NGÔN NGỮ HỌC VÀ VIỆT NGỮ HỌC

TÌM HIỂU VỀ MẠNG NGÔN NGỮ TRONG NÃO BỘ

NGUYỄN VĂN ĐỘ*

TÓM TẮT: Xử lí ngôn ngữ là một đặc điểm tiêu biểu của loài người. Kiến thức về cơ sở thần kinh sinh học của nó đã tăng lên đáng kể trong những thập kỉ qua. Các vùng não khác nhau ở bán cầu não trái và phải đã được xác định là hỗ trợ các chức năng ngôn ngữ cụ thể. Các mạng liên quan đến vỏ não thái dương và vỏ não trán dưới, cụ thể ở bên trái đã được chứng minh một cách rõ ràng là phù giúp các quá trình cú pháp, trong khi các mạng thái dương vùng trán chủ yếu phục vụ các quá trình ngữ nghĩa. Các mạng này đã được chứng minh bằng dữ liệu kết nối mang cả hai tính chức năng và cấu trúc. Bên cạnh đó, sự tích hợp chặt chẽ giữa ngôn ngữ và phần còn lại của tâm trí là rất quan trọng để sử dụng ngôn ngữ một cách hiệu quả trong các tình huống thực tế. Ngôn ngữ thực sự là một công cụ cho phép con người tiếp thu kiến thức, chia sẻ những ý tưởng mới, xây dựng các mối quan hệ, đưa ra và thực hiện các yêu cầu. Những hành vi này nhất thiết đòi hỏi sự tương tác nhanh chóng và liên tục giữa quá trình xử lí ngôn ngữ và các năng lực nhận thức khác, chẳng hạn như chức năng điều hành, nhận thức xã hội và tri giác.

TỪ KHÓA: Xử lí ngôn ngữ; cơ sở thần kinh sinh học; bán cầu não trái và phải; mạng ngôn ngữ; mạng nhận thức; quá trình ngữ nghĩa.

NHẬN BÀI: 04/02/2025. BIÊN TẬP-CHỈNH SỬA-DUYỆT ĐĂNG: 20/05/2025

1. Giới thiệu

Kể từ lần đầu tiên phát hiện ra rằng các chức năng ngôn ngữ có liên quan trực tiếp đến mô não (brain tissue), nhiều nhà khoa học đã quan tâm đến việc tìm hiểu cơ sở thần kinh của ngôn ngữ (the neural basis of language). Các nghiên cứu về sự tổn thương não bộ đã cho ra đời của các phương pháp mới như điện não đồ (EEG - electroencephalography), từ não đồ (MEG - magnetoencephalography) và chụp cộng hưởng từ (MRI - magnet resonance imaging). Những thiết bị này có thể được sử dụng trong các cơ thể sống để chụp ảnh các chức năng nhận thức trong não (fMRI - to image cognitive functions in the brain) cũng như giải phẫu chất xám và các bó sợi chất trắng/ white matter fiber tracts (diffusion-weighted imaging DWI[1] - Chụp có trọng số khuếch tán), đã dẫn đến sự gia tăng đáng kể các nghiên cứu ngôn ngữ dựa trên não bộ.

Mặc dù có hàng trăm nghiên cứu về chủ đề này, việc mô tả cơ sở thần kinh của ngôn ngữ và lời nói vẫn còn khó khăn. Một số nghiên cứu chủ yếu tập trung vào giải phẫu thần kinh của tri giác lời nói (speech perception)[2], trong khi những nghiên cứu khác cố gắng chỉ rõ giải phẫu thần kinh chức

[1] Diffusion weighted imaging (DWI) is a method of signal contrast generation based on the differences in Brownian motion. DWI is a method to evaluate the molecular function and micro-architecture of the human body (Chụp ảnh có trọng số khuếch tán (DWI) là phương pháp tạo độ tương phản tín hiệu dựa trên sự khác biệt trong chuyển động Brown. DWI là phương pháp đánh giá chức năng phân tử và kiến trúc vi mô của cơ thể con người). https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov › articles › PMC5039674

[2] *Speech perception* is the process by which the sounds of language are heard, interpreted, and understood. The study of speech perception is closely linked to the fields of phonology and phonetics in linguistics and cognitive psychology and perception in psychology (*Tri giác lời nói* là quá trình mà âm thanh của ngôn ngữ được nghe, phiên giải và hiểu. Nghiên cứu về tri giác lời nói có liên quan chặt chẽ đến các lĩnh vực âm vị học và ngữ âm học trong ngôn ngữ học và tâm lí học nhận thức và tri giác trong tâm lí học). Wikipedia

* Cần phân biệt (ở mức có thể) giữa "perception" và "cognition". The purpose of *perception* is to convey correct information about our immediate surroundings. *Cognition*, on the other hand, involves forming beliefs, making decisions and solving problems, on the basis of already existing information. The role of cognition is therefore much more general than that of perception (Mục đích của *tri giác* là truyền đạt thông tin chính xác về môi trường xung quanh chúng ta. Mặt khác, *nhận thức* liên quan đến việc hình thành niềm tin, đưa ra quyết

**Trường Đại học Thăng Long; Email: ducdothanglong@gmail.com*

năng của các quá trình ngữ nghĩa và cú pháp cũng như tiến trình thời gian của những quá trình này. Tuy nhiên, những nghiên cứu khác lại coi các hệ thống bộ nhớ khác nhau hoặc hệ thống bộ nhớ và điều khiển là những phần chính của quá trình xử lí ngôn ngữ.

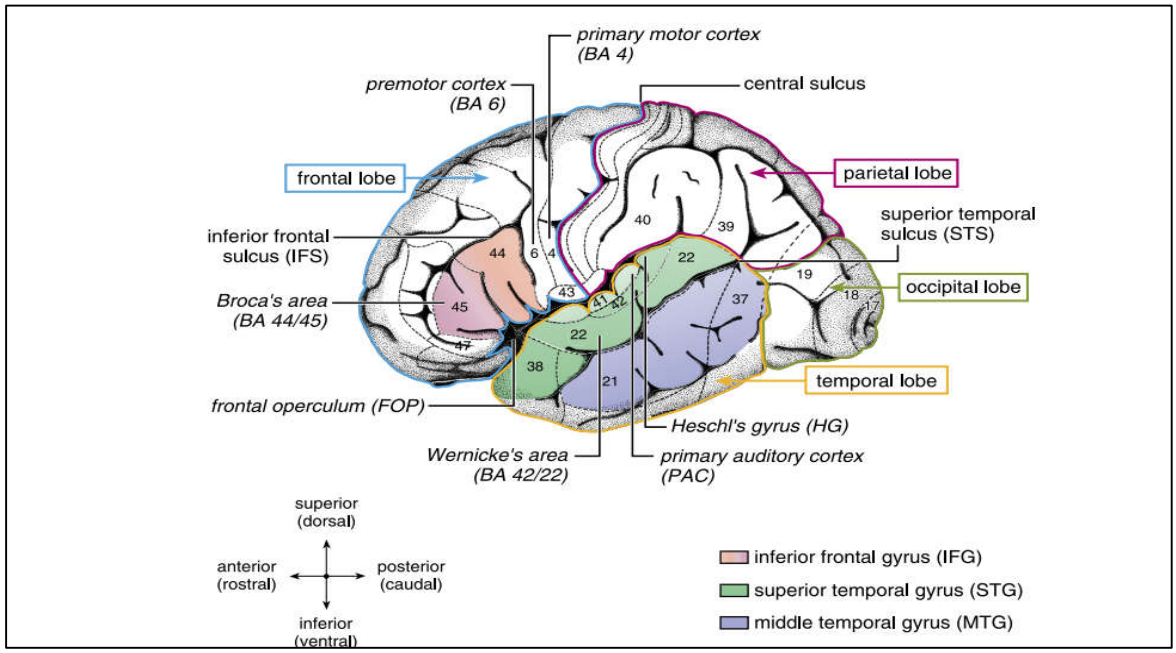
2. Hệ thống/mạng ngôn ngữ (The language network)

Từ các tổng quan khác nhau, rõ ràng là vỏ não liên quan đến ngôn ngữ bao gồm vùng Broca ở hồi trán dưới (IFG - Inferior frontal gyrus), vùng Wernicke ở hồi thái dương trên (STG - Superior emporal gyrus), cũng như các phần của hồi thái dương giữa (MTG - Middle temporal gyrus) và hồi đỉnh dưới và hồi góc ở thùy đỉnh (xem HÌNH 1). Trong các vùng được xác định về mặt giải phẫu vĩ mô này, có thể định vị các tiểu vùng vi mô.

2.1. Sự phân vùng của vỏ não ngôn ngữ (Parcellation of the Language Cortex)

Korbian Brodmann (1909), là người đầu tiên mô tả về kiến trúc tế bào vỏ não người. Các phương pháp tiếp cận kiến trúc thần kinh mới cung cấp thông tin chi tiết về các phân khu của vùng mạng ngôn ngữ. Các phương pháp tiếp cận kiến trúc thần kinh mới này là 1) phân tích kiến trúc tế bào khách quan nâng cao dựa trên mật độ các loại tế bào thần kinh khác nhau trong vỏ não, 2) phân tích kiến trúc thụ thể dựa trên sự phân bố các loại thụ thể thần kinh khác nhau trong vỏ não và 3) phương pháp phân chia dựa trên kết nối chia nhỏ các vùng não theo kết nối khu vực cụ thể của chúng với các khu vực khác trong não.

Điều thú vị là tất cả các cách tiếp cận này đều đề xuất một sự phân chia thành từng phần của chính vùng Broca và tách biệt nó khỏi các vùng lân cận. Điều này có vẻ quan trọng vì phần lớn hơn của

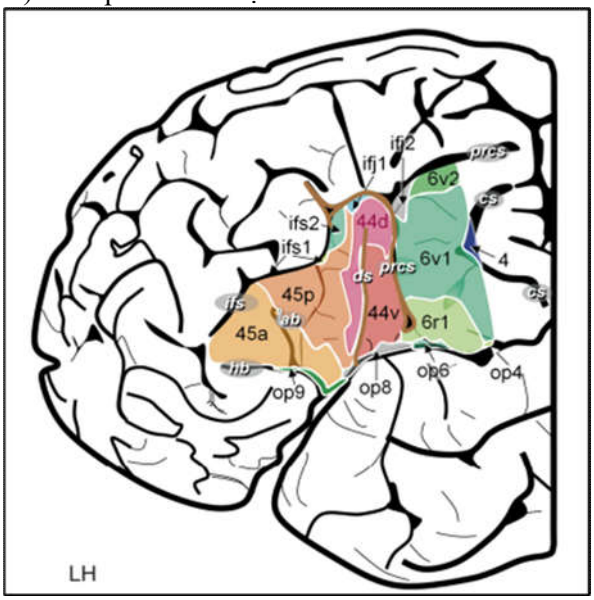


HÌNH 1. Chi tiết giải phẫu và kiến trúc tế bào (cytoarchitectonic) của bán cầu não trái. Các thùy khác nhau (different lobes): trán (frontal), thái dương (temporal), đỉnh (parietal), chẩm (occipital) được đánh dấu bằng các đường viền màu. Các hồi chính quan yếu đối với ngôn ngữ (IFG - Inferior frontal gyrus/Hồi trán dưới), STG - Suprior temporal gyrus/ Hồi thái dương trên), MTG - Middle temporal gyrus/Hồi thái dương giữa) được mã hóa màu. Các con số biểu thị vùng Brodmann (BA) liên quan với ngôn ngữ mà Brodmann (1909) đã định nghĩa dựa trên các đặc điểm kiến trúc tế bào. Các nhãn tọa độ trước/ sau (the coordinate labels anterior/posterior) biểu thị vị trí của hồi trong một thùy (ví dụ: Hồi thái dương trên) hoặc trong BA (ví dụ: BA trên 44; chiều trên/ dưới cũng được dán nhãn phía lưng/ phía bụng) (dorsal/ventral). Các nhãn tọa độ mỏ/ đuôi (rostral/caudial) biểu thị vị trí trong một hồi (ví dụ: hồi thái dương trên trước; chiều trước/sau cũng được dán nhãn mỏ/ đuôi). Vùng Broca bao gồm *pars opercularis* (BA 44) và *pars triangularis* (BA 45). Nằm ở phía trước vùng Broca là *pars orbitalis* (BA 47). Nắp trán (FOP - Frontal operculum) nằm ở phía bụng và nhiều hơn ở phía trong so với BA 44, BA 45. Vỏ não vận động trước nằm ở BA 6. Vùng Wernicke được định nghĩa là BA 42 và BA 22. Vỏ não thính giác nguyên phát (PAC - Primary auditory cortex) và hồi Heschl (HG - Hesch's gyrus) nằm theo hướng từ mặt bên sang giữa.

vùng Broca thường được thảo luận là có khả năng hỗ trợ các khía cạnh khác nhau của quá trình xử lí ngôn ngữ. Vùng Broca thường được định nghĩa là bao gồm vùng Brodmann (BA) 44 được xác định theo kiến trúc tế bào, *pars opercularis* (và BA 45, và *pars triangularis*[3]) (xem HÌNH 1). Về mặt kiến trúc thụ thể (Receptoarchitectonically), vùng 45 có thể được chia thành hai phân khu, vùng 45a ở phía trước hơn giáp với BA 47 và vùng 45p ở phía sau hơn giáp với BA 44 (xem HÌNH 2). Hơn nữa, vùng 44 có thể được chia nhỏ theo kiến trúc thụ thể thành các vùng thuộc phía lưng (44d) và phía bụng (44v). Những phân khu này có thể có tầm quan trọng đặc biệt về mặt chức năng vì các thí nghiệm ngôn ngữ khác nhau đã phân bổ các chức năng khác nhau cho vùng 45, và cho vùng 44 mà hiện có thể được phân bổ cho các vùng phụ khác nhau trong 45 (45a so với 45p) và 44 (44d so với 44v) khi xem xét sự phân chia thần kinh giải phẫu chi tiết hơn của vùng này.

Với việc sử dụng phương pháp tiếp cận dựa trên việc kết nối, IFG đã được chứng minh là tách thành một vùng phụ (BA 44) kết nối với vỏ não thái dương thông qua một con đường phía lưng (a dorsal pathway) [bao gồm bó vòng cung (AF - Arcuate fasciculus) và bó dọc trên (SLF - Superior longitudinal fasciculus)], một vùng thứ hai ở phía trước nó (BA 45) kết nối với vỏ não thái dương thông qua hệ thống bao sợi cực đại (EFCS - Extreme fiber capsule system) và một vùng thứ ba nằm ở phía bụng nhiều hơn (nắp trán, FOP - Frontal operculum) kết nối thông qua bó móc (UF - the Uncinate fasciculus) với vỏ não thái dương trước. Cũng có một số ý kiến cho rằng có sự khác biệt giữa các đối tượng liên quan đến vị trí tuyệt đối của từng khu vực, nhưng nhìn chung, nhiều nhà khoa học khẳng định rằng vị trí tương đối của ba khu vực là ổn định ở các đối tượng khác nhau.

Mô tả vi giải phẫu của vỏ não thính giác và vỏ não thái dương cung cấp cho chúng ta hình ảnh sau. Ở vỏ não thính giác nguyên phát (BA 41 trong HÌNH 1), các phân tích kiến trúc tế bào đã phát hiện ra các tiểu vùng khác nhau theo hướng từ giữa sang bên. Vùng BA 22 được xác định theo kiến trúc tế bào bao phủ hai phần ba sau của độ lồi ở mặt bên (the lateral convexity) của STG (xem HÌNH 1). Các phân khu thụ thể và kiến trúc tế bào đã



HÌNH 2. Sự phân chia thụ thể kiến trúc của vỏ não trước trán và phía sau bên trái. Mức độ các vùng được phân định phóng chiếu đến mặt bên của não sau khi chết của một cá nhân. Các vị trí liên kết thụ thể sau đây đã được nghiên cứu bởi Amunts và cộng sự (2010) đối với vỏ não trước trán: thụ thể AMPA và kainite glutamatergic, thụ thể GABAergic $GABA_A$, thụ thể muscarinic cholinergic M_1 và M_2, và thụ thể noradrenergic. Mã màu biểu thị các ranh giới được xác định theo kiến trúc thụ thể. Ví dụ, ranh giới giữa 44d (mặt phía lưng) và 44v (mặt phía bụng) chủ yếu được phân biệt bởi thụ thể M_1 và muscarinic M_2. Vùng 45 có thể được chia nhỏ theo kiến trúc thụ thể thành phần trước (45a) và phần sau (45p). Vùng 6 có thể được chia nhỏ thành ba tiểu phần. op, Operculum (Nắp) (đánh số chỉ ra các tiểu phần khác nhau); ifs, rãnh trán dưới; ifj, mối nối trán dưới; prcs, rãnh trước trung tâm; cs, rãnh trung tâm. [Amunts & cộng sự.]

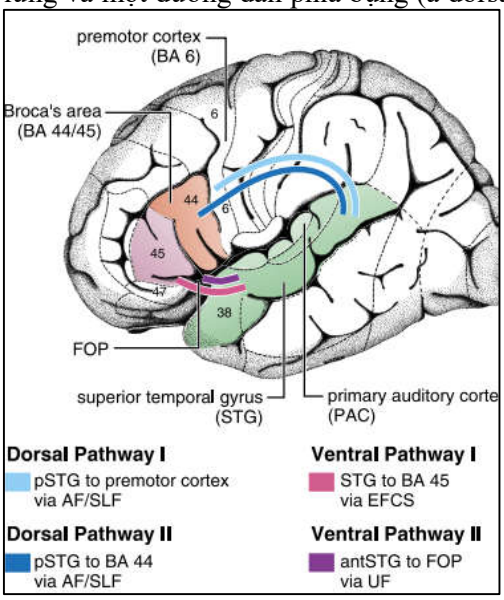
[3] *Pars opercularis* is superior and posterior and is involved in phonological processing. *Pars orbitalis* is anterior and inferior and is involved in semantic processing. *Pars triangularis* is in between these two subsections and is involved in syntax processing (*Pars opercularis*/phần nắp của hồi trán dưới nằm ở phía lưng và ở phía sau và tham gia vào quá trình xử lí âm vị. *Pars orbitalis*/là nằm ở phía trước và phía bụng và tham gia vào quá trình xử lí ngữ nghĩa. *Pars triangularis*/Phần tam giác của hồi trán dưới nằm giữa hai tiểu khu này và tham gia vào quá trình xử lí cú pháp).

cho thấy có sự tách biệt bờ phía lưng và bờ phía bụng của STG. cho thấy có sự tách biệt bờ phía lưng và bờ phía bụng của STG. Người ta cho rằng STG ở mặt bên không bao gồm bờ phía lưng và bờ phía bụng vốn hành chức như là một vùng có liên quan về mặt chức năng đối với quá trình xử lí ngôn ngữ ở người. Từ góc độ chiều kích trước-sau (In the anterior-posterior dimension), không có sự phân chia kiến trúc tế bào của BA 22 vì nó bao phủ hầu hết STG, ngoại trừ phần trước nhất của nó (BA 38) (xem HÌNH 1).

Vì phân tích cấu trúc tế bào và thụ thể không thể thực hiện trong não của người sống nên nhóm nghiên cứu các phương pháp này đã tính toán "bản đồ xác suất" ('probability maps')[4] từ não người sau khi chết, trong đó các phân tích cấu trúc tế bào có sẵn trên mạng internet tại http: fz-juelich.de/inm/index.php?index=51).

2.2. Các kết nối mang đặc trưng cấu trúc giữa các cỏ não ngôn ngữ (Structural Connections Between the Language Cortices)

Việc xác định các đường dẫn sợi trục (fiber pathways) giữa vùng Broca và vỏ não thái dương (vùng Wernicke) có từ cuối thế kỉ 19 khi Dejerine định nghĩa bó vòng cung là đường dẫn sợi trục chiếm ưu thế kết nối hai vùng này. Ngày nay, cộng hưởng từ khuếch tán sức căng (DTI - Diffusion tensor imaging)[5] cho phép xác định các kết nối cấu trúc giữa các vùng não khác nhau ở người sống. Để biết được tập bản đồ đường dẫn gần đây thể hiện các kết nối sợi chính dựa trên phương pháp này, hãy xem Catani và de Schotten, (2008). Tuy nhiên, lưu ý rằng với cách tiếp cận này, không thể xác định được hướng của skết nối. Về vấn đề kết nối giữa các vùng liên quan đến ngôn ngữ, tức là vỏ não (trước) trán và vỏ não thái dương, các tài liệu thường đồng ý về hai đường dẫn, một đường dẫn phía lưng và một đường dẫn phía bụng (a dorsal and ventral pathway). Gần đây, đã có cuộc tranh luận về các chức năng cụ thể của các con đường khác nhau từ vỏ não thái dương đến các phần khác của não cũng như về các điểm cuối của chúng ở các vùng não khác (xem HÌNH 3).



HÌNH 3. Các kết nối mang đặc trưng cấu trúc giữa các vỏ não ngôn ngữ. Sơ đồ của hai đường dẫn phía lưng và hai đường dẫn phía bụng. Đường dẫn phía lưng I kết nối hồi thái dương trên (STG) với vỏ não vận động mặt trước thông qua bó vòng cung (AF) và bó dọc trên (SLF). Đường dẫn phía lưng II kết nối STG với BA 44 thông qua AF/SLF. Đường dẫn bụng I kết nối BA 45 và vỏ não thái dương thông qua hệ thống bao sợi trục cực cấp (EFCS). Đường dẫn phía bụng II kết nối nắp trán (FOP) và STG/STS thái dương trước thông qua bó móc (UF).

Trong "các mô hình luồng kép" ('dual stream models'), đường dẫn phía bụng đã được sử dụng để hỗ

[4] Theo ScienceDirect.com, A 'Probability Map' is a method used in computer science to combine probability information with anatomical transformations, allowing for comparisons and correlations of brain structures in three dimensions between individual scans and a population database ('Bản đồ xác suất' là một phương pháp được sử dụng trong khoa học máy tính để kết hợp thông tin xác suất với các phép biến đổi giải phẫu, cho phép so sánh và tương quan các cấu trúc não trong ba chiều giữa các lần quét riêng lẻ và cơ sở dữ liệu quần thể).

[5] Theo National Institutes of Health (NIH), diffusion tensor imaging is an advanced magnetic resonance imaging modality that uses the Brownian motion of water molecules to provide data for images. This cutting-edge neuroimaging technique has allowed exploration of the intricate architecture of the brain (Chụp ảnh cộng hưởng từ khuếch tán sức căng là phương thức chụp cộng hưởng từ tiên tiến nhất sử dụng chuyển động Brown của các phân tử nước để cung cấp dữ liệu cho hình ảnh. Kĩ thuật chụp ảnh thần kinh tiên tiến này đã cho phép khám phá cấu trúc phức tạp của não.

trợ sự ánh xạ âm thanh-ý nghĩa (to support sound-to-meaning mapping), trong khi đường dẫn phía lưng kết nối vùng phía sau lưng nhất của thùy thái dương (the posterior dorsal-most aspect of the temporal lobe) và thùy trán sau đã được đề xuất để hỗ trợ tích hợp thính giác-vận động (to support auditory-motor integration). Sử dụng đường hướng lần theo dấu vết sợi trục xác định[6] (a deterministic fiber tracking approach) trong đó hai điểm cuối của kết nối được xác định trước trên cơ sở dữ liệu chức năng, Saur và cộng sự (2008), giải thích rằng đường dẫn phía bụng kết nối vỏ não thái dương với *pars orbitalis* (BA 47) và *triangularis* (BA 45) thông qua EFCS (Extreme fiber capsule system - Hệ thống sợi trục bao con nhộng ngoài cùng) hỗ trợ sự ánh xạ âm thanh-ý nghĩa và xác định đường dẫn phía lưng là đi từ thùy thái dương đến vỏ não vận động trước và tiếp tục đến *pars opercularis* (BA 44) hỗ trợ ánh xạ cảm giác-vận động của âm thanh-phát âm[7] (sensory-motor mapping of sound-to-articulation). Sự phiên giải mang đặc trưng chức năng này trái ngược một chút với cách tiếp cận lần theo dấu vết sợi trục xác suất (probabilistic fiber tracking approach) trong đó chỉ có một đầu của kết nối được xác định là điểm hạt giống. Xác định hai điểm hạt giống trong IFG (Inferior frontal gyrus - Hồi trán dưới) trên cơ sở hai hoạt động chức năng khác nhau, Friederici & đồng sự đã xác định một đường dẫn phía lưng đi từ *pars opercularis* (BA 44) đến vỏ não thái dương phía sau qua AF/SLF (và một đường dẫn phía bụng từ FOP qua UF đến vỏ não thái dương trước). Chức năng của đường dẫn phía lưng được thấy trong việc hỗ trợ xử lí các thành phần không liền kề trong các câu phức tạp về mặt cú pháp và đường dẫn phía bụng được thực hiện để hỗ trợ các kết hợp các thành phần liền kề trong một chuỗi.

Do đó, những phát hiện này cũng như dữ liệu bổ sung từ sự kích thích sâu trong khi phẫu thuật có khả năng khiến chúng ta tin rằng có hai đường dẫn phía bụng kết nối vỏ não ở vùng trán với vỏ não thái dương quan yếu đối với quá trình xử lí ngôn ngữ, một đường xuất phát đi từ BA 45 qua EFCS đến vỏ não thái dương (đường dẫn phía bụng I) và một xuất phát đi từ ở FOP qua UF (đường dẫn phía bụng II). Hơn nữa, có bằng chứng gợi ý rằng có hai đường dẫn phía lưng song song, một đi từ vỏ não thái dương đến vỏ não vận động trước (đường dẫn phía lưng I) và một đi từ vỏ não thái dương đến BA 44 (đường dẫn phía lưng II), trong đó đường dẫn trước chủ yếu hỗ trợ ánh xạ âm thanh sang vận động và đường dẫn sau hỗ trợ các quá trình ngôn ngữ cấp cao hơn.

Sự phân chia thành hai đường dẫn phía lưng này phù hợp với dữ liệu kết nối cấu trúc gần đây từ trẻ sơ sinh rất nhỏ cho thấy một đường dẫn sợi trục phía lưng từ thùy thái dương chỉ đi đến vỏ não vận động/ tiền vận động. Đường dẫn này (đường dẫn phía lưng I) phục vụ cho sự tích hợp thính giác-vận động đã có tầm quan trọng hàng đầu trong quá trình tiếp thu ngôn ngữ ở giai đoạn sớm, khi điều chỉnh hệ thống theo hướng ngôn ngữ đích. Một đường dẫn sợi trục phía lưng kết nối thùy thái dương với vùng Broca trong IFG (đường dẫn phía lưng II) phát triển muộn hơn nhiều và dường như có liên quan về mặt chức năng đến các chức năng ngôn ngữ cú pháp và ngữ nghĩa cấp cao hơn. Vẫn chưa rõ

---

[6] *Fiber Tracking*: In neuroscience, tractography is a 3D modeling technique used to visually represent neural tracts using data collected by diffusion tensor imaging (DTI). It uses special techniques of magnetic resonance imaging (MRI), and computer-based image analysis. The results are presented in two- and three-dimensional images (*Theo dõi bằng sợi quang*: Trong khoa học thần kinh, tractography (đồ họa-lần theo dấu vết) là một kỹ thuật mô hình hóa 3D được sử dụng để trình hiện thị giác các đường dẫn thần kinh bằng cách sử dụng dữ liệu thu thập được bằng phương pháp chụp ảnh cộng hưởng từ khuếch tán sức căng (DTI). Kỹ thuật này sử dụng các kỹ thuật đặc biệt của chụp cộng hưởng từ (MRI) và phân tích hình ảnh dựa trên máy tính. Kết quả được trình bày dưới dạng hình ảnh hai và ba chiều). https://www.brainlab.org/glossary/fiber-tracking/.

[7] *Speaking* is one of the most complex motor behaviors developed to facilitate human communication. The underlying neural mechanisms of speech involve sensory-motor interactions that incorporate feedback information for online monitoring and control of produced speech sounds (*Nói* là một trong những hành vi vận động phức tạp nhất được phát triển để tạo điều kiện thuận lợi cho giao tiếp của con người. Các cơ chế thần kinh cơ bản của lời nói liên quan đến các tương tác cảm giác-vận động kết hợp thông tin phản hồi để theo dõi trực tuyến và kiểm soát các âm thanh lời nói được tạo ra). PubMed Central.

liệu các kết nối phía lưng này là trực tiếp hay gián tiếp với giai đoạn trung gian ở vỏ não đỉnh dưới có vai trò trong luồng phía lưng có thể là lưu trữ bộ nhớ làm việc về mặt ngữ âm.

Ngoài các kết nối tầm xa này (these long-range connections)[8], các phân tích về kết nối chức năng và kết nối cấu trúc còn xác định được hai con đường tầm ngắn trong vỏ não thái dương, con đường đầu tiên từ hồi Heschl (HG)[9] đến *planum polare* (*miền cực phẳng*)[10] và STG trước thông qua con đường sợi trục phần mỏ (a rostral fiber patway) và con đường thứ hai từ HG đến *planum temporale* (miền thái dương phẳng) (PT) và STG sau thông qua con đường sợi trục phía đuôi (a caudal fiber patway). Những dữ liệu này gợi ý hai luồng xử lí thính giác trong vỏ não thái dương, 1) giữa vỏ não thính giác nguyên phát (PAC) và vỏ não thính giác phía trước (*planum polare*) và 2) giữa PAC và vỏ não thính giác phía sau (*planum temporale*). Các kết nối tầm ngắn cũng đã được báo cáo cho vỏ não trước trán, kết nối rãnh trán dưới và BA 44.

Tóm lại, ngoài các kết nối cấu trúc tầm ngắn trong vỏ não liên quan đến ngôn ngữ, còn có nhiều kết nối cấu trúc tầm xa giữa các vùng liên quan đến ngôn ngữ ở vỏ não trán và thái dương: hai đường dẫn phía lưng và có thể là hai đường dẫn phía bụng song song. Mặc dù hướng kết nối không thể xác định được ở người khi sử dụng phương pháp DTI (Diffusion tensor imaging/ Chụp ảnh độ căng khuếch tán), dữ liệu từ các nghiên cứu trên động vật sử dụng các phương pháp đánh dấu xâm lấn cho thấy tính định hướng mạnh từ các vùng cảm giác đến vỏ não trước trán ở loài khỉ. Luồng thông tin ngược cũng được xem xét và hai hướng được thảo luận dưới dạng các phép chiếu tiến và lùi. Trong lĩnh vực xử lí ngôn ngữ của con người, sự phóng chiếu từ cảm giác đến vỏ não tiền vận động (thông qua đường dẫn phía lưng I) có thể hỗ trợ các quá trình thông tin từ dưới lên, trong khi sự phóng chiếu từ vùng Broca đến bối cảnh thời gian (thông qua đường dẫn lưng II) có thể phục vụ cho các quá trình từ trên xuống đưa ra dự đoán về thông tin đến, do đó giúp dễ dàng tích hợp thông tin hơn. Những nghiên cứu trong tương lai cần phải chỉ ra liệu những giả định này đối với quá trình xử lí ngôn ngữ có đúng hay không.

Tuy nhiên, chức năng chính xác của các kết nối cấu trúc này chỉ có thể được xác định gián tiếp, cụ thể là dựa trên chức năng của các vùng cụ thể mà chúng kết nối. Một cách để thiết lập mối quan hệ chặt chẽ hơn giữa thông tin cấu trúc và chức năng có thể là sử dụng kết nối giải phẫu (anatomical connectivity) như một điều kiện tiên quyết cho việc mô hình hóa nhân quả động (dynamic causal modeling) của dữ liệu fMRI.

2.3. Các kết nối chức năng trong mạng ngôn ngữ mặc định (Functional Connections in the Default Language Network)

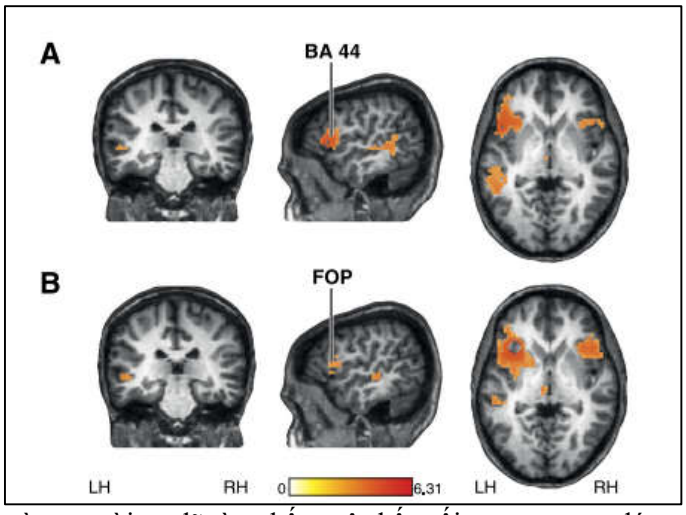
[8] While the precise function of long-distance connections is unknown, the leading hypothesis is that they act to reduce the topological distance between brain areas and increase the efficiency of interareal communication (Trong khi chức năng chính xác của kết nối tầm xa vẫn chưa được biết, giả thuyết hàng đầu là chúng hoạt động để giảm khoảng cách về mặt cấu trúc giữa các vùng não và tăng hiệu quả giao tiếp giữa các thực thể). PNAS. https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/long-range-connection.

[9] National Institutes of Health, Heschl's gyrus (HG) is a brain area that includes the primary auditory cortex in humans. Due to the limitations in obtaining direct neural measurements from this region during naturalistic speech listening, the functional organization and the role of HG in speech perception remain uncertain (Hồi Heschl (HG) là một vùng não bao gồm vỏ não thính giác chính ở người. Do những hạn chế trong việc thu thập các phép đo thần kinh trực tiếp từ vùng này trong quá trình nghe lời nói tự nhiên, nên tổ chức chức năng và vai trò của HG trong tri giác lời nói vẫn chưa chắc chắn).

[10] The term *planum polare* refers to a portion of the superior temporal gyrus near the temporal pole in the human. It is located in the temporal bank of the lateral fissure rostral to the transverse temporal gyrus (Thuật ngữ miền cực phẳng dùng để chỉ một phần của hồi thái dương trên gần cực thái dương ở người. Nó nằm ở bờ thái dương của khe bên vùng mỏ đến hồi thái dương ngang (Szikla-1977).

Mỗi nghiên cứu dựa trên não bộ về xử lí ngôn ngữ đều báo cáo ít nhất một hoạt động liên quan đến chức năng ở vỏ não gần khe perisylvia phía bên trái (the left perisylvian cortex)[11], bao gồm các vỏ não trước trán, trán, thái dương và đỉnh (the prefrontal, frontal, temporal, and parietal cortices). Chức năng cụ thể được quy gán cho một khu vực nhất định ở vỏ não quanh khe sylvia như được xác định trên cơ sở các nghiên cứu hình ảnh chức năng điều tra các khía cạnh khác nhau của việc xử lí ngôn ngữ, chẳng hạn như ngữ âm, cú pháp và ngữ nghĩa.

Ở đây, trước tiên chúng ta sẽ xem xét dữ liệu gần đây cho thấy các biến thể thử nghiệm trong các nghiên cứu này chỉ phản ánh phần nổi của tảng băng chìm, vì các điều kiện thử nghiệm cụ thể chỉ có thể giải thích 20% hoặc ít hơn tổng phương sai của sự hoạt hóa não bộ (the total variance of the activation of the brain) trong một thử nghiệm nhất định. Phần phương sai còn lại biểu thị hoạt động không được gây ra bởi các điều kiện thử nghiệm cụ thể. Điều thú vị là hoạt động "không giải thích được" ("unexplained" activity) này không phải là ngẫu nhiên. Đối với các thí nghiệm ngôn ngữ, nó nằm ở vỏ não quanh vùng perisylvia. Vì khuôn mẫu kích hoạt này (this activation pattern) chỉ được quan sát thấy đối với các thí nghiệm không phải ngôn ngữ nên nó nó được coi là đại diện cho mạng ngôn ngữ mặc định (to represent the default language network). Để xác định hoạt động mặc định này, một phân tích dao động tần số thấp của dữ liệu fMRI đã so sánh bốn thí nghiệm ngôn ngữ với hai thí nghiệm không phải ngôn ngữ từ cùng một phòng thí nghiệm không phải ngôn ngữ từ cùng một phòng thí nghiệm. Hơn nữa, khi tiến hành phân tích một kết nối chức năng trong mạng ngôn ngữ mặc định này, người ta đã tìm thấy một kết nối tương quan đáng kể giữa vùng Broca trong IFG và thùy thái dương trên ở mặt sau (the posterior superior temporal lobe) (xem HÌNH 4).



HÌNH 4. Các kết nối chức năng giữa các vỏ não ngôn ngữ trong mạng ngôn ngữ mặc định. Kết quả là của một phân tích kết hợp liên quan đến 4 thí nghiệm ngôn ngữ được hiệu chỉnh cho nhiều phép so sánh bằng cách sử dụng ngưỡng FDR ở P < 0,05. A: các mối tương quan với vùng hạt giống BA 44. B: các mối tương quan với vùng hạt giống trong FOP (the frontal operculum). Đối với mỗi thí nghiệm, các mối tương quan được chuyển đổi từ ɲ sang z để đảm bảo tính Gaussian (to ensure Gausianity) và sau đó được đưa vào kiểm định-t theo voxel (a voxelwise t-test) trên các đối tượng. Bản đồ hiển thị các giá trị z cho sự kết hợp của tất cả 4 nghiên cứu ngôn ngữ. Các giá trị z được mã hóa màu như được chỉ ra bởi thanh màu. [Chuyển thể từ Lohmann và cộng sự, với sự cho phép của Nhà xuất bản Đại học Oxford.]

Như thế, có thể khẳng định chắc chắn rằng, trong Mạng Ngôn ngữ Mặc định có các kết nối chức năng giữa các vùng ngôn ngữ khác nhau, độc lập đối với các điều kiện khác nhau do một thí nghiệm nhất định nào đó đem lại. Nói một cách ngắn gọn, có một mẫu kích hoạt cụ thể cho tất cả các điều kiện thí nghiệm cụ thể (mà) hướng đến mục đích kiểm tra các quá trình ngữ nghĩa hoặc cú pháp như đã được báo cáo trong các nghiên cứu fMRI thuộc các ngôn ngữ khác nhau do vậy chỉ thể hiện được sự điều biến của Mạng Ngôn ngữ Mặc định này.

[11] This left perisylvian region is the site for both elemental functions, such as, phonetic processing, and higher purposes, namely, syntactic and semantic detection (Vùng perisylvian bên trái này là vị trí cho cả hai chức năng cơ bản, chẳng hạn như xử lí ngữ âm và mục đích cao hơn, cụ thể là phát hiện cú pháp và ngữ nghĩa). NCBI.

2.4. Mạng ngôn ngữ và mạng nhận thức tương tác để hỗ trợ việc sử dụng ngôn ngữ trong đời thực *(The Language Network and The Cognitive Networks Interact to Support Real-Life Language Use)*

2.4.1. Bối cảnh chung

Theo Evelina Feorenko và các cộng sự (2024), Mạng Ngôn ngữ (the language Network) không phải là điểm khởi đầu trong quá trình sản sinh cũng không phải là điểm kết thúc trong quá trình lĩnh hội[12] (the end point during comprehension). Trong quá trình sản sinh, nó nhận thông tin đầu vào từ các hệ thống hỗ trợ khả năng suy nghĩ của chúng ta và mã hóa chúng thành một chuỗi từ. Trong quá trình lĩnh hội, mạng ngôn ngữ giải mã thông tin đầu vào mà nó nhận được từ các vùng tri giác chuyên biệt (specialized perceptual areas) và chuyển đến các hệ thống nhận thức khác (other cognitive systems), có thể sử dụng thông tin mới này để cập nhật các cấu trúc kiến thức hiện có và để (đưa ra) lí luận và hành động trong thế giới.

Sự tích hợp chặt chẽ giữa ngôn ngữ và phần còn lại của tâm trí (the rest of the mind) là rất quan trọng đối với việc sử dụng ngôn ngữ hiệu quả trong các tình huống thực tế. Ngôn ngữ là một công cụ cho phép con người tiếp thu kiến thức, chia sẻ ý tưởng mới, xây dựng mối quan hệ và đưa ra và thực hiện các yêu cầu. Những hành vi này nhất thiết đòi hỏi sự tương tác nhanh chóng và liên tục giữa quá trình xử lí ngôn ngữ và các năng lực nhận thức khác (other cognitive capacities), chẳng hạn như các chức năng điều hành (executive functions), nhận thức xã hội và kiến thức chung về thế giới (social cognition and general world knowledge). Hơn nữa, theo kinh nghiệm, một số quá trình nhận thức có vẻ là những phần thiết yếu của ngôn ngữ - chẳng hạn như xây dựng cấu trúc cấp độ diễn ngôn (building discourse-level structure) bằng cách kết nối thông tin giữa các câu - sử dụng các vùng vỏ não nằm ngoài mạng ngôn ngữ và hỗ trợ các phép tính không dành riêng cho ngôn ngữ (HÌNH 5).

2.4.2. Mạng đa nhu cầu: nhiệm vụ đòi hỏi vượt quá khả năng lĩnh hội và sản sinh (*Multiple demand network: task demands beyond comprehension and production*)

Các phẩm tính của mạng (Network properties).

Mạng đa nhu cầu bao gồm các vùng chung của trán và đỉnh, vùng tiền và hậu của vùng thái dương dưới hai bên (comprises bilateral frontal and parietal, medial prefrontal and posterolateral inferior temporal domain-general areas) hoạt động trong các nhiệm vụ nhận thức đa dạng đầy thử thách, với phản ứng mạnh hơn trong các điều kiện hoặc nhiệm vụ khó khăn hơn (HÌNH 5). Kí mã phản ứng khó > dễ (The hard > easy response signature) luôn duy giữ trong các nhiệm vụ khác nhau về việc định dạng sự trình hiện (các nhiệm vụ trí nhớ làm việc không gian so với các nhiệm bằng lời) và bản chất của các nhiệm vụ (bài toán, câu đố logic, học nhiệm vụ mới). Hoạt động trong mạng đa nhu cầu có liên quan đến các cấu trúc như trí nhớ làm việc, kiểm soát nhận thức và sự chú ý - tất cả đều là thành phần quan trọng của hành vi hướng đến mục tiêu. Sự khác biệt cá nhân trong hoạt động trong mạng này có liên quan đến sự khác biệt về trí thông minh lưu động và tổn thương mạng này có liên quan đến việc giảm khả năng điều hành và trí thông minh lưu động.

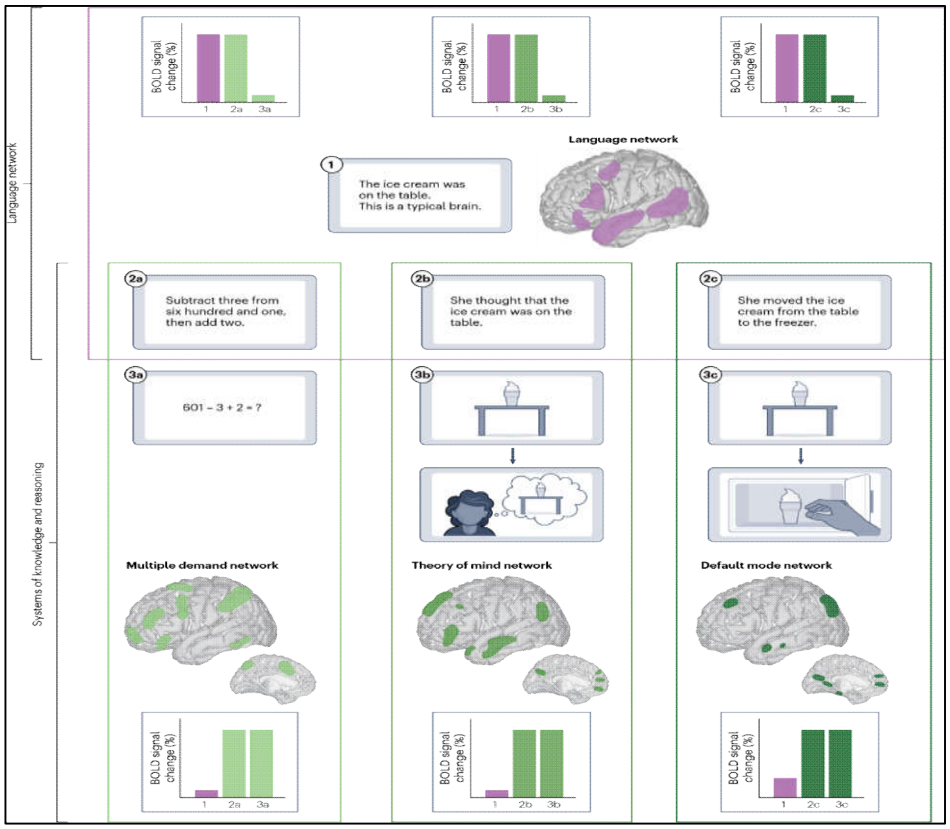
2.4.3. Lí thuyết về mạng tâm trí: dụng học và lí luận xã hội (*Theory of mind network: pragmatics and social reasoning*)

Phẩm tính của mạng (Network properties)

Lí thuyết về mạng tâm trí bao gồm, nổi bật nhất, các vùng não ở ranh giới thái dương-đỉnh hai bên và dọc theo đường giữa vỏ não được kích hoạt khi một người suy nghĩ về trạng thái tinh thần của chính mình hoặc của người khác. Sự kích hoạt này khái quát hóa trên toàn bộ nội dung, định dạng (ngôn ngữ so với hình ảnh hoặc video) và nguồn bằng chứng của trạng thái tinh thần. Khi trưởng

[12] 'Understand' can include a range of levels of knowledge, from basic awareness or recognition to a deeper comprehension. It does not imply a specific depth of understanding. 'Comprehend', however, suggests a deeper or more thorough level of understanding ('Hiểu' có thể bao gồm một loạt các cấp độ kiến thức, từ sự tỉnh giác hoặc sự nhận ra cơ bản đến sự hiểu biết sâu sắc hơn. Nó không ngụ ý một chiều sâu hiểu biết cụ thể. Tuy nhiên, "Lĩnh hội"/ "Thấu hiểu" gợi ý một cấp độ hiểu biết sâu sắc hơn hoặc toàn diện hơn). Langeek.

thành, những vùng này, đặc biệt là thành phần nằm ở ranh giới thái dương-đỉnh bán cầu não phải, trở nên cực kì chọn lọc đối với lí thuyết về tâm trí so với việc xử lí nhiều loại thông tin có liên quan đến xã hội khác nhau: chúng không phản ứng với các kích thích xã hội (như khuôn mặt, giọng nói hoặc chuyển động sinh học, với các mô tả về thuộc tính vật lí của người khác, cảm giác cơ thể hoặc các thuộc tính xã hội nói chung hoặc với các yêu cầu điều hành chung.



HÌNH 5.| Tính chọn lọc đối với ngôn ngữ trong mạng ngôn ngữ, nhưng không phải trong các hệ thống tri thức và lí luận. Mạng ngôn ngữ phản ứng với nội dung ngôn ngữ đa dạng nhưng lại chọn lọc mạnh mẽ đối với ngôn ngữ qua các đầu vào và nhiệm vụ phi ngôn ngữ đa dạng, bao gồm toán học và đầu vào hình ảnh hoặc video có ý nghĩa. Tính chọn lọc này của hệ thống ngôn ngữ (màu tím) được phản ánh bằng các phản hồi mạnh đối với các câu ngẫu nhiên không liên kết (1) và các câu đa dạng về mặt ngữ nghĩa (2a, 2b, 2c) nhưng không phải đối với các biểu thức toán học (3a) hoặc hình ảnh hoặc video có ý nghĩa (3b, 3c). Ngược lại, các hệ thống tri thức và lí luận phản hồi với nội dung bất kể nội dung này được truyền tải bằng lời nói hay ở định dạng khác, vì vậy chúng không chọn lọc đối với ngôn ngữ. Ví dụ, mạng nhiều nhu cầu (màu xanh lá cây nhạt) phản hồi với các câu toán học được trình bày dưới dạng câu (2a) hoặc dưới dạng biểu thức toán học (3a), nhưng không phải đối với các câu không có đúng loại nội dung và không đi kèm với nhiệm vụ (1). Lí thuyết về mạng lưới tâm trí (màu xanh lá cây ở giữa) phản ứng với các kích thích gợi lên những suy nghĩ về trạng thái tinh thần (kiến thức, niềm tin, mong muốn) được trình bày bằng lời nói (2b) hoặc dưới dạng hình ảnh hoặc video (3b), nhưng không phản ứng với các câu thiếu nội dung trạng thái tinh thần (1). Mạng chế độ mặc định (màu xanh lá cây đậm) phản ứng với các câu chuyện được kết nối, bằng lời nói (2c) và hình ảnh (3c), nhưng không phản ứng với các câu không được kết nối (1). Tất cả các vùng não đều trình hiện sơ đồ vị trí giải phẫu trung bình; các vùng chức năng trong não riêng lẻ nhỏ hơn các trình hiện sơ đồ này, thay đổi về vị trí chính xác của chúng và không hoặc chỉ chồng chéo tối thiểu với nhau.

2.4.4. Mạng mặc định: tự sự và mô hình hóa tình huống (*The default network: narratives and situation modelling*)

2.4.1.1. Các thuộc tính của mạng (Network properties).

Mạng chế độ mặc định có tên như vậy là do nó hoạt động nhiều hơn khi ở trạng thái nghỉ ngơi (trạng thái "mặc định") (so với trong các nhiệm vụ đòi hỏi sự hướng ngoại (it is more active at rest (the 'default' state) than during externally oriented demanding tasks). Mạng này bao gồm, nổi bật nhất, các vùng song phương ở vỏ não trước trán giữa và vỏ não đỉnh giữa, xung quanh điểm nối thái dương-đỉnh và ở cực thái dương (This network comprises, most prominently, bilateral areas in the medial prefrontal and medial parietal cortex, around the temporo-parietal junction and in the temporal pole). Mặc dù địa hình của mạng mặc định giống với địa hình của mạng lí thuyết về tâm trí (the theory of mind network)[13] và một số người cho rằng hai mạng này chồng lấn hoặc giống nhau, bằng chứng từ các phương pháp tiếp cận cá nhân-chủ thể cho thấy hai mạng này khác biệt về mặt chức năng mặc dù các vùng thành phần của chúng nằm gần nhau. Vai trò chính xác của mạng mặc định trong nhận thức vẫn đang được tranh luận, với các nghiên cứu khác nhau liên kết nó với phép phóng chiếu hồi/đoạn (episodic projection), xử lí tự định hướng (self-directed processing), kiến trúc quang cảnh bên trong (internal scene construction) hoặc xử lí thông tin không gian (spatial information processing) (dựa trên một bản in trước chưa được bình duyệt/ based on one non-peer-reviewed preprint). Thuộc tính chính của mạng mặc định mà chúng ta quan tâm ở đây là độ nhạy của nó đối với các bối cảnh thời gian có biên độ rộng (long-range temporal contexts). Trái ngược với cửa sổ tiếp nhận của mạng ngôn ngữ (the language network's receptive window) gồm một vài từ, cửa sổ tiếp nhận của mạng mặc định có quy mô tính bằng phút, cho phép nó kết nối thông tin trên nhiều câu hoặc nhiều sự kiện. Hoạt động của mạng mặc định phản ánh sự khác biệt cấp cao trong quá trình xử lí thông tin của con người (ví dụ, liệu người xem phim có biết phần kết thúc của phim hay không) và mã hóa các lược đồ sự kiện cụ thể, chẳng hạn như đi đến nhà hàng hoặc lên máy bay. Như thế, mạng phương thức mặc định dường như luôn truy tìm các ngữ cảnh tình huống mang tính toàn cầu, trừu tượng và đầu vào-bất biến (Thus, the default mode network appears to track abstract, input-invariant, global situational context).

2.4.1.2. Phân li khỏi mạng ngôn ngữ (Dissociation from the language network)

Tương tự như mạng lưới đa nhu cầu và lí thuyết về tâm trí, mạng phương thức mặc định không chọn lọc ngôn ngữ: nó truy tìm thông tin tầm xa cho cả đầu vào ngôn ngữ và phi ngôn ngữ. Hơn nữa, mạng phương thức mặc định mã hóa thông tin theo cách bất biến đầu vào, sao cho các kiểu phản ứng với một lược đồ sự kiện cụ thể (chẳng hạn như đi đến nhà hàng) giống nhau giữa một câu chuyện và một bộ phim cũng như giữa hai câu chuyện. Do đó, nội dung thông tin của mạng phương thức mặc định là trừu tượng. Cuối cùng, mạng phương thức mặc định rõ ràng tách khỏi mạng ngôn ngữ trong các hồ sơ phản ứng, các kiểu tương quan chức năng và cách tổn thương não hoặc kích thích ở các khu vực có liên quan ảnh hưởng đến hành vi.

2.4.1.3. Đóng góp cho ngôn ngữ (Contributions to language)

Cửa sổ tiếp nhận thời gian dài của mạng phương thức mặc định cho phép nó theo dõi không chỉ cấu trúc ngôn ngữ cấp độ câu mà còn cấp độ diễn ngôn. Thật vậy, mạng này được tuyển dụng cho các văn bản mạch lạc hơn là các câu rời rạc có thể tích hợp thông tin trên nhiều câu. Do đó, nhiệm vụ xây dựng một trình hiện tổng thể mạch lạc của một câu chuyện hoặc một cuộc đối thoại không chỉ đòi hỏi

[13] The Theory of Mind network (ToMN) is a set of brain regions that are active during mental inference and social cognition, with core regions in this network-medial prefrontal cortex (MFPC), precuneus (PC), and bilateral temporoparietal junction (RTPJ/LTPJ) - showing activation during a variety of social tasks (Mạng lưới Lí thuyết về Tâm trí (ToMN) là một tập hợp các vùng não hoạt động trong quá trình suy luận tinh thần và nhận thức xã hội, với các vùng cốt lõi trong mạng lưới này - vỏ não trước trán giữa (MFPC), tiểu thùy tứ giác (PC) và chỗ giao nhau giữa thái dương và đỉnh hai bên (RTPJ/LTPJ) - cho thấy sự kích hoạt trong nhiều nhiệm vụ xã hội khác nhau). ScienceDirect.com.

mạng ngôn ngữ mà còn cả các vùng mạng phương thức mặc định không dành riêng cho ngôn ngữ. (Nếu giả thuyết về sự thiên vị của mạng phương thức mặc định đối với thông tin không gian là đúng, thì mạng này cũng có thể quan trọng để phiên giải các ý nghĩa ngôn ngữ liên quan đến bố cục không gian).

Do đó, việc sử dụng ngôn ngữ trong đời thực liên quan đến việc tuyển dụng chung mạng ngôn ngữ và mạng não cần thiết cho các chức năng nhận thức khác. Cho đến đây ba mạng bậc cao có vai trò trong quá trình xử lí ngôn ngữ được hiểu rõ nhất (HÌNH 5) đã được giới thiệu. Các hệ thống khác, bao gồm các trung tâm xử lí cảm xúc, các vùng nhận dạng đối tượng trực quan và các vùng hỗ trợ nhận thức xã hội, gần như chắc chắn sẽ phát huy tác dụng như các kịch bản sử dụng ngôn ngữ khác nhau. Việc hiểu cách các mạng khác nhau tương tác và chia sẻ thông tin vẫn là một thách thức đối với các nghiên cứu trong tương lai.

3. Kết luận

Bài viết đã đề cập đến các vùng não khác nhau ở cả hai bán cầu não trái và bán cầu não phải với vai trò hỗ trợ cho các chức năng ngôn ngữ cụ thể khác nhau như các quá trình cú pháp và quá trình ngữ nghĩa. Các mạng ngôn ngữ với hai trung tâm cơ bản (vùng Broca và vùng Wernicke cũng như các phần thuộc hồi thái dương giữa và ở hồi đỉnh dưới và hồi góc ở thùy đỉnh. Trong các vùng được xác định về mặt giải phẫu vĩ mô này, có thể xác định rõ các tiểu vùng vi mô. Các cách tiếp cận kiến trúc thần kinh mới cung cấp thông tin chi tiết về các phân khu của các vùng mạng ngôn ngữ. Tất cả các cách tiếp cận này đều đề xuất một sự phân chia của chính vùng Broca và tách biệt nó khỏi các vùng lân cận bởi lẽ vùng lớn hơn của vùng Broca thường được thảo luận là hỗ trợ các khía cạnh khác nhau của quá trình xử lí ngôn ngữ.

Các kết nối mang đặc trưng cấu trúc giữa các vỏ não ngôn ngữ là các đường dẫn sợi trục giữa vùng Broca và vỏ não thái dương được Dejerine (thế kỉ 19) định nghĩa bó vòng cung - đường dẫn sợi trục chiếm ưu thế kết nối hai vùng này. Ngày nay, cộng hưởng từ khuếch tán sức căng cũng đóng góp phần tích cực vào việc hiểu rõ ràng hơn về mối liên kết giữa các vùng của vỏ não trong việc xử lí ngôn ngữ. Liên quan đến kết nối giữa các vùng liên hội với ngôn ngữ, tức là vỏ não (trước) trán và vỏ não thái dương đó là hai đường dẫn, một đường dẫn phía lưng và một đường dẫn phía bụng. Trong "các mô hình luồng kép", đường dẫn phía bụng đã được sử dụng để hỗ trợ sự ánh xạ âm thanh-ý nghĩa, trong khi đường dẫn phía lưng kết nối vùng phía sau lưng nhất của thùy thái dương và thùy trán sau đã được đề xuất để hỗ trợ tích hợp thính giác-vận động.

Sử dụng đường hướng lần theo dấu vết sợi trục xác định trong đó hai điểm cuối của sự kết nối được xác định trước trên cơ sở dữ liệu chức năng, Saur và cộng sự giải thích rằng đường dẫn phía bụng kết nối vỏ não thái dương với *pars orbitalis* (BA 47) và *triangularis* (BA 45) thông qua EFCS (Extreme fiber capsule system - Hệ thống sợi trục bao con nhộng ngoài cùng) hỗ trợ sự ánh xạ âm thanh-ý nghĩa và xác định đường dẫn phía lưng là đi từ thùy thái dương đến vỏ não vận động trước và tiếp tục đến *pars opercularis* (BA 44) hỗ trợ ánh xạ cảm giác-vận động của âm thanh-phát âm.

Về các kết nối chức năng trong mạng ngôn ngữ mặc định, nhiều nghiên cứu dựa trên não bộ về xử lí ngôn ngữ đều cho thấy ít nhất có một hoạt động liên quan đến chức năng ở vỏ não gần khe perisylvia phía bên trái, bao gồm các vỏ não trước trán, trán, thái dương và đỉnh. Chức năng cụ thể được quy gán cho một khu vực nhất định ở vỏ não quanh khe sylvia như được xác định trên cơ sở các nghiên cứu hình ảnh chức năng điều tra các khía cạnh khác nhau của việc xử lí ngôn ngữ, chẳng hạn như ngữ âm, cú pháp và ngữ nghĩa.

Bài báo cũng đề cập đến việc mạng ngôn ngữ và mạng nhận thức tương tác để hỗ trợ việc sử dụng ngôn ngữ trong đời thực. Evelina Feorenko và các cộng sự (2024), khẳng định rằng mạng ngôn ngữ không phải là điểm khởi đầu trong quá trình sản sinh cũng không phải là điểm kết thúc trong quá trình lĩnh hội. Trong quá trình sản sinh, nó nhận thông tin đầu vào từ các hệ thống hỗ trợ khả năng suy nghĩ của chúng ta và mã hóa chúng thành một chuỗi từ. Trong quá trình lĩnh hội, mạng ngôn ngữ giải mã thông tin đầu vào mà nó nhận được từ các vùng tri giác chuyên biệt và chuyển đến các hệ thống nhận thức khác, có thể sử dụng thông tin mới này để cập nhật các cấu trúc kiến thức hiện có và

để (đưa ra) lí luận và hành động. Evelina cũng tin rằng sự tích hợp chặt chẽ giữa ngôn ngữ và phần còn lại của tâm trí là rất quan trọng đối với việc sử dụng ngôn ngữ hiệu quả trong các tình huống thực tế. Ngôn ngữ là một công cụ cho phép con người tiếp thu kiến thức, chia sẻ ý tưởng mới, xây dựng mối quan hệ và đưa ra và thực hiện các yêu cầu. Những hành vi này nhất thiết đòi hỏi sự tương tác nhanh chóng và liên tục giữa quá trình xử lí ngôn ngữ và các năng lực nhận thức khác, chẳng hạn như các chức năng điều hành, nhận thức xã hội và kiến thức chung về thế giới. Hơn nữa, theo kinh nghiệm, một số quá trình nhận thức có vẻ là những phần thiết yếu của ngôn ngữ - chẳng hạn như xây dựng cấu trúc cấp độ diễn ngôn bằng cách kết nối thông tin giữa các câu - sử dụng các vùng vỏ não nằm ngoài mạng ngôn ngữ và hỗ trợ các phép tính không dành riêng cho ngôn ngữ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Amunts K, Lenzen M (2010), Friederici AD, Schleicher A, Morosan P, Palomero-Gallagher N, Zilles K. Broca's region: novel organizational principles and multiple receptor mapping. PLoS Biol 8: e1000489.
2. Anwander A, Tittgemeyer M (2007), von Cramon DY, Friederici AD, Knösche TR. Connectivity-based parcellation of Broca's area. *Cereb Cortex* 17: 816-825.
3. Assem, M., Blank, I. A., Mineroff, Z., Ademoğlu, A. & Fedorenko, E (2020), Activity in the fronto-parietal multiple-demand network is robustly associated with individual differences in working memory and fluid intelligence. *Cortex* 131, 1-16 .
4. Binder JR, Desai RH, Graves WW, Conant LL (2009), Where is the semantic system? A critical review and meta-analysis of 120 functional neuroimaging studies. *Cereb Cortex* 19: 2767-2796.
5. Bookheimer S (2002), Functional MRI of language: new approaches to understanding the cortical organization of semantic processing. *Annu Rev Neurosci* 25: 151-88, 21.
6. Bornkessel I, Schlesewsky M (2006), The extended Argument Dependency Model: a neurocognitive approach to sentence comprehension across languages. *Psychol Rev* 113: 787- 821.
7. Braga, R. M., DiNicola, L. M., Becker, H. C. & Buckner, R. L (2020), Situating the left-lateralized language network in the broader organization of multiple specialized large-scale distributed networks. *J. Neurophysiol.* 124, 1415-1448.
8. Buckner, R. L., Andrews-Hanna, J. R. & Schacter, D. L (2008), The brain's default network: anatomy, function, and relevance to disease. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1124, 1-38 .
9. Buckner, R. L. & DiNicola, L. M (2019), The brain's default network: updated anatomy, physiology and evolving insights. *Nat. Rev. Neurosci.* 20, 593-608 .
10. Catani M, de Schotten MT (2008), A diffusion tensor imaging tractography atlas for virtual in vivo dissections. *Cortex* 44: 1105-1132.
11. Catani M, Jones DK, Ffytche DH (2005), Perisylvian language networks of the human brain. *Ann Neurol* 57: 8-16.
12. Deen, B., Koldewyn, K., Kanwisher, N. & Saxe, R (2015), Functional organization of social perception and cognition in the superior temporal sulcus. *Cereb. Cortex* 25, 4596-4609.
13. Deen, B. & Freiwald, W. A (2022), Parallel systems for social and spatial reasoning within the cortical apex. Preprint at *bioRxiv* https://doi.org/10.1101/2021.09.23.461550.
14. Dubois J, Hertz-Pannier L, Dehaene-Lambertz G, Cointepas Y, Le Bihan D (2006), Assessment of the early organization and maturation of infants' cerebral white matter fiber bundles: a feasibility study using quantitative diffusion tensor imaging and tractography. *NeuroImage* 30: 1121-1132.
15. Duncan, J (2010), The multiple-demand (MD) system of the primate brain: mental programs for intelligent behaviour. *Trends Cogn. Sci.* 14, 172-179.

16. Duncan, J (1986), Disorganisation of behaviour after frontal lobe damage. *Cogn. Neuropsychol.* 3, 271-290.
17. Duncan, J. & Owen, A. M (2000), Common regions of the human frontal lobe recruited by diverse cognitive demands. *Trends Neurosci.* 23, 475-483.
18. Friederici AD (2009), Allocating function to fiber tracts: facing its indirectness. *Trends Cogn Sci* 9: 370-371.
19. Gusnard, D. A., Akbudak, E., Shulman, G. L. & Raichle, M. E (2001), Medial prefrontal cortex and self-referential mental activity: relation to a default mode of brain function. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 98, 4259-4264.
20. Hackett TA (2011), Information flow in the auditory cortical network. *Hear Res* 271: 133-146.
21. Hassabis, D. & Maguire, E. A (2007), Deconstructing episodic memory with construction. *Trends Cogn. Sci.* 11, 299-306.
22. Hickok G, Poeppel D (2004), Dorsal and ventral streams: a framework for understanding aspects of the functional anatomy of language. *Cognition* 92: 67-99.
23. Hickok G, Poeppel D (2007), The cortical organization of speech perception. *Nat Rev Neurosci* 8: 393-402.
24. Koster-Hale, J. & Saxe, R (2013), Theory of mind: a neural prediction problem. *Neuron* **79**, 836-848.
25. Lohmann G, Hoehl S, Brauer J, Danielmeier C, Bornkessel-Schlesewsky I, Bahlmann J, Turner R, Friederici AD (2010), Setting the frame: the human brain activates a basic low-frequency network for language processing. *Cereb Cortex* 20: 1286-1292.
26. Mahowald, K. et al (2024), Dissociating language and thought in large language models. *Trends Cogn. Sci*. https://doi.org/10.1016/j.tics.2024.01.011.
27. Makuuchi M, Bahlmann J, Anwander A, Friederici A (2009), Segregating the core computational faculty of human language from working memory. *Proc Natl Acad Sci USA* 106: 8362-8367.
28. Morosan P, Rademacher J, Palomero-Gallagher N, Zilles K (2005), Anatomical organization of the human auditory cortex: cytoarchitecture and transmitter receptors. In: *Auditory Cortex: Towards a Synthesis of Human and Animal Research*, edited by Heil P, König E, Budinger E. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
29. Morosan P, Rademacher J, Schleicher A, Amunts K, Schormann T, Zilles K (2001), Human primary auditory cortex: cytoarchitectonic subdivisions and mapping into a spatial reference system. *NeuroImage* 13: 684-701.
30. Rauschecker JP (2011), An expanded role for the dorsal auditory pathway in sensorimotor control and integration. *Hear Res* 271: 16-25.
31. Saur D, Kreher BW, Schnell S, Kümmerer D, Kellmeyer P, Vry MS, Umarova RM, Glauche V, Abel S, Huber W, Rijntjes M, Hennig J, Weiller C (2008), Ventral and dorsal pathways for language. *Proc Natl Acad Sci USA* 105: 18035-18040.
32. Saxe, R. & Kanwisher, N (2003), People thinking about thinking people: the role of the temporo-parietal junction in 'theory of mind'. *Neuroimage* 19, 1835-1842.
33. Saxe, R. & Powell, L. J (2006), It's the thought that counts: specific brain regions for one component of theory of mind. *Psychol. Sci.* 17, 692-699.
34. Saxe, R., Schulz, L. E. & Jiang, Y. V (2006), Reading minds versus following rules: dissociating theory of mind and executive control in the brain. *Soc. Neurosci.* 1, 284-298.
35. Spreng, R. N. & Grady, C. L (2010), Patterns of brain activity supporting autobiographical memory, prospection, and theory of mind, and their relationship to the default mode network. *J. Cogn. Neurosci.* 22, 1112-1123.

36. Stephan KE, Tittgemeyer M, Knoesche TR, Moran RJ, Friston KJ (2009), Tractography-based priors for dynamic causal models. *NeuroImage* 47: 1628-1638.
37. Upadhyay J, Silver A, Knaus TA, Lindgren KA, Ducros M, Kim DS, Tager-Flusberg H (2008), Effective and structural connectivity in the human auditory cortex. *J Neurosci* 28: 3341-3349.

Towards understanding the language network in the brain

Abstract: Language processing is a typical trait of human species. The knowledge about its neurobiological basis has been increased considerably over the past decades. Different brain regions in the left and right hemispheres have been identified to support particular language functions. Networks involving the temporal cortex and the inferior frontal cortex with a clear left lateralization were shown to support syntactic processes, whereas less lateralized temporo-frontal networks subserve semantic processes. These networks have been substantiated both by functional as well as by structural connectivity data. Besides, tight integration between language and the rest of the mind is critical for efficient language use in real-world situations. Language is really a tool that allows humans to acquire knowledge, share new ideas, build relationships, make and follow requests. These behaviours necessarily require fast and continuous interaction between language processing and other cognitive capacities, such as executive functions, social cognition and perception.

Key words: Language processing; neurobiological basis; left and right hemispheres; language networks; cognitive networks; semantic processes.