

Mitä aivokuvantaminen kertoo kielen kehityksen ja lukemisen erityisvaikeuksista?



Päivi Helenius

Aivotutkimusyksikkö
Kylmälaboratorio
Aalto-yliopisto

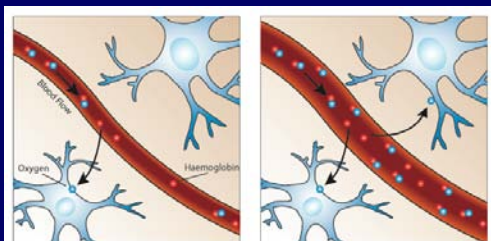
Foniatrian poliklinikka
Silmä-korvasairaala
HUS

Funktionaalinen magneettiresonanssi kuvaus (fMRI)



neuraalinen aktivaatio

- ⇒ verenvirtaus ja määrä lisääntyy
- ⇒ laskimoveren happipitoisuus nousee
- ⇒ paramagneettisen deoxy-hemoglobiinin määrä laskee
- ⇒ MR signaalin kasvu

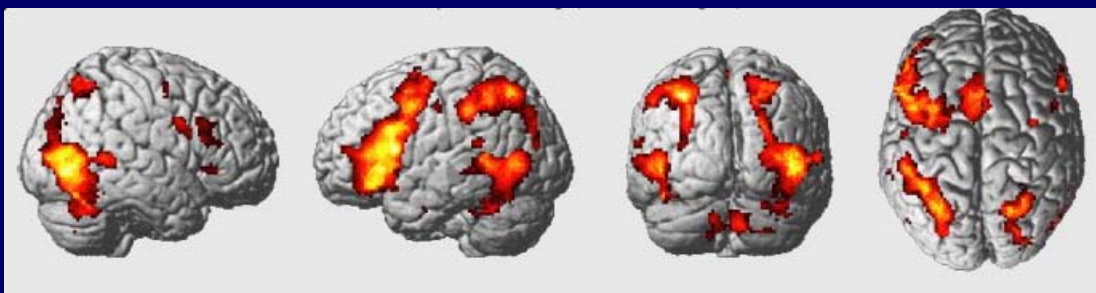


LEPO

AKTIVAATIO

Stuart Clare, FMRIB

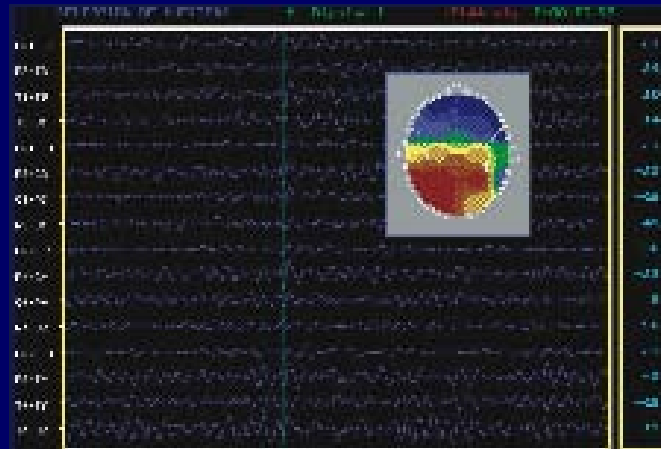
ajallinen resoluutio ~1 sekunti, paikka tarkkuus muutama millimetri



Kohteiden nimeäminen kuvista (Liljeström et al., 2008)

Elektroenkefalografia/herätevasteet (EEG/ERPs)

mitataan neuraalisen aktivaation synnyttämiä jännitevaihteluja
huono paikka tarkkuus, erinomainen ajallinen tarkkuus



Kognitiiviset herätevasteet

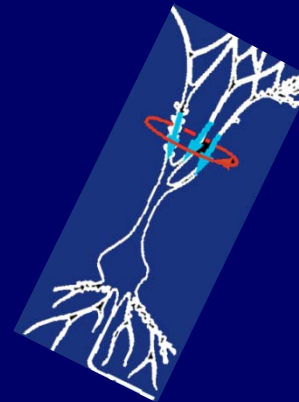
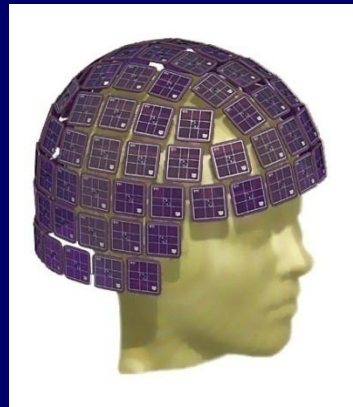
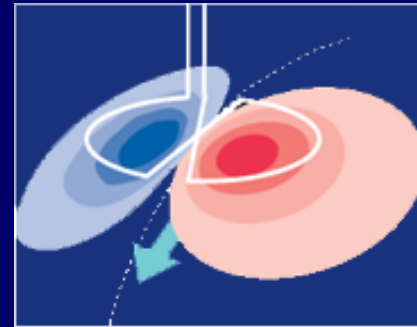
poikkeavuus negatiivisuus (MMN; Näätänen ym. 1978 ⇒)
N400 (Kutas ja Hillyard, 1980)

Magnetoenkefalografia (MEG)

mitataan neuraalisen aktivaation
synnyttämiä magneettikenttiä
erinomainen ajallinen tarkkuus
hyvä paikka tarkkuus



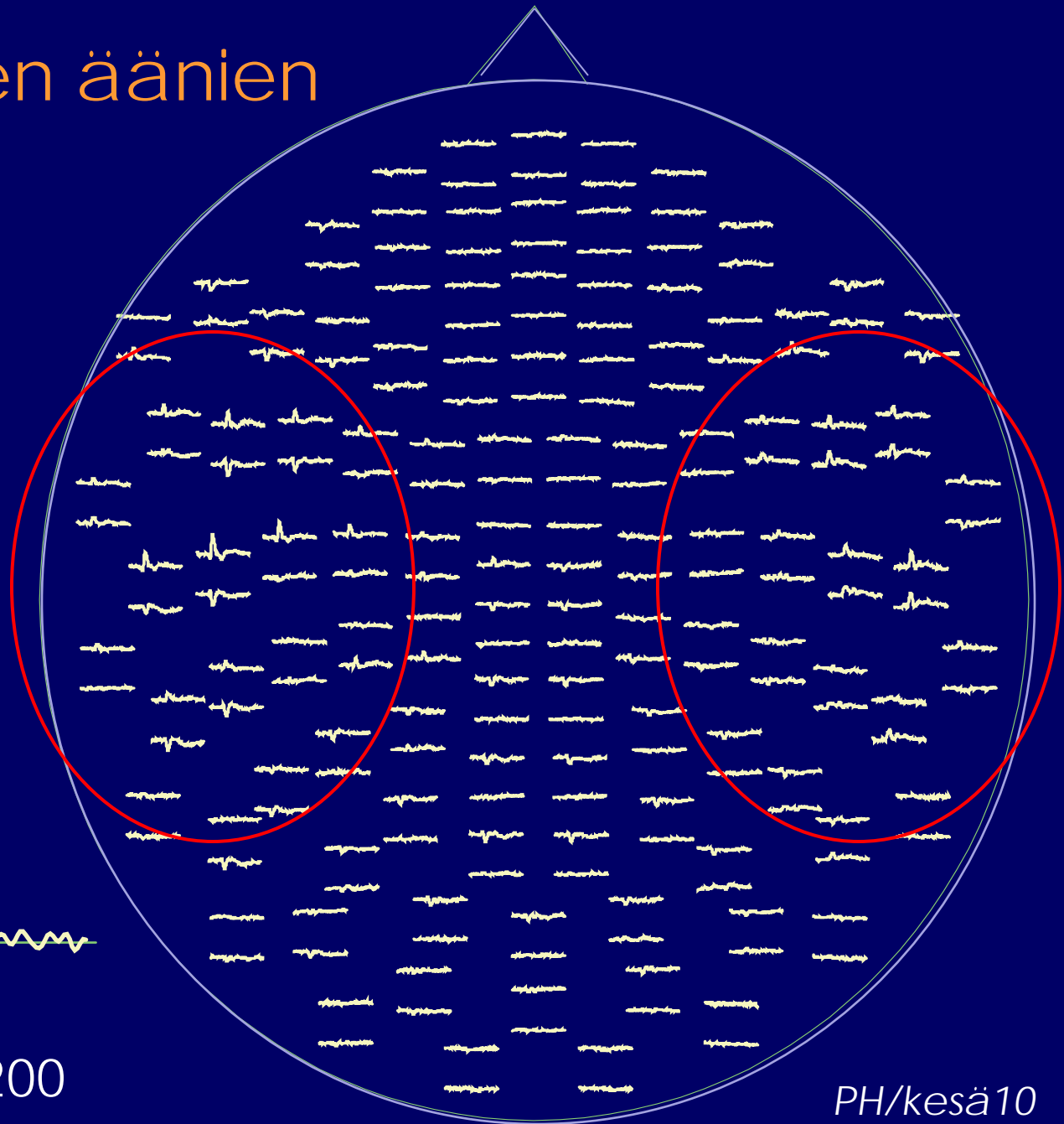
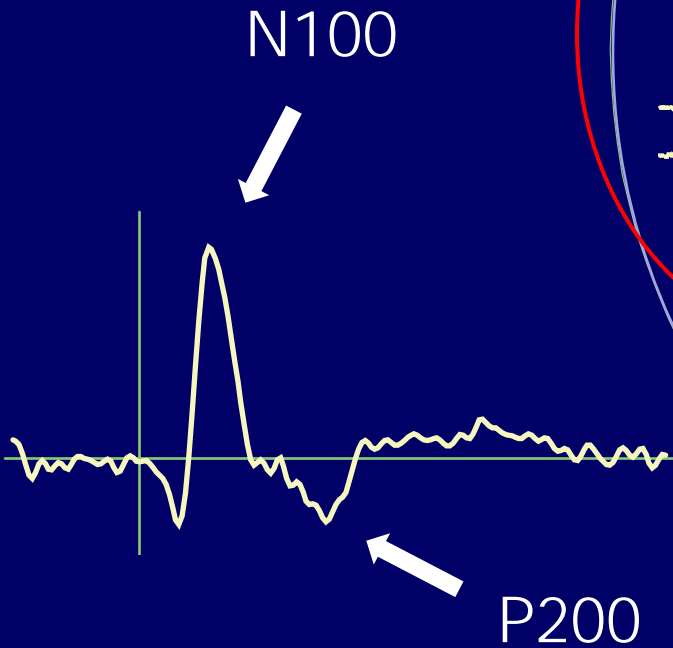
Elekta Neuromag



post-synaptiset
virrat

➤ 10 000
hermosolua

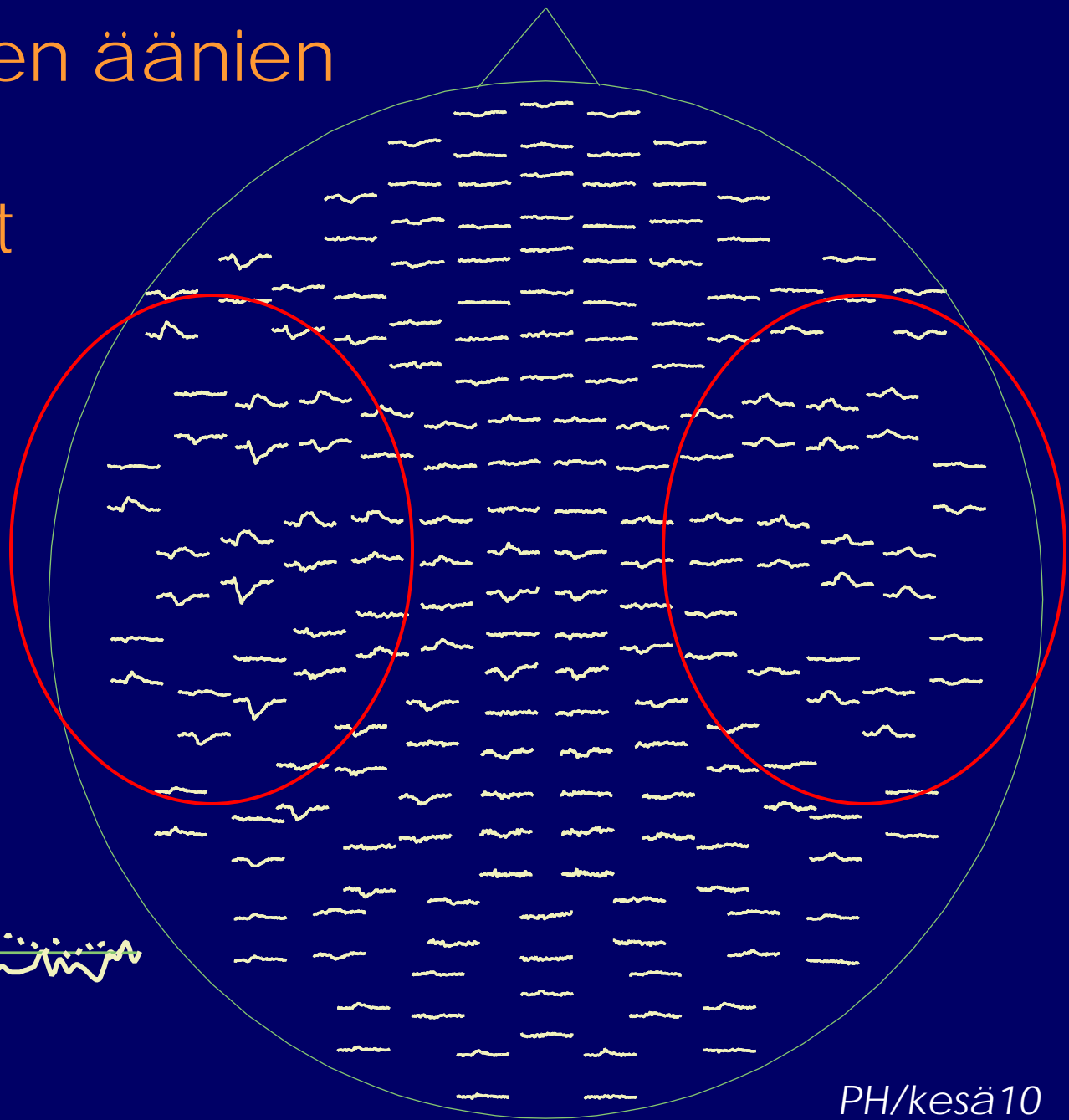
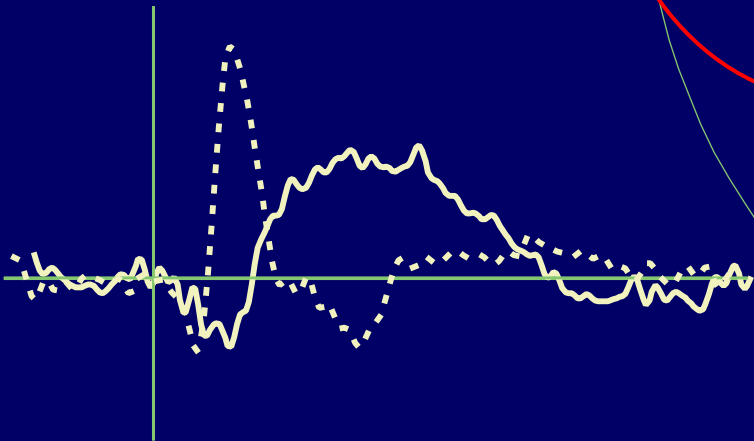
Yksinkertaisten äänien herättämät kuulovasteet - aikuiset



Yksinkertaisten äänien herättämät kuulovasteet - lapset

N100

N250



Dysleksia - lukivaikeus



Vaikeudet ilmenevät koulussa

- lukemaan oppimisen vaikeus
- hidas lukunopeus
- vieraat kielet

ydinongelma fonologisissa taidoissa

SLI - specific language impairment

vaikeudet ilmenevät 2-3 vuodesta eteenpäin

- puheen ymmärtämisen vaikeus
- puheen tuoton vaikeus



erittäin heikko kielellinen lyhytkestoinen muisti

➔ niukka sanavarasto

SLI lapsilla myös kieliopillisia vaikeuksia (vaikeuksia omaksua kielen käyttöä ohjaavia sääntöjä)

Sanojen oppiminen

Nopeat prosessit
(minuuteissa)

uuden opittavan
sanan tunnistaminen

alustavan edustuksen
muodostaminen sanasta



hitaat prosessit
(tunneissa/päivissä)

uuden sanan
integroiminen
olemassa oleviin
muistijälkiin

MEG tutkimus - tavoitteet

Puheen tunnistuksen neuraalinen edustus SLI:ssä ja dysleksiassa

Uuden opittavan sanan tunnistaminen

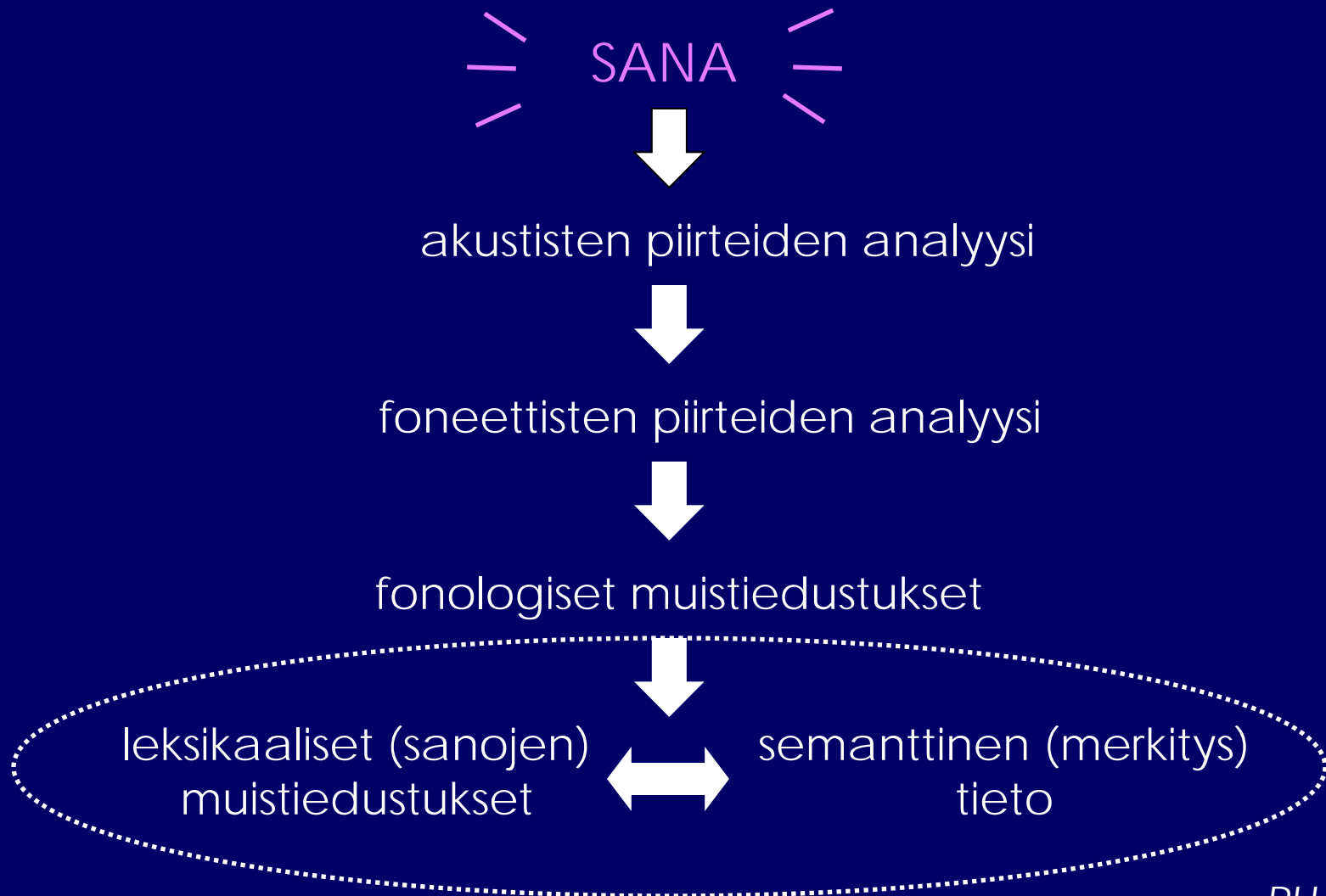
- leksikaalisuus efekti: sanat versus epäsanat

Alustavan edustuksen muodostaminen sanasta

- Toisto efekti: sanojen ensimmäinen esitys versus toisto

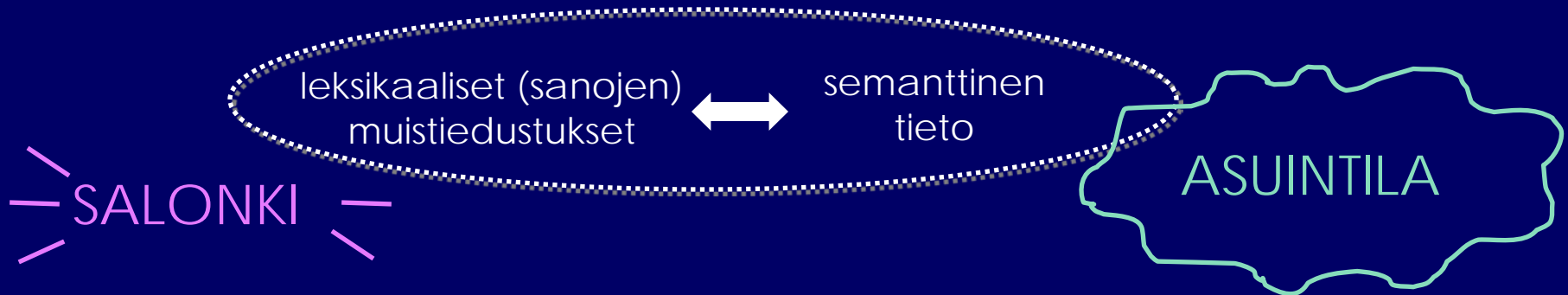
Auditiivinen sanantunnistus

(Marslen-Wilson, 1987 Gaskell & Marslen-Wilson, 1997)



Reaaliaikainen auditiivinen sanantunnistus

(Marslen-Wilson, 1987 Gaskell & Marslen-Wilson, 1997)

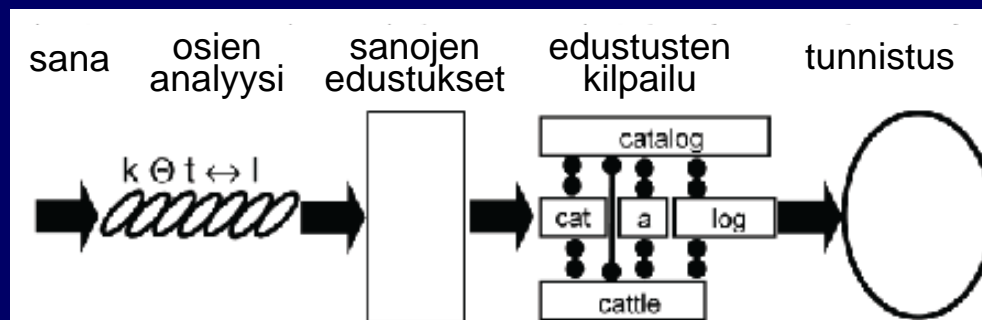


Time →			
“s”	“sa”	“sal”	“salonki”
salonki	salonki	salonki	salonki
salo	salo	salo	
salaatti	salaatti	salaatti	
salmi	salmi		
sauma	sauma		
savu			
solmu			
silakka		Salonius	
...	

Reaaliaikainen auditiivinen sanantunnistus

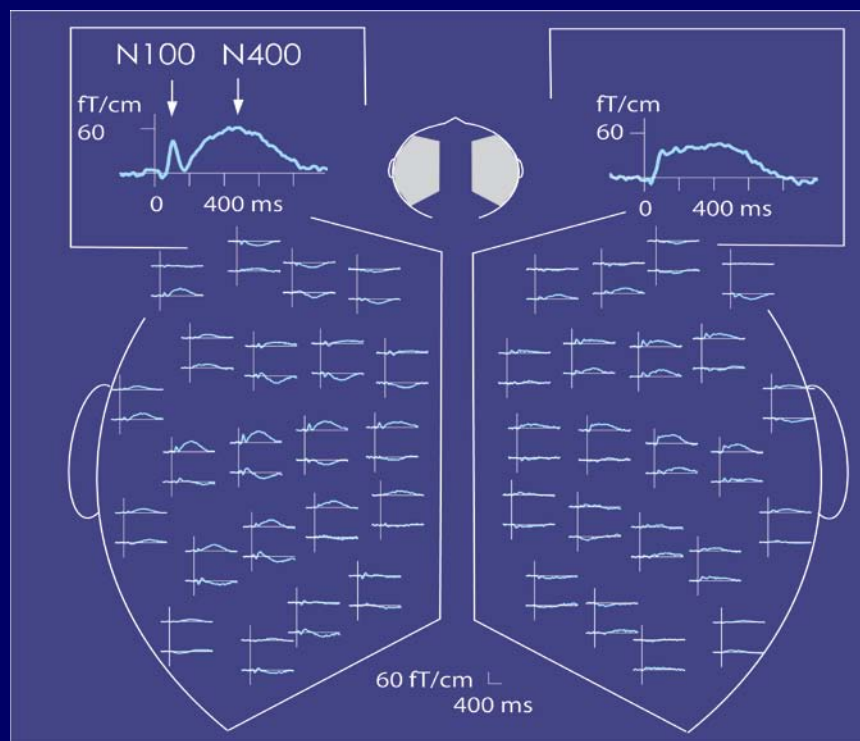
MALLI

Shortlist (Norris, 1994)



MEG data

Helenius et al. (2009)



Sanojen/epäsanojen toisto



- sanat esitettiin kerran 2.5 sekunnissa
- sanoissa 7-8 kirjainta, kesto n. 550 ms
- koehenkilö painoi nappia kuullessaan erisnimen

Koehenkilöt nuoria aikuisia (18-25 vuotta)

- 13 verrokkia, joilla normaali kielenkehitys
(ei yliopisto-opiskelijoita, ensikertaa osallisina MEG kokeessa)
- 10 lukivaikeuksista koehenkilöä
- 10 SLI koehenkilöä

Kognitiivinen Profiili

	Verrokit	Dyslektikot	SLI	signiff p
Sanavarasto *	11.0 (1.8)	8.6 (2.7)	4.8 (2.2)	C > D > SLI
Samankaltaisuudet *	11.3 (2.5)	9.5 (4.2)	7.4 (4.0)	C > SLI
Kuutiot *	12.5 (2.7)	8.0 (4.1)	11.3 (2.9)	C > D
Kokoaminen *	11.4 (3.2)	9.1 (3.0)	11.4 (2.1)	ns
Numerospan	5.9 (1.1)	5.0 (0.7)	4.0 (0.9)	C > D > SLI
Epäsanaspan	3.7 (0.9)	3.2 (0.4)	2.8 (0.4)	C & D > SLI
Token testi	163 (1)	162 (2)	159 (5)	ns
WAB (toisto)	98.8 (1.7)	95.5 (3.0)	89.4 (5.5)	C > D > SLI
Lukunopeus (/min)	145 (16)	111 (13)	79 (27)	C > D > SLI
Nimeämisnopeus (ms)	502 (87)	578 (111)	690 (206)	C > SLI
Sanelu (/20)	18.5 (1.1)	15.4 (2.3)	8.4 (4.5)	C > D > SLI
Äänteen poisto	15.5 (0.5)	12.8 (1.9)	10.2 (2.5)	C > D > SLI
Tavujen vaihto	18.2 (0.9)	13.2 (3.0)	9.9 (4.7)	C > D & SLI

* WAIS-R skaalatut normipisteet

Standardideviaatiot suluissa

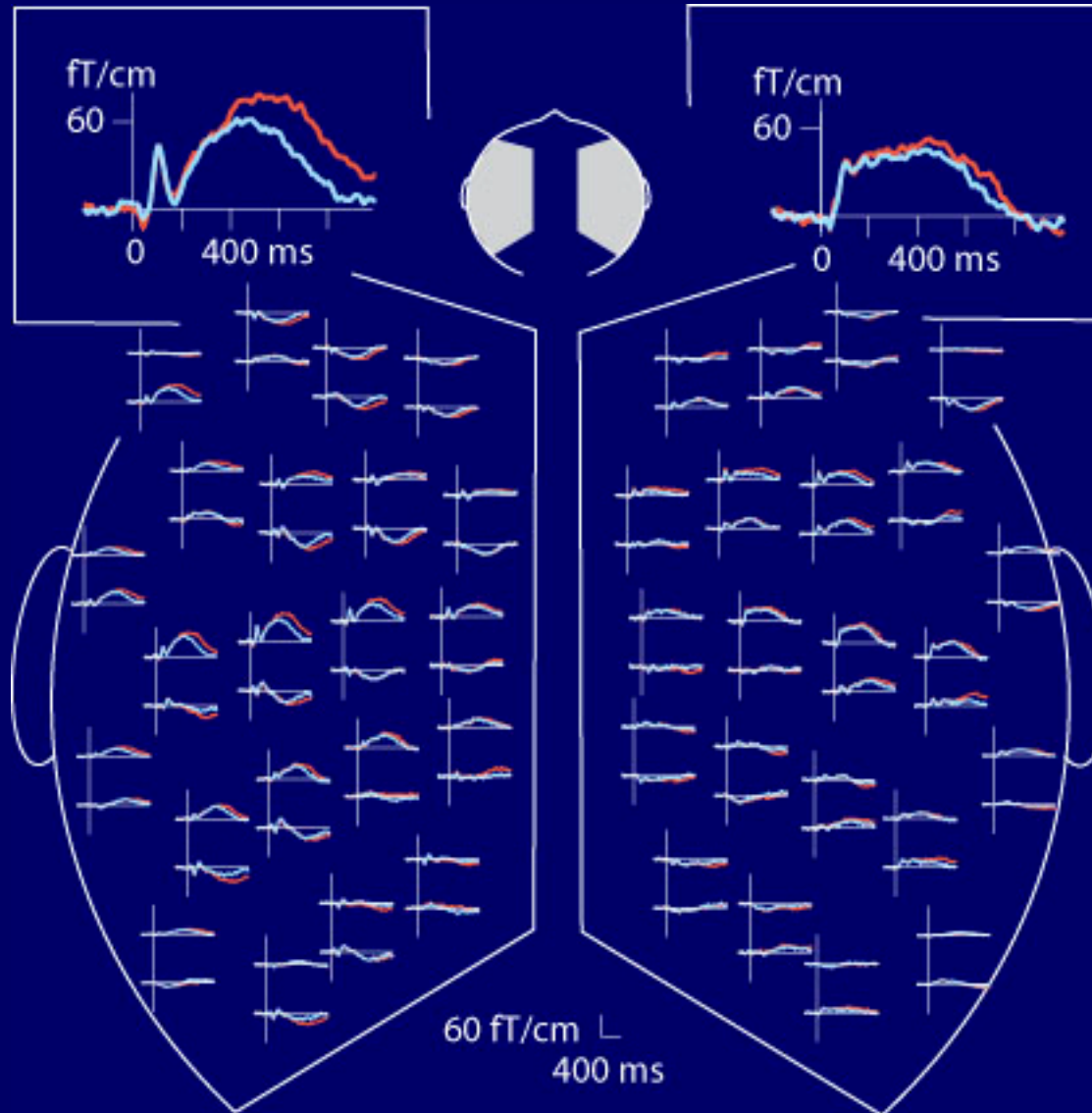
☐ = testit, jotka erottelivat SLIt kahdesta muusta ryhmästä

WAB=Western Aphasia Battery (sanojen ja lauseiden toisto)

Keskiarvoistetut heräteevasteet verrokeilla

aurinko

kihelas



Helenius et al.
(Brain, 2009)

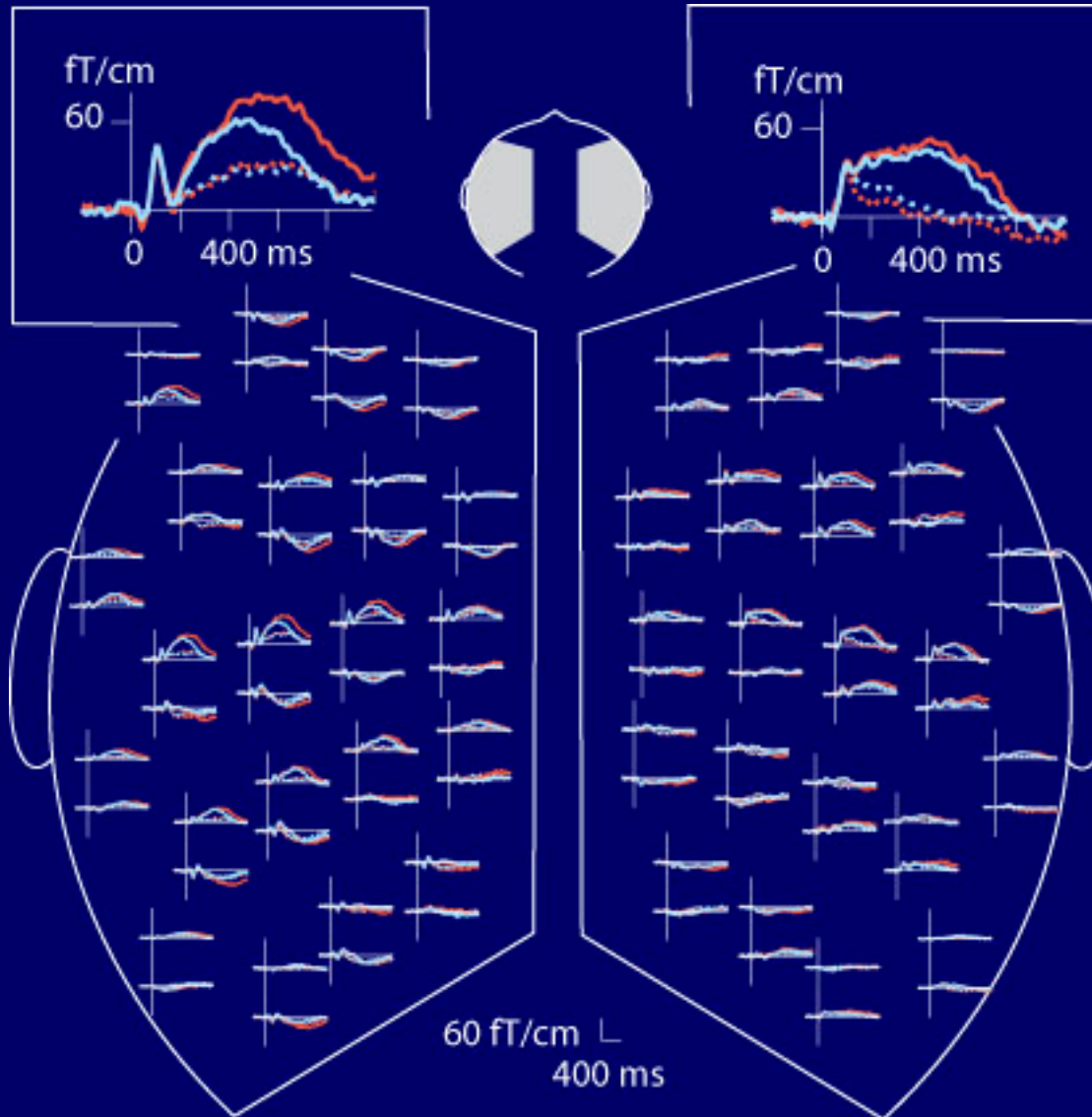
Keskiarvoistetut herätevasteet verrokeilla

aurinko

aurinko

kihelas

kihelas

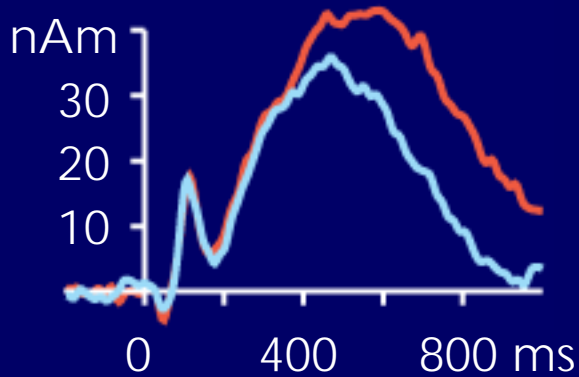


*Helenius et al.
(Brain, 2009)*

Vasemman hemisfäärin vasteet



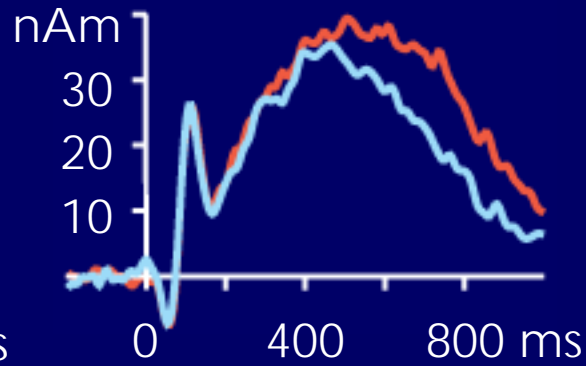
Verrokit



aurinko



Dyslektikot

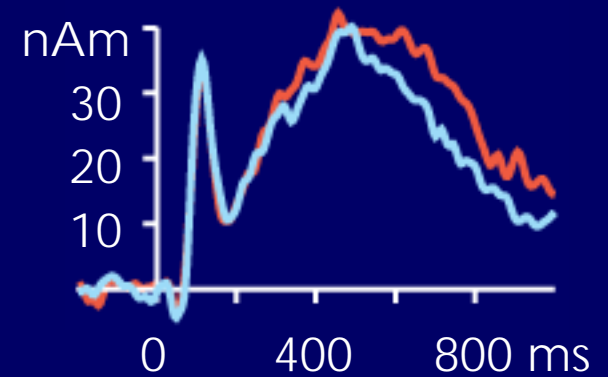


kihelas

- N100
- N400



SLI



Helenius et al.
(Brain, 2009)

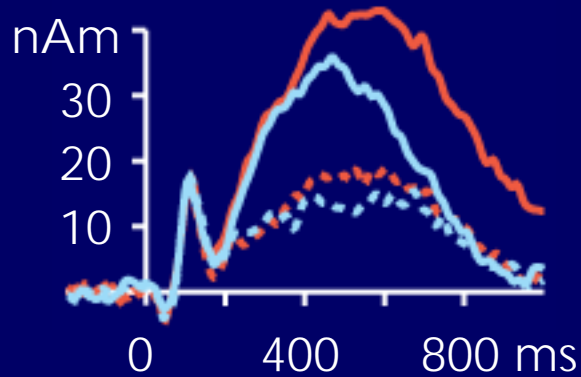
Vasemman hemisfäärin vasteet



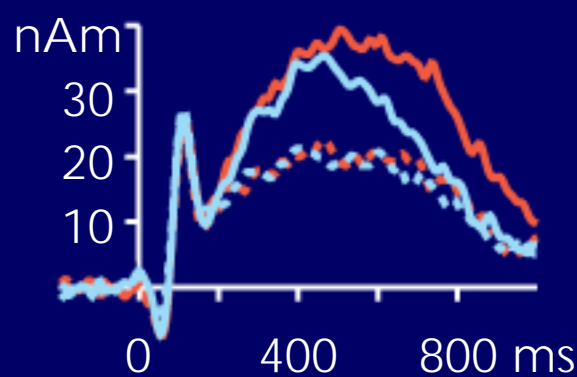
- N100
- N400



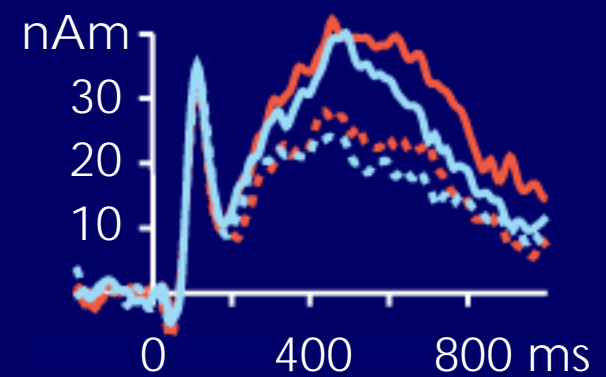
Verrokit



Dyslektikot



SLI



aurinko aurinko

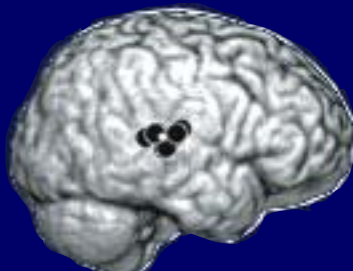
kihelas kihelas

Helenius et al.
(Brain, 2009)

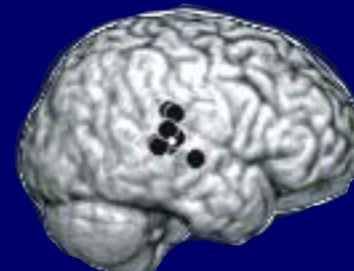
Oikean hemisfäärin vasteet



Verrokit

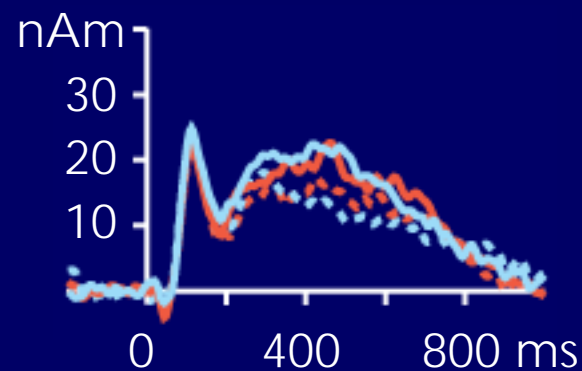
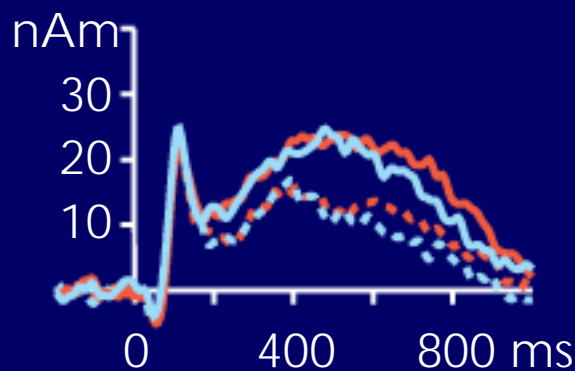
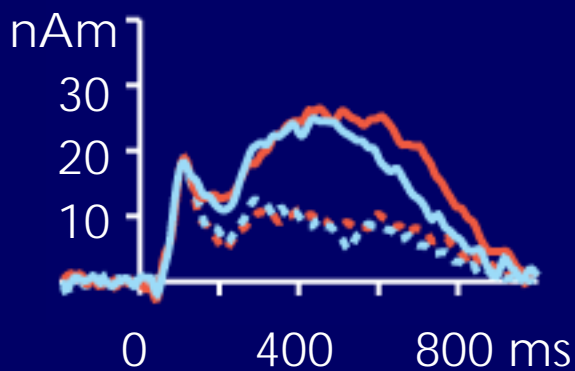


Dyslektikot



SLI

- N100
- N400

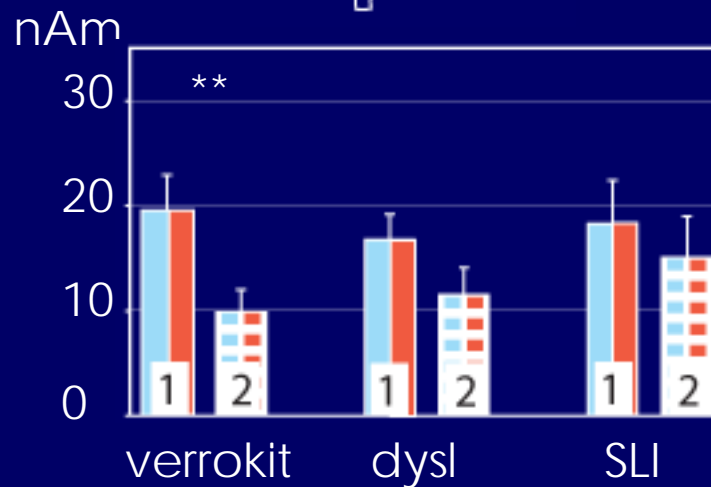
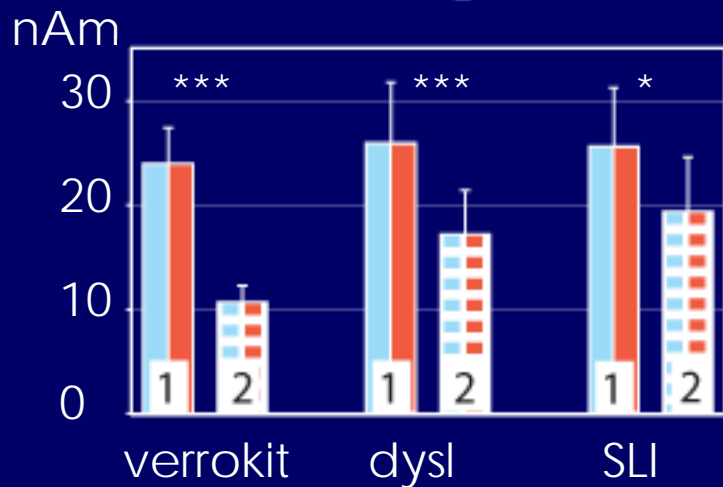
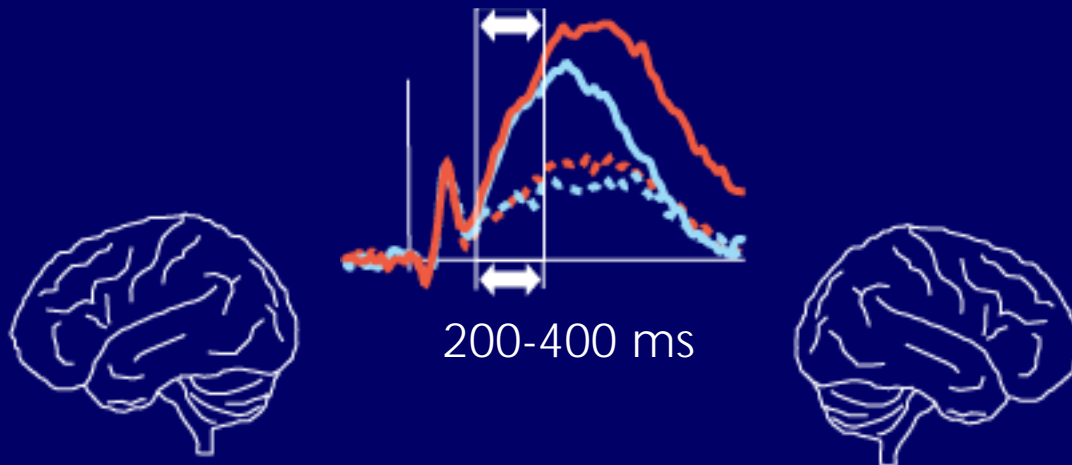


aurinko aurinko

kihelas kihelas

Helenius et al.
(Brain, 2009)

Toisto efekti



1 = ensimmäinen esitys (sanat + epäsanat)
2 = toisto (sanat + epäsanat)

*** = $p < .001$

** = $p < .01$

* = $p < .05$

Lasten MEG-tutkimukset



SLI & dyslektikko & verrokki lapsia

kielen vastaanotto & tuotto

Aivotutkimusyksikkö
& Dysfasian etiologia, oireet ja ennuste -
projekti (Vantaan kaupunki)

Timo Kauppila

Leena Isotalo

Sinikka Hannus

Pia Isoaho

Koeasetelma



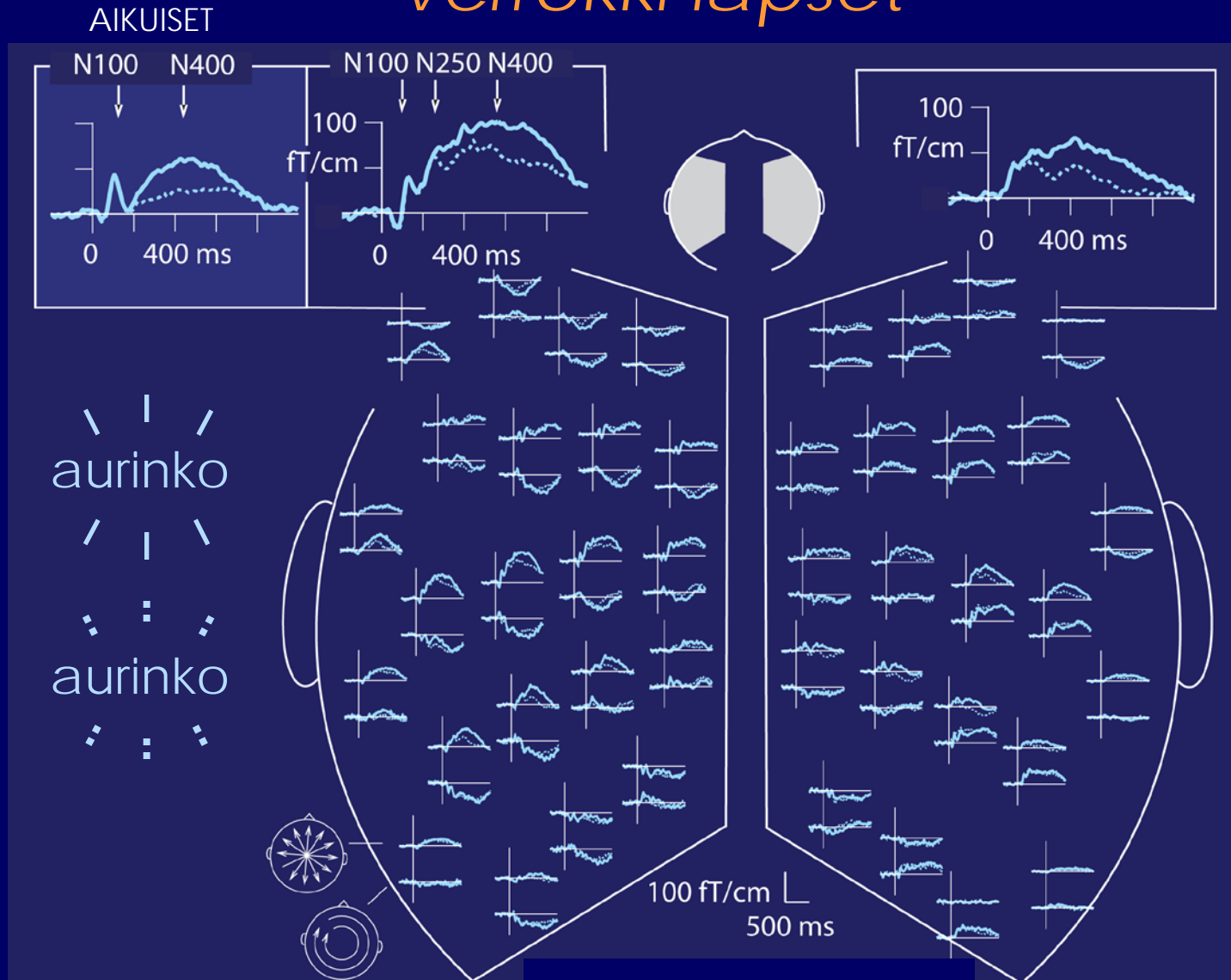
- puhuttuja sanoja ja epäsanoja
- 75 sanaa toistettuna
- sanat esitettiin kerran 2.5 sekunnissa
- sanoissa 7-8 kirjainta, kesto n. 550 ms
- koehenkilö painoi nappia kuullessaan erisnimen
- kesto 9 + 9 minuuttia

Lapsia (9 vuotta 7 kk; vaihteluväli 106 – 127 kk)

- 10 lasta joiden kielen kehitys normaali
- 10 lasta jolla SLI diagnoosi

Lyhytkestoinen kielellinen muisti ja sanavarasto: verrokki > SLI lapset

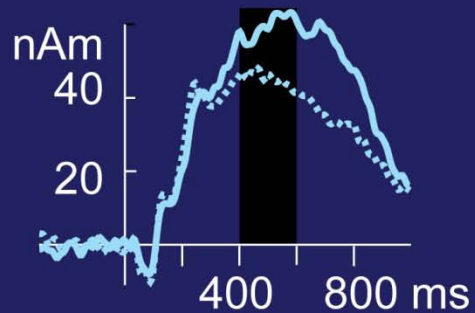
Keskisarvoistetut herätevasteet *verrokki lapset*



Sanojen prosessointi - verrokki

9-11 -vuotiaat lapset, joiden kielenkehitys normaali

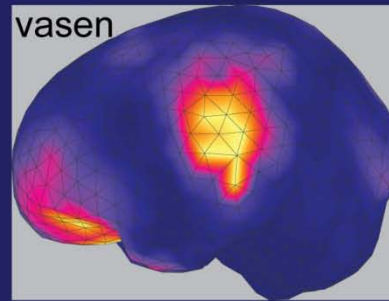
vasen ohimolohko



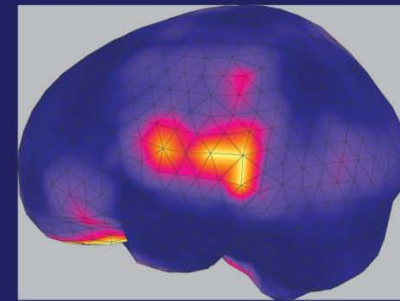
— SANA
..... SANAN TOISTO

Minimivirta estimaatti 400-600 ms

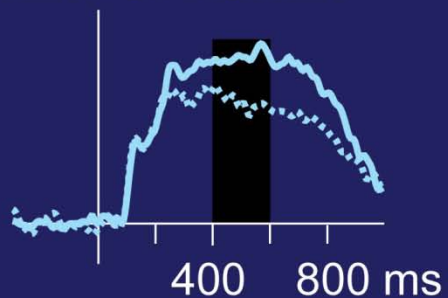
SANA



SANAN TOISTO

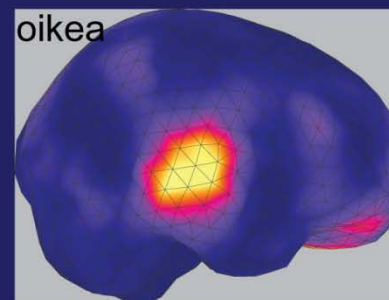


oikea ohimolohko

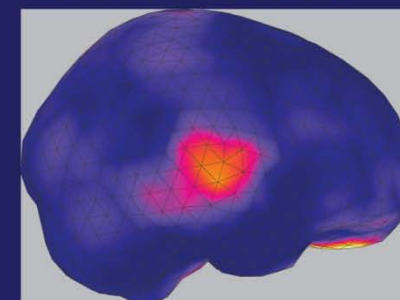


Minimivirta estimaatti 400-600 ms

SANA

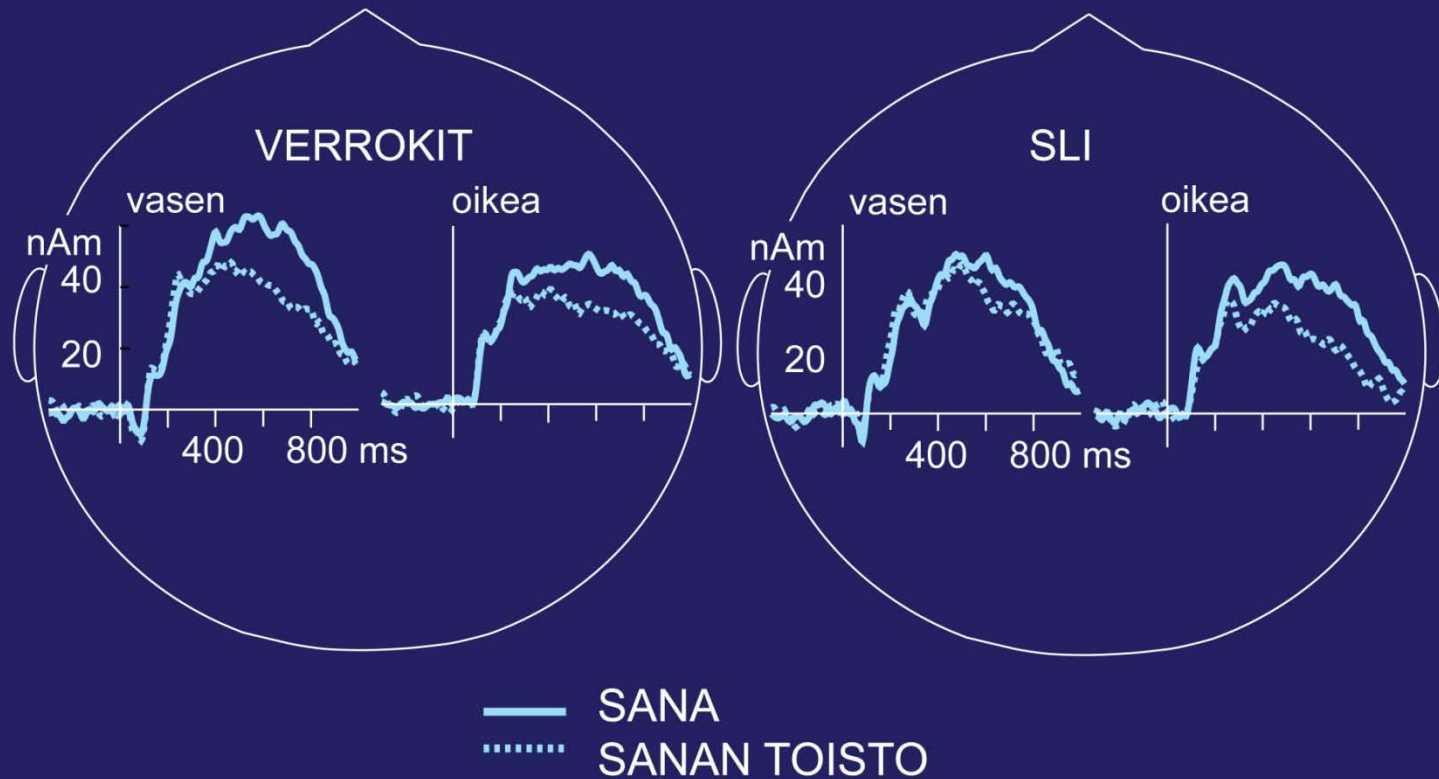


SANAN TOISTO



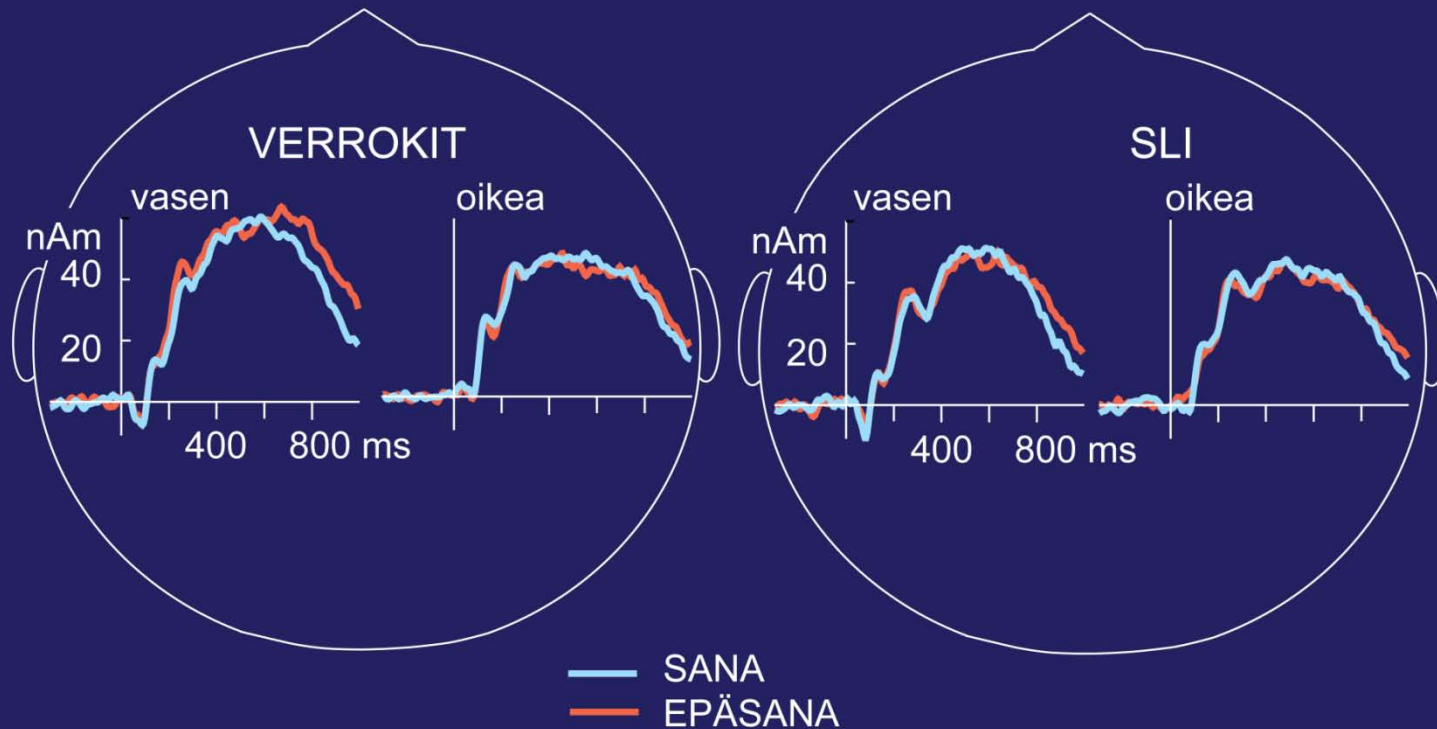
Sanojen prosessointi *verrokut ja SLI lapset*

OHIMOLOHKON ALUEEN AKTIVAATIO



Sanojen prosessointi *verrokut ja SLI*

OHIMOLOHKON ALUEEN AKTIVAATIO



Merkitys

Nopeat prosessit

hitaat prosessit

uuden opittavan
sanan tunnistaminen

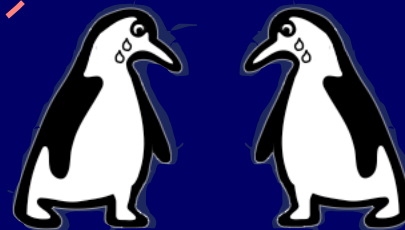
*vähäinen ero sanojen ja
epäsanojen välillä*

alustavan edustuksen
muodostaminen sanasta

*Aktivaation nopea
vaimeneminen*



uuden sanan
integroiminen
olemassa oleviin
muistijälkiin



KIITOS!

Aivotutkimusyksikkö, Kylmälaboratorio,
Aalto-yliopisto
Riitta Salmelin
Tiina Parviainen
Päivi Sivonen

Akateeminen terveystakeskus,
Helsingin yliopisto
& Vantaan kaupunki
Leena Isotalo
Timo Kauppila
Pia Isoaho
Sinikka Hannus

Lasten neurologia,
HUS
Ritva Paetau