

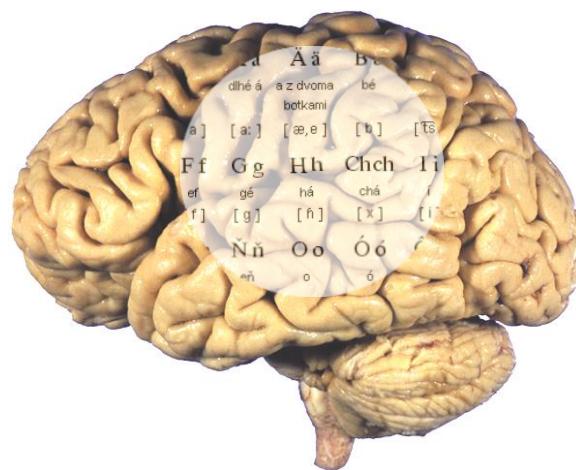
# Cross-Language Studies of Reading and Spelling in Patients with Stroke, Alzheimer's Disease, and Primary Progressive Aphasia

Zsolt Cséfalvay, Ph.D.

Department of Communication Disorders  
Comenius University, Bratislava, Slovakia

Steven Z. Rapcsak, M.D.

Department of Neurology  
University of Arizona, Tucson, USA



# Prečo sa venujeme tejto téme? klinický a teoretický význam

## **PREČO ČÍTA PACIENT S ALEXIOU „PANI“ NAMIESTO „ŽENA“? NEUROKOGNITÍVNA ANALÝZA A TERAPIA HÍBKOVEJ ALEXIE U PACIENTA PO NCMP**

doc. PaedDr. Zsolt Cséfalvay, PhD.<sup>1</sup>, PhDr. Marta Egryová<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Katedra logopédie PdFUK, Bratislava

<sup>2</sup>II. neurologická klinika Fakultnej nemocnice s poliklinikou akad. L. Dérera, Bratislava

Získané poruchy čítania (alexie) u pacientov s ložiskovými léziami mozgu majú rôzny mechanizmus, ktorý sa navonok manifestuje rôznymi poruchami pri čítaní. Rôzne typy alexií boli opísané najmä v anglosaskej literatúre, ale aj u pacientov používajúcich transparentný jazyk, akým je aj slovenčina. V našom príspevku opisujeme prípad pacienta s chronickou afáziou, u ktorého v klinickom obraze viac ako 20 rokov perzistovala afázia, híbková alexia a agraphia. Po recidíve náhlej cievnej mozgovej príhody sa jeho poruchy čítania zvýraznili. Po intenzívnej logopedickej terapii špecificky zameranej na čítanie sa výkony pri čítaní slov zlepšili aj po rokoch pretrvávania tejto poruchy. Našim cieľom je charakterizovať híbkovú alexiu pacienta, poukázať na postup pri plánovaní terapie híbkovej alexie a postup pri mapovaní jej efektivity, ako aj ilustrovať využitie kognitívnej analýzy pre klinickú prax.

**Kľúčové slová:** híbková alexia, kognitívna analýza, efektivita terapie alexie.

1. Pacient s chronickou afáziou, alexiou a agrafiou
2. Mal veľký záujem znova sa naučiť čítať a písat'

príznaky hĺbkovej alexie  
(deep alexia)

- neschopnosť prečítať „krátke“, gramatické slová (pred, od...)
- čítanie pseudoslov - 0%
- ťažkosti pri čítaní slovies
- zámena slov (žena - pani)
- relatívne **dobré čítanie** vysoko-frekventovaných, konkrétnych podstatných mien (90%)

1. Pacient s chronickou aféziou, alexiou a agraphiou
2. Mal veľký záber na čitateľnosť a významné problémy s čítať

## Čo to znamená?

*Existujú rôzne spôsoby, stratégie čítania?*

*Rôzne mozgové koreláty?*

*Rôzne prístupy v obnovovania schopnosti  
(terapie alexie)?*

# Evolúcia písanej reči/písaného jazyka



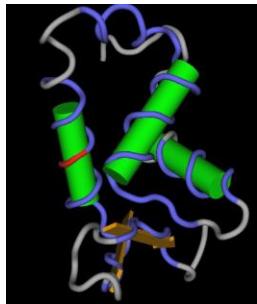
Homo Sapiens  
200,000 - 100,000 BCE



Systém písanej reči  
4,000 - 3,000 BCE



Hovorená reč



Kresba obrázkov  
40,000 - 20,000 BCE



Abeceda  
900 BCE

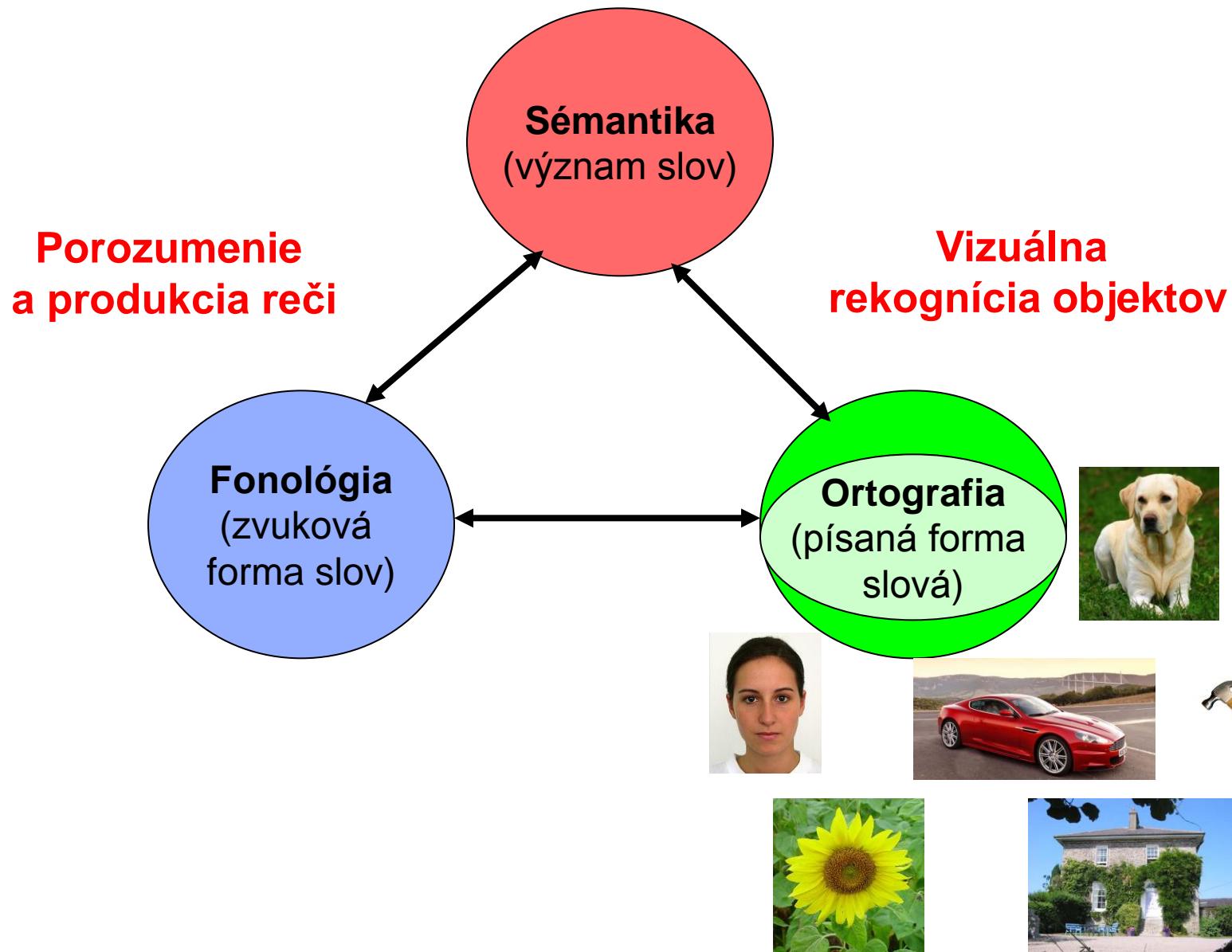
A Alpha (al-fah)	B Beta (bay-tah)	Γ Gamma (gam-ah)	Δ Delta (deh-tah)	E Epsilon (eh-si-lon)	Z Zeta (zay-tah)
H Eta (ay-tah)	Θ Theta (thay-tah)	I Iota (eye-o-tah)	Κ Kappa (kap-pah)	Λ Lambda (lamb-dah)	M Mu (mew)
N Nu (nue)	Ξ Xi (ze)	Ο Omicron (om-e-cron)	Π Pi (pee)	Ρ Rho (roh)	Σ Sigma (sig-mah)
Τ Tau (taw)	Υ Upsilon (up-sil-on)	Φ Phi (fee)	Χ Chi (che)	Ψ Psi (sigh)	Ω Omega (oh-may-gah)

## Písaná reč vs. hovorená reč

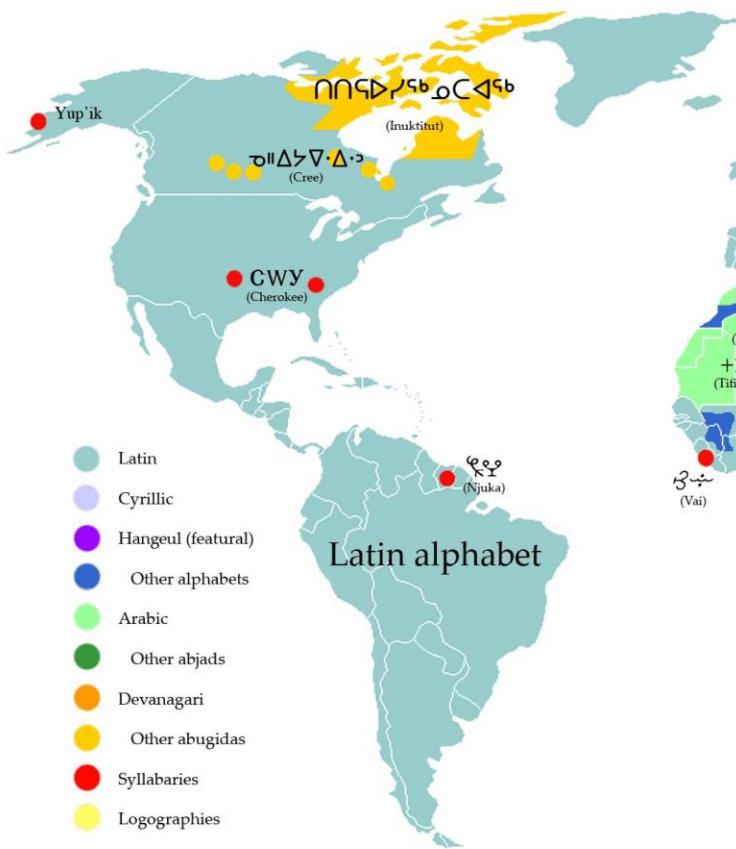
- **Fylogeneticky** sa objaví neskôr ako hovorená reč/jazyk
  - Kultúrne podmienená invencia, ktorá používa vizuálne symboly reprezentujúce elementy hovorenej reči (slov, slabík, foném)
- **Ontogeneticky** sa osvojuje neskôr ako hovorená reč
  - naučiť sa čítať a písat' vyžaduje **explicitnú inštrukciu** u detí, ktoré si už osvojili hovorenú reč a majú schopnosti vizuálnej rekognície

## Písaná reč vs. hovorená reč

- Je málo pravdepodobné, že je sprostredkované **geneticky predprogramovanou neuronálnou siet'ou**, specializovanou na čítanie a pínanie
- Písaná reč musí stavať na **primárnych mozgových systémoch** vyvinutých pre produkciu/porozumenie hovorenej reči a pre vizuálnu diskrimináciu tvarov



# Písmové systémy sveta



**Logografický**

**Sylabický**

**Alfabetický**



**slovo**

**slabika**

**fonémy**

**HORSE 馬  
(mă)**

か	が	さ	ざ
カ	ガ	サ	ザ
ka	ga	sa	za

**D-O-M**

# Písaná reč: univerzálne vs. jazykovo-špecifické kognitívne mechanizmy a mozgové substráty

## Univerzálne kognitívne požiadavky:

- V každom písmovom systéme sa význam komunikuje použitím vizuálnych symbolov, ktoré reprezentujú jednotky reči (slová, slabiky, fonémy)
- Čítanie/písanie si vyžaduje naučiť sa **vztah medzi** fonologickou (zvuky reči) a ortografickou (vizuálne symboly, písmená) reprezentáciou

## Jazykovo-špecifické rozdiely:

- Rôzne jazyky majú rôznu veľkosť jednotiek pri prevode fonologie do ortografie
- Rôzne miera konzistencie medzi písmenom a zvukom daného jazyka

# **Písaná reč:** univerzálne vs. jazykovo-špecifické kognitívne mechanizmy a mozgové substráty

## **Univerzálne neurobiologické požiadavky:**

- Vytvorenie rozsiahlej neuronálnej siete, ktorá integruje vizuálne/ortografické informácie s existujúcimi mozgovými korelátmi hovorenej reči pre fonologické a sémantické informácie.

## **Jazykovo-špecifické rozdiely:**

- V rôznych jazykoch je rôzna miera účasti komponentov rozsiahleho jazykového systému pri čítaní a písaní

Podľa konzistencie korešpondencie medzi fonémami a grafémami sa hodnotí **hĺbka ortografie v alfabetických jazykoch** (transparencia)



### TRANSPARENTNÝ JAZYK (shallow ort.)

1 graféma      ↔      1 fonéma



### NETRSPARENTNÝ JAZYK (deep ort.)

1 graféma      →      viac foném  
viac grafém      ←      1 graféma

Anglická ortografia: nepravidelný vzťah medzi písmenom a hláskou  
preto tendencia opierať sa stratégii čítania celých slov (lexikálna stratégia)

- rovnaké písmeno (a) je vyslovovaná rôzne :

Cat      Was      Saw      Made      Car      Care

- rovnaká hláska (i:) sa píše rôzne v rôznych slovách :

She      Key      Free      Tea      Ski      Brief      Receive      Ppeople

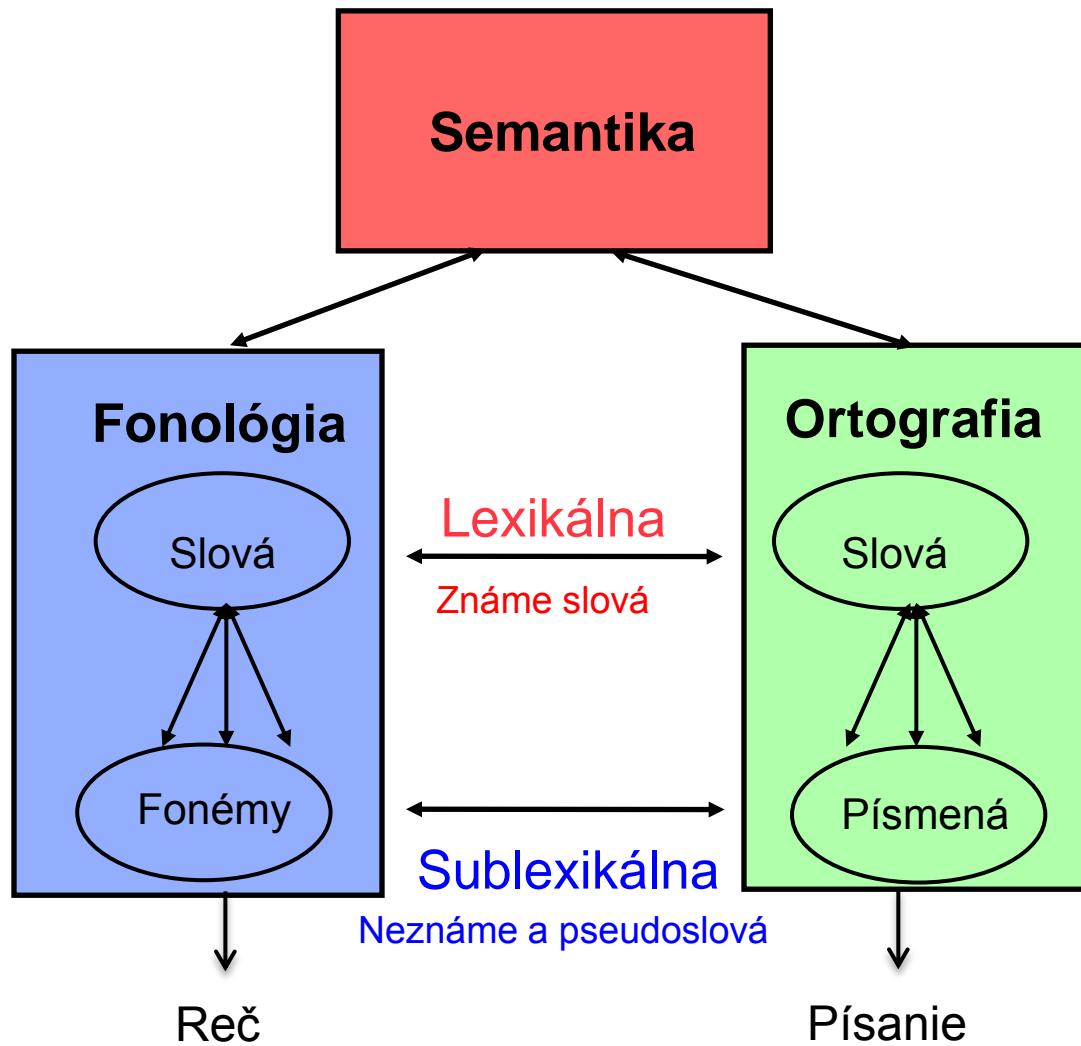
- nepravidelnosť pri „grain sizes“

M <u>int</u>	H <u>int</u>	P <u>int</u>
S <u>ave</u>	B <u>rave</u>	H <u>ave</u>
F <u>ew</u>	N <u>ew</u>	S <u>ew</u>
L <u>ove</u>	D <u>rove</u>	P <u>rove</u>
M <u>ood</u>	G <u>ood</u>	B <u>lood</u>
T <u>hrough</u>	R <u>ough</u>	D <u>ough</u>
		P <u>lough</u>

- nepravidelné slová: Choir                    Yacht                    Tomb

- Homofónne slová: Way – Weigh      Scene – Seen      Bear – Bare      Sale - Sail

# Kognitívny model dvojitej cesty jazykových procesov: reprezentácie lexikálnej pamäti vs. sublexikálnej konverzia (F-G)



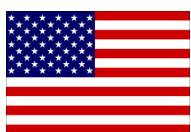
# Hypotéza o ortografickej hĺbke

## Orthographic Depth Hypothesis (ODH)

- (1) Osoby používajúce **alfabetický jazyk** sa opierajú o lexikálnu alebo sublexikálnu stratégiu pri čítaní/písaní podľa miery konzistencie vzťahu písmeno–zvuk v danom jazyku.
  
- (2) V jazyku s **transparentou ortografiou (shallow orthography)** je mapovanie medzi písmenom a zvukom (hláskou) vysoko konzistentné a preto je dominantne používaná sublexikálna cesta pri čítaní/písaní známych slov aj pseudoslov.

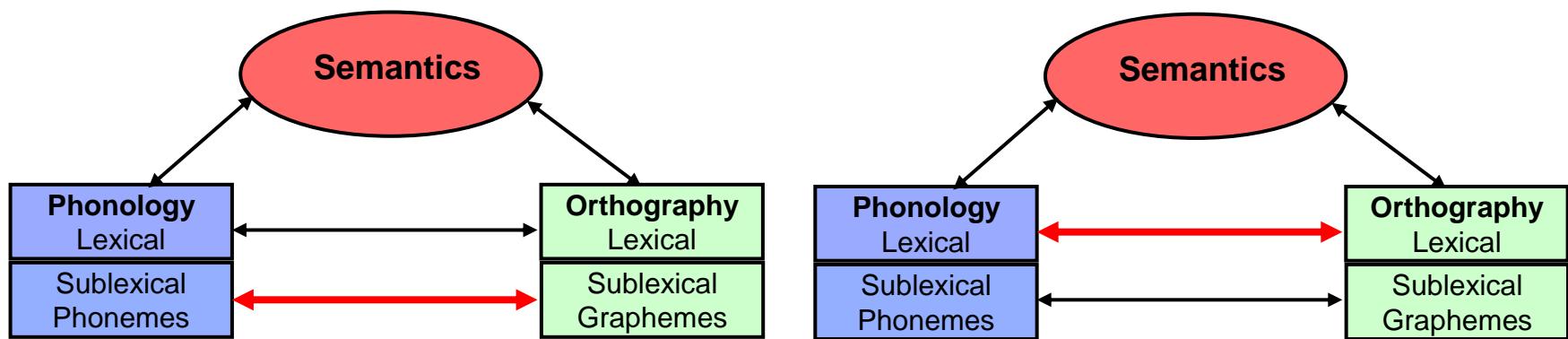


# Orthographic Depth Hypothesis (ODH)



- V jazyku s **netransparentou ortografiou (deep orthography)** je mapovanie medzi písmenom a zvukom (hláskou) nekonzistentné a preto, aby minimalizovali chybné čítanie/písanie používajú pri slovách lexikálnu, pri pseudoslovách sublexikálnu cestu.
- Jazykovo-špecifické rozdiely v miere funkčnej špecializácie: separácia lexikálnej a sublexikálnej cesty je viac manifestná pri jazykoch s **netransparentnou ortografiou**, rozdiely medzi čítaním slov a pseudoslov sú výrazné (**efekt lexikalit**).

# Orthographic Depth Hypothesis: Differences in the Division of Labor or Relative Balance between the Sublexical and Lexical Pathways

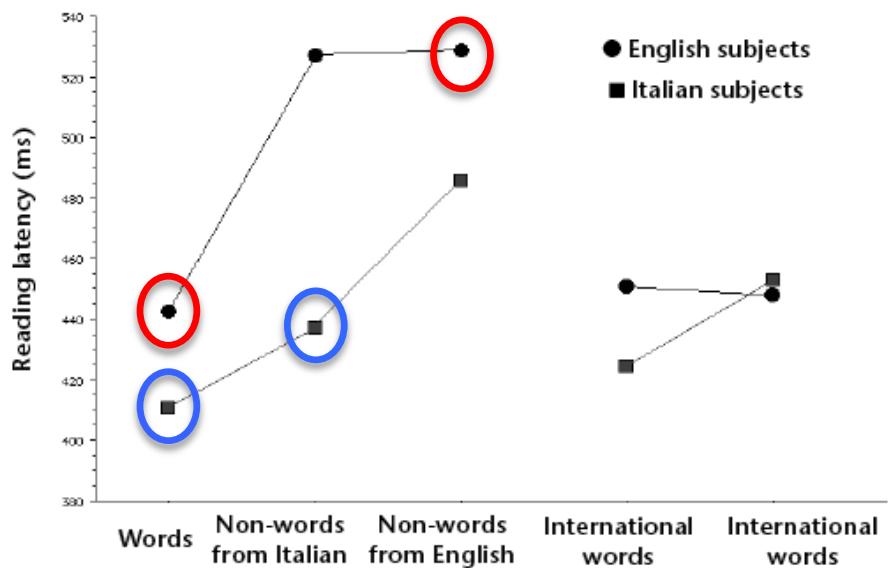


Transparent/Shallow Orthography  
Nonwords: Sublexical  
Words: Sublexical > Lexical



Opaque/Deep Orthography  
Nonwords: Sublexical  
Words: Lexical > Sublexical



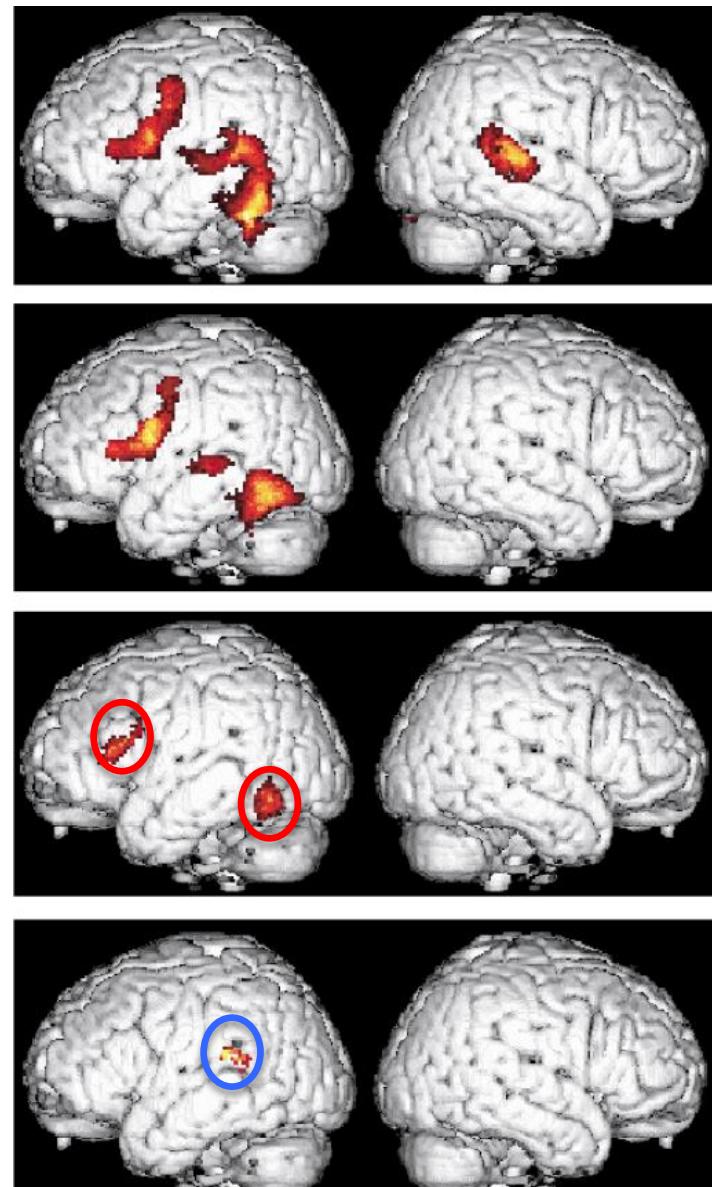


English (deep) slower than Italian (shallow) for both words and nonwords  
 Nonwords slower than words, but the size of the difference or the  
 "lexicality effect" is much larger in English than in Italian

**English > Italian**

Orthographic Depth Effect:  
 Differences in Levels of Network Activation

**Italian > English**

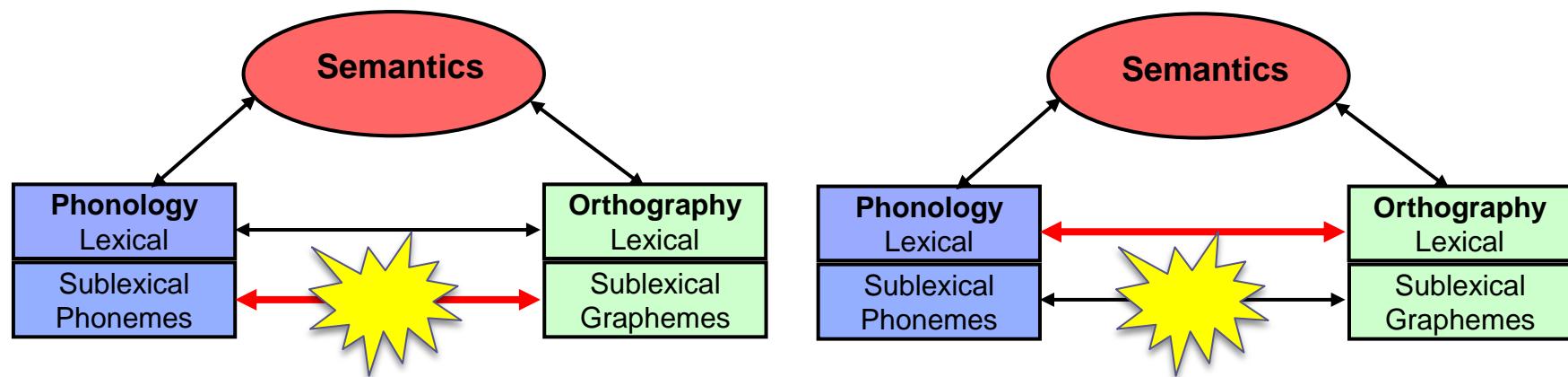


Paulesu et al., 2001

# **Neuropsychological Test of ODH**

- Cross-language study to investigate the nature and prevalence of acquired alexia/agraphia in Slovak vs. English speakers
- Identify language-specific differences in the cognitive mechanisms and neural substrates of written language processing
- Retrospective analysis of reading/spelling data collected from patients with stroke or neurodegenerative disorders
- Total number of participants: 206; English (n=104), Slovak (n=102)
  - Stroke: English (n=73), Slovak (n=64)
  - Alzheimer's Disease (AD): Slovak (n=38)
  - Primary Progressive Aphasia (PPA): English (n=31)

# Orthographic Depth Hypothesis: Neuropsychological Predictions



↓ Nonwords: Sublexical

↓ Words: Sublexical > Lexical

↑ Lexicality Effect



↓ Nonwords: Sublexical

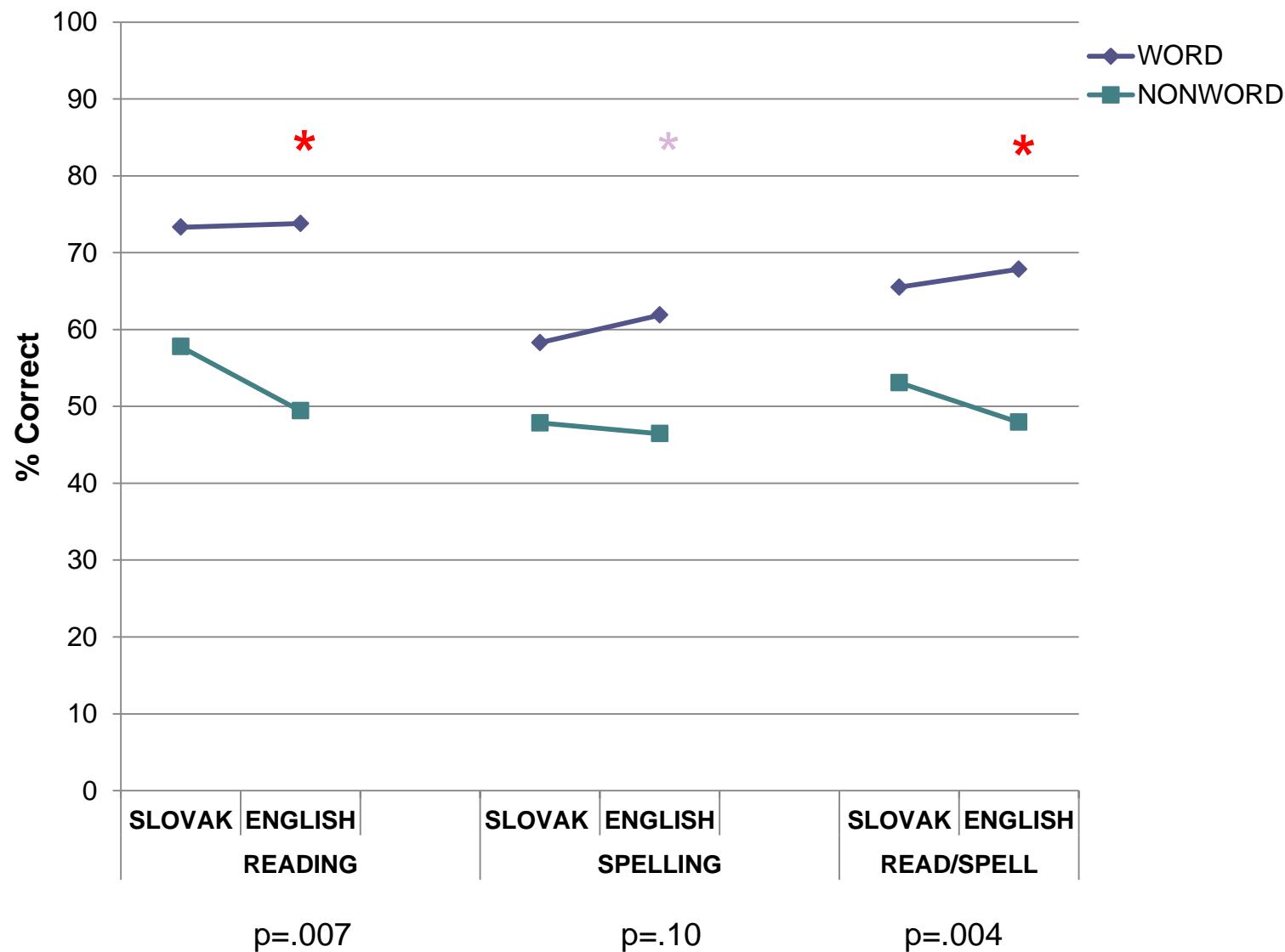
↓ Words: Lexical > Sublexical

↑↑ Lexicality Effect

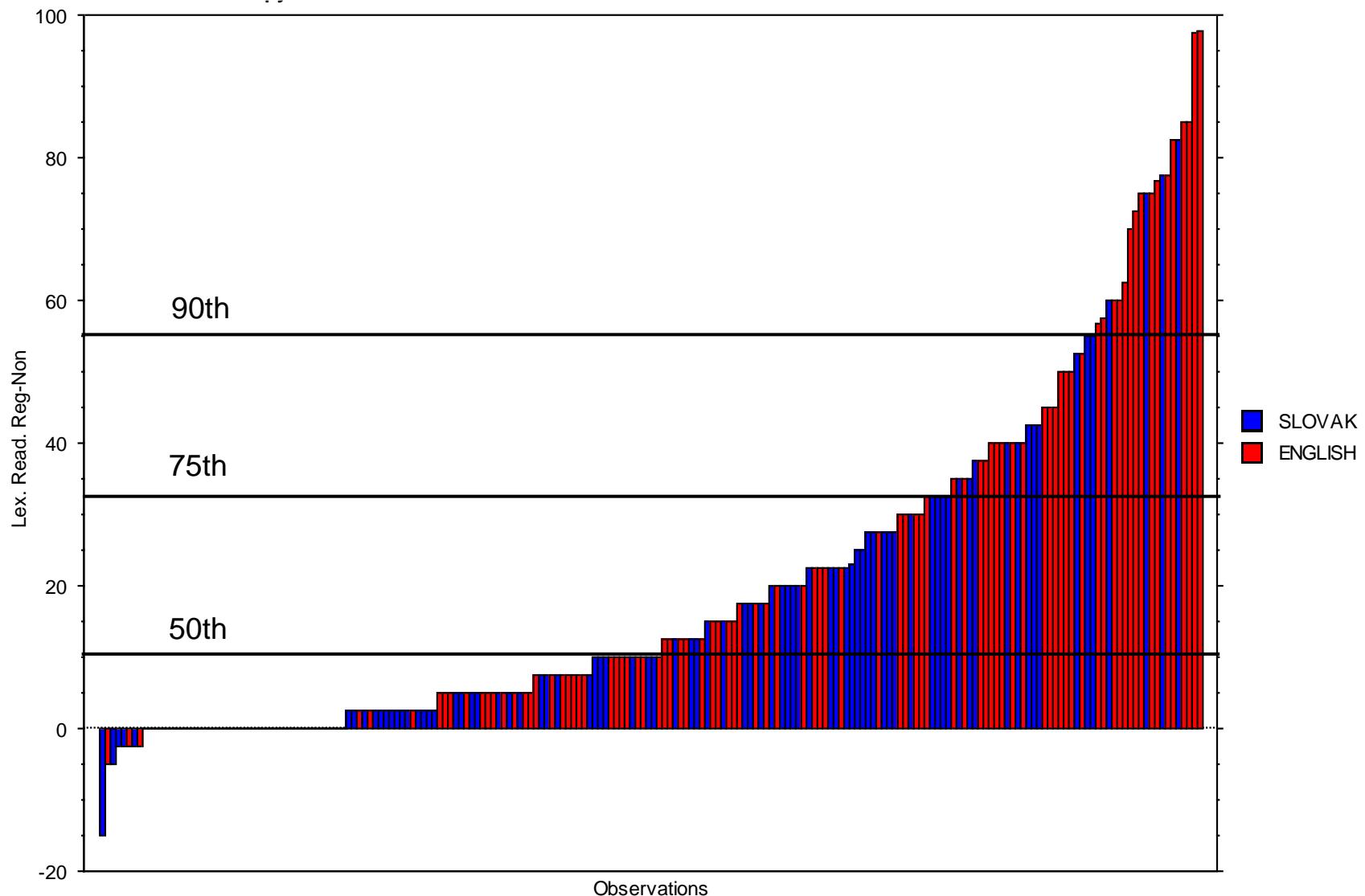


Phonological Alexia/Agraphia  
(words >> nonwords)  
English >> Slovak

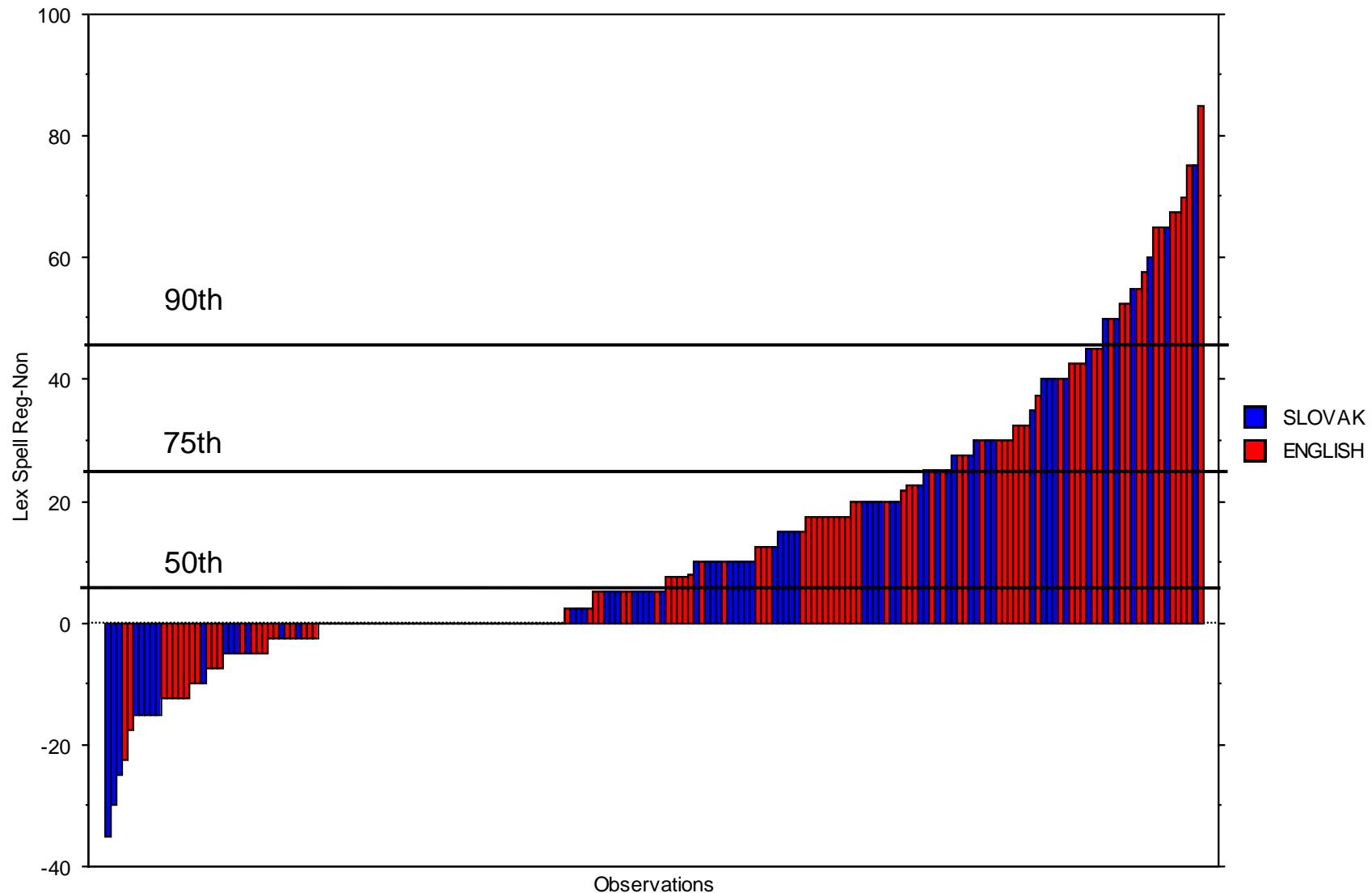
## Orthographic Depth Effect: Group Data



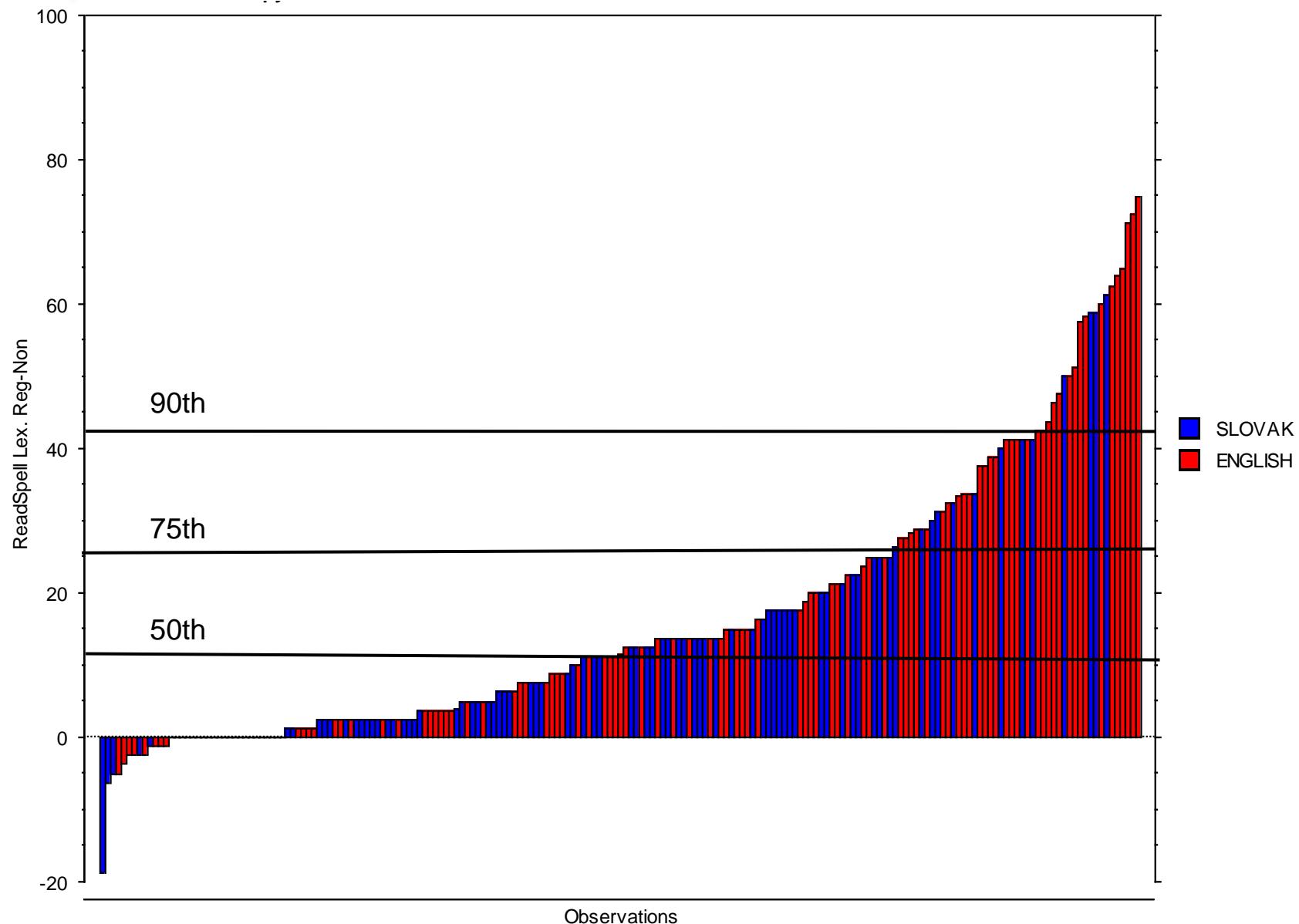
## Individual Data: Increased Lexicality Effect in Reading (Phonological Alexia)



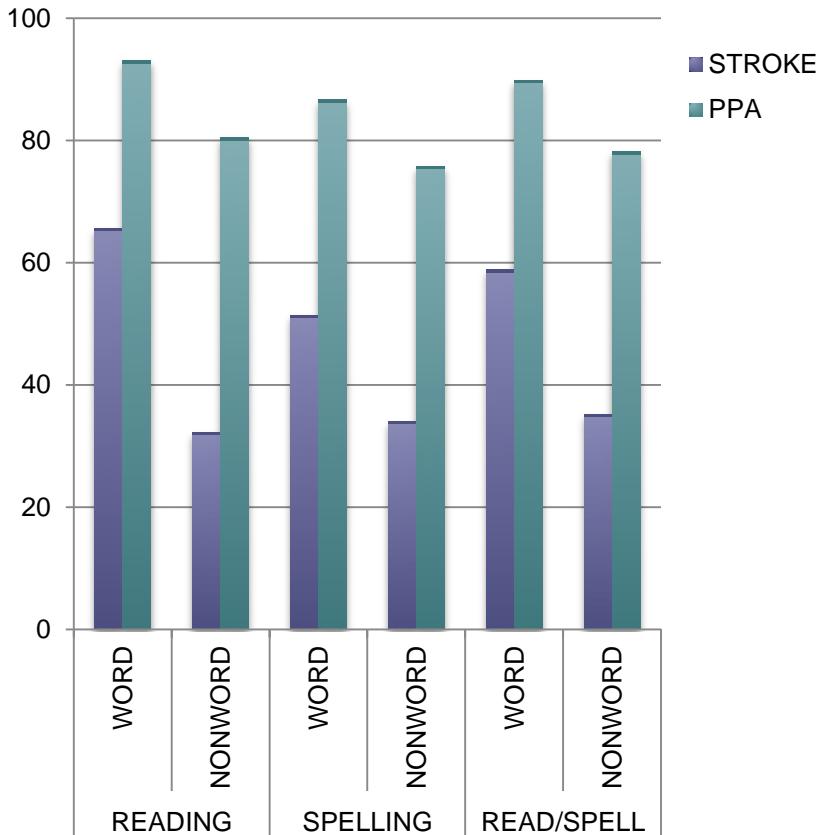
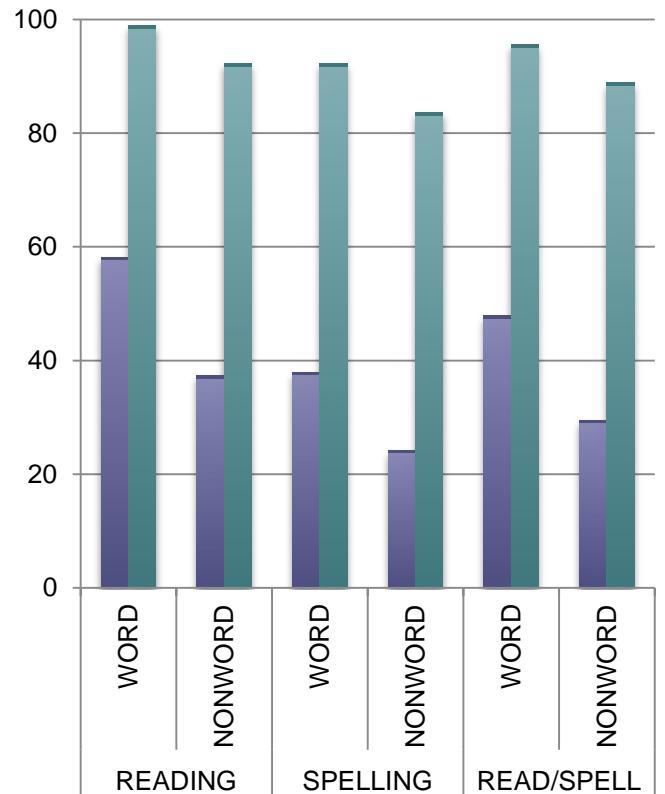
## Individual Data: Increased Lexicality Effect in Spelling (Phonological Agraphia)



## Individual Data: Increased Lexicality Effect Read/Spell (Phonological Alexia/Agraphia)

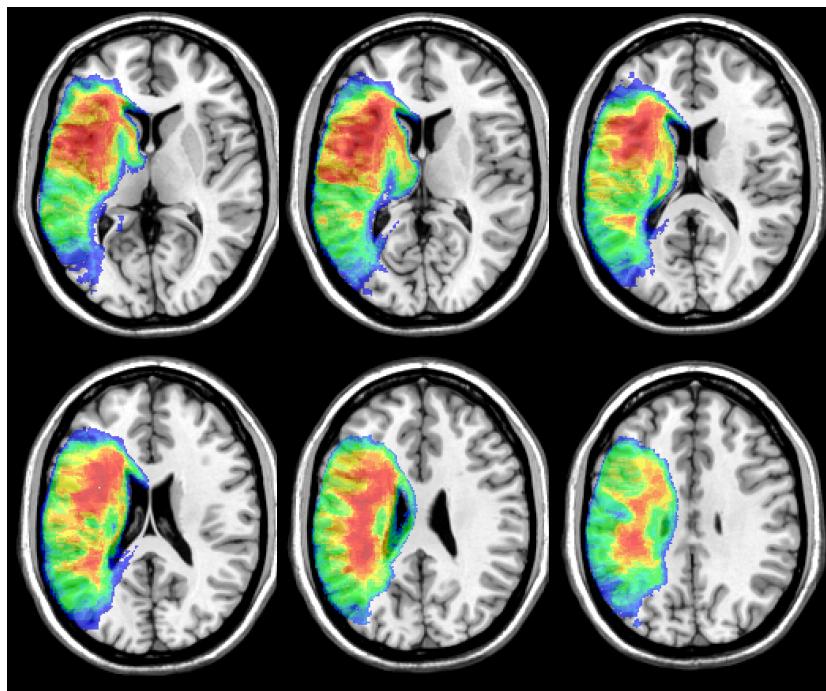


# The Influence of Lesion Etiology



# Neural Substrates of Sublexical vs. Lexical Processing: Stroke

Damage to Sublexical Pathway:  
Phonological Alexia/Agraphia  
Perisylvian Lesions (LMCA stroke)



Rapcsak et al., 2009

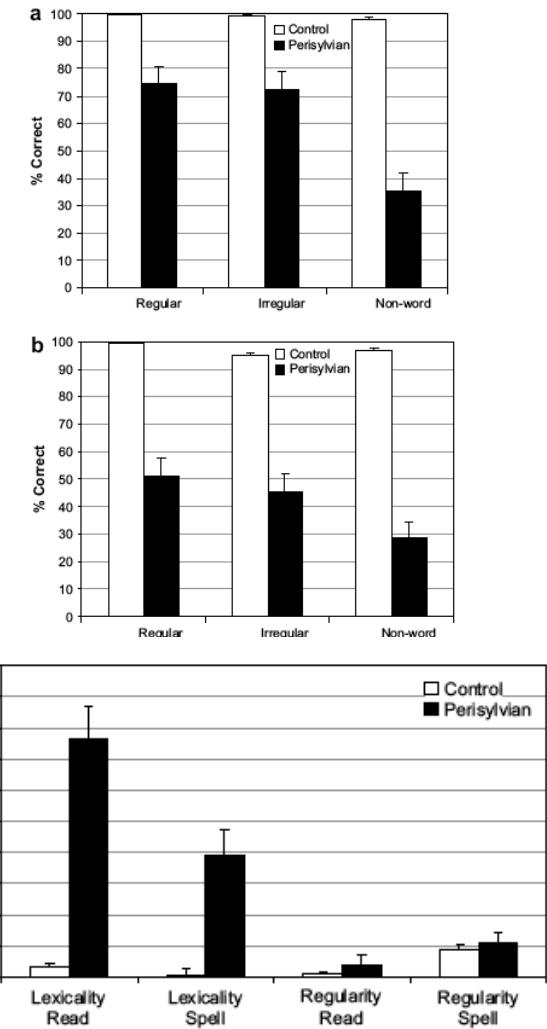
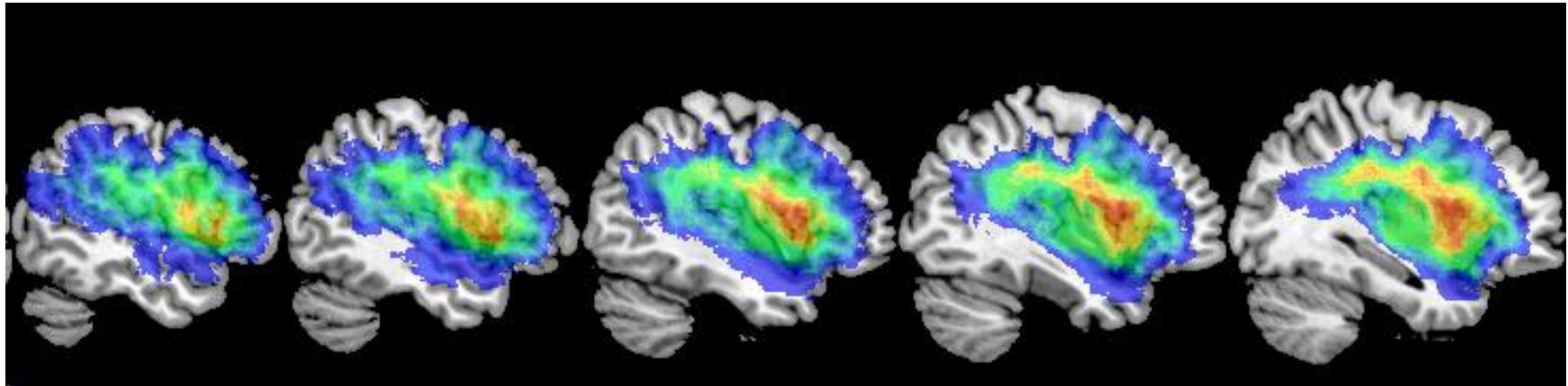
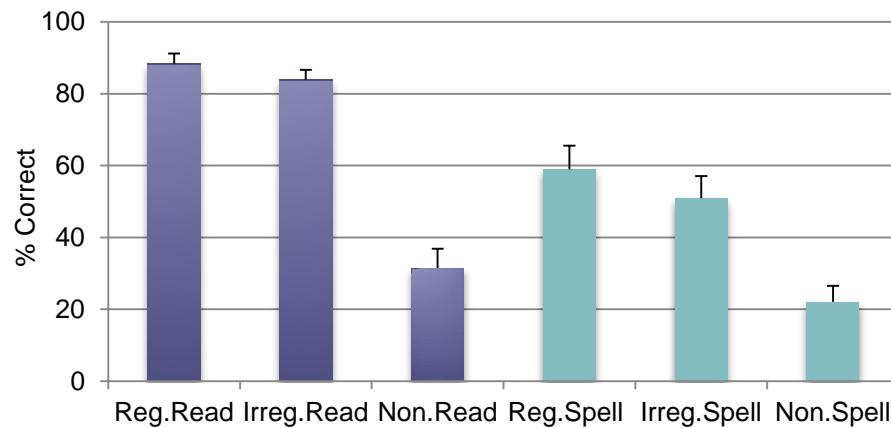


Fig. 2 – Lexicality and regularity effects in reading and spelling for perisylvian patients and controls.

## Neural Correlates of Phonological Alexia/Agraphia (n=27)

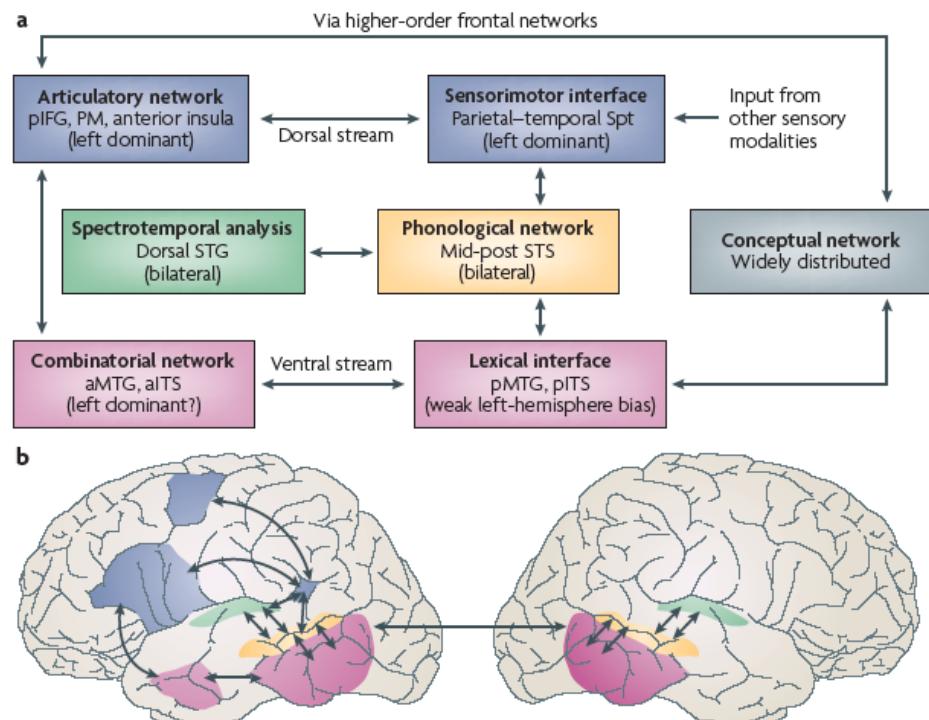
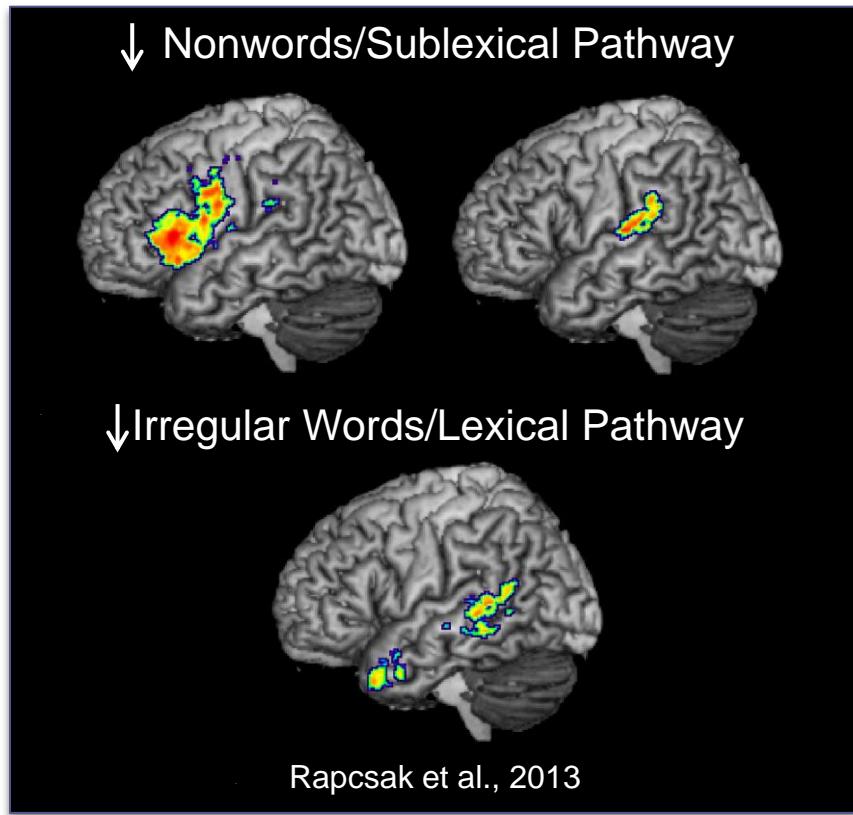


Written Language Performance



Rapcsak et al., 2013

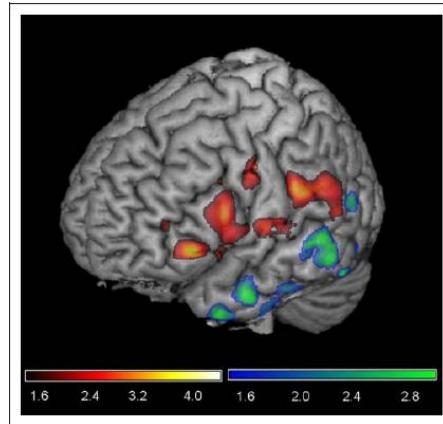
# Dual-Pathway Model of Written Language Processing: VLSM (n=73)



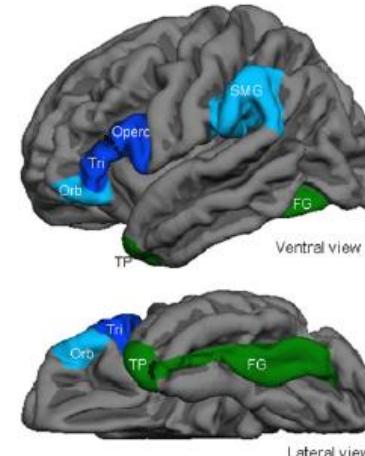
Poor nonword reading/spelling (phonological alexia/agaphia): damage to dorsal language pathway involved in mapping phonological representations to articulatory networks for speech production (phonological working memory and phonological awareness)

Poor irregular word reading/spelling (surface alexia/agaphia): damage to ventral language pathway implicated in mapping lexical phonological representations to semantic networks for speech comprehension

# Neural Substrates of Sublexical vs. Lexical Processing: PPA Voxel-Based Morphometry (VBM)/Cortical Thickness

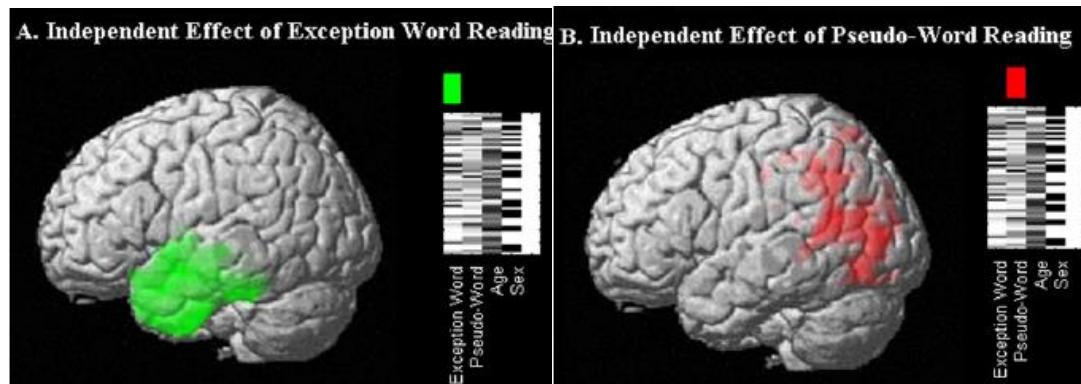


Henry et al., 2012



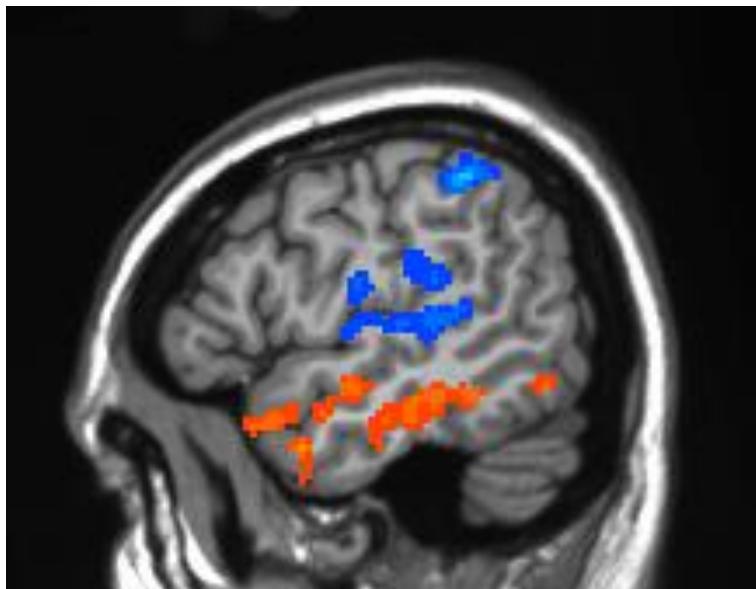
Nonword Spelling Errors	
SMG	$r=-0.337, p=0.023$
Orb	$r=-0.387, p=0.020$
Regular Word Implausible Errors	
Tri	$r=-0.401, p=0.015$
Operc	$r=-0.358, p=0.033$
Exceptional Word Spelling Errors	
TP	$r=-0.371, p=0.026$
FG	$r=-0.434, p=0.008$

Shim et al., 2012

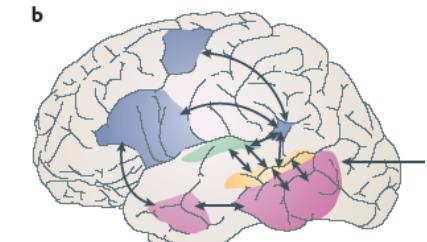
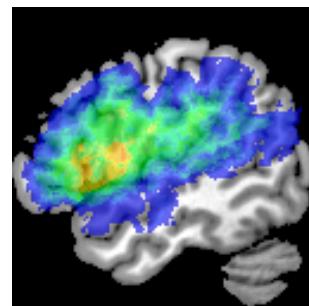
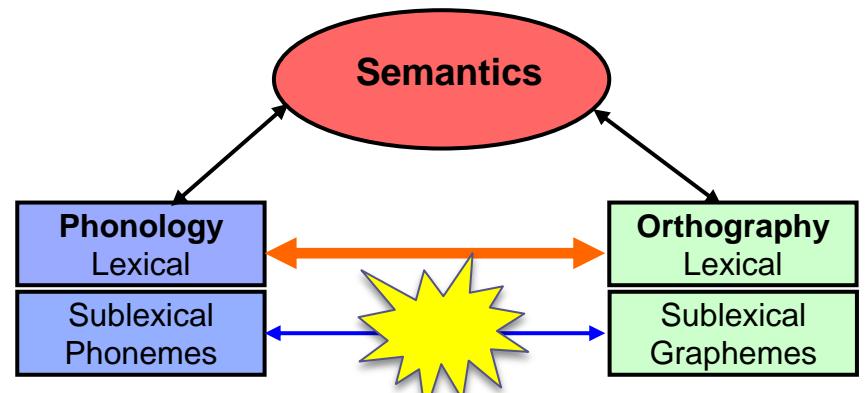


Brambati et al., 2009

# Functional Reorganization of Language Pathways: an fMRI Study of Reading in Phonological Alexia (n=5)

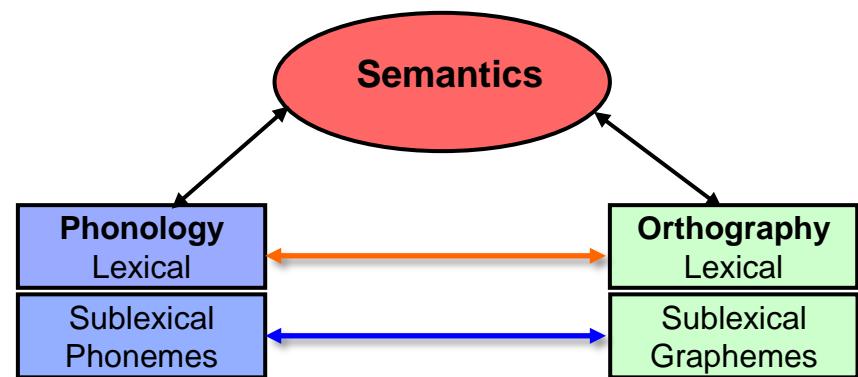
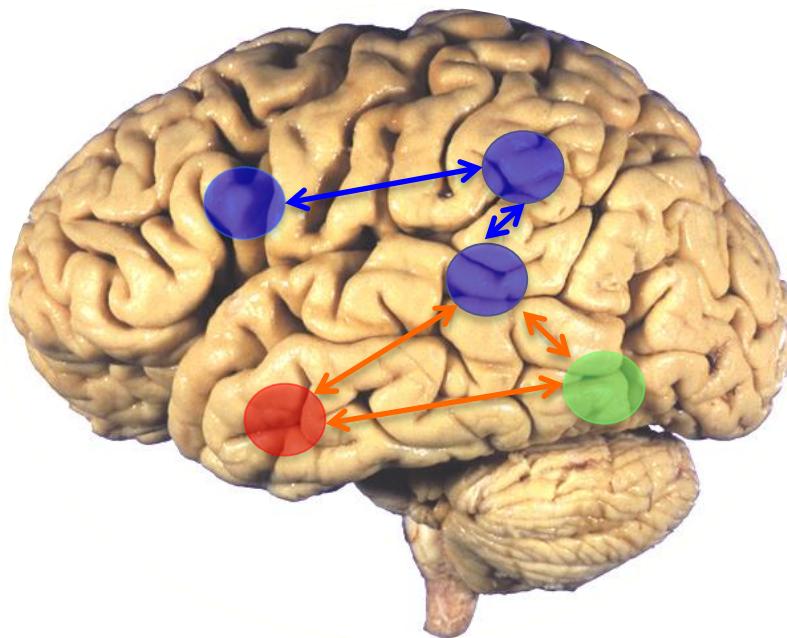


Blue: patients < controls  
Orange: patients > controls



- Decreased activation in the damaged dorsal language pathway involved in sublexical P-G conversion
- Compensatory over-reliance on preserved ventral language pathway implicated in lexical-semantic processing

# Dual-Pathway Model of Written Language Processing



Semantics



Phonology



Orthography

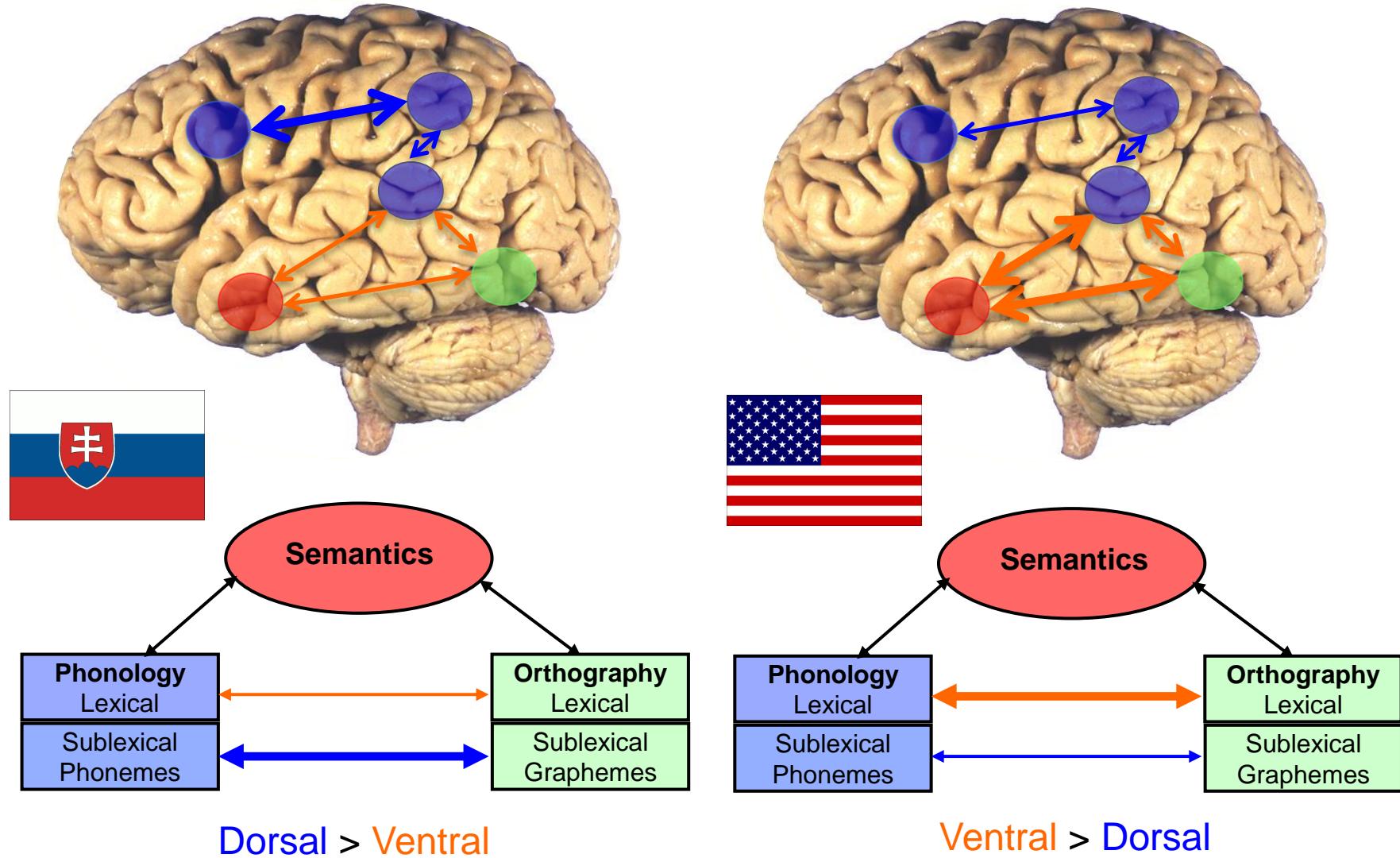


Dorsal/Sublexical Pathway



Ventral/Lexical-Semantic Pathway

# Orthographic Depth Hypothesis: Neuroanatomical Predictions



## Conclusions

- ODH supported by retrospective analysis of reading/spelling performance in Slovak vs. English speakers with acquired alexia/agrphobia
- Cognitive mechanisms and neural substrates of written language processing influenced by the specific demands of the writing system/orthography
- Differences between alphabetic languages with shallow vs. deep orthographies are quantitative rather than qualitative
- Shifts in the relative balance between sublexical vs. lexical reading/spelling procedures implemented by distinct dorsal vs. ventral language pathways

# Aphasia Research Project

Thanks to:

Pelagie Beeson

Stephen Wilson

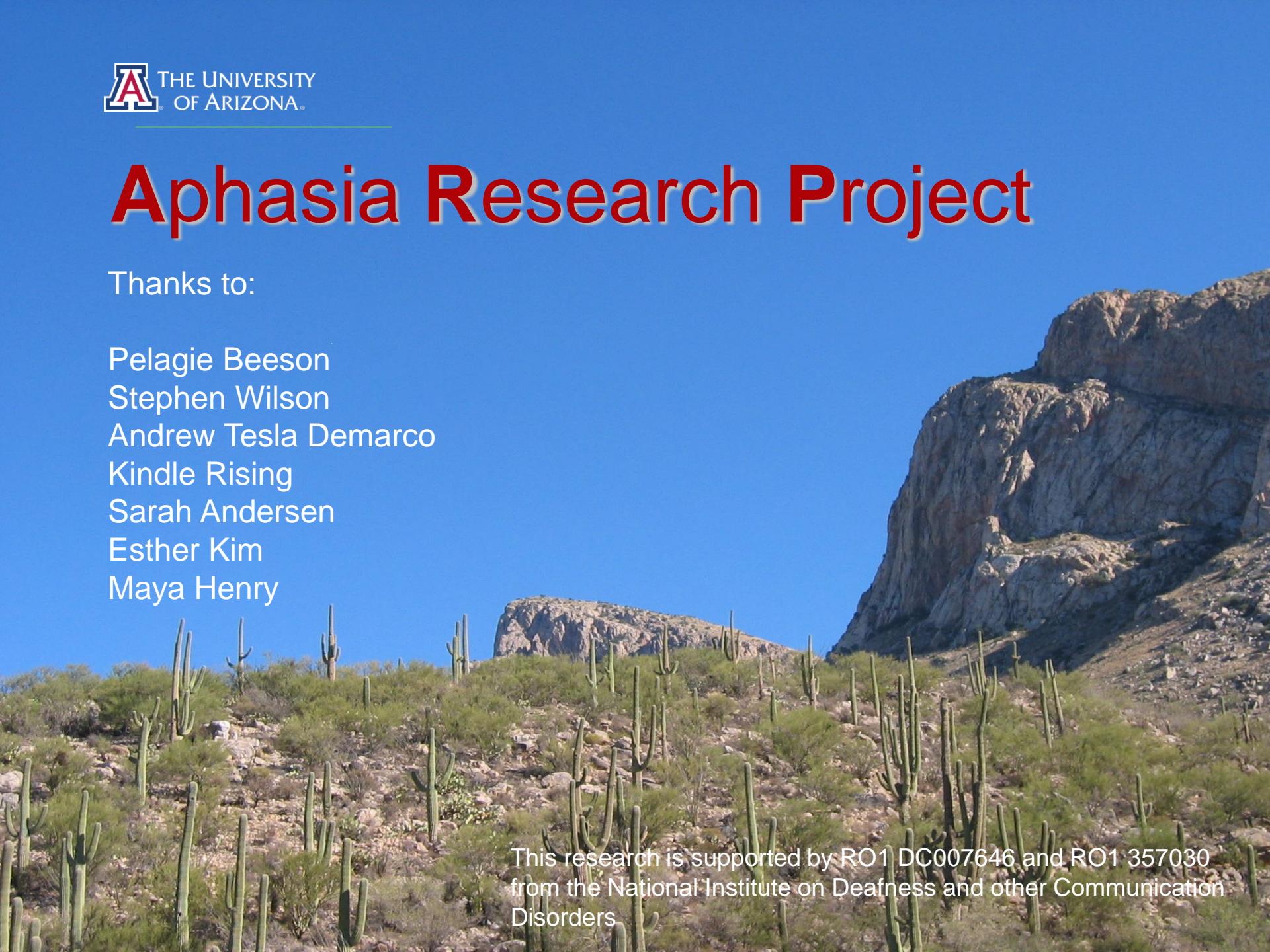
Andrew Tesla Demarco

Kindle Rising

Sarah Andersen

Esther Kim

Maya Henry



This research is supported by RO1 DC007646 and RO1 357030 from the National Institute on Deafness and other Communication Disorders

Grant APVV 0048-11 :

Kognitívno-komunikačné poruchy pri demencii a miernej kognitívnej poruche

Katedra logopédie PdFUK

Jana Marková

Júlia Čunderlíková

Ivica Hrubá

Katedra neurológie, LFUK

Stanislav Šutovský

Peter Turčáni

Katedra psychiatrie, LFUK

Mária Králová

Katarína Vajdičková

