitivních věd, statistiky, lingvistiky, ale i systematickou přípravu pro experimentální práci, která zainteresovaným badatelům zajistí takové dovednosti, které jim umožní obezřetně formulovat hypotézy, pečlivě sestavovat design experimentů, analyzovat získaná data vhodnými statistickými metodami a v neposlední řadě tato data interpretovat a vyvozovat a vytěžovat z nich závěry, které povedou buď k posílení pozice některé z hypotéz nebo přispějí k jejímu vyvrácení, popř. pomohou reformulovat některý teoretický koncept či navrhnout zcela nový model jazykového zpracování.

Tato práce je od svého počátku zaměřena jako kompendium neurolingvistického výzkumu v oblasti jazykového porozumění, tj. jako publikace, která má snahu představit nejznámější teoretické (psycholingvistické, neurolingvistické a lingvistické) koncepce, které nahlízejí na proces jazykového porozumění z několika různých úhlů pohledu. Některé z teorií se soustředí například jen na jednotlivé a specifické části procesu, tzn. že se např. pokoušejí vysvětlit jen syntaktické operace přesunu větných

konstituentů (*Trace-deletion hypothesis* – Grodzinsky, 2000), aktivaci lexikálního významu (*Multiple bilateral semantic processes* – Beeman, 2005), nebo řeší mechanismus porozumění specifickým jazykovým prostředkům jako jsou idiomy (*Lexical Representation Hypothesis* – Glucksberg et al., 1982, 2003). Jiné se naopak snaží postihnout proces jazykového porozumění v celé jeho šíři od aktivace slov z mentálního lexikonu, přes syntaktickou subkategorizaci a vkládání tematických rolí, až po zapojení situačního kontextu a souboru našich znalostí o světě (*Parallel Networks of Discourse* – Mason a Just, 2006). Text zahrnuje i specifický typ neurokognitivních modelů jazykového zpracování, které zohledňují aktivaci oblastí kortexu bez přihlídnutí k určité jazykové rovině (*dual-stream model of speech processing* – Hickok a Poeppel, 2004; 2007). Takovéto modely vycházejí z metaanalytických článků, které porovnávají výsledky velkého počtu experimentálních studií využívajících funkčních zobrazovacích metod pro hodnocení jazykových procesů v produkci a percepci.

Následující text obsahuje přehled několika zásadních poznatků, ke kterým dospěl několikaletý zahraniční výzkum v mnoha oborech dotýkajících se kognitivní funkce jazykového zpracování. Popis uvedených teoretických koncepcí je v některých případech doplněn i údaji z experimentálních studií. Veškeré získané údaje a jejich interpretace jsou však platné vždy jen pro daný jazyk experimentu a není možné je volně aplikovat na jiný jazykový systém. Vzhledem k tomu, že u nás neexistuje experimentální báze neurolingvistiky, nelze se zatím bohužel zodpovědně vyjadřovat k chování systému jazykového porozumění českých rodilých mluvčích s ohledem na jednotlivé typy teorií. Proto je prvořadým cílem této práce podnítit zájem o studium neurokognitivních základů jazykového zpracování, aby se čeština mohla stát předmětem experimentálního výzkumu.

TEZE

1. Neurokognitivní síť jazykového zpracování se rozkládá na mnohem rozsáhlejší kortikální území než zahrnuje klasický Wernickeho-Lichtheimův model (WL-model) jazykového zpracování (Brocova a Wernickeova oblast na povrchu kortexu). Kromě klasických partií kortexu se jedná o oblasti jim těsně přilehlé (perilokální) a oblasti v anteriorní, střední a zadní části horního temporálního kortexu (horní gyrus, horní sulcus a středový gyrus), inferiorní temporální a parietální kortex a v neposlední řadě se počítá se subkortikálními strukturami šedé hmoty jako jsou bazální ganglia a talamus. Často

jsou zaznamenávány aktivace v homologických oblastech v pravé hemisféře. Tradiční funkční dělení v rámci WL-modelu diferencující anteriorní oblasti kortexu jako operační centrum produkce řeči a posteriorní oblasti jako zařízení pro zpracování slyšených a psaných jazykových reprezentací je většinou pokládáno za překonané. Levý dolní frontální kortex (LIFC) se nepochybně účastní syntaktické a sémantické integrace jazykových reprezentací v systému jazykového porozumění, oblasti zahrnované do struktury známé jako Wernickeova area mají svůj specifický podíl na zpracování různých složek jazykové reprezentace v systému řečové produkce (Hagoort, 2009).

2. V afaziologické praxi stále převládá zjednodušující koncepce jazykového zpracování podle WL-modelu. Např. podle Fedora et al. (2009) nelze úplně zahrnout určité aspekty jazykového zpracování, které historický WL-model reprezentuje. Předpoklad, že Brocovo centrum (anteriorní kortex) je dominantním systémem pro řízení syntaktických operací a Wernickeovo centrum, tj. zadní oblast horního temporálního laloku je základnou sémantického zpracování, má stále svoje opodstatnění vyplývající především z klinických případů osob s afázií. Poškození Brocova centra a okolní tkáň vyvolá podle klasických a dodnes používaných popisů klinický obraz poruchy produkce řeči na úrovni tvorby vět. Používá se termínu zjednodušená syntax (*simplified syntax*), který zastupuje celou škálu symptomů jako jsou tendence k nominalizaci, vynechávání slovesa nebo nahrazování finitních tvarů tvary infinitivními, nadužívání nominativu u substantiv či prézenta 3. os. u sloves, tendence k produkci základové větné struktury a neschopnost produkovat rozvitě struktury či parataktická či hypotaktická souvětí atd. Poškození Wernickeova centra má podle klinicky zaměřené literatury za následek těžkou poruchu porozumění (podle stupně postižení na slovní nebo větné úrovni). Porucha produkce spočívá v deficitu fonologického zpracování (tvorba pseudoslov a neslov), přičemž schopnost syntaktického zpracování v produkci narušena není. Výsledky neurolingvistických studií ovšem naznačují, že toto členění je nesprávné. Narušení Brocova i Wernickeova centra a perilokálních oblastí vede u různých osob k různým typům narušení v několika jazykových rovinách. Z toho vyplývá, že obě oblasti se věnují jak syntaktickému, tak i sémantickému a fonologickému zpracování, ovšem řídí jen určité aspekty tohoto procesu. Brocovo a Wernickeovo centrum nelze vnímat jako izolované jednotky, ale

jako jeden systém, který se komplementárním způsobem podílí na jazykovém zpracování v produkci a porozumění (Friedericiová, 2010, 2011).

3. Současné výzkumy jednoznačně potvrzují, že lokalizace jazykových reprezentací a jazykových procesů vykazují značnou intra a interindividuální variabilitu. Mozek projevuje vývojově enormní tendenci k plasticitě neurokognitivní sítě, a proto se nezdá být pravděpodobné, že by např. Brocově oblasti byly geneticky přisouzeny syntaktické funkce definitivně. S ohledem na dnešní stav znalostí je spíše korektní říci, že některé anatomické struktury normálně se vyvíjejícího mozku mají více než jiné oblasti vrozenou tendenci obstarávat uchovávání a zpracovávání různých forem jazykových reprezentací. Tato vrozená funkční preference může být programována již na úrovni buněčné struktury atd. (Fedora et al., 2009).

4. Žádná z jazykově relevantních jazykových oblastí a žádný z neurofyziologických procesů zpracování jazykových reprezentací nejsou jazykově specifické. Všechny jazykově relevantní neurofyziologické procesy zaznamenané pomocí evokovaných potenciálů (ERP) nebo neurokognitivní mapy snímané prostřednictvím funkční magnetické rezonance (fMRI) jsou kromě jazykových reprezentací spuštěny a vyvolány celou řadou jiných typů vnímaných reprezentací – hudbou, gesty či obrazovými reprezentacemi objektů a dějových situací (Novick, et a., 2005; Hagoort, 2009). Podle Fadiga et al. (2009) přináší výzkum z posledních let informace o tom, že stejné neuroanatomické (spíše překrývající se neurokognitivní sítě) mohou manipulovat s různými typy abstraktních reprezentací, které tvoří nějaké hierarchicky uspořádané struktury. Systémy zpracování jazyka a hudby sdílejí podle těchto autorů podobné syntaktické struktury, je tedy nanejvýš pravděpodobné, že operacionalizace reprezentací těchto dvou systémů se bude odehrávat ve shodných neuronálních oblastech. Shrňme-li rozsáhlou literaturu k tématu funkce Brocova centra, je dominantním výsledkem zkoumání poznatek, že tato neuroanatomická struktura slouží jednak jako amodální systém výstavby hierarchické struktury jazykových, muzických, motoricko-dějových sekvencí a zároveň uskutečňuje kognitivní kontrolu, která zajišťuje vyhodnocování výsledků organizace těchto sekvencí ve vztahu k očekávané, předpokládané a obecným kontextem vymezené situaci, ve které jsou tyto sekvence použity.

5. Pro systém jazyka, stejně tak pro jakoukoli jinou funkci kognitivního systému člověka platí, že představa o strukturně funkční korespondenci mezi specifickou neuronální oblastí a konkrétní jazykovou či jinou kognitivní funkcí je nesprávná. Spíše platí, že jakákoli kortikální oblast má úlohu jakéhosi informačního uzlu, který participuje v určité kognitivní funkci více než jedné neurokognitivní sítě. Tuto funkci nervového systému lze označit jako distributivní princip neurokognitivního řízení. Brocovo centrum funguje jako funkční rozhraní systémů produkce a porozumění (*production-comprehension interface*) pro jazykově vyjádřené formy větné výpovědi, jejichž propoziční obsah odkazuje k nějaké motorické aktivitě. Současná tendence popisu systému jazykového porozumění jako systému široce distribuované neurokognitivní sítě směřuje k tomu vidět Brocovu oblast, ale i jiné důležité jazykové struktury kortexu jako multifunkční rozhraní systému jazykového Jeannerod (2006).

6. Jazykový systém jako specifická funkce kognitivního systému je s celým kognitivním systémem strukturně (neuroanatomicky) a funkčně propojen. Každá z kognitivních funkcí ovlivňuje jazykové zpracování a zároveň je jazykovým zpracováním ovlivněna. Interaktivní a funkční komplementarita je dána fylogenetickým vývojem neurokognitivního systému. Interaktivita kognice a jazykového systému probíhá na několika funkčních (neuroanatomických) úrovních. Mezi primární stupeň patří spojení systému jazykového zpracování s percepčními a motorickými systémy, které umožňují kontakt člověka jako tělesné bytosti s fyzickým světem (modalitně-specifický systém – primární sensorický a motorický kortex). Systémy percepce (auditivní, vizuální apod.) reprezentují základní (modální) interpretační úroveň vnímané fyzikální informace. Filtrují relevantní aspekty informace pro zpracování v amodálních strukturách jazykového systému vyšší úrovně. Systém motorického plánování a programování transformuje naše jazykově strukturované mentální koncepty do podoby lineárního řetězce artikulovaných řečových gest. Druhou úroveň zpracování tvoří systémy paměti. Ukládají jazykové reprezentace různé míry komplexnosti (deklarativní paměť – kortiko-subkortikální neurokognitivní síť) a poskytují je systémům, které je kombinují do struktury vyšší jazykové úrovně (procedurální paměť – kortiko-subkortikální neurokognitivní síť). Modalitně specifický systém zpracování (percepce a motorika) a systémy paměti jsou zcela nezbytné (obligatorní) pro korektní formu jazykové komunikace. Bez těchto neurokognitivních systémů by nebyla možná fylogeneze jazykové komunikace. Třetí (fakultativní) funkční úroveň zahrnuje systémy,

kteře nemají přímý vliv na jazykové zpracování v produkci a porozumění, nicméně i přesto mohou (a často tak činí) formu jazykové komunikace výrazně ovlivnit. Patří sem zejména systémy exekutivní (prefrontální kortex) a afektivní (limbický systém) a systém pozornosti (kortiko-subkortikální neurokognitivní síť).

7. Systém jazykového zpracování využívá několik systémů paměti. Funkční komplementaritu reprezentuje tzv. deklarativně-procedurální model. Hlavním úkolem procedurální paměti je uskladnění naučených percepčních, motorických a kognitivních dovedností. Tento paměťový systém je citlivý k osvojování si určitých pravidel ve struktuře senzoričkých informací a motorických činností. Je naprogramovaný pro učení se sekvenčnímu pořadí vstupních informací. Informace uložené v tomto systému nejsou přístupné vědomí, a proto se často označuje jako implicitní paměť, resp. systém implicitního učení. Deklarativní paměť (systém explicitního učení) zprostředkovává akvizici a retenci faktických informací a vědomých aspektů naší zkušenosti. Lexikálně sémantické reprezentace (mentální lexikon) využívají systému dlouhodobé deklarativní paměti a systémy fonologického a morfosyntaktického zpracování (mentální gramatika) využívají systému procedurální paměti. Tyto dva subsystemy paměti jsou spojované se dvěma neuroanatomicky odlišnými neurokognitivními systémy. Deklarativní paměť je závislá na funkci struktur mediální strany temporálního laloku. Tyto struktury zahrnují hipokampus a parahipokampus. Součástí této sítě jsou i struktury frontálního laloku, které mají suspektně za úkol vědomé vyhledávání deklarativních informací. Funkce implicitního učení je připisována strukturám jako jsou frontální kortex, bazální ganglia a mozeček. (Ullmanová, 2004; 2008; Koziol a Buddingová, 2009)

8. Deklarativně-procedurální model (DP-model) paměti v jazykovém zpracování má svoje opodstatnění i při stratifikaci projevů jazykové patologie. Poškození systému deklarativní paměti reprezentuje poruchu lexikálně-sémantického zpracování, které se objevuje především u různých typů demence, zatímco patologické změny v systému procedurální paměti vedou k projevům jako jsou fonologické parafázie a agramatismy – klasické symptomy manifestující se jak u vývojové, tak i u získané poruchy fatických funkcí. DP-model propagující obligatorní zapojení systémů paměti v jazykovém zpracování oslabuje explikativní sílu čistě jazykově orientovaných teorií. Existuje předpoklad, že afázie není poruchou gramatického zpracování, ale deficitem automatického řazení implicitně osvojených sekvencí jazykových znaků. U vývojové

formy jazykového deficitu (vývojová dysfázie vs. *specific language impairment*) jsou popisovány projevy, které naznačují, že subjekty se snaží vědomě učit formy, které jsou obvykle odvozené implicitně nastavenými pravidly – v případě angličtiny se jedná o memorování tvaru 3. os. préterita u pravidelných sloves. U zdravé populace je princip deklarativního memorování tvaru 3. os. préterita aplikován pouze u sloves nepravidelných (Pinker, 2003, 2007). Deklarativně-procedurální model odráží neuroanatomickou a funkční diferenci mezi systémy automatického zpracování (syntax jako reflex – Pulvermüller, 2008) a systémy vědomé selekce lexikálních konstituentů (Pinkerova koncepce Slova a pravidla, 2003, 2007). V neposlední řadě DP-model vyhovuje konceptu syntagmaticko-paradigmatického uspořádání jazykových znaků. Syntagma reprezentuje implicitně generovanou formu (procedurální paměť) uspořádání volitelných lexikálních (deklarativní paměť).

9. Dlouhodobě se spekuluje o roli pravé hemisféry v systému jazykového zpracování. Prozatím ale nejsou k dispozici dostatečně přesvědčivé důkazy, které by jednoznačně vyvrátily historický pohled na pravou hemisféru jako na „mlčící“ část mozku. V klinické praxi stále platí, že u 95% praváků a 65% leváků dochází při poškození levé hemisféry k patologickým projevům ve smyslu afázie (deteriorace ve fonologickém a morfosyntaktickém systému). Při poškození pravé hemisféry (u cévních příhod, traumat či nádorových onemocnění) jsou popisovány různé formy odchylek v jazykově-komunikační kompetenci, které jsou některými autory (Müllerová, 2000; Perkins, 2000) souhrnně označovány jako sémanticko-pragmatická porucha. Tato vágně formulovaná kategorie zahrnuje takové jevy jako jsou potíže s tvořením různých typů inferencí, problémy s produkcí či porozuměním narativu, neschopnost vést dialogickou konverzaci, oslabení schopnosti zapojení kontextových informací do procesu interpretace, rozpad sémantické koheze nadvětné výpovědi, oslabení schopnosti rozumět nedoslovným výpovědím (metafora, idiom, ironie), potíže s anaforickým navazováním nebo narušení sociálně-komunikačních znalostí apod. Zřejmě nejprokazatelnější oblastí jazykového systému potvrzující aktivní podíl pravé hemisféry na jazykovém zpracování je lexikální sémantika. Beeman (2005) a Chiarellová (2003) hovoří o komplementární distribuci významu. Podle těchto autorů jsou lexikálně-sémantické reprezentace distribuované v obou mozkových hemisférách tak, aby tvořily jediný funkční systém, neboť obě mozkové hemisféry pracují na jiných neurokognitivních principech. Levá hemisféra se na této úrovni jazykových reprezentací

vnímá jako organizační jednotka pro denotativní formy lexikálních zástupců a pravá hemisféra za strukturu zpřístupňující konotativní složky významu. Levá hemisféra pohotově zpřístupňuje vysoce frekventované složky významu pro rychlé a povrchní zpracování a pravá hemisféra pomalu aktivuje periferní významové oblasti. Významy aktivované pravou hemisférou slouží k případné reinterpetaci či k vytváření různých typů inferencí. Narušení neurokognitivních systémů obou hemisfér organizujících lexikálně-sémantické informace vede k tzv. sémantické demenci (Grossman, 2008).

10. Nejnovější technické prostředky neurolingvistického výzkumu se zaměřují na mapování svazků nervových vláken (bílá hmota) spojujících různé kortikální oblasti. Mezi tyto zobrazovací techniky patří tzv. traktografie (DTI – *diffusion tensor imaging*). DTI odhaluje různé úrovně spojení: kortiko-kortikální spojení (antero-posteriorní struktury v rámci jedné hemisféry); interhemisferální spojení (konektivita struktur mezi hemisférami zajištěná svazkem vláken označovaným jako corpus calosum) a kortiko-subkortikální spojení (spojení kortikálních struktur s bazálními ganglii, talamem a mozečkem). V rámci kortiko-kortikálního spojení je pro činnost systému jazykového zpracování popisován jako nejdůležitější svazek fasciculus arcuatus (je součástí rozsáhlejší struktury SLF – horní longitudinální fasciculus). Tento svazek, také někdy označovaný jako dorzální dráha, zajišťuje konektivitu mezi strukturami Brocova komplexu v dolním inferiorním laloku a Wernickeovou oblastí v horním temporálním gyru. Tvoří neuroanatomický podklad teorií, které jazykové zpracování vnímají jako komplementární aktivitu anteriorních a posteriorních oblastí kortexu. Tomuto spojení se připisuje funkce tzv. senzo-motorického mapování (*sound-to-articulation mapping*), které hraje důležitou roli při osvojování si řeči. Druhým důležitým kortiko-kortikálním spojením je tzv. ventrální dráha. Spojení anteriorních částí horního temporálního gyru s frontálním operculem (část Brocova centra) je zajištěno prostřednictvím svazku vláken, který se označuje jako fasciculus uncinatus. Dříve byla této neurokognitivní síti připisována především funkce integrování řečových zvuků a významů s nimi spojených, dnes se dává do souvislosti s výstavbou lokální syntaktické struktury (vkládání lexikální zástupců do základové větné struktury). Výstavba hierarchické úrovně syntaktické struktury je připisována dorzálnímu neurokognitivnímu systému jazykového zpracování. Podle Friedericiové (2009, 2010, 2011) se na této úrovni zpracování provádějí takové syntaktické operace jako je přesun větných konstituentů do nekanonické pozice (*movement*), nebo propojení referentu s antecedentem (*binding*).

Intrahemisferální konektivita je důležitá jednak pro komplementární zpracování významu (viz Beemanova koncepce v bodě 10.), jednak pro transfer určitých jazykových operací v případě poškození levé hemisféry. Kortiko-subkortikální spojení slouží především pro účely sekvenčního učení v období osvojování a k automatizaci procesu jazykového zpracování (viz systém procedurální paměti v bodě 7. a 8.).

11. Navzdory syntaktocentrické perspektivě zastávané mnoha současnými směry v lingvistice (Chomsky, 1994; Grodzinsky, 2000) není z hlediska zpracování jazykových reprezentací doložen žádný přesvědčivý důkaz o privilegovaném postavení syntaktických informací v procesu řečové produkce a komprehenze mluvené výpovědi. Proces jazykového porozumění probíhá v souladu s principem bezprostřednosti, který diktuje, že všechny typy dostupných informací (syntaktické, sémantické a extralingvistické) jsou uplatněny v jazykové interpretaci okamžitě, jakmile jsou systému jazykového porozumění zpřístupněny. Princip bezprostředního zpracování informací umožňuje efektivní interakci mezi různými vrstvami reprezentací jednoho systému, která je základem jejich úspěšné integrace do požadované formy (Hagoort, 2009; Friedericiová, 2009).

12. Současné modely porozumění větné výpovědi podle Friedericiové a Kotze (2003) předpokládají existenci zhruba tří funkčně a časově oddělených stadií zpracování: 1. proces výstavby lokální struktury; 2. proces aktivace lexikálně-sémantické informace a argumentové (tematické) struktury; 3. proces syntaktické revize a finální integrace větné struktury. Podle Kaanové a Swaabové (2002) zahrnuje jazykové zpracování systému větného porozumění následující dílčí operace: výstavbu struktury (*Structure building*); kontrolu shody (*Checking agreement*); vkládání tematických rolí (*Mapping thematic roles*); komplikovanost (*Complexity*): Kaanová a Swaabová (2002) ve svém textu vycházejí z obecně uznávaného faktu, že struktura větné výpovědi je mnohem komplexnější, a proto i náročnější na množství zapojených procesů při jejím zpracování, jestliže pořadí nominálních frází anglické věty má tzv. nekanonickou podobu, tj. je odvozeno pomocí transformačních pravidel od základního (kanonického) pořadí argumentů věty – agens se nachází před patientem (*the agent-before-patient order*). Pasivní konstrukce typu „Pes byl honěn kočkou“ (*The dog was chased by the cat*) jsou z tohoto pohledu mnohem komplexnější než aktivní věta „Kočka honila psa“ (*The cat chased the dog*), a stejně tak i větná konstrukce „Komentátor, na

kterého senátor zaútočil“ (*The reporter who the senator attacked*) jsou kognitivně náročnější nežli vztažné věty uvozující subjekt při zachování základního postavení argumentů „Senátor, který zaútočil na komentátora“ (*The senator who attacked the reporter*). Běžným předpokladem je, že systém jazykového porozumění rekonstruuje původní (základní – hloubkové) postavení (*agent-before-patient order*) ve větách s nekanonickým uspořádáním větných konstituentů, resp. tematických rolí, které jsou jim přiděleny, tím, že na místě přesunutého konstituentu (patientu) zachovává informaci v podobě stopy (Grodzinsky, 2000). Takové uspořádání, kde je *patiens* před *agentem*, vyžaduje doplňkové sémantické operace a to v důsledku znamená nejen účast většího počtu mentálních struktur na zpracování transformačních změn, ale i daleko větší zátěž pro systém pracovní paměti. Zvýšené nároky na kapacitu pracovní paměti jsou dány tím, že preverbální nominální fráze nemůže být zahrnuta do zpracování struktury větné konstrukce, dokud není v lineárním schématu větné výpovědi odhalena i druhá nominální fráze, aby mohlo dojít k integraci syntakticko-sémantických vztahů mezi jednotlivými konstituenty, které řídí slovesný predikát (Kaan & Swaab, 2002).

13. Většina modelů jazykového porozumění *de facto* jednohlasně souhlasí s představou, že syntaktická a sémantická informace musí být během analýzy slyšené nebo čtené větné výpovědi integrována v minimálním časovém rozpětí (*real-time processing*). Optimální rychlost garantuje úspěšnost tohoto procesu. V zásadě se liší pouze v pohledu na strukturu časového průběhu zpracování. Interaktivní modely (*Constraint-Satisfaction model*) podle Friedericiové a Kotze (2003) předpokládají, že systém jazykové analýzy využívá různé formy informací téměř okamžitě a zpracování má formu vzájemného ovlivňování, tj. informace o syntaktické struktuře ovlivňují analýzu sémantické struktury a naopak. Modulární modely jazykového porozumění (*syntax-first theories* – příkladem je teorie chybějících stop – Grodzinsky, 2000) oproti tomu prezentují jazykové porozumění jako proces postupného utváření syntaktických vztahů na základě inherentně kódovaných gramatických informací jednotlivých lexikálních konstituentů nezávisle na sémantických informacích, přičemž určení tematických rolí konstituentů probíhá až po ukončení syntaktické subkategorizace (Friedericiová a Kotz, 2003). Třetí typ modelů jazykového porozumění představuje teorie *Good-Enough representation* (Ferreiraová et al., 2001, 2002, 2003). Autoři tohoto teoretického konceptu argumentují tím, že většina výsledků a následně tvořených teorií vzniká na základě hodnocení experimentálně navozených podmínek. Laboratorní

podmínky nejsou ale to samé, co reálná komunikace. V běžném komunikačním aktu se vyskytuje mnoho rušivých elementů, v řečové produkci je množství dysfluencí a neukončených sekvencí atd. Domněnka je taková, že ve všech případech nedokáže systém jazykového zpracování kompletně rekonstruovat syntakticko-sémantické vztahy mezi jednotlivými konstituenty větné výpovědi. Analýza struktury větné výpovědi je podle tohoto konceptu značně povrchná. Ve větě *The son of the driver that had the mustache was pretty cool* se analyzátor nijak nesnaží o přiřazení relativní klauze ani k výrazu *son*, ani k výrazu *driver*, neboť pokud nemá dostatek informací (nedívá se přímo na popisované subjekty v reálu), aby rozhodl o tom, kdo nosí knír, nemá smysl toto syntaktické přiřazení (*attachment*) provádět. Systém tak pracuje podle principu využití dostatečných informací, které mu umožní povrchní zpracování a neobtěžuje se s aktivací všech pravděpodobných syntaktických vazeb podle *syntax-first theories*, ani neprovádí reinterpretaci podle interaktivních modelů.

14. Brocova afázie, Wernickeova afázie, syndrom poškození pravé hemisféry, Alzheimerova choroba či sémantická demence reprezentují nejen různé klinické typy neurologických deficitů, ale především tři různé typy poruch porozumění. Brocova afázie je vnímána jako deficit specifických syntaktických operací, které umožňují větným konstituentům přesun ze základní kanonické pozice ve větné výpovědi do pozice transformované (v ang. často studované pasivní konstrukce nebo důrazově vytýkáci konstrukce - tzv. *object cleft sentences*). S těmito konstituenty se stěhují i jim přidělované tematické role (příkladem je teorie chybějících stop – Grodzinsky, 2000). Wernickeova afázie byla v historických konceptech často popisována buď jako deficit porozumění lexikálně sémantickým kategoriím nebo jako deficit fonologického zpracování. V novějších koncepcích je výskyt Wernickeovy afázie spojován s poškozením posteriorní oblasti horního temporálního gyru, který podle Friedericiové (2009) tvoří společně s Brocovým centrem (BA 44, 45) neurokognitivní síť zpracovávající komplexní syntaktické struktury – *Wh questions, object relative sentence, long distance dependencies* apod. Brocova a Wernickeova afázie reprezentují poruchy porozumění na základní větné úrovni. Syndrom poškození pravé hemisféry (*right hemisphere damage - RHD*) je charakterizován jako deficit porozumění figurativním komponentům jazyka. Osoby s tímto deficitem mají potíže s porozuměním metaforám, idiomům, ironii. Na rozdíl od afázie je u RHD zcela zachováno porozumění složitým gramatickým strukturám, ovšem pokud tyto struktury jsou nositelem

doslovného významu. Třetím typem poruchy porozumění jsou Alzheimerova nemoc a sémantická demence. Jádrem tohoto deficitu porozumění je jednak narušení přístupu k lexikálním položkám, resp. diskonekce mezi systémem pro ukládání lexikálních jednotek a systémem sémantickým, jednak rozpad sémantických vztahů v samotném konceptuálním systému.

15. Základním tématem v psycholingvistice a neurolingvistice je řešení vztahu funkční a strukturní (neuronální) (ne)závislosti některých jazykových úrovní (rovin) zpracování řečové produkce a percepce/komprehenze. Nejenom že se uvažuje o existenci samostatných biologických struktur řídících produkci a porozumění (koncept lokalizacionismu), vážně se debatuje nad tím, zda i jednotlivé jazykové roviny jsou svým způsobem samostatným modulem v systému jazyka. Striktně vzato bychom mohli teoreticky předpokládat dva nezávislé systémy pro syntax a dva pro sémantiku. Vždy jeden v rámci operačního systému produkce a jeden v systému porozumění. Mluvní a posluchač znají stejný jazyk, sdílejí gramatiku a lexikon, jež jim pomáhají kódovat a dekódovat myšlenky. Ale to, jakým způsobem jsou produkce a porozumění funkčně a strukturně provázané, zůstává i dnes velkým tajemstvím (Bock et al. 2006). Podle Grodzinského (2000) je u funkčního systému jazykového zpracování zřejmé, že procesy plánování a konstrukce větných výpovědí se musí v určitém ohledu lišit od těch, které centrální systém používá při analýze větných výpovědí v systému porozumění. Nicméně je velmi pravděpodobné, že jsou oba mentální, popř. i neuronální systémy spojeny s jedním amodálním systémem gramatických reprezentací a pravidel jejich kombinování, z čehož vyplývá, že v určitém – autorem blíže nespecifikovaném – rozsahu mohou být lokalizovány ve stejných či spíše částečně se překrývajících cerebrálních oblastech. Podle Jackendoffa (2003, 2007) rozdíl mezi systémy produkce a komprehenze může určovat různou míru zapojení systému syntaxe v průběhu celého procesu zpracování výpovědi. Produkce vyžaduje „více syntaxe“, protože gramatické uspořádání je pro mluvčího závazné – adekvátní slovosled, korektní flektivní tvary slovesných a jmenných výrazů, gramatická shoda, použití sémanticky odpovídajících prepozic atd. Systém porozumění je oproti tomu podle Jackendoffa méně vázán na systém syntaxe (*less syntax-bound*), protože sémantický systém dokáže provést korektní interpretaci často rychleji a spolehlivěji – s využitím všech dostupných kontextových informací, znalostí a zkušeností o struktuře událostí v reálném světě. Posledně jmenovaný aspekt zahrnují do své teorie komprehenze (izomorfní mapování –

Isomorphic Mapping Hypotheses) O'Grady a Lee (2005). Podle těchto autorů není v komprehenzi podstatné gramatické uspořádání, tj. to, zda jsou větné konstituenty uspořádány podle kanonického schématu nebo jsou umístěny v odvozených pozicích pomocí transformačních pravidel, ale to, jestli sled konstituentů odpovídá schématu děje v přirozené události. Z výzkumu obou autorů je patrné, že Brocovi afatici, kteří podle obvyklých předpokladů (Grodzinsky, 2000) mají výrazné problémy s komprehenzí (syntaktickým parsingem) transformovaných větných výpovědí, jsou např. schopni bez potíží zpracovat topikalizované konstrukce, představující nekanonické postavení komplementu do preverbální pozice, a to jenom proto, že struktura rozložení větných konstituentů odpovídá participantské struktuře děje v přirozené události. Dokonce podle autorů nevstupuje do hry ani faktor frekvence výskytu typu konstrukce. Rozhodující je jen vztah korespondence (izomorfie) mezi uspořádáním větných konstituentů a očekávaných (přirozených) dějových sekvencí.

16. Značná pozornost se v současném neurolingvistickém výzkumu věnuje objevu tzv. zrcadlových neuronů. Zrcadlové neurony pravděpodobně integrují motorické, vizuální, auditivní a proprioceptivní informace pro účely kontroly pohybů v prostoru. Zrcadlové neurony jsou součástí neuronálního systému, kde se překrývají dvě funkce – řízení a pozorování, resp. imitace jednoho typu činnosti. Podle Feldmana (2006) se zrcadlové neurony aktivují, jakmile pozorujeme osobu provádějící nějakou činnost, když se tuto činnost snažíme napodobit, nebo když slyšíme větnou výpověď, která k této činnosti odkazuje (v této oblasti jsou ale mezi odbornou veřejností značné rozpory). Zjevný význam je v oblasti osvojování si zkušeností, spekuluje se i o významu při osvojování si řečové produkce a porozumění (aktivace motorického kortexu při percepci jednotlivých fonémů – vyhovuje motorické teorii percepcie řeči) (Pulvermüller, 2010). Nicméně některé studie přicházejí s tím, že poškození oblastí s funkcí zrcadlení nevede u osob s neurologickým onemocněním jednoznačně k narušení porozumění smyslu výpovědi (propozice), která reprezentuje nějakou aktivitu těla, užívání nějakého nástroje apod. Mahon a Caramazza (2008) se domnívají, že zrcadlení u dospělé populace již není vázáno na pochopení smyslu výpovědi. Větný význam vzniká integrací vztahů zastoupených konstituentů nesoucích lexikální význam v amodální neurokognitivní síti, a není tedy vázán či přímo podmíněn neuronálními strukturami modálně-specifického systému (motorický a senzorický kortex). Aktivace neuronální sítě zrcadlových neuronů např. v premotorickém kortexu je podle neurální teorie jazyka

(Feldman, 2006) dokladem procesu ztělesňování (*embodied*) konceptu akčního slovesa. Zrcadlové neurony nejsou naším zrakem, tj. neslouží k pozorování činnosti po stránce vizuální detekce děje, jejich prostřednictvím můžeme pozorovanému ději porozumět. Dokonce nejen to, tato síť speciálních neuronů dovoluje předpovídat další motorickou či jinou reakci v daném kontextu dějového schématu, rozpoznat účel a cíl daného děje ve vztahu k subjektu či k nám jako pozorovateli. Predikce lze využít k plánování naší další reakce. Zrcadlové neurony lze s jistou mírou abstrakce – v rámci neurální teorie jazyka – považovat za neurobiologický podklad sémantického systému v širokém – nikoli jen jazykovém – pojetí. Díky nim jsme schopni porozumět někomu jinému, neboť si můžeme v dané situaci představit sami sebe. Tato úroveň zpracování jednoznačně překračuje úzce zaměřené jazykové zpracování větné výpovědi (morfosyntax), nicméně je jejím zcela logickým a automatickým pokračováním, neboť teprve porozumění všem složkám komunikační informace, které danou větnou výpověď doprovázejí, nám umožňuje v komunikaci adekvátně reagovat a interagovat.

Literatura:

- ABU-AKEL, A. A neurobiological mapping of theory of mind. *Brain Research Reviews*, 43, 29-40, 2003.
- ABU-AKEL, A.; TSOORY, S., S. Neuroanatomical and neurochemical bases of theory of mind. *Neuropsychologia*, 49, 2971-2984, 2011.
- AHLSÉN, E. *Introduction to Neurolinguistics*. John Benjamins, 2006. ISBN 978-9027232335.
- AICHHORN, M.; PERNER, J.; WEISS, B. et al. Temporo-parietal junction activity in Theory of Mind tasks: Falseness, beliefs, or attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21, 2008-2013, 2009.
- AMUNTS, K. Architectonic Language Research. In STEMMER, B.; WHITAKER, H., A. (eds.). *Handbook of the Neuroscience of Language*. Elsevier, 2008. ISBN 978-0-08-045352-1.
- AMUNTS, K.; LENZEN, M.; FRIEDERICI, A., D. Broca's Region: Novel Organizational Principles and Multiple Receptor Mapping. *PLoS Biology*, Vol. 8, Is. 9, 2010.
- ANDERSON, J., M.; GILMORE, R.; ROPER, S. et al. Conduction aphasia and the arcuate fasciculus: a reexamination of the Wernicke-Geschwind model. *Brain and Language*, 70, 1-12, 1999.
- ARBIB, M., A. (ed.). *Action to Language via the Mirror Neuron System*. Cambridge University Press, 2006. ISBN 978-0-521-84755-1.
- ARDILA, A. A Review of Conduction Aphasia. *Current neurology and neuroscience reports*, 10, 499-503, 2010.
- ARON, A., R. Progress in Executive-Function Research. From Tasks to Functions to Regions to Networks. *Current Directions in Psychological Science*, 17, 124-129, 2008.
- ASSADOLLAHI, R.; MEINZER, M.; FLAISCH, T. et al. The representation of the verb's argument structure as disclosed by fMRI. *BMC Neuroscience*, 10, 1-7, 2009.
- AZIZ-ZADEH, L.; WILSON, S., M.; RIZZOLATTI, G. Congruent embodied representations for visually presented actions and linguistic phrases describing actions. *Current Biology*, 16, 1818-1823, 2006.
- BADDELEY, A. *Working memory*. London: Oxford University Press, 1986. ISBN
- BADDELEY, A. The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Science*, 4, 417-423, 2000.
- BADDELEY, A. Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders*, 36, 189-208, 2003.
- BADDELEY, A. Working memory. *Current Biology*, Vol. 20, No. 4, 136-140, 2010.

- BALL, J., M.; PERKINS, M., R.; MÜLLER, N. et al. (Eds.). *The Handbook of Clinical Linguistics*. Blackwell Publishing Ltd., 2008. ISBN 978-1-405-13522-1.
- BALOGH, E., J.; GRODZINSKY, Y. Levels of linguistic representation in Broca's aphasia: Implicitness and referentiality of arguments. In GRODZINSKY, J.; BASTIAANSE, R. (eds.). *Grammatical Disorders in Aphasia. A Neurolinguistic Perspective*. Whurr Publishers: London, 2000, 105-122. ISBN 1-86156-135-0.
- BAMBINI, V. Neuropragmatics: A foreword. *Italian Journal of Linguistics*, 22, 1, 1-20, 2010.
- BARSALOU, L., W.; SIMMONS, W., K.; BARBEY, A., K. et al. Grounding conceptual knowledge in modality-specific systems. *Trends in Cognitive Science*, 7, 84-92, 2003.
- BARSALOU, L., W. Cognitive and Neural Contributions to Understanding the Conceptual System. *Current Directions in Psychological Science*, Vo. 7, No. 2, 91-95, 2008.
- BEDNY, M.; CARAMAZZA, A.; GROSSMAN, E. et al. Concepts Are More than Percepts: The Case of Action Verbs. *The Journal of Neuroscience*, 29, 11347-11353, 2009.
- BEDNY, M.; CARAMAZZA, A. Perception, action, and word meanings in the human brain: the case from action verbs. *Annals of the New York Academy of Science*, 1224, 81-95, 2011.
- BEEMAN, M. Semantic Processing in the Right Hemisphere. *Brain and Language*, 44, 80-120, 1993.
- BEEMAN, M. Bilateral brain processes for comprehending natural language. *TRENDS in Cognitive Sciences*, Vol. 9, No. 11, 2005.
- BERNAL, B.; ARDILA, A. The role of arcuate fasciculus in conduction aphasia. *Brain*, 132, 2309-2316, 2009.
- BERNDT, R.; MITCHUM, C.; HAENDIGES, A. Comprehension of reversible sentences in agrammatism: A meta-analysis. *Cognition*, 58, 289-308, 1996.
- BINDER, J., R.; DESAI, R., H.; GRAVES, W., W., et al. Where is the Semantic System? A Critical Review and Meta-Analysis of 120 Functional Neuroimaging Studies. *Cerebral Cortex*, 19, 2767-2796, 2009.
- BINDER, J., R.; DESAI, R., H. The neurobiology of semantic memory. *Trends in Cognitive Science*, 15, 527-536, 2011.
- BLAKE, M., L. Perspectives on treatment for communication deficits associated with right hemisphere brain damage. *American Journal of Speech Language Pathology*, 16, 331-342, 2007.
- BONILLA, J., L.; JOHNSON, M., K. Semantic space in Alzheimer's disease patients. *Neuropsychology*, 345-353, 1995.

- BOOTH, J., R.; WOOD, L.; LU, D. et al. The role of the basal ganglia and cerebellum in language processing. *Brain Research*, 1133, 136-144, 2007.
- BOULENGER, V.; HAUK, O.; PULVERMÜLLER, F. Grasping Ideas with the Motor System Somatotopy in Idiom Comprehension. *Cerebral Cortex*, 19, 8, 1905-1914, 2009.
- BOZIC, M.; MARSLEN-WILSON, W. Neurocognitive Context for Morphological Complexity: Dissociating Inflection and Derivation. *Language and Linguistics Compass*, 4, 11, 1063-1073, 2010.
- BRANAN, N. Memory for Grammar. *Scientific American Mind*, 20, 8, 2009.
- BRESSLER, S., L.; DING, M. Event-Related Potentials. In AKAY, M. *Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering*. John Wiley & Sons, 2006. ISBN 978-0471740377
- BROEK, P.; VIRTUE, S. Hemispheric processing of anaphoric inferences: The activation of multiple antecedents. *Brain and Language*, 93, 327-337, 2005.
- BROWN, S.; MARTINEZ, M., J.; PARSONS, L., M. Music and language side by side in the brain: a PET study of the generation of melodies and sentence. *European Journal of Neuroscience*, Vol. 23, 2791-2803, 2006.
- BURCHERT, F.; MEIßNER, N.; BLESER, R. Production of non-canonical sentences in agrammatic aphasia: Limits in representation or rule application? *Brain and Language*, 104, 170-179, 2008.
- CAPLAN, D. *Neurolinguistics and Linguistic Aphasiology. An Introduction*. Cambridge University Press, 1987. ISBN: 0521311950.
- CAPLAN, D. *Language: Structure, Processing, and Disorders (Issues in the Biology of Language and Cognition)*. The MIT Press, 1996. ISBN 978-0262531382.
- CAPLAN, D. The Measurement of Chance Performance in Aphasia, with Specific Reference to the Comprehension of Semantically Reversible Passive Sentences: A Note on Issues Raised by Caramazza, Capitani, Rey, and Berndt (2001) and Draï, Grodzinsky, and Zurif (2001). *Brain and Language*, 76, 193-201, 2001.
- CAPLAN, D.; WATERS, G. Sentence comprehension in Alzheimer's disease. *Neurobehavior of Language and Cognition*, 2, 61-76, 2002.
- CAPLAN, D.; WATERS, G.; DEDE, G. et al. A study of syntactic processing in aphasia I: Behavioral (psycholinguistic) aspects. *Brain and Language*, 101, 103-150, 2007.
- CARAMAZZA, A.; ZURIF, E., B. Dissociation of algorithmic and heuristic processes in sentence comprehension: Evidence from Aphasia. *Brain and Language*, 3, 572 -582, 1976.
- CARAMAZZA, A.; CAPASSO, R.; CAPITANI, E. Patterns of comprehension performance in agrammatic Broca's aphasia: A test of the Trace Deletion Hypothesis. *Brain and Language*, 94, 43-53, 2005.

- CARAMAZZA, A.; MAHON, B., Z. The organisation of conceptual knowledge in the brain: The future's past and some future directions. *Cognitive Neuropsychology*, 23, 13-38, 2006.
- CARTER, C., S.; VEEN, V. Anterior cingulate cortex and conflict detection: an update of theory and data. *Cognitive, Affective, Behavioral Neuroscience*, 7, 4, 367-379, 2007.
- CATANI, M.; JONES, D., K.; FFYTCHÉ, D., H. Perisylvian language networks of the human brain. *Annals of Neurology*, 57, 8-16, 2005.
- CATANI, M.; MESULAM, M. The arcuate fasciculus and the disconnection theme in language and aphasia: History and current state. *Cortex*, 44, 953-961, 2008.
- CATANI, M. The Connectional Anatomy of Language: Recent Contribution from Diffusion Tensor Tractography. In BERG, H.; BEHRENS, T., E., J. (Eds.) *Diffusion MRI*. Elsevier, 2009. ISBN 978-0-12-374709-9.
- CLARK, H., H.; LUCY, P. Understanding what is meant from what is said: a study in conversationally conveyed requests. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 56-72, 1975.
- CODE, C. First in, last out? The evolution of aphasic lexical speech automatisms to agrammatism and the evolution of human communication. *Interaction Studies*, 6, 311-334, 2005.
- CONWAY, CH., M.; BAUERNSCHMIDT, A.; HUANG, S., S. et al. Implicit statistical learning in language processing: Word predictability is the key. *Cognition*, 114, 356-371, 2010.
- CRESCENTINI, C.; LUNARDELLI, A.; MUSSONI, A. et al. A left basal ganglia case of dynamic aphasia or impairment of extra-language cognitive processes? *Neurocase*, 14, 2, 184-203, 2008.
- CRYSTAL, D. *A Dictionary of Linguistics and Phonetics 6th Edition*. Blackwell Publishing Ltd., 2008. ISBN 978-1-405-15296-9
- CSÉFALVAY, Z.; TRAUBNER, P. *Afaziológia pre klinickú prax*. Martin: Osveta, 1996. ISBN 80-217-0377-6.
- ČERMÁK, F. *Jazyk a jazykověda*. Praha: Karolinum, 2001. ISBN 80-246-0154-0.
- DANEŠ, F.; HLAVSA, Z. *Větné vzorce v češtině*. Praha, 1987.
- DANEŠ, F.; GREPL, M.; HLAVSA, Z. aj. *Mluvnice češtiny 3 - skladba*. Praha: Academia 1987.
- DAVIS, M., H.; MEUNIER, F.; MARSLEN-WILSON, W., D. Neural responses to morphological, syntactic, and semantic properties of single words: An fMRI study. *Brain and Language*, 89, 439-449, 2004.
- DAVIS, M., H.; JOHNSRUDE, I., S. Hierarchical Processing in Spoken Language Comprehension. *The Journal of Neuroscience*, 23 (8), 3423-3431, 2003.

- DELL, G., S.; SCHWARTZ, M., F.; MARTIN, N. et al. Lexical access in aphasic and nonaphasic speakers. *Psychological Review*, 104, 801–838, 1997.
- DÉMONET, J-F.; THIERRY, G.; CARDEBAT, D. Renewal of the Neurophysiology of Language: Functional Neuroimaging. *Physiological Review*, 85, 49-95, 2005.
- DE WITTE, L.; WILSSENS, I.; ENGELBORGHES, S. et al. Impairment of syntax and lexical semantics in a patient with bilateral paramedian thalamic infarction. *Brain and Language*, 96, 69-77, 2006.
- DE WITTE, L.; BROUNS, R.; KAVADIAS, D. Cognitive, affective and behavioural disturbances following vascular thalamic lesions: A review. *Cortex*, 47, 273-319, 2011.
- DEVLIN, J., T.; WATKINS, K., E. Stimulating language: insight from TMS. *Brain*, 130, 610-622, 2007.
- DICK, F.; DRONKERS, N., F.; PIZZAMIGLIO, L. Language and the Brain. In TOMASELLO, M.; SLOBIN, D. (eds.). *Festschrift for Elizabeth Bates*. Erlbaum, 2005.
- DICKEY, M., W.; HILMAN, L., H. THOMPSON, C., K. Judgment of functional morphology in agrammatic aphasia. *Journal of Neurolinguistics*, 21, 35-65, 2008.
- DLOUHÁ, O. *Vývojové poruchy řeči. Vztah centrálních poruch řeči a sluchu*. Praha: prof. Novák, 2003. ISBN 80-239-1832-X.
- DORSAINT-PIERRE, R.; PENHUNE, V., B.; WATKINS, K., E. et al. Asymmetries of the planum temporale and Heschl's gyrus: relationship to language lateralization. *Brain*, 129, 1164-1176.
- DRONKERS, N., F.; WILKINS, D., P.; van VALIN, R., D. et al. A reconsideration of the brain areas involved in the disruption of morphosyntactic comprehension. *Brain and Language*, 47, 461-463, 1994.
- DRONKERS, N., F.; PLAISANT, O.; IBA-ZIZEN, M., T. et al. Paul Broca's historic cases: high resolution MR imaging of the brains of Leborgne and Lelong. *Brain*, 130, 1432-1441, 2007.
- DUFFY, S., A.; HENDERSON, J., M.; MORRIS, R., K. Semantic facilitation of lexical access during sentence processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 791-801, 1989.
- DUŠKOVÁ, L. *Mluvnice současné angličtiny na pozadí češtiny*. Praha: Academia, 2006. ISBN 80-200-1413-6.
- DVOŘÁK, J. *Logopedický slovník. Terminologický a výkladový*. Žďár nad Sázavou, Logopedické centrum, 2001. ISBN 80-902536-2-8.
- FADIGA, L.; CRAIGHERO, L.; D'AUSILIO, A. Broca's Area in Language, Action, and Music. *The Neuroscience and Music III. – Disorders and Plasticity*, 448-458, 2009.

- FARKAŠ, I. Konekcionizmus v náručí výpočtovej kognitívnej vedy. In KVASNIČKA, V. et al. *Umelá inteligencia a kognitívna veda III*. STU, s. 19-62, 2011.
- FEDERMEIER, K., D.; KUTAS, M. Aging in context: Age-related changes in context use during language comprehension. *Psychophysiology*, 42, 133-141, 2005.
- FEDERMEIER, K., D. Thinking ahead: The role and roots of prediction in language comprehension. *Psychophysiology*, 44, 491-505, 2007a.
- FEDERMEIER, K., D. WLOTKO, E.; DE OCHOA.DEWALD, E. Multiple effects of sentential constraint on word processing. *Brain Research*, 1146, 75-84, 2007b.
- FEDOR, A.; ITTZÉS, P.; SZATHMÁRY, E. The Biological Background of Syntax Evolution. In BICKERTON, D.; SZATHMÁRY, E. (eds.). *Biological Foundations and Origin of Syntax*. Cambridge: MIT Press, 2009. ISBN 978-0-262-01356-7.
- FEDORENKO, E.; PATEL, A.; CASASANTO, D. et al. Structural Integration in Language and Music: Evidence for a Shared System. *Memory and Cognition*, 37, 1, 1-9, 2009.
- FELDMAN, J., A. *From Molecule to Metaphor. A Neural Theory of Language*. Massachusetts: MIT Press, 2008. ISBN 978-0-262-56235-5.
- FERREIRA, F.; CHRISTIANSON, K.; HOLLINGWORTH, A. Misinterpretations of Garden-Path Sentences: Implications for Models of Sentence Processing and Reanalysis. *Journal of Psycholinguistics Research*, 30, 1, 3-20, 2001.
- FERREIRA, F.; BAILEY, K., G., D.; FERRARO, V. Good-Enough Representations in Language Comprehension. *CURRENT DIRECTIONS IN PSYCHOLOGICAL SCIENCES*, Vol. 11, N. 1, 11-16, 2002.
- FERREIRA, F. The misinterpretation of noncanonical sentences. *Cognitive Psychology*, 47, 164-203, 2003.
- FISCHLER, I.; BLOOM, P., A. Automatic and attentional processes in the effects of sentence contexts on word recognition. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 18,1-20, 1979 .
- FONSECA, R., P.; SCHERER, L., C.; DE OLIVIERA, C., R. et al. Hemispheric specialization for communicative processing: neuroimaging data on the role of the right hemisphere. *Psychology and Neuroscience*, 2, 1, 25-33, 2009.
- FRIEDERICI, A., D.; MEYER, M.; CRAMON, D., Y. Auditory Language Comprehension: An Event-Related fMRI Study on the Processing of Syntactic and Lexical Information. *Brain and Language*, 74, 289-300, 2000.

- FRIEDERICI, A., D. Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognition Science*, 6, 78-84, 2002.
- FRIEDERICI, A., D.; KOTZ, S., A. The brain basis of syntactic processes: functional imaging and lesion studies. *NeuroImage*, 20, 8-17, 2003.
- FRIEDERICI, A., D. Pathways to language: fiber tracts in the human brain. *Trends in Cognitive Science*, Vol. 13, No. 4, 175-181, 2009a.
- FRIEDERICI, A., D. Brain Circuits of Syntax. In BICKERTON, D.; SZATHMÁRY, E. (eds.). *Biological Foundations and Origin of Syntax*. Cambridge: MIT Press, 2009b. ISBN 978-0-262-01356-7.
- FRIEDERICI, A., D.; WARTENBURGER, I. Language and brain. *WIREs Cognitive Science*, 1, 150-159, 2010.
- FRIEDERICI, A., D. The Brain Basis of Language Processing: From Structure to Function. *Physiol Rev*, 91, 1357-1392, 2011.
- FUNG, T., D.; CHERTKOW, H.; MURTHA, S. et al. The spectrum of category effects in object and action knowledge in dementia of the Alzheimer's type. *Neuropsychology*, 15, 371-379, 2001.
- GAINOTTI, G. Disorders of semantic memory. In AMINOFF, M., J.; BOLLER, F.; SWAAB, D., F. et al. (eds). *Handbook of Clinical Neurology*. Elsevier, 2008. ISBN 9780444518972
- GALABURDA, M., A.; SANIDES, F.; GESCHWIND, N. Human Brain. Cytoarchitectonic left-right asymmetries in temporal speech region. *Arch. Neurol.*, 35, 812-817, 1978.
- GALANTUCCI, B.; FOWLER, C., A.; TURVEY, M., T. The motor theory of speech perception reviewed. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13 (3), 361-377, 2006.
- GALLAGHER, S.; HUTTO, D., D. Understanding others through Primary Interaction and Narrative Practise. In ZLATCEV, J.; RACINE, T.; SINHA, C. et al. (Eds.). *The Shared Mind: Perspectives on Intersubjectivity*. Amsterdam: John Benjamins, 2008. ISBN 978-9027239006.
- GALLESE, V.; GOLDMAN, A. Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading. *Trends in Cognitive Science*, 2, 493-501, 1998.
- GALLESE, V. Before and below 'theory of mind': embodied simulation and the neural correlates of social cognition. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 362, 659-669, 2007.
- GERNSBACHER, M., A.; ROBERTSON, R., R., W. The role of suppression in figurative language comprehension. *Journal of Pragmatics*, 31, 1619-1630, 1999.
- GIBBS, R., W.; BEITEL, D. What proverb understanding reveals about how people think. *Psychological Bulletin*, 118, 133-154, 1995.

- GIBBS, R., W.; BOGDANOVICH, J., M.; SYKES, J., R. Metaphor in Idiom Comprehension. *Journal of Memory and Language*, 37, 141-154, 1997.
- GIORA, R. Understanding of figurative and literal language: The graded salience hypothesis. *Cognitive Linguistics*, 8, 183-206, 1997.
- GIORA, R. Literal vs. figurative language: Different or equal? *Journal of Pragmatics*, 34, pp. 487-506, 2002.
- GLASSER, M., F.; RILLING, J., F. DTI Tractography of the Human Brain's Language Pathways. *Cerebral Cortex*, 18, 2471-2482, 2008.
- GLUCKSBERG, S.; GILDEA, P.; BOOKIN, H., A. On understanding nonliteral speech: can people ignore metaphors? *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 21, 85-98, 1982.
- GLUCKSBERG, S. The psycholinguistics of metaphor. *Trends in Cognitive Science*, 7, 92-96, 2003.
- GOLDENBERG, G.; KARNATH, H., O. The neural basis of imitation is body part specific. *Journal of Neuroscience*, 26, 6282-6287, 2006.
- GOTTLIEB, J. From Thought to Action: The Parietal Cortex as a Bridge between Perception, Action, and Cognition. *Neuron*, 53, 9-16, 2007.
- GREWE, T.; SCHLESEWSKY, I.; ZYSSET, S. et al. The role of the posterior superior temporal sulcus in the processing of unmarked transitivity. *NeuroImage*, 35, 343-352, 2007.
- GRODZINSKY, Y. A restrictive theory of agrammatic comprehension. *Brain and Language*, 50, 27-51, 1995.
- GRODZINSKY, Y. Trace-deletion, theta -roles, and cognitive strategies. *Brain & Language*, 51, 469-497, 1995.
- GRODZINSKY, Y.; FINKEL, L. The neurology of empty categories: aphasics' failure to detect ungrammaticality. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10, 281-292, 1998.
- GRODZINSKY, Y.; PINANGO, M., M.; ZURIF, E. et al. The critical role of group studies in neuropsychology: Comprehension regularities in Broca's aphasia. *Brain and Language*, 67, 134-147, 1999.
- GRODZINSKY, Y. The neurology of syntax: Language use without Broca's area. *Behavioral and Brain Science*, 23, 2000.
- GRODZINSKY, Y.; BASTIAANSE, R. (eds.) *Grammatical Disorders in Aphasia. A Neurolinguistic Perspective*. Whurr Publisher: London, 105-122, 2000. ISBN 1-86156-135-0.
- GRODZINSKY, Y.; FRIEDERICI, A., D. Neuroimaging of syntax and syntactic processing. *Current Opinion in Neurobiology*, 16, 240-246, 2006.
- GROSSMAN, M. Language in Dementia. In STEMMER, B.; WHITAKER, H., A. (eds.). *Handbook of the Neuroscience of Language*. Elsevier, 2008. ISBN 978-0-08-045352-1.

- HAGOORT, P. On Broca, brain, and binding: a new framework. *TRENDS in Cognitive Science*, Vol. 9, No. 9, 2005.
- HAGOORT, P. Neurobiology of Language. Should Psychology Ignore the Language of the Brain? *Current Directions in Psychology Science*, Vol. 17, No. 2, 96-101, 2008.
- HAGOORT, P. Reflections on the Neurobiology of Syntax. In BICKERTON, D.; SZATHMÁRY, E. (eds.). *Biological Foundations and Origin of Syntax*. Cambridge: MIT Press, 2009. ISBN 978-0-262-01356-7.
- HAMMER, A.; JANSMA, B., M.; LAMERS, M. et al. Pronominal reference in sentence about persons or things: an electrophysiological approach. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 227-239, 2005.
- HAMMER, A.; JANSMA, B., M.; LAMERS, M. et al. Interplay of meaning, syntax and working memory during pronoun resolution investigated by ERPs. *Brain Research*, 1230, 177-191, 2008.
- HAMMER, A.; JANSMA, B., M.; TEMPELMANN, C. et al. Neural mechanisms of anaphoric reference revealed by fMRI. *Frontiers in Psychology*, 2, 32, 1-9, 2011.
- HAPPÉ, F.; BROWNELL, H.; WINNER, E. Acquired theory of mind impairments following stroke. *Cognition*, 70, 211-240, 1999.
- HARNAD, S. To Cognize is to Categorize: Cognition is Categorization. In LEFEBVRE, C.; COHEN, H. (Eds.). *Handbook on Categorization in Cognitive Science*. Elsevier Science, 1st ed., 2005. ISBN 978-0080446127.
- HAUK, O.; JOHNSRUDE, I.; PULVERMÜLLER, F. Somatotopic Representation of Action Words in Human Motor and Premotor Cortex. *Neuron*, 41, 301-307, 2004.
- HAUSER, D., M.; CHOMSKY, N.; FITCH, T., W. The Faculty of Language: What Is It, Who Has It, and How Did It Evolve? *Science*, 298, 2002.
- HELLIGE, J., B. Interhemispheric Interaction in the Lateralized Brain. In STEMMER, B.; WHITAKER, H., A. (eds.). *Handbook of the Neuroscience of Language*. Elsevier, 2008. ISBN 978-0-08-045352-1.
- HICKOK, G. Functional Anatomy of Speech Perception and Speech Production: Psycholinguistic Implications. *Journal of Psycholinguistic Research*, vol. 30, no. 3, 225-235, 2001.
- HICKOK, G.; POEPEL, D. Dorsal and Ventral streams: a framework for understanding aspects of the functional anatomy of language. *Cognition*, 92, 67-99, 2004.
- HICKOK, G.; POEPEL, D. The cortical organization of speech processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 8, 393-402, 2007.
- HICKOK, G. The Functional neuroanatomy of language. *Physics of Life Reviews*, 6, 121-143, 2009.

- HILLIARD, T., A.; WHITE, A., S. Possible Precursors of Syntactic Components in Other Species. In BICKERTON, D.; SZATHMÁRY, E. (eds.). *Biological Foundations and Origin of Syntax*. Cambridge: MIT Press, 2009. ISBN 978-0-262-01356-7.
- HUMPHRIES, C.; WILLARD, K.; BUSCHBAUM, B. et al. Role of anterior temporal cortex in auditory sentence comprehension: an fMRI study. *NeuroReport*, Vol. 12, No. 8, 2001.
- CHEN, L.; WEST, W., C.; WATERS, G. et al. Determinants of BOLD signal correlates of processing object-extracted relative clauses. *Cerebral Cortex*, 42, 591-604, 2006.
- CHERSI, F.; THILL, S.; ZIEMKE, T.; BORGHI, A., M. Sentence processing: linking language to motor chains. *Frontiers in neurorobotics*, 4, 1-9, 2010.
- CHIARELLO, CH. Parallel Systems for Processing Language. In BANISH, M., T.; MACK, M. (ed.) - *Mind, Brain and Language: Multidisciplinary Perspectives*. Mahwah-London: LEA, 2003. ISBN 0-8058-3328-5.
- CHOMSKY, N. *The Minimalist Program*. Cambridge, MA: MIT Press, 1994. ISBN 978-0-262-53128-3.
- CHRISTENSEN, K., R. Syntactic reconstruction and reanalysis, semantic dead ends, and prefrontal cortex. *Brain and Language*, 73, 41-50, 2010.
- CHRISTIANSON, K.; HOLLINGWORTH, A.; HALLIWELL, J. et al. Thematic roles assigned along the garden path linger. *Cognitive Psychology*, 42, 368-407, 2001.
- IACOBONI, M. The role of premotor cortex in speech perception: Evidence from fMRI and rTMS. *Journal of Physiology – Paris*, 102, 31-34, 2008.
- INDEFREY, P.; LEVELT, W., J. The spatial and temporal signatures of word production components. *Cognition*, 92, 101-144, 2004.
- INGRAM, J., C., L. *Neurolinguistics. An Introduction to Spoken Language Processing and its Disorders*. London: Cambridge, 2007. ISBN 978-0-521-79640-8.
- JACKENDOFF, R. *The architecture of the language faculty*. Cambridge, 1997. ISBN - 13: 978-0262600255.
- JACKENDOFF, R. *Foundations of Language*. NY: Oxford University Press, 2003. ISBN 0-19-926437-6.
- JACKENDOFF, R. A Parallel Architecture perspective on language processing. *Brain Research*, 1146, 2-22, 2007.
- JEANNEROD, M. *Motor Cognition: What Actions Tell to the Self*. OUP, 2006. ISBN 978-0198569657.
- JONKERS, R. Verb finding problems in Broca's aphasics: The influence of transitivity. In GRODZINSKY, J.; BASTIAANSE, R. (eds.). *Grammatical Disorders in Aphasia. A Neurolinguistic Perspective*. Whurr Publishers: London, 2000, 105-122. ISBN 1-86156-135-0.

- JUBAULT, T.; ODY, CH.; KOECHLIN, E. Serial Organization of Human Behavior in the Inferior Parietal Cortex. *The Journal of Neuroscience*, 27(41), 11028-11036, 2007.
- JUST, M., A.; NEWMAN, S., D.; KELLER, T., A. et al. Imagery in sentence comprehension: An fMRI study. *NeuroImage*, 21, 112-124, 2004.
- KAAN, E.; SWAAB, T., Y. The brain circuitry of syntactic comprehension. *TRENDS in Cognitive Science*, Vol. 6, No. 9, 350-356, 2002.
- KELLER, S., S.; CROW, T.; FOUNDAS, A. et al. Broca's area: Nomenclature, anatomy, typology and asymmetry. *Brain and Language*, 109, 29-48, 2009.
- KEMMERER, D.; GONZALEZ-CASTILLO, J. The Two-Level Theory of verb meaning: An approach to integrating the semantics of action with the mirror neuron system. *Brain and Language*, 112, 54-76, 2010.
- KEMPER, S.; LaBARGE, E.; FERRARO, F., R. et al. On the preservation of syntax in Alzheimer's disease: Evidence from written sentences. *Archives of Neurology*, 50, 81-86, 1993.
- KEMPLER, D.; GORAL, M. Language and Dementia: Neuropsychological Aspects. *Annu Rev Appl Linguist*, 28, 73-90, 2008.
- KENNEALLY, CH. *The first Word. The Search for the Origins of Language*. Penguin Books, 2007. ISBN 978-0-14-311374-4.
- KENT, R. (ed.). *The MIT Encyclopedia of Communication Disorders*. Massachusetts: MIT Press, 2004. ISBN 0-262-11278-7.
- KERTESZ, A. *Western aphasia battery*. New York: Grune Stratton, 1982.
- KING, A., J.; NELKEN, I. Unraveling the principles of auditory cortical processing: can we learn from the visual system? *Nature Neuroscience*, vol. 12, no. 6, 698-701, 2009.
- KLJAJEVIĆ, V. Is Syntactic Working Memory Language Specific? *Psichologija*, Vol. 43, No. 1, 2010.
- KNECHT, S.; DRAGER, B.; DEPPE, M. Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans. *Brain*, 123, 2512-2518, 2000.
- KOECHLIN, E.; JUBAULT, T.; Broca's Area and the Hierarchical Organization of Human Behavior. *Neuron*, 50, 963-974, 2006.
- KOLEKTIV AUTORŮ. *Encyklopedický slovník češtiny*. Praha: NLN, 2002. ISBN 80-7106-484-X.
- KOZIOL, L., F.; BUDDING, D., E. *Subcortical Structures and Cognition*. NY: Springer, 2009. ISBN 978-0-387-84866-2.
- KRÁLÍČEK, P. *Úvod do speciální neurofyzologie*. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-246-0350-0.
- KUPERBERG, G., R.; SITNIKOVA, T.; LAKSHAMAN, B., M. Neuroanatomical distinctions within the semantic system during sentence

- comprehension: evidence from functional magnetic resonance imaging. *NeuroImage*, 40, 367-388, 2008.
- LAMERS, M., J.; JANSMA, B., M.; HAMMER, A. et al. Neural correlates of semantic and syntactic processes in the comprehension of case marked pronouns: evidence from German and Dutch. *BMC Neuroscience*, 7, 7-23, 2006.
- LANCKER-SIDTIS, D., V.; RALLON, G. Tracking the incidence of formulaic expressions in everyday speech: methods for classification and verification. *Language and Communication*, 24, 207-240, 2004.
- LARNER, A., J. *A Dictionary of Neurological Signs*. NY: Kluwer Academic Publisher, 2002. ISBN 1-4020-0043-X.
- LAURO, L., J.; TETTAMANTI, M.; CAPPAS, S., F. et al. Idiom comprehension: A prefrontal task? *Cerebral Cortex*, 18, 162-170, 2008.
- LEE, N.; SCHUMANN, J., H. The Nature of Grammar: A Neurobiological Perspective. *Alak Newsletter Fall*, 2004.
- LEHEČKOVÁ, H.: Afázie jako lingvistický problém. *Jazykovědné aktuality* 22, č. 3/4, s. 103-104, 1985.
- LEHEČKOVÁ, H.: Agramatismus v afázii. *Slovo a slovesnost*, 47, s. 138 - 147, 1986.
- LEHEČKOVÁ, H. Manifestation of aphasic symptoms in Czech. *Journal of Neurolinguistics*, 14, 179-208, 2001.
- LEVELT, W., J., M. Spoken word production: A theory of lexical access. *PNAS*, vol. 98, no. 23, 13464-13471, 2001.
- LIEBERMAN, P.; BLUMSTEIN, S., E. *Speech Physiology, Speech Perception, and Acoustic Phonetics*. Cambridge University Press, 1988. ISBN 978-0521313575.
- LONGWORTH, C., E.; KEENAN, S., E.; BARKER, R., A. et al. The basal ganglia and rule-governed language use: evidence from vascular and degenerative conditions. *Brain*, 128, 548-596, 2005.
- LUCK, S., J. *An Introduction to the Event-Related Potential Technique*. The MIT Press, 2005. ISBN 978-0-262-62196-0.
- MAHON, B., Z.; CARAMAZZA, A. A critical look at the embodied cognition hypothesis and a new proposal for grounding conceptual content. *Journal of Physiology - Paris*, 102, 59-70, 2008.
- MAHON, B., Z.; ANZELLOTTI, S.; SCHWARZBACH, J. et al. Category-specific organization in the human brain does not require visual experience. *Neuron*, 63, 397-405, 2009.
- MANOUILIDOU, CH.; de ALMEIDA, R., G.; SCHWARTZ, G. et al. Thematic roles in Alzheimer's disease: Hierarchy violations in psychological predicates. *Journal of Neurolinguistics*, 22, 167-186, 2009.

- MARSLÉN-WILSON, W.; TYLER, L., K. Morphology, language and the brain: the decompositional substrate for language comprehension. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Science*, 362, 823-836, 2007.
- MARTÍN-LOECHES, M.; CASADO, P. Brain activation in discourse comprehension: A 3t fMRI study. *NeuroImage*, 41, 614-622, 2008.
- MASHAL, N.; FAUST, M.; HENDLER, T. The role of the right hemisphere in processing nonsalient metaphorical meanings: Application of Principal Components Analysis to fMRI data. *Neuropsychologia*, 43, 2084-2100, 2005.
- MASON, R., A.; JUST, M., A. How the Brain Processes Causal Inferences in Text. *Psychological science*, Vol. 15, No. 1, 2004.
- MASON, R., A.; JUST, M., A. Neuroimaging contributions to the understanding of discourse processes. In TRAXLER, M., J.; GERNSBACHER, A., M. (Eds.). *Handbook of Psycholinguistics*. San Diego: Academic Press, 2006. ISBN 978-0123693747.
- MÄTZIG, S.; DRUKS, J.; MASTERSON, J. et al. Noun and verb differences in picture naming: past studies and a new evidence. *Cortex*, 45, 738-758, 2009.
- MAZOYER, B., M; TZOURIO, N.; FRANK, V. et al. The Cortical Representation of Speech. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 5, 467-479, 1993.
- MELTZER, J., A.; McARDLE, J., J.; SCHAFER, R., J. et al. Neural aspects of sentence comprehension: syntactic complexity, reversibility, and reanalysis. *Cerebral Cortex*, 20, 1853-1863, 2009.
- McDONALD, S. Exploring the Cognitive Basis of Right-Hemisphere Pragmatic Language Disorders. *Brain and Language*, 75, 82-107, 2000.
- McDONALD, S. Frontal Lobes and Language. In STEMMER, B.; WHITAKER, H., A. (eds.). *Handbook of the Neuroscience of Language*. Elsevier, 2008. ISBN 978-0-08-045352-1.
- McKOON, G.; RATCLIFF, R. Meaning Through Syntax: Language comprehension and the reduced relative clause construction. *Psychological Review*, 110, 490-525, 2003.
- McKOON, G.; RATCLIFF, R. „Meaning Through Syntax“ in Sentence Production and Comprehension: Replay to McRae et al. *Psychological Review*, Vol. 112, No. 4, 1032-1039, 2005.
- McKOON, G.; RATCLIFF, R. Interactions of meaning and syntax: Implications for models of sentence comprehension. *Journal of Memory and Language*, 56, 270-290, 2007.
- MICELI, G.; FOUCH, E.; CAPASSO, R. et al. The dissociation of colour from form and function knowledge. *Nature Neuroscience*, 4, 662-667, 2001.

- MITCHEL, J., P. Activity in the Right Temporo-Parietal Junction is Not Selective for Theory-of-Mind. *Cerebral Cortex*, 18, 262-271, 2008.
- MOODY, C., L.; GENNARI, S., P. Effects of implied physical effort in sensory-motor and pre-frontal cortex during language comprehension. *NeuroImage*, 49, 782-793, 2010.
- MÜLLER, N. Pragmatics in Speech and Language Pathology: Clinical Pragmatics. In MÜLLER, N. (Ed.). *Pragmatics in Speech and Language Pathology: Studies in clinical applications*. Philadelphia: John Benjamins North America, 2000. ISBN 1-55619-274-6.
- MÜLLER, R.; KLEINHANS, N.; COURCHESNE, E. Linguistic theory and neuroimaging evidence: an fMRI study of Broca's area in lexical semantics. *Neuropsychologia*, 41, 1199-1207, 2003.
- MURRAY, L., L.; HOLLAND, A., L.; BEESON, P., M. Auditory processing in individuals with mild aphasia. A study of resource allocation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40, 792-808, 1997.
- NADEAU, S., E. Subcortical Language Mechanisms. In STEMMER, B.; WHITAKER, H., A. (eds.). *Handbook of the Neuroscience of Language*. Elsevier, 2008. ISBN 978-0-08-045352-1.
- NATHANIEL-JAMES, D., A.; FRITH, C., D. The role of the dorsolateral prefrontal cortex: evidence from the effects of contextual constraint in a sentence completion task. *NeuroImage*, 16, 1094-1102, 2002.
- NEUBAUER, K. aj. *Neurogenní poruchy komunikace u dospělých*. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-159-4.
- NEVILLE, H., J.; BAVELIER, D.; CORINA, D. et al. Cerebral organization for language in deaf and hearing subjects: Biological constraints and effects of experience. *PNAT*, Vol. 95, 922-929, 1998.
- NEWMAN, S., D.; KELLER, M., A.; ROTH, T., A. et al. Differential effects of syntactic and semantic processing on the subregions of Broca's area. *Cognit. Brain Res.* 16, 297-307, 2003.
- NISHITANI, N.; SCHRÜMANN, M.; AMUNTS, K. Broca's Region: From Action to Language. *Physiology*, Vol. 20, 60-69, 2005.
- NOVÁK, A. *Audiologie. Vyšetřovací technika, diagnostika, léčba a rehabilitace*. Praha: vlastním nákladem, 2003.
- NOVICK, J., M.; TRUESWELL, J., C.; THOMPSON-SCHILL, S., L. Cognitive control and parsing: Reexamining the role of Broca's area in sentence comprehension. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 5 (3), 263-281, 2005.
- OBLESER, J.; EISNER, F.; KOTZ, S., A. Bilateral speech comprehension reflects differential sensitivity to spectral and temporal features. *The Journal of Neuroscience*, 28, 8116-8124, 2008.

- O'GRADY, W.; LEE, M. A mapping theory of agrammatic comprehension deficit. *Brain and Language*, 92, 91-100, 2005.
- PATTERSON, K.; NESTOR, P., J.; ROGERS, T., T. Where do you know what you know? The representation of semantic knowledge in the human brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 8, 976-987, 2007.
- PEELLE, E., J.; GROSSMAN, M. Language Processing in Frontotemporal Dementia: A Brief Review. *Language and Linguistics Compass*, 2, 101-118, 2008.
- PEELLE, E., J.; JOHNSRUDE, S., I.; DAVIS, H., M. Hierarchical processing for speech in human auditory cortex and beyond. *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 4, art. 51, 2010.
- PENKE, M. Morphology and Language Disorder. In BALL, M., J.; PERKINS, M., R.; MÜLLER, N. et al. (eds.). *The Handbook of Clinical Linguistics*. Blackwell Publishing Ltd., 2008. ISBN 978-1-405-13522-1.
- PERFETTI, CH., A.; FRISHKOFF, G., A. The Neural Bases of Text and Discourse Processing. In STEMMER, B.; WHITAKER, H., A. (eds.). *Handbook of the Neuroscience of Language*. Elsevier, 2008. ISBN 978-0-08-045352-1.
- PERKINS, M., R. The Scope of Pragmatic Disability. A Cognitive Approach. In MÜLLER, N. (ed.). *Pragmatics in Speech and Language Pathology*. Philadelphia: John Benjamins North America, 2000. ISBN 1-55619-274-6
- PETROVICKÝ, P. *Anatomie s topografií a klinickými aplikacemi*. Martin: Osveta, 2002. ISBN 80-8063-048-8.
- PINANGO, M., M.; ZURIF, E., B. Semantic Operations in Aphasia Comprehension: Implications for the Cortical Organization of Language. *Brain and Language*, 79, 297-308, 2001.
- PINKER, S. *The Language Instinct*. Harper Perennial, 2007. ISBN 978-0-06-133646-1.
- PINKER, S. *Slová a pravidlá*. Bratislava: Kalligram, 2003. ISBN 80-7149-487-9.
- POEPEL, D.; MONAHAN, P., J. Speech perception. *Current directions in psychological science*, Vol. 17, No. 2, 2008.
- POEPEL, D.; HICKOK, G. Dorsal and ventral streams: a framework for understanding aspects of the functional anatomy of language. *COGNITION*, 92, 67-99, 2004.
- PULVERMÜLLER, F. *The Neuroscience of Language: On Brain Circuits of Words and Serial Order*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. ISBN 0-521-79374-2.
- PULVERMÜLLER, F. Brain mechanisms linking language and action. *Nat. Rev. Neurosci.*, 13, 419-429, 2005.

- PULVERMÜLLER, F.; SCHTYROV, Y.; HASTING, S., A. et al. Syntax as a reflex: Neurophysiological evidence for early automaticity of grammatical processing. *Brain and Language*, 104, 244-253, 2008.
- PULVERMÜLLER, F.; KNOBLAUCH, A. Discrete combinatorial circuits emerging in neural network: A mechanism for rule of grammar in the human brain. *Neural Network*, 22, 161-172, 2009a.
- PULVERMÜLLER, F.; SCHTYROV, Y.; HAUKE, O. Understanding in an instant: Neuropsychological evidence for mechanistic language circuits in the brain. *Brain and Language*, 110, 81-94, 2009b.
- PULVERMÜLLER, F. Brain-Language Research: Where is the Progress? *Biolinguistics*, 4.2-3, 255-288, 2010a.
- PULVERMÜLLER, F. Brain embodiment of syntax and grammar: Discrete combinatorial mechanisms spelt out in neuronal circuits. *Brain and Language*, 112, 167-169, 2010b.
- PULVERMÜLLER, F. COOPER-PYE, E.; DINE, C. et al. The word processing deficit in Semantic Dementia: All categories are equal but some categories are more equal than others. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22, 9, 2027-41, 2010c.
- RADANOVIC, M.; AZAMBUJA, M.; MANSUR, L., L. et al. Thalamus and Language. *Arq Neuropsiquiatr*, 61, 34-42, 2003.
- RADANOVIC, M.; SCAFF, M. Speech and language disturbances due to subcortical lesions. *Brain and Language*, 84, 337-352, 2003.
- RAPOSO, A.; MOSS, H., E.; STAMATAKIS, E., A. et al. Modulation of motor and premotor cortices by actions, action words and action sentences. *Neuropsychologia*, 47, 388-396, 2009.
- RICHARDSON, F., M.; THOMAS, M., S., C.; PRICE, C., J. Neuronal Activation for Semantically Reversible Sentences. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22, 1283-1298, 2010.
- RIZZO, S.; SANDRINI, M.; PAPAGNO, C. The dorsolateral prefrontal cortex in idiom interpretation: An rTMS study. *Brain Research Bulletin*, 71, 523-528, 2007.
- RIZZOLATTI, G.; LUPPINO, G. The cortical motor system. *Neuron*, 31, 889-901, 2001.
- RIZZOLATTI, G.; BUCCINO, G. The mirror neuron system and its role in imitation and language. In DEHAENE, S.; DUHAMEL, J., R.; HAUSER, M., D. et al. (Eds.). *From monkey brain to human brain*. Cambridge: The MIT Press, 2005. ISBN 978-0262042239.
- ROBSON, H.; LAMBON RALPH, M., A.; KEIDEL, J., L. et al. Revealing and quantifying the impaired phonological analysis underpinning impaired comprehension in Wernicke's aphasia. *Neuropsychologia*, 50, 276-288, 2012a.

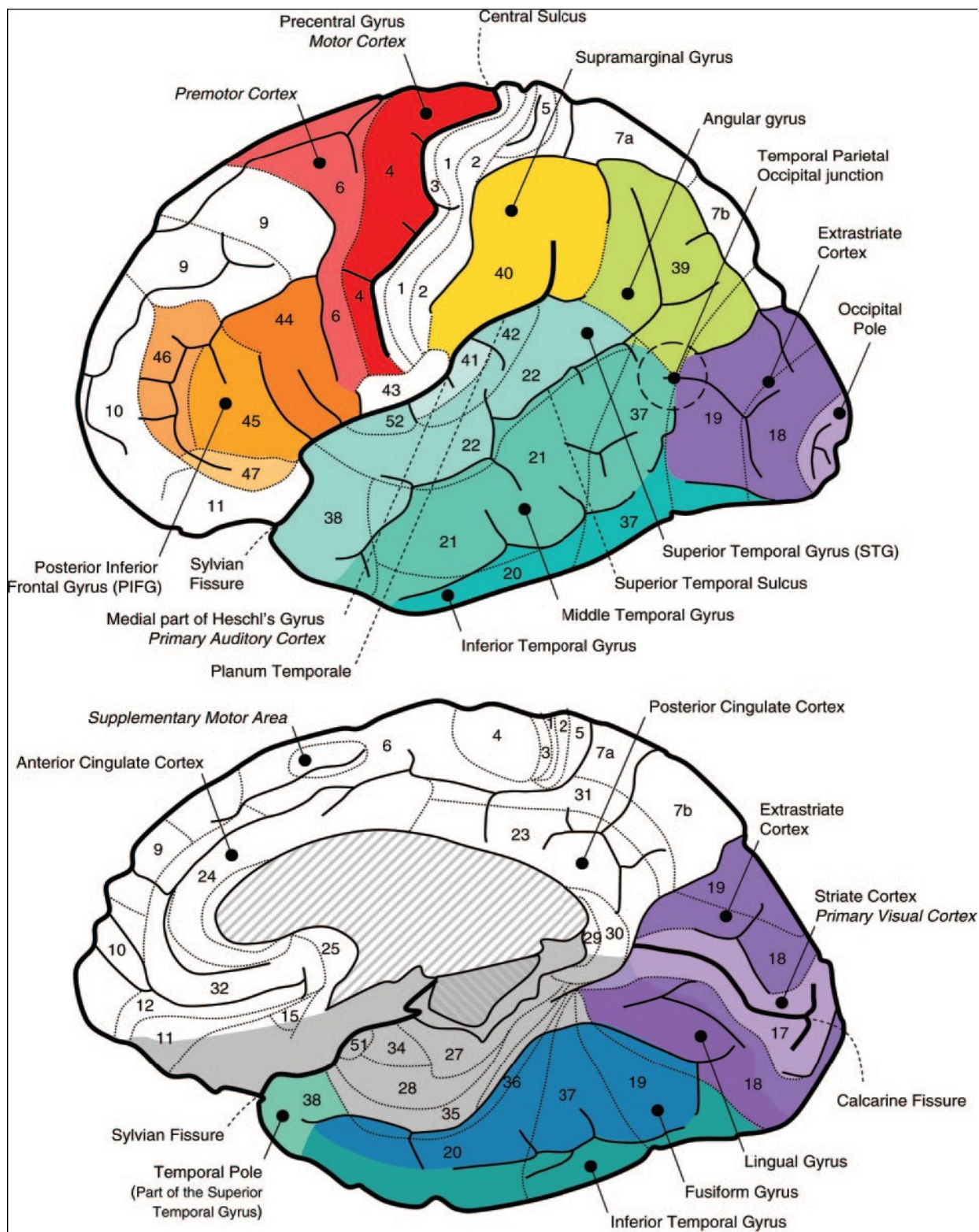
- ROBSON, H.; SAGE, K.; LAMBON RALPH, M., A. Wernicke's aphasia reflects a combination of acoustic-phonological and semantic control deficit: A case-series comparison of Wernicke's aphasia, semantic dementia and semantic aphasia. *Neuropsychologia*, 50, 266-275, 2012b.
- ROBINSON, G.; ROSOR, M.; CIPOLOTTI, L. Selective sparing of verb naming in a case of severe Alzheimer's disease. *Cortex*, 35, 443-450, 1999.
- ROGERS, S., L.; FRIEDMAN, R., B. The underlying mechanisms of semantic memory loss in Alzheimer's disease and semantic dementia. *Neuropsychologia*, 46, 12-21, 2008.
- SAKURAI, Y.; ASAMI, M.; MANNEN, T. Alexia and agraphia with lesions of the angular and supramarginal gyri: Evidence for the disruption of sequential processing. *Journal of the Neurological Science*, 288, 25-33, 2010.
- SANFORD, A., J.; GARROD S., C. Memory-based approaches and beyond. *Discourse Processes*, 39, 205-224, 2005.
- SEGER, C., A. et al. fMRI evidence for right hemisphere involvement in processing unusual semantic relationships. *Neuropsychology*, 14, 361-369, 2000.
- SEIKEL, J., A.; KING, W., D.; DRUMRIGHT, G., D. *Anatomy and Physiology for Speech, Language, and Hearing*. NY: Thomson Delmar Learning, 3rd edition, 2005. ISBN 1-4018-2581-8.
- SEMENZA, C. Number Processing. In STEMMER, B.; WHITAKER, H., A. (eds.). *Handbook of Neurolinguistics*. London: Academic Press, 2008. ISBN 0-12-666055-7.
- SERENO, M., I.; TOOTELL, R., B. From monkeys to humans: What do we know about brain homologies? *Current Opinion in Neurobiology*, 15, 135-144, 2005.
- SHAMMA, S., A.; MICHEYL, CH. Behind the scenes of auditory perception. *Current Opinion in Neurobiology*, 20, 361-366, 2010.
- SHAPIRO, K., A.; MOO, L., R.; CARAMAZZA, A. Cortical signatures of noun and verb production. *PNAS*, 103, 1644-1649, 2006.
- SHAPIRO, L., P. An introduction to syntax. In GRODZINSKY, J.; BASTIAANSE, R. (eds.). *Grammatical Disorders in Aphasia. A Neurolinguistic Perspective*. Whurr Publishers: London, 2000, 105-122. ISBN 1-86156-135-0.
- SHETREET, E.; PALTI, D.; FRIEDMANN, N. et al. Cortical Representation of Verb Processing in Sentence Comprehension: Number of Complements, Subcategorisation, and Thematic Frames. *Cerebral Cortex*, 17, 1958-1969, 2007.
- SHIELDS, J. Semantic-pragmatic disorder: A right hemisphere syndrome?. *British Journal of Disorders of Communication*, 26, 383-392, 1991.

- SCHIRMER, A. Timing speech: a review of lesion and neuroimaging findings. *Cognitive Brain Research* , 21, 269-287, 2004.
- SCHOLZ, J.; TRIANTAFYLLOU, CH.; WHITFIELD-GABRIELI, S. et al. Distinct Regions of Right Temporo-Parietal Junction Are Selective for Theory of Mind and Exogenous Attention. *PLoS ONE*, 4, 1-7, 2009.
- SIRI, S.; TETTAMANTI, M.; CAPPAS, S., F. et al. The neural substrate of naming events: Effects of processing demands but not of grammatical class. *Cerebral Cortex*, 18, 171-177, 2008.
- SKIPPER, J., I.; NUSBAUM, H., C.; SMALL, S., L. Listening to talking faces: motor cortical activation during speech perception. *NeuroImage*, 25, 76-89, 2005.
- SMALL, S., L. The neuroscience of language. *Brain and Language*, 103, 1-3, 2008.
- SMITH, E., E. Theories of semantic memory. In ESTES, W., K. (ed.). *Handbook of learning and cognitive processes*. John Wiley & Sons Inc, 1979. ISBN 978-0470263112.
- SPARKS, J., R.; RAPP, D., N. Discourse processing-examining our everyday language experiences. *WIREs Cognitive Science*, 1, 3, 371-381, 2010.
- STANOVICH, K., E.; WEST, R., F. Mechanisms of sentence context effects in reading: Automatic activation and conscious attention. *Memory & Cognition*, 7, 77-85, 1979.
- STEMMER, B.; WHITAKER, H., A. (eds.). *Handbook of Neurolinguistics*. London: Academic Press, 1998. ISBN 0-12-666055-7.
- STEMMER, B.; WHITAKER, H., A. (eds.). *Handbook of the Neuroscience of Language*. Elsevier, 2008. ISBN 978-0-08-045352-1.
- STEMMER, B. Neuropragmatics: Disorders and Neural System. In STEMMER, B.; WHITAKER, H., A. (eds.). *Handbook of the Neuroscience of Language*. Elsevier, 2008a. ISBN 978-0-08-045352-1.
- STEMMER, B. Neuropragmatics. In BALL, J., M.; PERKINS, M., R.; MÜLLER, N. et al. (Eds.). *The Handbook of Clinical Linguistics*. Blackwell Publishing Ltd., 2008b. ISBN 978-1-405-13522-1.
- STONE, V.; GERRANS, P. What's domain-specific about Theory of Mind. *Social Neuroscience*, 1, 309-319, 2006.
- TANAKA, S.; INUI, T. Cortical involvement for action imitation of hand/arm posture versus finger configurations: An fMRI study. *Neuroreport*, 13, 1599-1602, 2002.
- TANNER, D., C. Redefining Wernicke's Area: Receptive Language and Discourse Semantics. *An Advanced Course in Communication Sciences and Disorders*, 2006

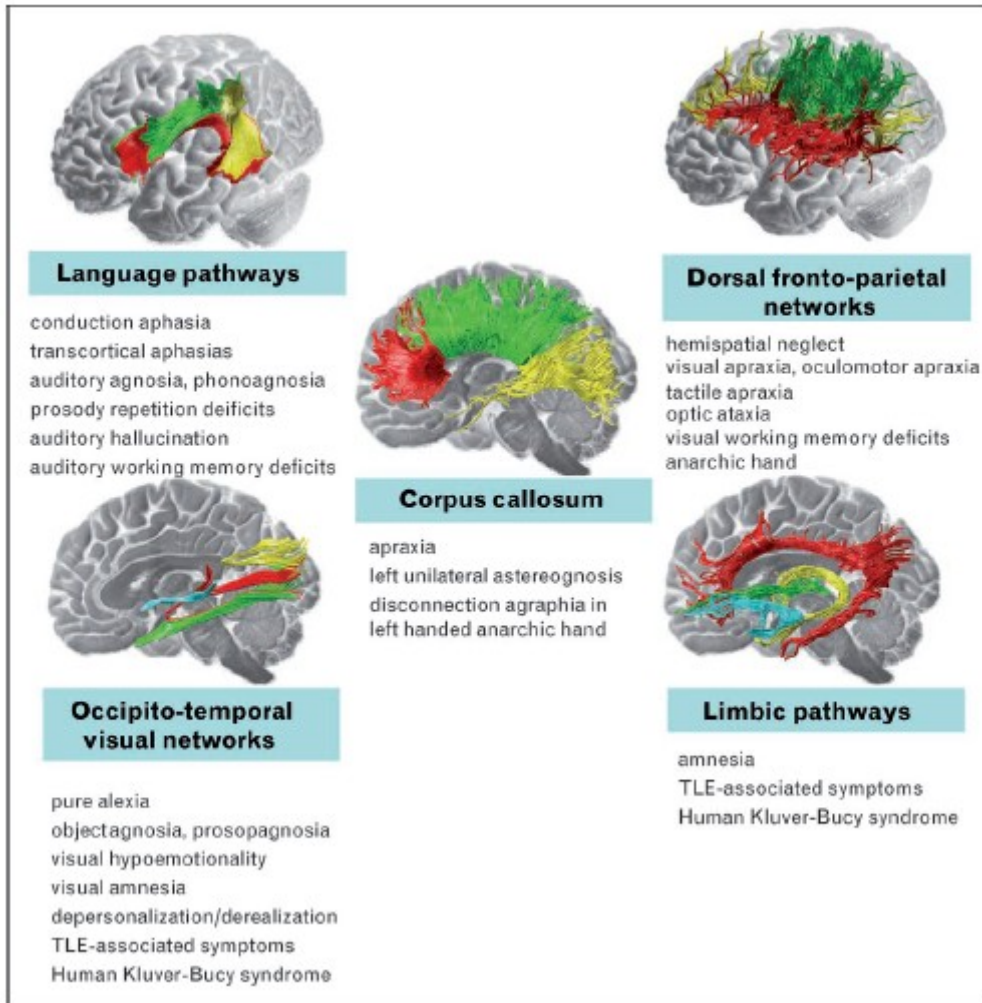
- THOMA, P.; DAUM, I. Neurocognitive mechanisms of figurative language processing: Evidence from clinical dysfunctions. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30, 1182-1205, 2006.
- THOMASELLO, M.; CARPENTER, M.; CALL, J., B. et al. Understanding and sharing intentions: the origins of cultural cognition. *Behavioral and Brain Science*, 28, 1-61, 2005.
- THOMPSON, C., K.; BONAKDARPOUR, B.; FIX, S., C. et al. Neural Correlates of Verb Argument Structure Processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19, 1753-1767, 2007.
- TURELLA, L.; PIERNO, A., C.; TUBALDI, F. et al. Mirror neurons in humans: Consistent or confounding evidence? *Brain and Language*, 108, 10-21, 2009.
- TURGEON, Y.; MACOIR, J. Classical and Contemporary Assessment of Aphasia and Acquired Disorders of Language. In STEMMER, B.; WHITAKER, H., A. (eds.). *Handbook of the Neuroscience of Language*. Elsevier, 2008a. ISBN 978-0-08-045352-1.
- TYLER, L., K.; STAMATAKIS, E., A.; POST, B. Temporal and frontal systems in speech comprehension: An fMRI study of past tense processing. *Neuropsychologia*, 43, 1963-1974, 2005.
- TYLER, L., K.; MARSLER-WILSON, W. Fronto-temporal brain systems supporting spoken language comprehension. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 363, 1037-1054, 2008.
- ULLMAN, M., T. Contributions of memory circuits to language: The declarative/procedural model. *Cognition*, 92, 231-270, 2004.
- ULLMAN, M., T.; PIERPONT, E., I. Specific language impairment is not specific to language: The procedural deficit hypothesis. *Cortex*, 41, 399-433, 2005.
- ULLMAN, M., T. The Role of Memory Systems in Disorders of Language. In STEMMER, B.; WHITAKER, H., A. (eds.). *Handbook of the Neuroscience of Language*. Elsevier, 2008. ISBN 978-0-08-045352-1.
- VAN BERKUM, J., J., A.; BROWN, C., M.; ZWITSERLOOD, P. et al. Anticipating upcoming words in discourse: Evidence from ERPs and reading times. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31, 443-467, 2005.
- VAN LANCKER, D., R.; KEMPLER, D. Comprehension of familiar phrases by left-but not by right-hemisphere damaged patients. *Brain and Language*, 32, 265-277, 1987.
- VIGLIOCCO, G.; VINSON, D., P.; DRUKS, J. et al. Nouns and verbs in the brain: A review of behavioural, electrophysiological, neuropsychological and imaging studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 35, 407-426, 2011.

- VIRTUE, S.; BROEK, P. Hemispheric processing of anaphoric inferences: The activation of multiple antecedents. *Brain and Language*, 93, 327-337, 2005.
- VODIČKA, L. *Anglicko-český slovník frázových sloves*. Havlíčkův Brod: Fragment, 2002. ISBN 80-7200-588-X.
- WARREN, J., E.; WISE, R., J., S.; WARREN, J., D. Sounds do-able: auditory-motor transformations and the posterior temporal plane. *Trends in Neurosciences*, Vol. 28, No. 12, 636-643, 2005.
- WATKINS, K., E.; DEVLIN, J., T. Transcranial Magnetic Stimulation (TMS) as a Tool for Studying Language. In STEMMER, B.; WHITAKER, H., A. (eds.). *Handbook of the Neuroscience of Language*. Elsevier, 2008. ISBN 978-0-08-045352-1.
- WEBSTER, D., B. *Neuroscience of Communication*. San Diego: Singular Publishing Group, 2nd edition, 1999. ISBN 1-5659-3985-9.
- WHITWORTH, A.; WEBSTER, J.; HOWARD, D. *A Cognitive Neuropsychological Approach to Assessment and Intervention in Aphasia. A clinician's guide*. NY: Psychology Press, 2005. ISBN 1-84169-345-6.
- WILSON, A., R.; KEIL, C., F. (eds.). *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*. London: The MIT Press, 1999. ISBN 0-262-73124-X.
- WISE, R. J. S.; SCOTT, S. K.; BLANK, S. C. et al. Separate neural subsystem within 'Wernicke's area'. *Brain*, 124, 83-95, 2001.
- WRAY, A. Dual processing in protolanguage: Performance without competence. In A. Wray (ed.), *The Transition to Language*. Oxford: OUP, 2002. ISBN 978-0199250660.
- WRAY, A. Formulaic Sequences and Language Disorder. In BALL, M., J.; PERKINS, M., R.; MÜLLER, N. et al. (eds.). *The Handbook of Clinical Linguistics*. Blackwell Publishing Ltd., 2008. ISBN 978-1-405-13522-1.
- YE, Z.; ZHOU, X. Executive control in language processing. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33, 1168-1177, 2009.
- ZEMPLINI, M., Z.; HAVERKORT, M.; RENKEN, R. et al. Evidence for bilateral involvement in idiom comprehension: An fMRI study. *NeuroImage*, 34, 1280-1291, 2007.
- ZUBRICARAY DE, I., G.; ROSE, S.; McMAHON, K. The structure and connectivity of semantic memory in the healthy older adult brain. *NeuroImage*, 54, 1488-1494, 2011.
- ZURIF, E. B.; GRODZINSKY, Y. Sensitivity to grammatical structure in agrammatism: A reply to Linebarger *et al.*, *Cognition*, 15, 207 -213, 1983.
- ZWAAN, R., A.; RAPP, D., N. Discourse comprehension. In TRAXLER, M., J.; GERNSBACHER, A., M. (Eds.). *Handbook of Psycholinguistics*. San Diego: Academic Press, 2006. ISBN 978-0123693747.

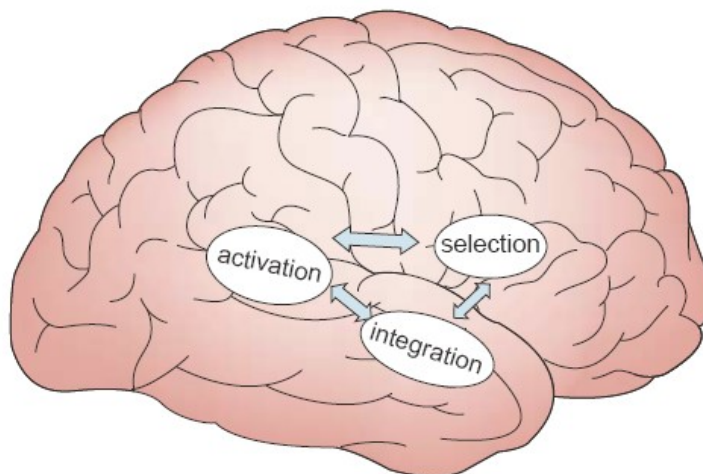
BAREVNÁ OBRAZOVÁ PŘÍLOHA



Obr. XX Na Brodmanově mapě kortikálních regionů jsou barevně znázorněny oblasti související s jazykovým zpracováním. (Démonet et al., 2005).

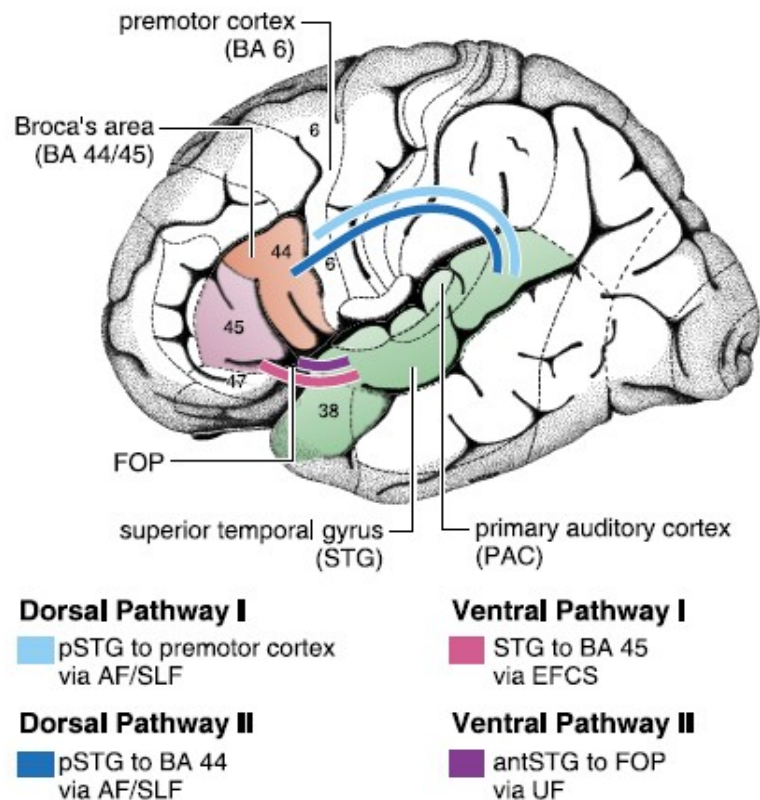


Obr. 1 Svazky nervových vláken spojujících jednotlivé oblasti kortexu (Catani, 2006).

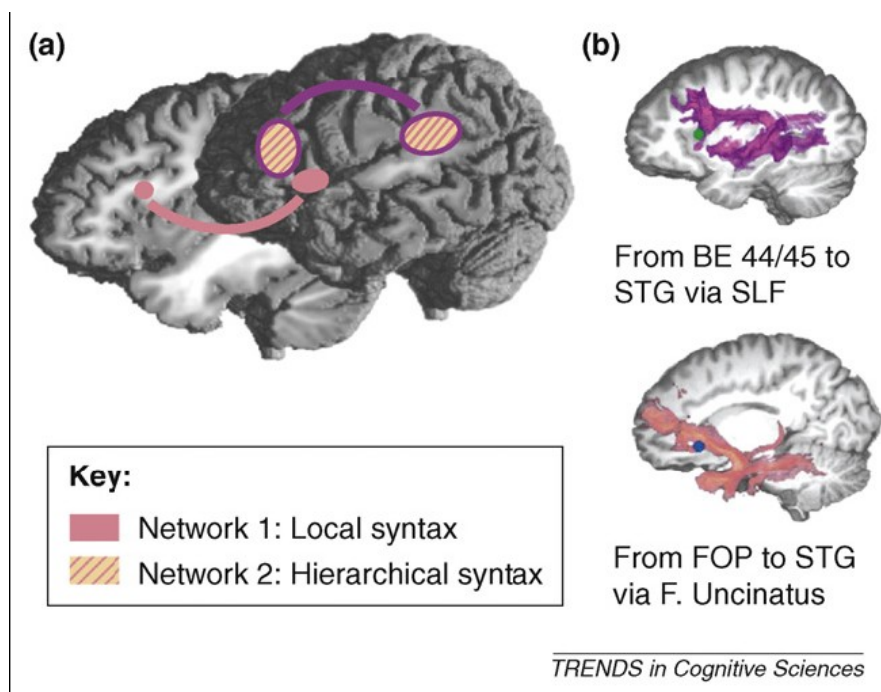


TRENDS in Cognitive Sciences

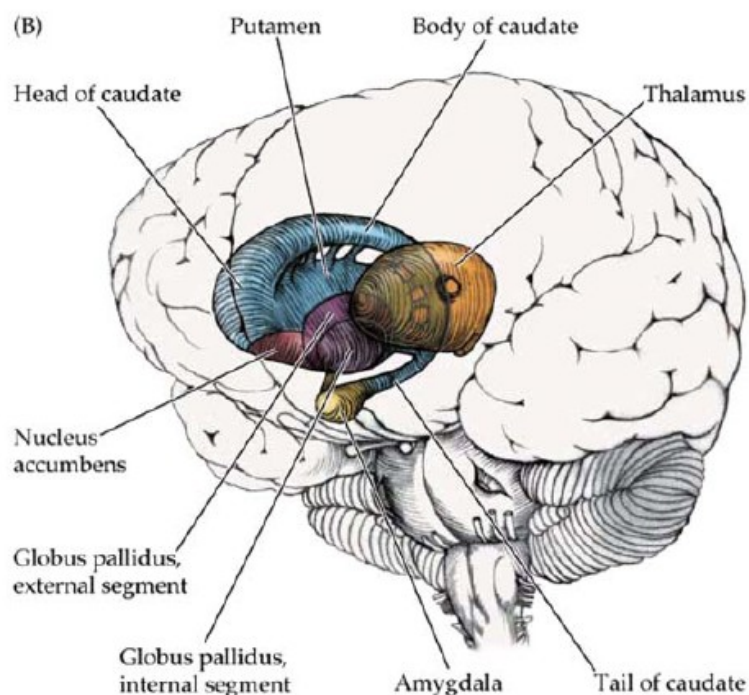
Obr. 2 Tří komponentový model sémantického zpracování, který se aktivuje v průběhu procesu prozumění: sémantická aktivace probíhá v posteriorním středovém/superiorním temporálním gyru; sémantická integrace v anteriorním středovém/superiorním temporálním gyru; sémantická selekce v inferiorním frontálním gyru. Sémantického zpracování je vnímáno jako bilaterální a interaktivní neurokognitivní proces (Beeman, 2005).



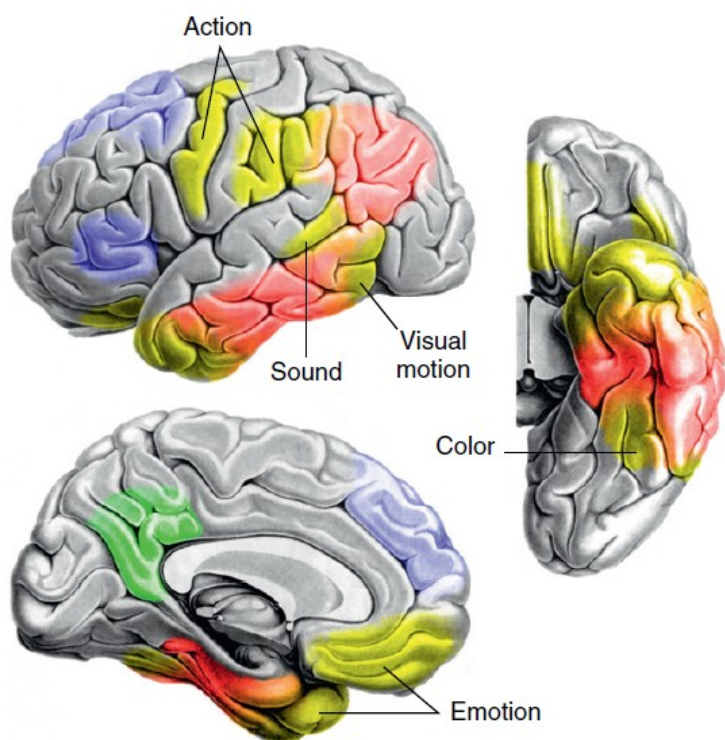
Obr. 3 Konektivita levého inferiorního frontálního kortexu (IFC) a horního temporálního gyru (STG) prostřednictvím dorzální a ventrální dráhy. Zkratky: AF – fasciculus arcuatus; EFCS – svazek vláken v capsula extrema; FOP - frontální operculum; SLF – horní longitudinální fasciculus; UF fasciculus uncinatus (Friederici, 2011).



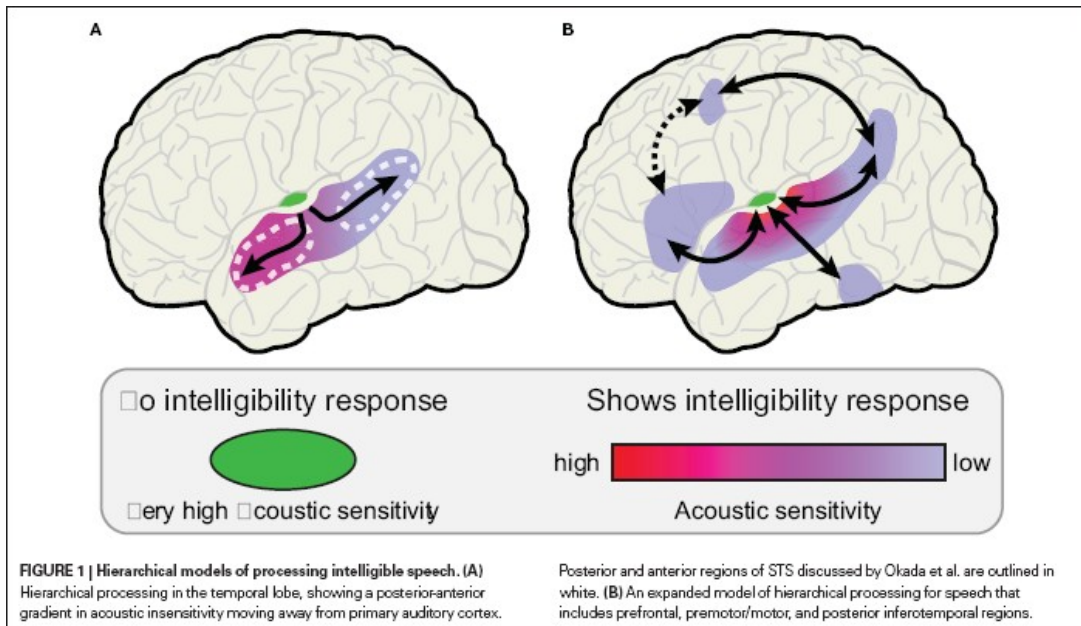
Obr. 4 Syntactická neurokognitivní síť. (a) Zobrazuje dvě neuronální sítě pro syntaktické zpracování. (b) Ukazuje vedení bílé hmoty trasované pomocí metody DTI. Horní obrázek zaznamenává tzv. dorzální dráhu, dolní ukazuje dráhu ventrální. Zkratky: SLF - superior longitudinal fasciculus; STG - superior temporal gyrus; FOP - frontální operculum; F- fasciculus (Friederici, 2009a).



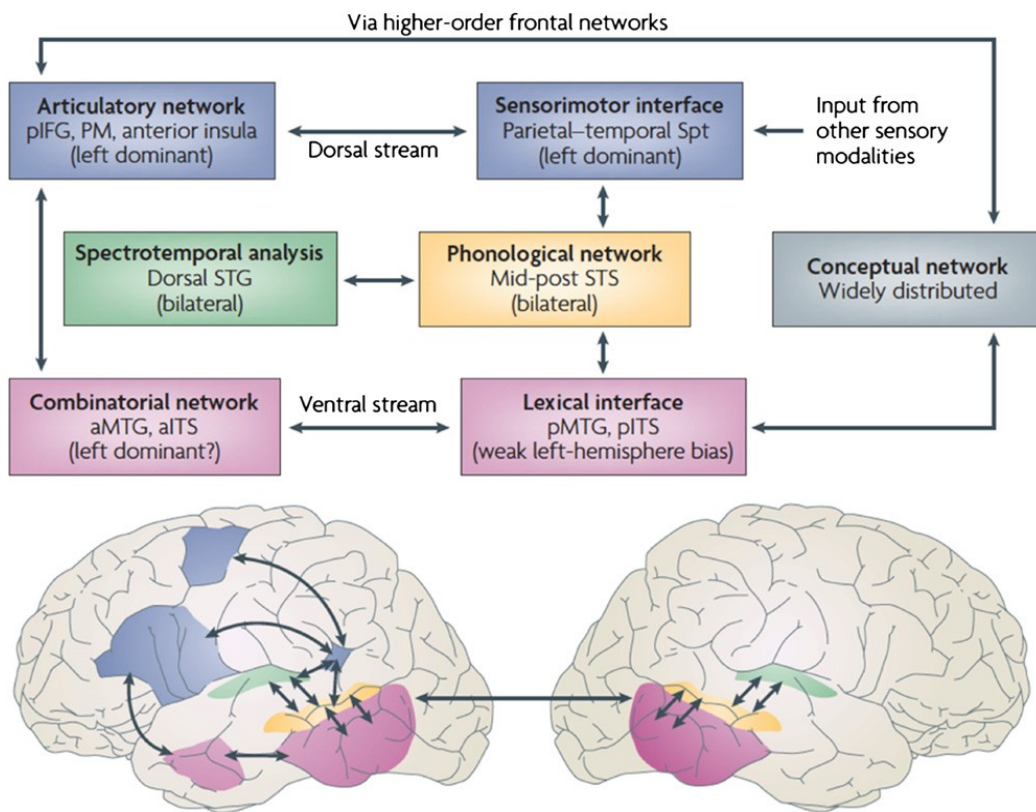
Obr. 5 Anterolaterální pohled na vnitřní struktury šedé hmoty – bazální ganglia (BG) a Thalamus. Bazální ganglia tvoří nucleus caudatus, putamen, globus pallidus (Kozíol a Buddingová, 2009).



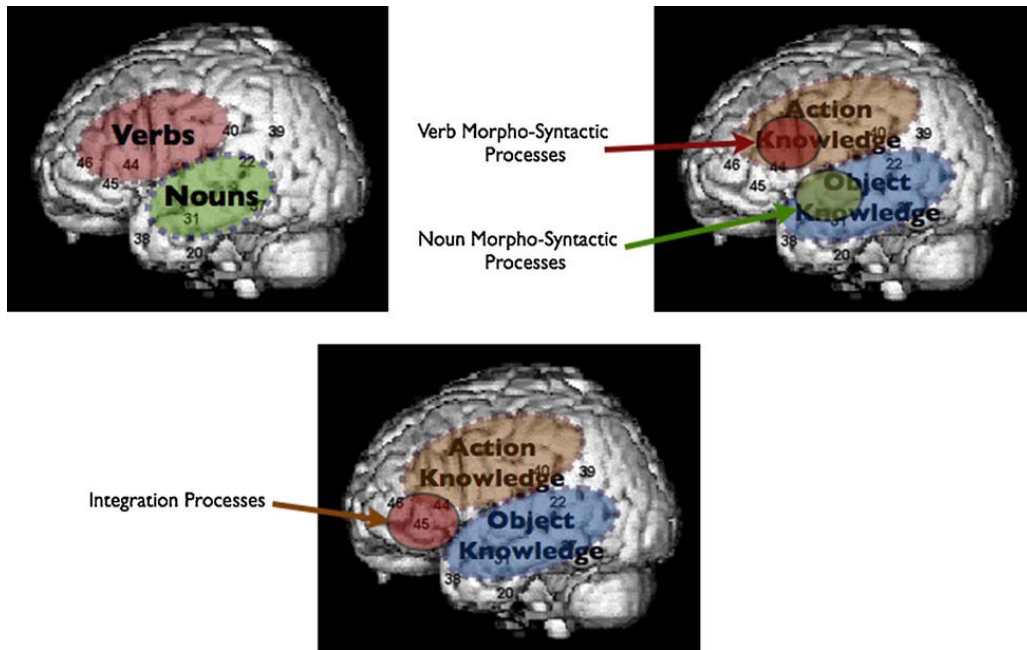
Obr. 6 Neuroanatomický model sémantického zpracování – souhrn dat z klinických studií a fMRI studií. Modalitně-specifická složka sémantického systému (žluté regiony představující sensorický, motorický a afektivní kortex) slouží jako informační vstupní brána pro následné zpracování sémantické informace v temporálních a parietálních konvergentních zónách (červené oblasti), které obsahují abstraktní reprezentace objektů a dějových situací. Dorsomediální a inferiorní prefrontální kortex (modré regiony) složí jako kontrolní systém aktivace a cingulární gyrus a precuneus (zelený region) pravděpodobně slouží jako funkční rozhraní mezi sémantickou sítí a systémem paměti. Podobná neurokognitivní síť sémantického zpracování, i když v menším rozsahu, je i v pravé hemisféře (Binder a Desai, 2011).



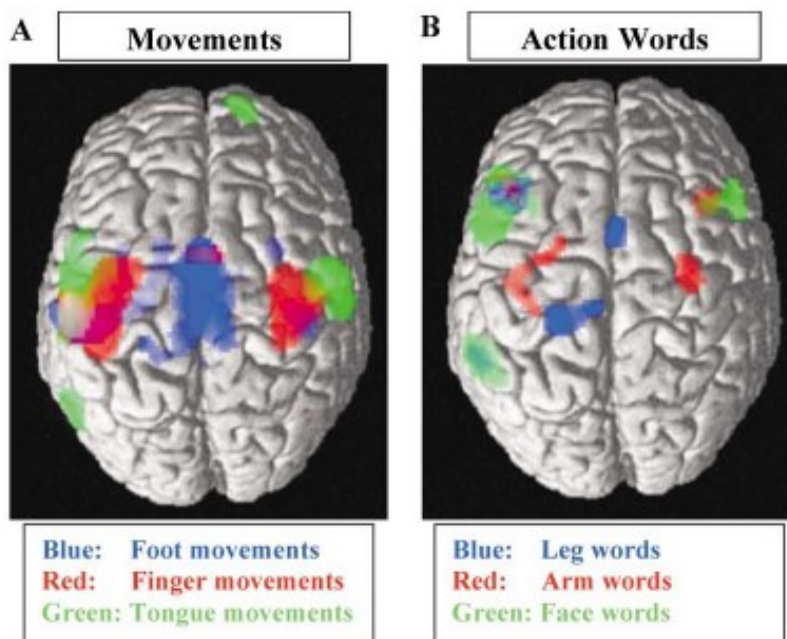
Obr. 7 Hierarchické zpracování řeči ve sluchovém kortexu (Pelleová et al., 2010).



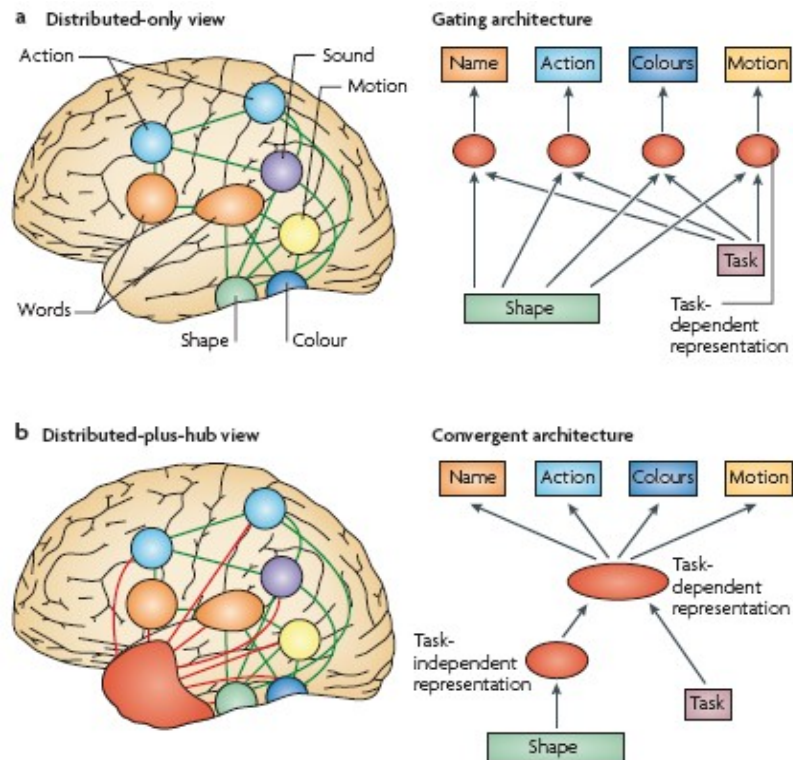
Obr. 8 Model funkční anatomie jazykového zpracování. Ukazuje dva hlavní proudy zpracování. Ventrální proud porozumění řeči je bilaterálně organizován – ze sluchového kortexu míří informace k dalšímu zpracování do anteriorních a posteriorních inferiorních oblastí temporálního kortexu. Dorzální proud je specializován na senzo-motorickou integraci a je lateralizován do LH – zahrnuje parieto-temporální rozhraní a frontální lalok. Zkratky: ATL: anteriorní temporální lalok; Aud: sluchový kortex (*early processing stages*); BA 45/44/6; MTG/ITG - střední temporální gyrus, inferiorní temporální gyrus; SMG - supramarginální gyrus; Spt - Sylvianský parieto-temporální region (*left only*); STG - superiorní temporální gyrus; červená linie: Sylviova rýha; žlutá linie: superiorní temporální sulcus (STS) (Hickok, 2009).



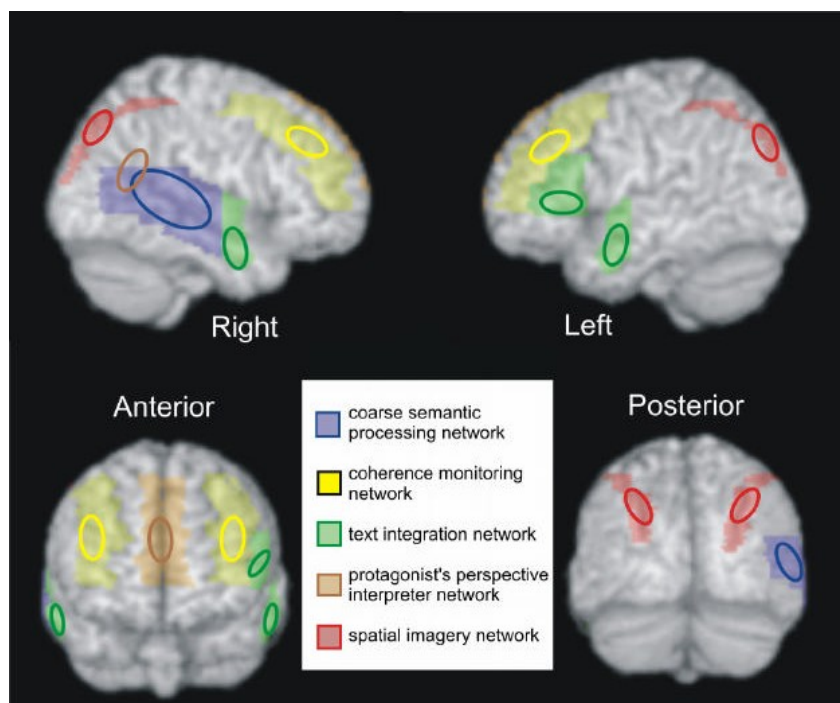
Obr. 9 Přehled oblastí, které se podílejí na zpracování substantiv a sloves (Viglioccoová a Vinson, 2011).



Obr. 10 Hemodinamické změny na povrchu kortexu u sloves a pohybů, které tato slovesa reprezentují (Hauk et al., 2004).



Obr. 11 Dva neuroanatomické modely sémantického zpracování. **A.** Distribuční model předpokládá, že sémantický systém je tvořen široce distribuovanou neurokognitivní sítí s bohatou konektivitou mezi těmito oblastmi. **B.** Zatímco model označovaný jako the distributed-plus-hub view zastává názor, že existuje kromě modalitně-specifických oblastí i společná abstraktní úroveň zpracování (hub) v anteriorních oblastech temporálního kortexu, která zprostředkovává určité asociace mezi atributy celé události (Pattersonová et al., 2007).



Obr. 12 Neuroanatomická reprezentace modelu Parallel Networks of Discourse (Mason a Just, 2006).