

Nghiên cứu đặc điểm các đường dẫn truyền trong não người bình thường trên cộng hưởng từ sức căng khuếch tán

Characterization of white matter tracts by diffusion tensor imaging in normal human brain

Vũ Đình Triều, Lâm Khánh

Bệnh viện Trung ương Quân đội 108

Tóm tắt

Mục tiêu: Khảo sát các đặc điểm của các bó chất trắng trong não người bình thường bằng cộng hưởng từ sức căng khuếch tán (DTI) 3.0 Tesla. *Đối tượng và phương pháp:* Nghiên cứu mô tả cắt ngang trên 30 người bình thường từ tháng 01/2021 đến tháng 6/2021. Xác định một số đặc điểm của các bó chất trắng bao gồm số lượng sợi, chiều dài sợi, chỉ số voxel, chỉ số FA, chỉ số ADC; so sánh đối xứng giữa 2 bên bán cầu và theo giới tính. *Kết quả:* Khoảng giá trị của số lượng sợi, chiều dài sợi, chỉ số voxel của các bó tương đối rộng, trong khi khoảng giá trị của chỉ số FA, ADC tập trung hơn, tuy nhiên vẫn có sự đa dạng của các chỉ số giữa các vùng và các bó khác nhau. Phát hiện một số sự khác biệt có ý nghĩa thống kê của các bó khi so sánh đối xứng và so sánh theo giới. *Kết luận:* Bước đầu cung cấp các thông số tham chiếu về đặc điểm các đường dẫn truyền giữa các trung khu của não bộ ở người bình thường trên DTI, là cơ sở để nghiên cứu xa hơn về hoạt động của não bộ cũng như xây dựng các ngưỡng tham chiếu trong chẩn đoán và điều trị các bệnh lý thần kinh sau này.

Từ khóa: DTI, cộng hưởng từ khuếch tán, bó dẫn truyền bình thường.

Summary

Objective: To investigate the characteristics of white matter bundles in normal subjects using 3.0 Tesla magnetic resonance diffusion tensor imaging (DTI). *Subject and method:* A cross-sectional descriptive study on 30 normal subjects from January 2021 to June 2021 with the aim of characterizing white matter bundles by determining features including number of fibers, fiber length, voxel index, FA, ADC index; performing symmetric comparisons between the two hemispheres and genders comparison. *Result:* The number of fibers, fiber length and voxel index of the subjects varied largely between different tracts, while the range of values of FA and ADC indexes were more concentrated, but there was still a diversity of figures between different regions and tracts. Moreover, some statistically significant differences between bundles when comparing and comparing by symmetry and genders. *Conclusion:* This study initially provided the referential parameters for characterizing conduction tracts connecting different brain centers of normal human brain on DTI, which is the basis for further research on brain activities as well as constructing referential thresholds in diagnosis and treatment of neurological diseases.

Keywords: DTI, magnetic resonance, normal white matter tracts.

Ngày nhận bài: 27/5/2023, ngày chấp nhận đăng: 12/6/2023

Người phản hồi: Vũ Đình Triều, Email: bs.trien108@gmail.com - Bệnh viện Trung ương Quân đội 108

1. Đặt vấn đề

Chất trắng là một thành phần quan trọng cấu tạo nên não bộ của con người, với thành phần quan trọng chủ yếu là các sợi trục của tế bào thần kinh có bao myelin, đảm nhiệm chức năng truyền tải tín hiệu thần kinh, tăng cường hoạt động tiếp nhận, xử lý và lưu trữ thông tin, kiểm soát tâm lý và giữ thăng bằng cho cơ thể. Các nghiên cứu về chất trắng giúp chúng ta nắm bắt được chức năng, con đường liên hệ và sự phối hợp hoạt động giữa các vùng não khác nhau [1]. Khi chất trắng vì một nguyên nhân nào đó bị tổn thương, tín hiệu liên lạc giữa các trung khu khác nhau của não bộ bị cắt đứt hoặc suy giảm dẫn tới bất thường hoặc mất một phần chức năng của cơ thể. Tuy nhiên, những tổn thương này nhiều khi rất khó được phát hiện trong các giai đoạn sớm hoặc ổ tổn thương nhỏ thông qua các phương pháp thăm khám, chẩn đoán hình ảnh thông thường. Vì vậy, sự ra đời của cộng hưởng từ khuếch tán sức căng (DTI) với khả năng phân tích có tính đến các đặc tính đặc trưng của các cấu trúc giải phẫu cụ thể (ví dụ như số lượng, chiều dài sợi, khả năng dẫn truyền và tính nguyên vẹn của các bó sợi...) và tập trung sự chú ý vào các cấu trúc này giúp chúng ta có cái nhìn chi tiết hơn về đặc điểm, trạng thái chức năng của các đường dẫn truyền trong chất trắng.

Một trong các hạn chế quan trọng của DTI đó là các giá trị định lượng thu được phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như phương pháp thu thập dữ liệu hình ảnh, trang thiết bị sử dụng và đặc biệt là kỹ thuật xác định ROI (region of interest) của người chụp, nhất là đối với những khu vực mà thông tin về các giá trị bất đẳng hướng không rõ ràng, chẳng hạn như khu vực mà hai hay nhiều vùng giao nhau, hoặc ở những khu vực cuối nơi mà các đường dẫn truyền tỏa rộng ra để tới khu vực đích. Tuy nhiên, các nhược điểm kể trên đã được khắc phục rất nhiều thông qua sự phát triển của các thế hệ máy chụp độ phân giải cao và các kỹ thuật mới trong DTI, từ đó giúp xác định đường đi của các sợi thần kinh và lập lên các bản đồ ảo hệ thống dẫn truyền thần kinh ở não bộ người trưởng thành [2]. Thêm vào đó, các nghiên cứu đang ngày càng đi xa hơn trong việc xác minh và tăng cường sự hiểu biết của con người về giải

phẫu chức năng của các cấu trúc não. Ví dụ, trong các nghiên cứu gần đây đã chỉ ra những phân khu mới dựa trên nghiên cứu các kết nối như của: Thể chai, thùy trán giữa.

Bên cạnh đó, để xác định được một cấu trúc chất trắng có tổn thương hay không, mức độ tổn thương như thế nào thì trước hết ta cần hiểu rõ được các đặc điểm bình thường của đối tượng khảo sát đó để làm cơ sở đối chiếu so sánh. Tuy nhiên, các đặc điểm hình thái, tính chất dẫn truyền của các bó chất trắng cụ thể hiện nay vẫn chưa được nghiên cứu đầy đủ, và tại nước ta, mới chỉ có một số ít nghiên cứu về các đặc điểm này trên người Việt Nam được tiến hành. Vì vậy, chúng tôi tiến hành nghiên cứu đánh giá đặc điểm của các bó chất trắng bao gồm đồi thị - vỏ não, thể chai, hồi đai, thái dương - chẩm, trán - chẩm, vỏ - tiểu não, vỏ - tủy trong não người bình thường trên cộng hưởng từ sức căng khuếch tán.

2. Đối tượng và phương pháp

2.1. Đối tượng

2.1.1. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Đề tài luận án được thực hiện tại Khoa Chẩn đoán hình ảnh, Bệnh viện Trung ương Quân đội 108, từ tháng 1 năm 2021 đến tháng 6 năm 2021.

2.1.2. Đối tượng nghiên cứu

Bao gồm 30 người bình thường, độ tuổi từ 18 trở lên, không có bất cứ bệnh lý nào về não bộ hoặc tổn thương về thần kinh.

Tiêu chuẩn chọn bệnh nhân

Tất cả các đối tượng nghiên cứu được được khám lâm sàng, chụp MRI với các chuỗi xung cơ bản và xung DTI cùng với làm các xét nghiệm cần thiết để loại trừ bệnh nhân sa sút trí tuệ do các nguyên nhân khác nhau (như Alzheimer, Parkinson, đột quỵ, u não, não úng thủy, bệnh Huntington và bệnh Pick).

Tiêu chuẩn loại trừ

Đối tượng bị loại trừ khỏi nhóm nghiên cứu khi họ mắc một trong các bệnh như bệnh chuyển hóa, bệnh nội tiết, bệnh tự miễn hay giang mai hay bất cứ một tổn thương hệ thần kinh nào...

2.2. Phương pháp

Thiết kế nghiên cứu: Tiến cứu, mô tả cắt ngang.

Phương tiện nghiên cứu.

Máy chụp cộng hưởng từ Achieva 3T (Philips, Hà Lan) có coil sọ 16 kênh và phần mềm chụp DWI và DTI. Trạm xử lý hình ảnh với phần mềm Philips Extended MR Workspace 2.6.3.2 HF3 (2010).

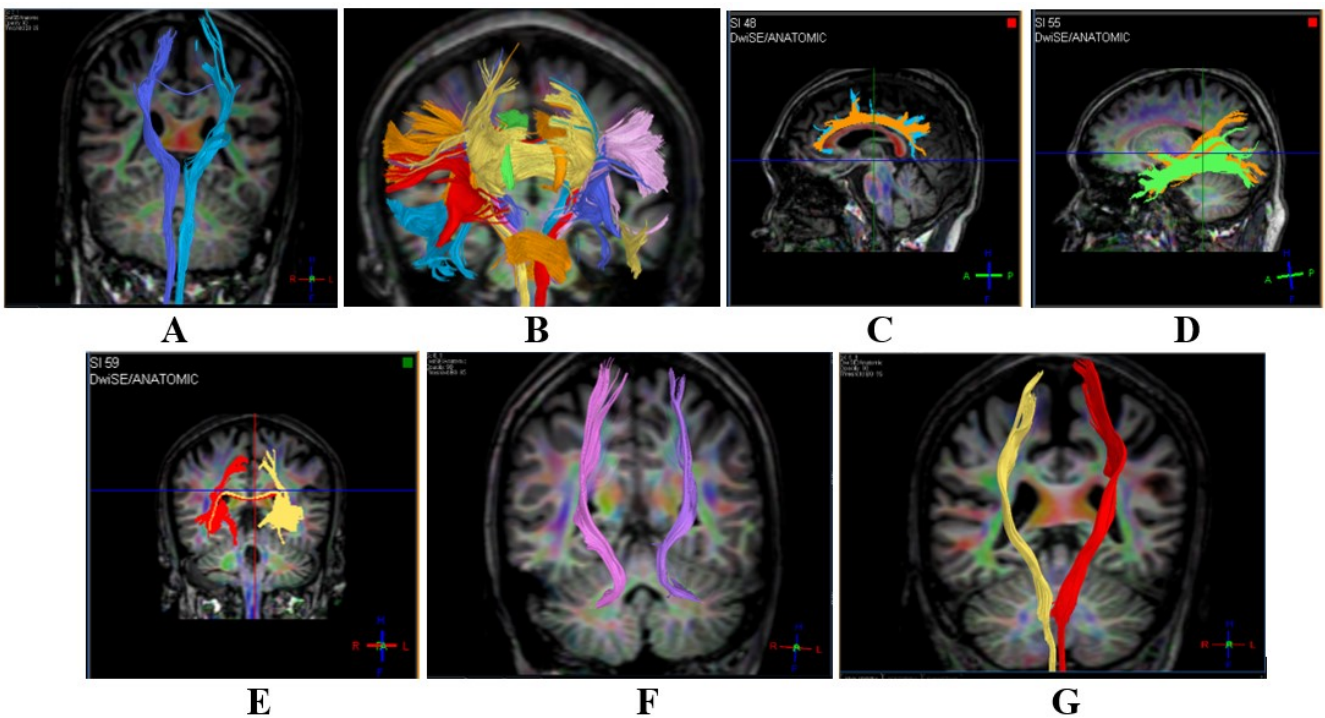
Kỹ thuật chụp cộng hưởng từ

Thực hiện các lớp cắt ngang từ nền - đỉnh sọ với các chuỗi xung cơ bản T1W, T2W, FLAIR. Thực hiện chuỗi xung DWI và chuỗi xung DTI 32 SENSE với các thông số: TR: 10172ms, TE: 93ms, Gradient thăm dò khuếch tán ở 32 hướng, b0 và b1000s/mm², ma trận 128x128, FOV: 230x230mm, chiều dày lớp cắt 2mm, cắt liên tiếp, kích cỡ voxel 1,8x1,8x2mm. Thời gian thực hiện chuỗi xung 20 phút.

Dựng hình và khảo sát các cấu trúc chất trắng

Trong nghiên cứu này chúng tôi tập trung vào các cấu trúc bao gồm: Bó vỏ - tủy, bó đồi thị - vỏ

não, bó vỏ - tiểu não, bó chẩm - trán, bó thái dương - chẩm, bó hồi đai, bó thể chai. Kỹ thuật được thực hiện trên phần mềm chuyên dụng Extended MR Workspace 2.6.3.2 HF3 (2010) của Philips (Hà Lan). Với mỗi bó, để tái tạo lại toàn bộ đường đi một bên não, chúng tôi dựng bản đồ FA 2D (fractional anisotropy) trên máy trạm, chọn bốn vùng quan tâm chính (ROI) là vị trí các bó trên bản đồ FA trên các lát cắt trục thích hợp. Sau khi đã xác định chính xác các ROI, dùng phần mềm Fiber Tract của máy trạm liên kết các ROI lại với nhau, tái tạo hình ảnh 3D của bó vỏ - tủy theo nguyên lý chỉ giữ lại các sợi dẫn truyền đi qua cả 4 ROI đã xác định. Từ hình ảnh 3D, phần mềm xác định vị trí, đặc điểm các bó dẫn truyền đã dựng được. Các yếu tố được quan tâm khảo sát chủ yếu bao gồm hình thái, hướng đi, số lượng sợi, chiều dài, số voxel, chỉ số FA, ADC (apparent diffusion coefficient). Ghi nhận các giá trị bình thường của các bó ở mỗi bên và đối chiếu giữa hai bên bán cầu não với nhau.



Hình 1. Hình ảnh các bó chất trắng thu được trên DTI chụp tại Khoa Chẩn đoán hình ảnh, Bệnh viện Trung ương Quân đội 108

A. Bó đồi thị - vỏ não; B. Thể chai (màu vàng) và các kết nối xung quanh; C. Bó hồi đai; D. Bó thái dương - chẩm; E. Bó trán - chẩm; F. Bó vỏ - tiểu não; G. Bó vỏ - tủy

Phân tích và xử lý số liệu

Các số liệu được phân tích theo phương pháp thống kê y sinh học:

Xử lý số liệu: Bằng phần mềm SPSS 22.0.

Các biến liên tục được biểu diễn dưới dạng số trung bình và độ lệch chuẩn ($\bar{X} \pm SD$); giá trị trung vị (Median) và tỉ lệ phần trăm (%).

Số liệu nghiên cứu được xử lý và tính toán sử dụng thuật toán t-test trên phần mềm SPSS. Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê được xác định khi $p < 0,05$.

3. Kết quả**3.1. Đặc điểm đối tượng nghiên cứu****Bảng 1. Thống kê độ tuổi, giới tính của đối tượng nghiên cứu**

Đặc điểm	Nam	Nữ
Số lượng	14 (46,67%)	16 (53,33%)
Tuổi trung bình	51,35 ± 13,64	47,12 ± 15,11
Min-Max	18-76	26 - 76
Tuổi trung bình	49,10 ± 14,36	

Độ tuổi trung bình của nhóm đối tượng nghiên cứu là $49,10 \pm 14,36$, độ tuổi ở hai nhóm nam và nữ là tương đương nhau. Đối tượng nghiên cứu phân bố tương đối đều ở hai giới nam 46,67% và nữ 53,33%.

3.2. Đặc điểm các đường dẫn truyền trong não người bình thường trên DTI**Bảng 1. Các chỉ số về hình thái đường dẫn truyền trên DTI**

Bó dẫn truyền	Số lượng sợi	Chiều dài sợi	Chỉ số voxel
Đồi thị - vỏ não	457,78 ± 220,46	103,90 ± 14,18	457,78 ± 220,46
Gối thể chai	2186,13 ± 701,89	58,81 ± 8,85	915,00 ± 224,91
Lồi thể chai	1547,23 ± 842,89	106,22 ± 10,05	886,83 ± 304,40
Hồi đai	709,96 ± 284,78	61,78 ± 8,97	414,26 ± 105,26
Thái dương chằm	723,98 ± 440,80	76,12 ± 8,60	723,98 ± 440,80
Trán - chằm	606,21 ± 458,95	105,81 ± 11,83	884,41 ± 292,88
Vỏ - tiểu não	291,13 ± 198,08	88,21 ± 24,21	715,35 ± 319,52
Vỏ - tủy	318,21 ± 144,61	96,98 ± 10,42	599,25 ± 210,25

Các chỉ số về số lượng sợi và số voxel ở các bó đều có khoảng giá trị khá rộng, độ lệch chuẩn thường trên 40% so với giá trị trung bình. Các giá trị số lượng sợi, chiều dài sợi, chỉ số voxel khác nhau nhiều giữa các bó. Số lượng sợi lớn nhất ghi nhận được là ở gối thể chai ($2186,13 \pm 701,89$) và lồi thể chai ($1547,23 \pm 842,89$), trong khi đó chiều dài sợi ngắn nhất là ở bó hồi đai ($61,78 \pm 8,97$).

Bảng 3. Các chỉ số về cấu trúc đường dẫn truyền trên DTI

Bó dẫn truyền	FA	ADC
Đồi thị - vỏ não	0,432 ± 0,021	0,815 ± 0,079
Gối thể chai	0,386 ± 0,028	0,708 ± 0,048
Lồi thể chai	0,406 ± 0,024	0,777 ± 0,061
Hồi đai	0,352 ± 0,020	0,624 ± 0,027

Bó dẫn truyền	FA	ADC
Thái dương chằm	0,377 ± 0,021	0,662 ± 0,037
Trán - chằm	0,399 ± 0,020	0,682 ± 0,045
Vỏ - tiểu não	0,430 ± 0,035	0,686 ± 0,064
Vỏ - tủy	0,473 ± 0,023	0,755 ± 0,084

Khoảng giá trị của các chỉ số FA, ADC không dao động mạnh như của số lượng sợi, chiều dài sợi và chỉ số voxel mà tập trung hơn. Sự khác biệt về chỉ số FA cũng như ADC giữa các bó không nhiều. Giá trị FA lớn nhất được ghi nhận ở các bó vỏ tủy (0,473 ± 0,023), bó đối - thị vỏ não (0,432 ± 0,021), còn FA thấp nhất ở bó hồi đai (0,352 ± 0,020). Giá trị ADC lớn nhất được ghi nhận là ở bó đối thị - vỏ não (0,815 ± 0,079) và nhỏ nhất là ở bó hồi đai (0,624 ± 0,027).

3.3. So sánh đặc điểm các đường dẫn truyền giữa hai bên bán cầu não và theo giới

Bảng 4. So sánh số lượng sợi các đường dẫn truyền theo giới và giữa hai bán cầu

	So sánh theo giới			So sánh đối xứng		
	Nam	Nữ	p	Phải	Trái	p
Đối thị - vỏ não	458,64 ± 237,82	519,50 ± 258,52	>0,05	491,10 ± 246,73	424,46 ± 188,97	>0,05
Hồi đai	690,28 ± 296,91	727,18 ± 181,34	>0,05	709,96 ± 284,78	742,93 ± 242,66	>0,05
Thái dương chằm	758,42 ± 479,56	461,43 ± 286,93	0,001	600,03 ± 404,00	847,93 ± 447,55	0,002
Trán - chằm	656,21 ± 441,62	803,31 ± 553,24	>0,05	734,66 ± 501,31	477,76 ± 378,28	0,010
Vỏ - tiểu não	379,28 ± 232,10	220,93 ± 152,56	0,000	294,83 ± 206,50	287,43 ± 192,74	>0,05
Vỏ - tủy	304,21 ± 110,21	288,06 ± 146,70	>0,05	295,60 ± 129,01	340,83 ± 157,62	>0,05
Gối thể chai	2230,00 ± 615,70	2147,75 ± 787,75	>0,05			
Lồi thể chai	1763,57 ± 750,01	1357,93 ± 896,74	>0,05			

Khi so sánh về số lượng sợi giữa nam và nữ, giữa 2 bên bán cầu phải - trái thì hầu hết không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Tuy nhiên, có một số khác biệt có ý nghĩa thống kê được tìm thấy bao gồm: Số lượng sợi của các bó thái dương chằm, bó vỏ - tiểu não ở nam cao hơn ở nữ; số lượng sợi của bó thái dương - chằm bên phải ít hơn bên trái, còn đối với bó trán chằm thì bên trái ít hơn bên phải (p<0,05).

Bảng 5. So sánh chiều dài sợi các đường dẫn truyền theo giới và giữa hai bán cầu

	So sánh theo giới			So sánh đối xứng		
	Nam	Nữ	p	Phải	Trái	p
Đối thị - vỏ não	106,55 ± 11,17	101,48 ± 16,72	>0,05	103,848 ± 14,396	103,964 ± 14,210	>0,05
Hồi đai	62,21 ± 9,28	61,39 ± 8,89	>0,05	61,780 ± 8,975	67,915 ± 8,979	>0,05
Thái dương chằm	78,43 ± 7,02	73,79 ± 10,50	>0,05	75,957 ± 9,205	76,300 ± 8,114	>0,05
Trán - chằm	109,84 ± 9,48	108,25 ± 10,50	>0,05	108,997 ± 9,901	102,628 ± 12,874	0,003
Vỏ - tiểu não	86,19 ± 19,73	89,99 ± 27,75	>0,05	90,195 ± 24,911	86,240 ± 23,764	>0,05
Vỏ - tủy	103,72 ± 9,17	93,68 ± 8,46	0,002	98,367 ± 10,036	95,608 ± 10,781	>0,05
Gối thể chai	60,75 ± 9,49	57,11 ± 8,19	>0,05			
Lồi thể chai	108,77 ± 10,20	103,99 ± 9,67	>0,05			

Hầu hết các bó khi so sánh về chiều dài sợi giữa nam và nữ, giữa 2 bên bán cầu đều không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Chúng tôi tìm thấy một số khác biệt có ý nghĩa thống kê như: Chiều dài sợi bó vỏ - tủy ở nam lớn hơn ở nữ, chiều dài sợi bó trán - chằm bên phải lớn hơn bên trái (p<0,05).

Bảng 6. So sánh chỉ số voxel các đường dẫn truyền theo giới và giữa hai bán cầu

	So sánh theo giới			So sánh đối xứng		
	Nam	Nữ	p	Phải	Trái	p
Đồi thị - vỏ não	960,21 ± 265,66	1055,31 ± 355,42	>0,05	1010,93 ± 315,13	1018,80 ± 248,10	>0,05
Hồi đai	406,57 ± 113,99	421,00 ± 100,28	>0,05	414,26 ± 105,26	438,13 ± 111,97	>0,05
Thái dương chằm	735,28 ± 240,59	626,75 ± 214,62	0,008	677,40 ± 229,79	750,06 ± 223,65	0,018
Trán - chằm	875,53 ± 325,93	892,18 ± 265,71	>0,05	938,46 ± 313,43	830,36 ± 265,01	>0,05
Vỏ - tiểu não	841,00 ± 355,79	620,25 ± 243,26	0,004	677,40 ± 229,79	750,06 ± 223,65	>0,05
Vỏ - tủy	625,92 ± 165,76	566,00 ± 247,99	>0,05	723,26 ± 316,07	707,43 ± 328,15	>0,05
Gối thể chai	942,35 ± 191,49	891,06 ± 254,38	>0,05			
Lồi thể chai	935,50 ± 242,49	844,25 ± 352,18	>0,05			

Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so sánh giữa 2 bên bán cầu và theo giới tính chỉ tìm thấy ở bó thái dương - chằm và bó vỏ - tiểu não, cụ thể là chỉ số voxel bó thái dương - chằm ở nam cao hơn ở nữ, bên bán cầu não trái lớn hơn bán cầu não phải; chỉ số voxel bó vỏ - tiểu não ở nam lớn hơn ở nữ ($p < 0,05$).

Bảng 7. So sánh chỉ số FA các đường dẫn truyền theo giới và giữa hai bán cầu

	So sánh theo giới			So sánh đối xứng		
	Nam	Nữ	p	Phải	Trái	p
Đồi thị - vỏ não	0,433 ± 0,019	0,429 ± 0,021	>0,05	0,431 ± 0,020	0,432 ± 0,022	>0,05
Hồi đai	0,349 ± 0,018	0,338 ± 0,015	>0,05	0,342 ± 0,017	0,360 ± 0,019	>0,05
Thái dương chằm	0,380 ± 0,015	0,376 ± 0,018	>0,05	0,377 ± 0,017	0,376 ± 0,025	>0,05
Trán - chằm	0,403 ± 0,016	0,390 ± 0,022	0,008	0,396 ± 0,020	0,400 ± 0,020	>0,05
Vỏ - tiểu não	0,428 ± 0,027	0,438 ± 0,043	>0,05	0,433 ± 0,036	0,426 ± 0,034	>0,05
Vỏ - tủy	0,469 ± 0,015	0,472 ± 0,028	>0,05	0,470 ± 0,022	0,475 ± 0,023	>0,05
Gối thể chai	0,384 ± 0,033	0,387 ± 0,025	>0,05			
Lồi thể chai	0,404 ± 0,022	0,407 ± 0,026	>0,05			

Khi so sánh chúng tôi phát hiện ra hầu hết giá trị trung bình của chỉ số FA ở nam dường như đều lớn hơn ở nữ, tuy nhiên, chỉ có sự khác biệt về chỉ số FA bó trán - chằm ở nam cao hơn ở nữ là có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Bảng 9. So sánh chỉ số ADC các đường dẫn truyền theo giới và giữa hai bán cầu

	So sánh theo giới			So sánh đối xứng		
	Nam	Nữ	p	Phải	Trái	p
Đồi thị - vỏ não	0,782 ± 0,073	0,837 ± 0,080	0,014	0,811 ± 0,081	0,818 ± 0,079	>0,05
Hồi đai	0,616 ± 0,018	0,633 ± 0,031	>0,05	0,624 ± 0,026	0,623 ± 0,028	>0,05
Thái dương chằm	0,660 ± 0,026	0,666 ± 0,041	>0,05	0,663 ± 0,035	0,660 ± 0,040	>0,05
Trán - chằm	0,696 ± 0,411	0,691 ± 0,045	>0,05	0,693 ± 0,042	0,671 ± 0,046	0,003
Vỏ - tiểu não	0,677 ± 0,045	0,683 ± 0,073	>0,05	0,680 ± 0,061	0,691 ± 0,068	>0,05
Vỏ - tủy	0,760 ± 0,060	0,758 ± 0,085	>0,05	0,758 ± 0,073	0,751 ± 0,095	>0,05
Gối thể chai	0,708 ± 0,055	0,709 ± 0,042	>0,05			
Lồi thể chai	0,765 ± 0,050	0,788 ± 0,070	>0,05			

Tương tự như chỉ số FA, số liệu nghiên cứu cho thấy hầu như chỉ số ADC của các bó chất trắng ở nữ đều cao hơn ở nam, tuy nhiên, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê chỉ tìm thấy ở bó đồi thị - vỏ não

($p < 0,05$). Ngoài ra, chỉ số ADC bó trán - chẩm bên phải lớn hơn bên trái ($p < 0,05$).

4. Bàn luận

Chụp cộng hưởng từ khuếch tán là một phương pháp kỹ thuật mới không xâm lấn, tiên tiến hiện đại không chỉ ở Việt Nam mà còn trên cả thế giới, cho đến nay đây là phương pháp tối ưu cho phép nghiên cứu về chất trắng, định khu những vùng thần kinh và dẫn truyền thần kinh trên cơ thể sống. Đây cũng là phương pháp tiềm năng đầy hứa hẹn có thể đưa đến những hiểu biết mới về cấu trúc và chức năng của não bộ cũng như giúp làm sáng tỏ mối quan hệ chức năng trong và giữa các nhân dưới vỏ với vỏ não thông qua xác định các đường dẫn truyền thần kinh.

Trong nghiên cứu của chúng tôi khảo sát một số chỉ số phản ánh về hình thái của các bó dẫn truyền thần kinh như số lượng sợi, chiều dài sợi và số lượng voxel. Các chỉ số này rất đa dạng tùy theo từng đường dẫn truyền cụ thể, phụ thuộc chủ yếu vào đường đi, chức năng kết nối giữa các trung khu cụ thể dưới vỏ và tại vỏ não. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra sự biến đổi về số lượng, chiều dài, số voxel của các bó chất trắng trong một số bệnh lý như u não, Alzheimer, xơ cứng rải rác, bại não... [3-5]. Nghiên cứu của Kuchtova và cộng sự (2018) [6] trên 24 bệnh nhân Alzheimer và 24 người khỏe mạnh thuộc nhóm chứng trên các sợi hồi hải mã đã cho kết quả giảm chiều dài các bó chất trắng ở nhóm bệnh so với nhóm chứng. Hay như nghiên cứu của Nguyễn Hải Đăng và cộng sự trên bệnh nhân Alzheimer cho thấy số lượng sợi ở gối thể chai và lõi thể chai lần lượt là $930,14 \pm 706,64$ và $1017,55 \pm 631,86$, cũng như chỉ số voxel lần lượt ở 2 cấu trúc là $488,44 \pm 274,87$ và $702,66 \pm 272,30$ [7], thấp hơn nhiều so với nghiên cứu của chúng tôi, cho thấy giá trị của chỉ số này trong đánh giá cấu trúc thể chai ở bệnh nhân Alzheimer. Tuy nhiên, các chỉ số này trên nhóm đối tượng nghiên cứu có khoảng giá trị khá rộng, phản ánh sự khác biệt lớn về số lượng, chiều dài và thể tích của cùng một bó dẫn truyền trên các đối tượng khác nhau.

Đối với các chỉ số định lượng đánh giá cấu trúc của các bó chất trắng trên não, nghiên cứu tập trung vào 2 chỉ số chính là FA và ADC. Đây cũng là 2 chỉ số

được sử dụng rộng rãi nhất để đánh giá mức độ tổn thương mô của các đường dẫn truyền, trong đó chỉ số FA phản ánh tính định hướng của sự khuếch tán, còn ADC phản ánh độ lớn của sự khuếch tán. Khi FA tăng phản ánh sự toàn vẹn chắc chắn trong cấu trúc của bao myelin, FA cao khi mật độ của đường dẫn truyền dày, đường kính axon lớn và mức độ myelin hóa chất trắng nhiều, ngược lại khi FA giảm phản ánh mức độ tổn thương của bao myelin. Sự thay đổi của các chỉ số này trên nhiều bệnh lý thần kinh khác nhau đã được chứng minh qua rất nhiều nghiên cứu trong 2 thập kỷ trở lại đây, ví dụ như việc giảm chỉ số FA trong bệnh xơ cứng rải rác [8], [9] hay tăng chỉ số ADC chứng minh cho tổn thương của chất trắng và vi mạch trong bệnh Alzheimer [10]. Kết quả nghiên cứu cho thấy khoảng giá trị của các chỉ số FA và ADC phân bố tập trung hơn so với các chỉ số định lượng về hình thái. Chỉ số FA có sự đa dạng theo các bó dẫn truyền chất trắng khác nhau, dao động từ bó có giá trị FA trung bình thấp nhất là bó hồi đai ($0,352 \pm 0,020$) cho tới cao nhất là bó vỏ-tủy ($0,473 \pm 0,023$) (khi chỉ số FA chạy trong khoảng giá trị từ 0 đến 1). Tuy nhiên chỉ số ADC thì tương đối hằng định hơn với mức chênh lệch giá trị trung bình không nhiều, điều này phù hợp với các nghiên cứu khác về chất trắng bình thường trên thế giới [11], [12].

Sự đa dạng về giá trị của các chỉ số định lượng thu được bằng DTI trên các bó dẫn truyền chất trắng ở người bình thường khiến cho việc xây dựng các ngưỡng tham chiếu để đánh giá có hay không, mức độ tổn thương đường dẫn truyền trên não bệnh nhân còn gặp nhiều khó khăn. Thêm vào đó, đối với các phương pháp tiếp cận, đo lường khác nhau của DTI thì kết quả thu được cũng có độ lệch đáng xem xét, vì vậy việc tìm ra phương pháp định lượng nào hiệu quả, đáng tin cậy nhất là vô cùng cần thiết [13].

Khi tiến hành so sánh đối xứng giữa 2 bên bán cầu não và so sánh theo giới, với mục đích đánh giá sự đa dạng về giá trị của các giá trị định lượng thu được từ DTI của các bó chất trắng, chúng tôi thu được một số sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Đối với số lượng sợi, sự khác biệt giữa 2 bên bán cầu não trái - phải được tìm thấy ở bó trán - chẩm và bó thái dương - chẩm (ở nam cao hơn ở nữ), còn sự khác biệt giữa 2 giới là ở bó thái dương - chẩm và bó vỏ - tiểu não. Đối với chiều dài sợi, kết quả cho thấy

chiều dài bó vỏ - tùy ở nam lớn hơn ở nữ, bên phải lớn hơn bên trái là các sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Kết quả này tương tự với nghiên cứu của Nguyễn Văn Điều và cộng sự trên bó vỏ - tùy khi so sánh giữa 2 bên và theo giới tính, tuy nhiên sự khác biệt trong nghiên cứu của tác giả này không có ý nghĩa thống kê [14]. Còn về số lượng voxel, bó thái dương - chẩm và bó vỏ tiểu não có số voxel ở nam cao hơn ở nữ, bên bán cầu não trái lớn hơn bán cầu não phải. Các sự khác biệt giữa 2 giới, mà chủ yếu là ở nam lớn hơn ở nữ về số lượng, chiều dài sợi, số voxel có thể được giải thích dựa trên có nguyên nhân: Từ lâu, người ta đã nhận ra rằng cấu trúc của bộ não con người khác nhau giữa hai giới. Đàn ông có bộ não lớn hơn nói chung và ở hầu hết các vùng, mặc dù phụ nữ có tỷ lệ kích thước, thể tích xám cao hơn [15, 16]. Đối với so sánh giữa 2 bên bán cầu, các đặc điểm về hình thái của một số bó khác nhau giữa bán cầu não trái và bán cầu não phải đưa đến kết quả mới đây thú vị, có thể do vị trí, cấu trúc giải phẫu và chức năng ở hai bán cầu có sự khác nhau, vậy nên luôn có sự khác biệt về chức năng nói chung và dẫn truyền cảm giác nói riêng giữa bên phải và bên trái của não bộ, đôi khi có thể còn liên quan đến yếu tố bán cầu trội. Chính vì vậy cần có những nghiên cứu chi tiết đầy đủ trên mẫu nghiên cứu lớn hơn để tìm hiểu rõ nguyên nhân của sự khác biệt này.

Khi tiến hành so sánh về các chỉ số FA, ADC theo giới, chúng tôi phát hiện ra rằng chỉ số FA ở nam có xu hướng cao hơn ở nữ, còn chỉ số ADC thì ngược lại ở nữ lớn hơn ở nam. Tuy nhiên sự khác biệt như vậy có ý nghĩa thống kê chỉ tìm thấy ở FA của bó trán - chẩm và ADC của bó đồi thị - vỏ não. Còn khi so sánh giữa 2 bên bán cầu, chỉ có chỉ số ADC bó trán - chẩm bên bán cầu não phải lớn hơn bán cầu não trái là có ý nghĩa thống kê. Sự khác biệt về chỉ số FA và ADC của một bó chất trắng giữa hai bên bán cầu đại diện cho tính dị hướng và mức độ khuếch tán của phân tử nước khác nhau giữa hai bên bán cầu, tuy nhiên cho tới nay thì nguyên nhân thực sự của sự khác biệt này vẫn chưa được làm rõ, một số ý kiến cho rằng bắt nguồn từ yếu tố bán cầu trội. Nghiên cứu của Lee CE và cộng sự khi so sánh các chỉ số này của chất trắng giữa 2 bên bán cầu nhưng chỉ thực hiện với những người thuận tay phải cho thấy không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê [12]. Một

nghiên cứu của Hidemasa Takao và cộng sự trên 109 người khỏe mạnh cho thấy có sự bất đối xứng về chỉ số FA giữa 2 bên bán cầu của các cấu trúc chất trắng bao gồm bó cung, hồi đai, bó vỏ - tùy và không tìm thấy sự khác biệt về giới có ý nghĩa thống kê [7]. Tuy nhiên một nghiên cứu khác của Menzler K và cộng sự lại cho thấy có sự khác biệt về giới, cụ thể là đối với các khu vực đồi thị, thể chai và hồi đai sẽ có sự khác biệt rõ ràng, với chỉ số FA ở nam cao hơn ở nữ và ADC ở nữ cao hơn ở nam ($p < 0,0001$) [18]. Một nghiên cứu khác của Inano S và cộng sự trên 857 người bình thường cho thấy có chỉ số FA của một số bó chất trắng ở nam lớn hơn ở nữ, trong đó có: Lồi thể chai, cánh tay sau bao trong, hồi đai, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) [19]. Nguyên nhân về sự khác biệt các chỉ số FA, ADC của các bó chất trắng giữa nam và nữ chưa được làm sáng tỏ, có nghiên cứu cho thấy những sự khác biệt này chủ yếu do tăng khả năng khuếch tán theo chiều vuông góc với đường đi của sợi thần kinh [20]. Nhìn chung, những sự khác biệt về các chỉ số trên DTI giữa hai bên bán cầu và giữa 2 giới cần được làm rõ để có căn cứ nhận định chính xác hơn về tính nguyên vẹn và chức năng của các bó chất trắng trong chẩn đoán và điều trị các bệnh lý thần kinh.

5. Kết luận

Nghiên cứu đã bước đầu đưa ra được các giá trị mang tính chất tham khảo về những chỉ số định lượng thu được trên DTI của các bó chất trắng trong não người bình thường. Đồng thời kết quả cũng chỉ ra một số sự khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so sánh các chỉ số DTI thu được của các bó chất trắng giữa 2 bên bán cầu và so sánh theo giới. Tuy nhiên, do hạn chế về quy mô nghiên cứu nên còn nhiều cấu trúc đường dẫn truyền chất trắng chưa thể khảo sát được, cũng như cỡ mẫu chưa đủ lớn nên chưa thể cung cấp một khung tham chiếu thực sự có giá trị.

Tài liệu tham khảo

1. Passingham RE, Stephan KE et al (2002) *The anatomical basis of functional localization in the cortex*. Nat Rev Neurosci 3(8): 606-616.
2. Van Essen DC, Newsome WT, Maunsell JH, Bixby JL (1986) *The projections from striate cortex (V1) to areas V2 and V3 in the macaque monkey: Asymmetries, areal*

- boundaries, and patchy connections. *J Comp Neurol* 244(4): 451-480. doi: 10.1002/cne.902440405.
3. Bergamino M, Walsh RR, Stokes AM (2021) *Free-water diffusion tensor imaging improves the accuracy and sensitivity of white matter analysis in Alzheimer's disease*. *Sci Rep* 11(1): 6990. doi: 10.1038/s41598-021-86505-7.
 4. Lâm Khánh (2022) *Ứng dụng cộng hưởng từ sức căng khuếch tán (DTI) trong nghiên cứu đường dẫn truyền thần kinh giữa các trung khu của não bộ để góp phần chẩn đoán một số bệnh lý thần kinh*. Đề tài nghiên cứu cấp Bộ Quốc phòng.
 5. Thomas B, Eysen M, Peeters R, Molenaers G, Van Hecke P, De Cock P, Sunaert S (2005) *Quantitative diffusion tensor imaging in cerebral palsy due to periventricular white matter injury*. *Brain* 128(Pt 11):2562-2577. doi: 10.1093/brain/awh600.
 6. Kuchtova B, Wurst Z, Mrzilkova J, Ibrahim I, Tintera J, Bartos A, Musil V, Kieslich K, Zach P (2018) *Compensatory shift of subcallosal area and paraterminal gyrus white matter parameters on DTI in patients with Alzheimer disease*. *Curr Alzheimer Res* 15(6): 590-599.
 7. Nguyễn Đăng Hải, Nguyễn Duy Bắc và cộng sự (2022) *Kết quả bước đầu ứng dụng cộng hưởng từ sức căng khuếch tán 3 Tesla đánh giá đặc điểm bó thể chai trên bệnh nhân Alzheimer người Việt Nam*. *Tạp chí Y học Việt Nam*, 519, tr. 261-266.
 8. Elshafey R, Hassanien O et al (2014) *Diffusion tensor imaging for characterizing white matter changes in multiple sclerosis*. *The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine* 45(3): 881-888.
 9. Harrison DM, Caffo BS, Shiee N, Farrell JA, Bazin PL, Farrell SK, Ratchford JN, Calabresi PA, Reich DS (2011) *Longitudinal changes in diffusion tensor-based quantitative MRI in multiple sclerosis*. *Neurology* 76(2): 179-186. doi: 10.1212/WNL.0b013e318206ca61.
 10. Bagi Z, Kroenke CD, Fopiano KA, Tian Y, Filosa JA, Sherman LS, Larson EB, Keene CD, Degener O'Brien K, Adeniyi PA, Back SA (2022) *Association of cerebral microvascular dysfunction and white matter injury in Alzheimer's disease*. *Geroscience* 44(4):1-14. doi: 10.1007/s11357-022-00585-5.
 11. Brander A, Kataja A, Saastamoinen A, Ryymin P, Huhtala H, Ohman J, Soimakallio S, Dastidar P (2010) *Diffusion tensor imaging of the brain in a healthy adult population: Normative values and measurement reproducibility at 3 T and 1.5 T*. *Acta Radiol* 51(7): 800-807.
 12. Lee CE, Danielian LE et al (2009) *Normal regional fractional anisotropy and apparent diffusion coefficient of the brain measured on a 3 T MR scanner*. *Neuroradiology* 51(1): 3-9.
 13. Zhang F, Daducci A, He Y, Schiavi S, Seguin C, Smith RE, Yeh CH, Zhao T, O'Donnell LJ (2022) *Quantitative mapping of the brain's structural connectivity using diffusion MRI tractography: A review*. *NeuroImage* 249: 118870.
 14. Nguyễn Văn Điều, Nguyễn Duy Bắc và cộng sự (2019) *Nghiên cứu kích thước bó vỏ - tủy trên người Việt bằng cộng hưởng từ sức căng khuếch tán 3 Tesla*. *Tạp chí Y học Việt Nam*, 483, tr. 66-72.
 15. Allen JS, Damasio H, Grabowski TJ (2002) *Normal neuroanatomical variation in the human brain: An MRI-volumetric study*. *Am J Phys Anthropol* 118(4): 341-358. doi: 10.1002/ajpa.10092.
 16. Cosgrove KP, Mazure CM, Staley JK (2007) *Evolving knowledge of sex differences in brain structure, function, and chemistry*. *Biol Psychiatry* 62(8): 847-855. doi: 10.1016/j.biopsych.2007.03.001.
 17. Takao H, Abe O, Yamasue H, Aoki S, Sasaki H, Kasai K, Yoshioka N, Ohtomo K (2011) *Gray and white matter asymmetries in healthy individuals aged 21-29 years: A voxel-based morphometry and diffusion tensor imaging study*. *Hum Brain Mapp* 32(10): 1762-1773. doi: 10.1002/hbm.21145.
 18. Menzler K, Belke M et al (2011) *Men and women are different: Diffusion tensor imaging reveals sexual dimorphism in the microstructure of the thalamus, corpus callosum and cingulum*. *Neuroimage* 54(4): 2557-2562.
 19. Inano S, Takao H et al (2011) *Effects of age and gender on white matter integrity*. *AJNR Am J Neuroradiol* 32(11): 2103-2109.
 20. Hsu JL, Leemans A, Bai CH, Lee CH, Tsai YF, Chiu HC, Chen WH (2008) *Gender differences and age-related white matter changes of the human brain: A diffusion tensor imaging study*. *NeuroImage* 39: 566-577.