



bioRxiv preprint doi: <https://doi.org/10.1101/2024.06.23.600044>; this version posted June 26, 2024. The copyright holder for this preprint (which was not certified by peer review) is the author/funder, who has granted bioRxiv a license to display the preprint in perpetuity. It is made available under aCC-BY-NC-ND 4.0 International license.

Pronouns reactivate conceptual representations in human hippocampal neurons

D. E. Dijksterhuis^{1*†}, M. W. Self^{1*}, J. K. Possel¹, J. C. Peters^{1,2}, E.C.W. van Straaten³, S. Idema³, J. C. Baaijen³, S. M. A. van der Salm⁴, E.J. Aarnoutse⁴, N. C. E. van Klink⁴, P. van Eijsden⁴, S. Hanslmayr⁵, R. Chelvarajah^{6,7}, F. Roux⁷, L. D. Kolibius^{5,8}, V. Sawlani^{6,7}, D. T. Rollings⁶, S. Dehaene^{9,10}, P. R. Roelfsema^{1,11-13†}

Apresentador: Nilton Melo

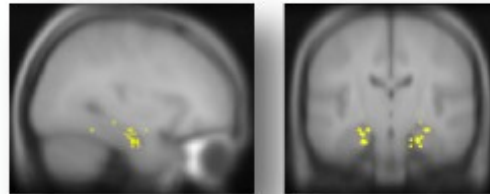
Introdução

- Pesquisas com metodologias invasivas têm tido êxito em descrever padrões de ativação neuronal diante de estímulos ao nível celular;
- Regiões profundas do cérebro fazem parte do “mosaico cerebral” da FL;
- MTL \neq MTG;
- Neurônios conceituais;
- Neurônios pronominais (linguagem + memória);
- Respostas multimodais (imagem, texto, áudio) a conceitos específicos;

O experimento

METODOLOGIA

- 22 participantes acometidos de epilepsia intratável farmacologicamente;
- Locais do experimento: University Medical Centre VU Amsterdam, the University Medical Centre Utrecht (both in the Netherlands) and the Queen Elizabeth Hospital, Birmingham (UK) ;
- 49 eletrodos do tipo Behnke-Fried implantados no hipocampo dos participantes;



- 2 tarefas experimentais: 1 screening test, 2 reading test (principal);

O experimento

PARTE 1 – SCREENING TEST

- Foram apresentadas imagens de parentes, amigos e celebridades;
- Média de 86 estímulos;
- Cada estímulo foi apresentado randomicamente, aparecendo para o participantes 8 vezes;
- Tempo de apresentação de cada estímulo (imagem): 100ms;
- Intervalo entre os estímulos: 500 ms;

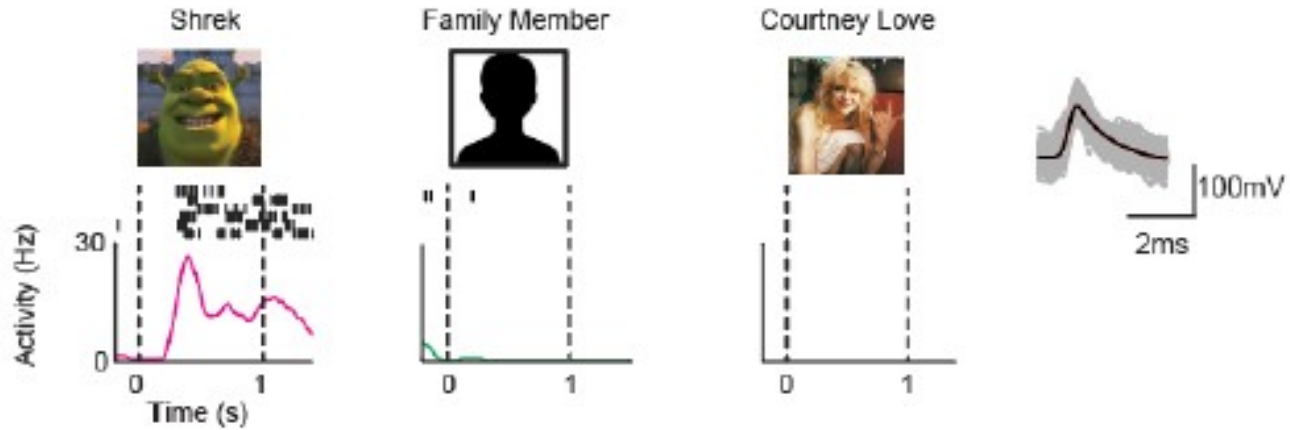
O experimento

PARTE 1 – SCREENING TEST

- A partir da apresentação das imagens os autores coletaram a atividade neuronal relacionada a cada imagem;
- Dessa análise eles extraíram a relação entre as imagens apresentadas e a atividade neuronal para determinar qual neurônio respondia seletivamente àquela imagem;
- 3 imagens eram selecionadas: 1 relacionada à atividade neuronal específica (*preferred nouns*), 2 (M/F) que não ativavam esse neurônio específico (*non-preferred nouns*);

O experimento

PARTE 1 – SCREENING TEST



O experimento

PARTE 2 – READING TEST

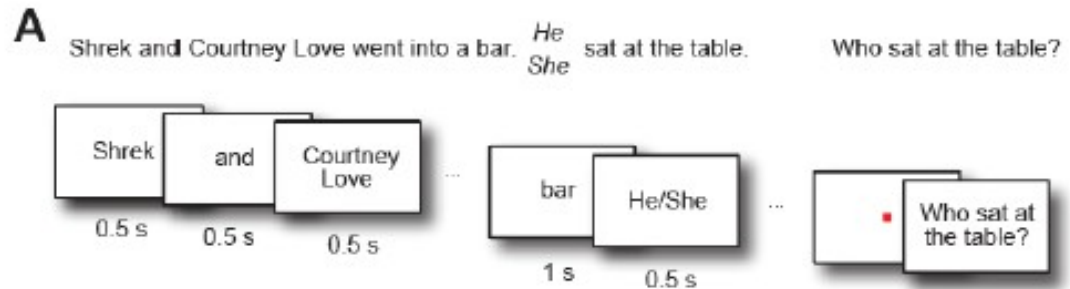
- Aos participantes eram apresentadas duas sentenças em sua L1. Cada palavra das sentenças aparecia por 500ms; a última palavra da sentença1 foi exibida por 1000ms;
- Todas as sentenças1 continham: 2 nomes próprios + 5 palavras;
- O primeiro elemento da sentença2 era sempre um pronome (she/he);
- Os trials foram manipulados de forma ambígua, nomes próprios de gêneros iguais, e não ambígua, nomes próprios de gênero diferente;

O experimento

PARTE 2 – READING TEST

Contexts	First sentences:	Second sentences:
English	<i>Noun</i> ₁ and <i>noun</i> ₂ walked into the bar	<i>Pronoun</i> sat at the table
	<i>Noun</i> ₁ and <i>noun</i> ₂ sat in the park	<i>Pronoun</i> put some sunglasses on
	<i>Noun</i> ₁ and <i>noun</i> ₂ were watching the TV	<i>Pronoun</i> suddenly changed the channel
	<i>Noun</i> ₁ and <i>noun</i> ₂ were having dinner	<i>Pronoun</i> poured out some wine

Table 1. Four different contexts in which the noun and pronouns were used for English patients.



O experimento

Condition description	Nouns in the first sentence	Pronoun in the second sentence	Number of repeats [†]
The first sentence contains the preferred noun and a noun of the opposite gender. The pronoun refers to the preferred noun.	Noun _{Pref} + Noun _{NonPref}	Pronoun _{Ref}	16
The first sentence contains the preferred noun and a noun of the opposite gender. The pronoun refers to the noun with the opposite gender.	Noun _{Pref} + Noun _{NonPref}	Pronoun _{PresNotRef}	16
The preferred noun is not present in the first sentence. A noun of the opposite and of the same gender as the preferred noun are present.	Noun _{NonPref1} + Noun _{NonPref2}	Pronoun _{Absent}	32
- The pronoun refers to the Noun with the same gender		Pronoun _{AbsentSame}	16
- The pronoun refers to the noun with the opposite gender		Pronoun _{AbsentOppo}	16

O experimento

All trials where the pronoun does not refer to Noun _{Pref} . Noun _{Pref} can be absent or present.	Noun _{Pref} /Noun _{NonPref}	Pronoun _{NotRef}	48
The first sentence contains the preferred noun and a noun of the same gender. The pronoun is ambiguous.	Noun _{Pref} + Noun _{NonPrefSameGender}	Chose _{Pref} or Chose _{NotPref}	16

Resultados

- Foram identificados 529 unidades e multi-unidades no hipocampo dos 22 participantes. Dessas 307 eram responsivas aos nomes do experimento;
- Os autores selecionaram 53 células seletivas aos nomes (de 14 participantes) que foram mais responsivas ao nome/imagem alvo;
- Das 53 os autores selecionaram 19 como sendo neurônios conceituais, pois as mesmas apresentavam alta atividade para determina referente independente da modalidade (imagem ou texto);
- As outras 34 células eram responsivas aos nomes, mas não de forma robusta como as outras 19 (células seletivas para nomes, mas não conceituais/NSNCs);

Resultados

- Independente da posição do nome alvo na sentença (N1/N2) os neurônios relacionados a um nome específico se ativaram por volta dos 210ms após a apresentação do nome preferido;
- Os neurônios vinculados a um nome mostraram uma ativação maior, comparado com outros neurônios, quando no contexto de um pronome que fazia referência ao nome preferido (25% para neurônios seletivos para nomes e 42% para neurônios conceituais);
- Latência pronominal: 600ms;
- A latência ampliada no contexto NounPref/PronounRef foi maior que no contexto NounPref/PronounNotPref, o que indica a manutenção referencial do nome alvo em neurônios hipocampais;

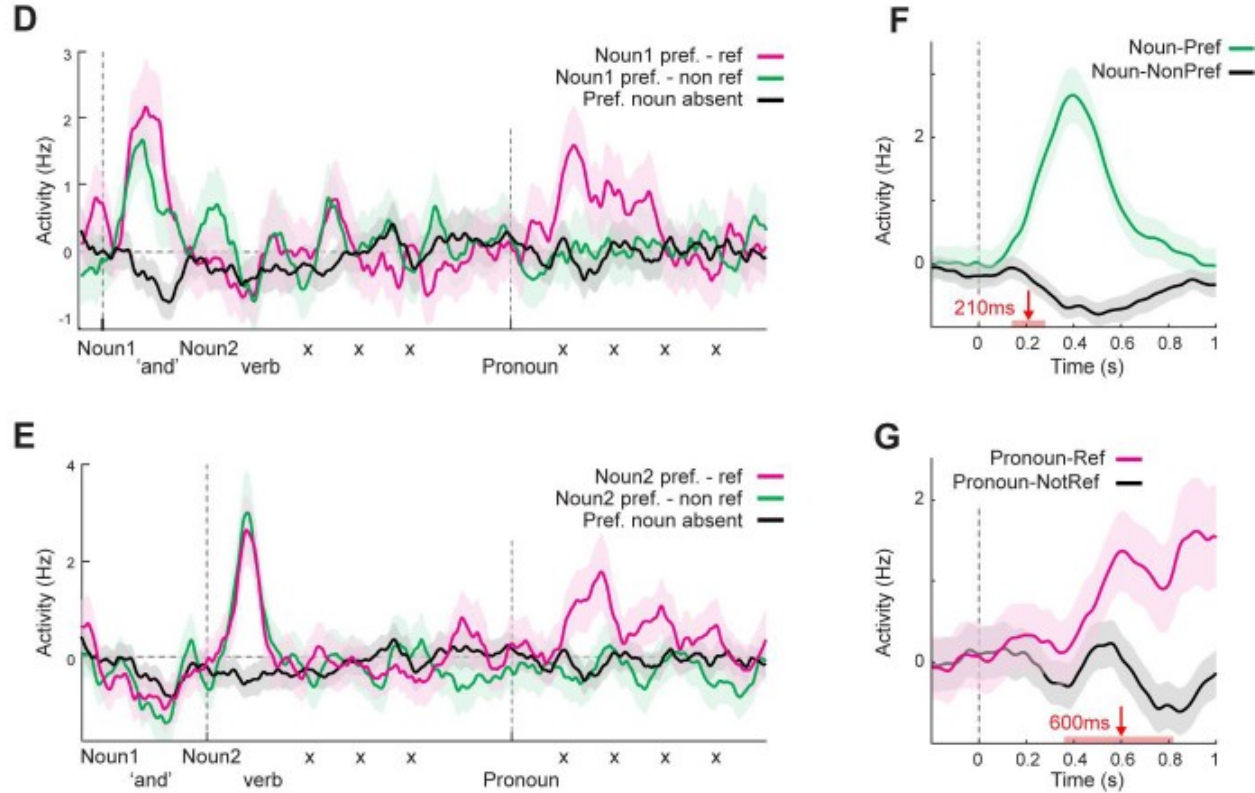
Resultados

- O efeito pronominal não é vinculado à informação de gênero, mas sim a um conceito específico. Os autores manipularam contextos de nomes com o mesmo gênero e identificaram que o neurônio ativado por um determinado nome não ativa para um nome diferente mas de mesmo gênero;
- Os autores utilizaram modelagem computacional e identificaram que a relação entre NounPref/PronounRef foi maior do que nos casos em que a referencialidade era perdida;
- Utilizando modelagem computacional os autores identificaram que os neurônios conceituais apresentam maior atividade no contexto referencial que os neurônios responsivos para nome não-conceituais;

Resultados

- Utilizando modelagem computacional os autores identificaram que nos contextos de sentença em que os dois nomes continham a mesma informação de gênero, a resposta neuronal foi intensa nos casos em que os participantes escolhiam o nome alvo como referente do pronome da sentença2;

Resultados



Conclusão

- O estudo apresenta um link entre neurônios hipocampais e a semântica incremental da língua.
- Essa semântica incremental se relaciona com a língua e memória, demonstrando essa relação por meio da manipulação da recuperação referencial de um pronome;
- A diferença de ativação temporal/latência entre os nomes alvo (210ms) e os pronomes (600ms) sugere que alguns neurônios podem recuperar informação conceitual e mantê-las acessíveis para o falante nos contextos que demandam referencialidade.