



HỘI NGHỊ KHOA HỌC CHẨN ĐOÁN HÌNH ẢNH TP.HCM MỞ RỘNG LẦN THỨ XII-2025

Phiên CME THẦN KINH.

DTI trong thoái hóa thần kinh - rối loạn vận động

**BS CKI. Đặng Văn Anh Kiệt
BS CKII. Cao Thiên Tượng**

NỘI DUNG



1

NGUYÊN LÝ DTI & DTT

2

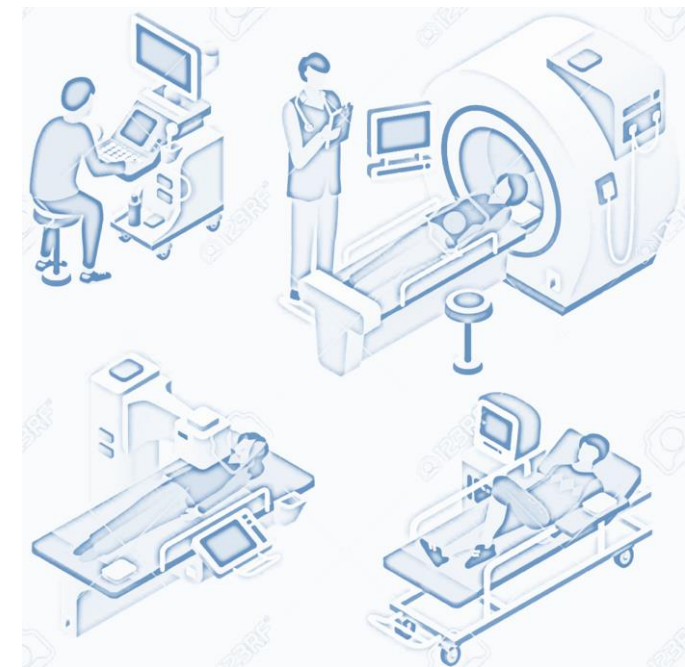
KỸ THUẬT CHỤP DTI

3

DTI trong chẩn đoán các RLVD - THTK

4

DTI trong theo dõi sau điều trị



GIỚI THIỆU

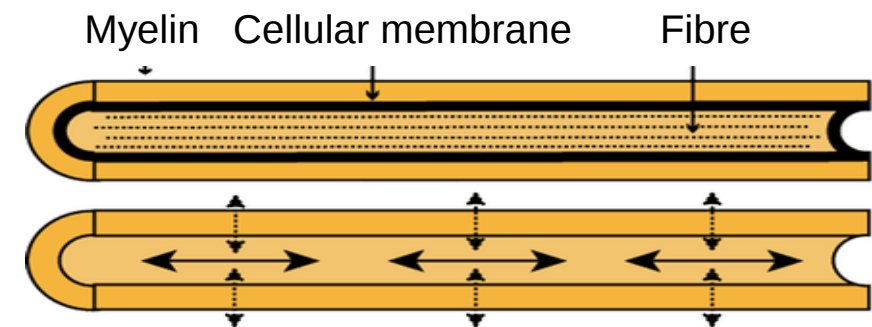
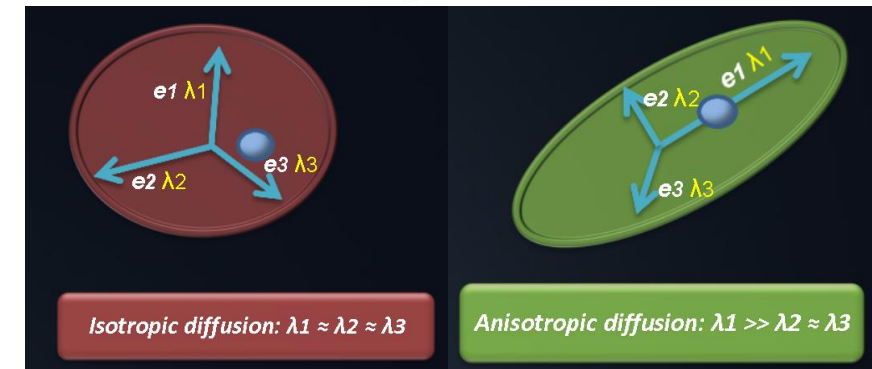
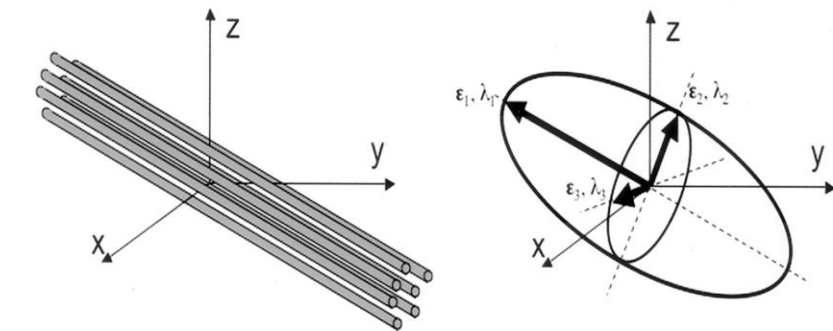


- ❖ Các triệu chứng rối loạn vận động và thoái hóa thần kinh trong giai đoạn sớm thường giống nhau, dẫn đến thách thức trong chẩn đoán chính xác bệnh.
- ❖ Cộng hưởng từ khuếch tán theo lực (DTI-Diffusion tensor imaging) là kỹ thuật hình ảnh không xâm lấn có thể giúp chẩn đoán sớm, phân biệt cũng như phát hiện nguyên nhân của các loại rối loạn vận động và thoái hóa thần kinh này.

NGUYÊN LÝ DTI & DTT



- ❖ DTI là tối ưu hóa của kỹ thuật cộng hưởng từ khuếch tán (DWI) thường quy (chỉ xác định và định lượng mức độ chuyển động của nước bên trong các mô sinh học)
- ❖ DTI cho phép xác định, mô tả đặc điểm và định lượng sự tồn tại hướng chuyển động chủ đạo của các phân tử nước bên trong các mô sinh học



- Thông tin chuyển động của phân tử nước lấy từ nhiều hướng của không gian (6 đến 128 hướng) → thu được 3 vector riêng (ϵ_1 , ϵ_2 và ϵ_3) với giá trị (λ_1 , λ_2 và λ_3) phản ánh mức độ chuyển động của phân tử nước (mm^2/s - diện tích dịch chuyển trên một đơn vị thời gian)
 - Khuếch tán đẳng hướng (chuyển động không ưu tiên theo bất kỳ hướng nào)
 - Khuếch tán dị hướng (phân tử nước chuyển động theo một hướng chủ đạo)
- Cấu trúc có tính dị hướng (chất trắng, dây thần kinh ngoại biên, cơ) → các rào cản sinh lý tại bao myelin, màng tế bào góp phần vào hướng chuyển động chủ đạo của phân tử nước dọc theo sợi trục và hạn chế chuyển động ở hướng vuông góc sợi trục

NGUYÊN LÝ DTI & DTT

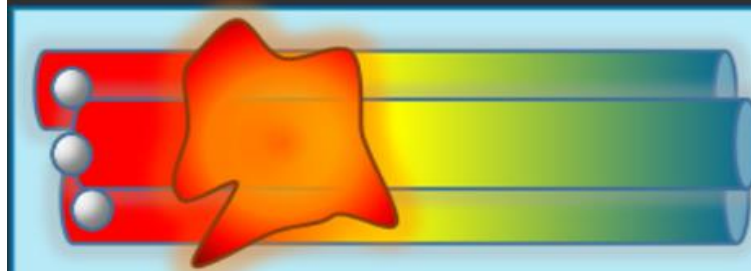


$$MD = \frac{Tr(D)}{3} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3}{3}$$

Mean Diffusivity (MD)

Ý nghĩa: định lượng sự chuyển động của nước trong khoang ngoại bào (chính xác hơn ADC)

Đơn vị: x 10⁻³ mm²/s

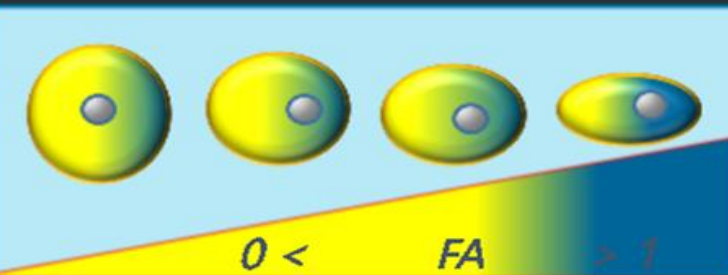


$$\lambda_1 = \lambda_{\parallel}$$

Axial Diffusivity (AD)

Ý nghĩa: sự khuếch tán của phân tử nước theo trục chính/hướng // sợi trục

Đơn vị: x 10⁻³ mm²/s

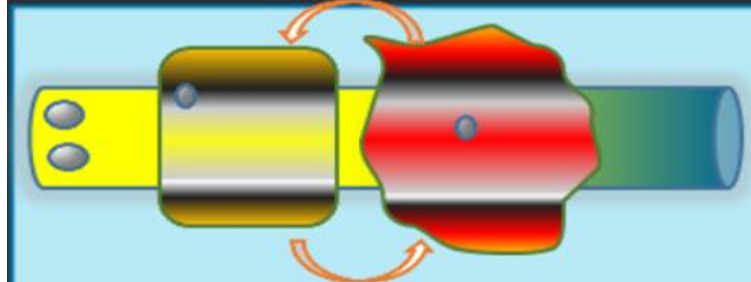


$$FA = \sqrt{\frac{1}{2} \frac{(\lambda_1 - \lambda_2)^2 + (\lambda_2 - \lambda_3)^2 + (\lambda_3 - \lambda_1)^2}{\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2}}$$

Fractional Anisotropy (FA)

Ý nghĩa: phản ánh cách tổ chức trong sợi trục, tính toàn vẹn chất trắng

Đơn vị: giá trị từ 0 - 1



$$\lambda_{\perp} = \frac{(\lambda_2 + \lambda_3)}{2}$$

Radial Diffusivity (RD)

Ý nghĩa: sự khuếch tán của nước theo 2 trục ngắn (⊥ sợi trục)

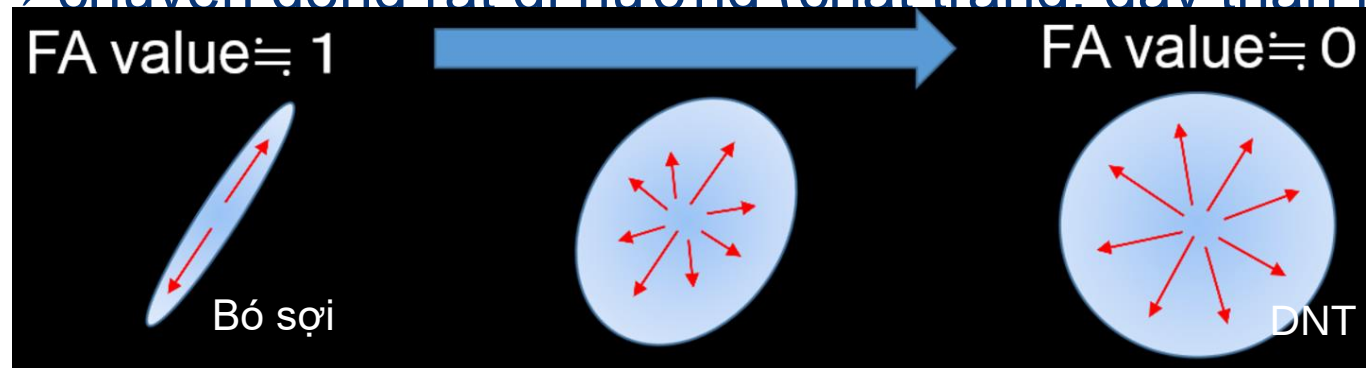
Đơn vị: x 10⁻³ mm²/s

NGUYÊN LÝ DTI & DTT

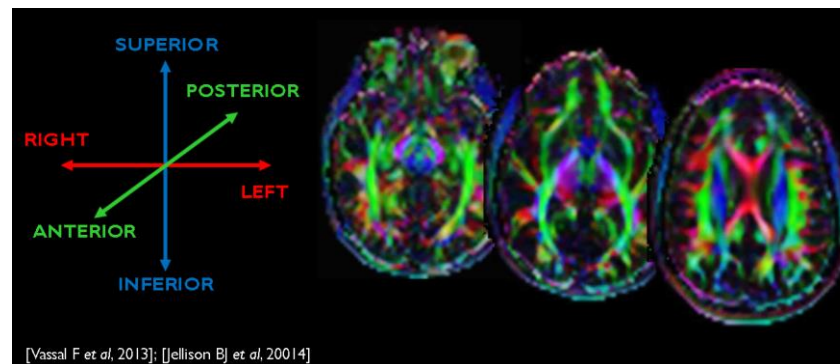


❖ FA định lượng mức độ khuếch tán dị hướng (có hướng).

- $FA = 0 \rightarrow$ chuyển động đẳng hướng (mô không có tổ chức, DNT,...).
- $FA = 1 \rightarrow$ chuyển động rất dị hướng (chất trắng, dây thần kinh, cơ,...).



❖ Bản đồ mã hóa màu FA $\rightarrow$ màu đại diện cho hướng, độ sáng đại diện cho giá trị FA



NGUYÊN LÝ DTI & DTT



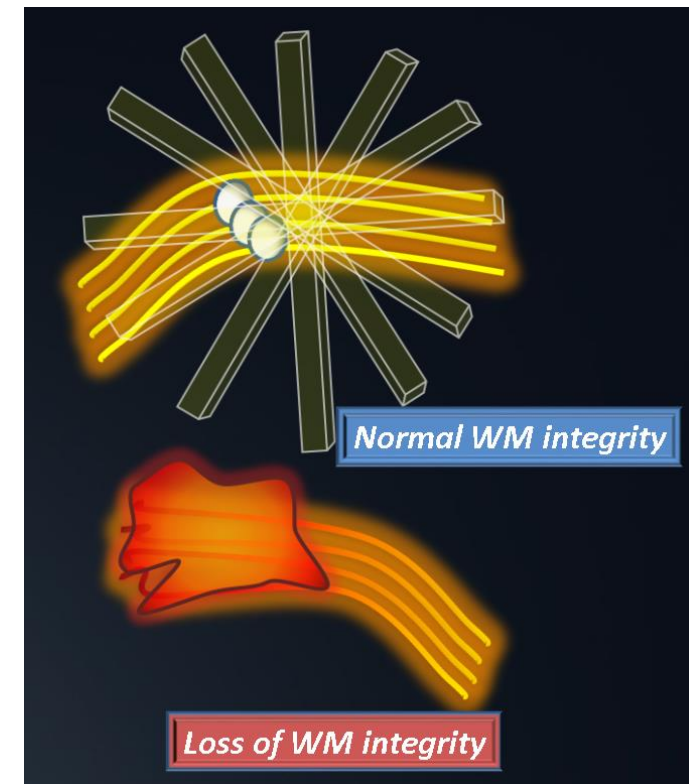
❖ Thông thường, trong các tế bào thần kinh nguyên vẹn, giá trị FA gần bằng 1 vì mức độ bất đẳng hướng cao.

- Khi có bất kỳ tổn thương nào đối với màng sợi trục, sự khuếch tán tại mức đó trở thành không bị giới hạn và đẳng hướng.
- FA đo lường mức độ myelin hóa, với các giá trị FA cao hơn cho thấy sợi thần kinh trong tủy sống còn nguyên vẹn hơn.

❖ Trong tổn thương sợi trục

- $FA \downarrow \rightarrow$ mất tính tổ chức của cấu trúc sợi trục/myelin
- $MD \uparrow \rightarrow$ tăng kích thước khoang ngoại bào (phù, sung huyết), phá vỡ cấu trúc sợi trục (hoại tử,...)

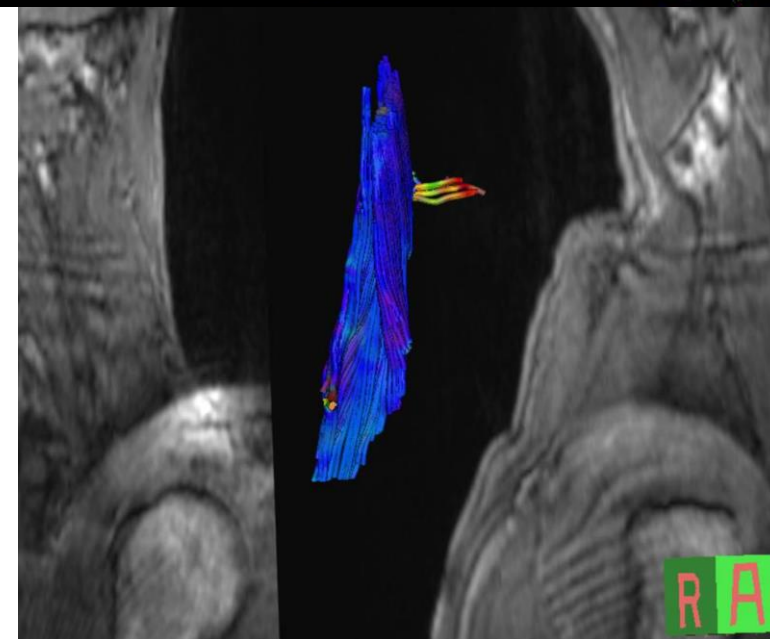
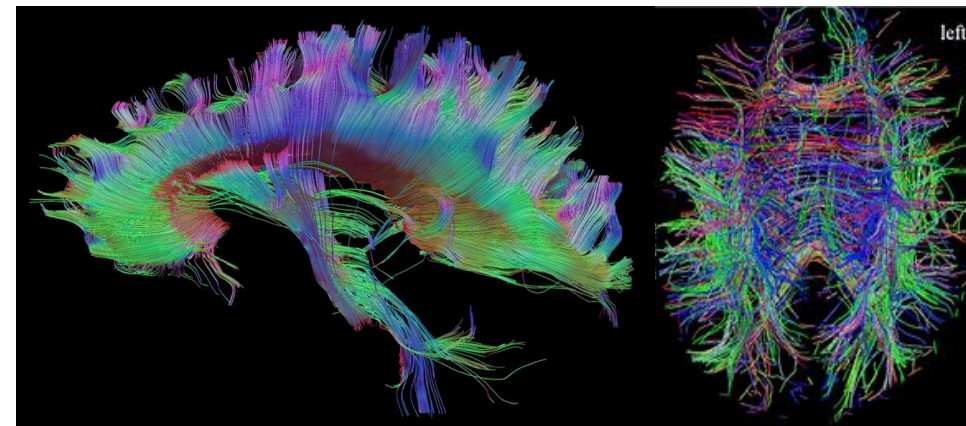
❖ FA có độ nhạy cao nhưng độ đặc hiệu thấp đối với tổn thương sợi trục, giúp phát hiện tổn thương khi hình ảnh MRI thường quy bình thường



NGUYÊN LÝ DTI & DTT



- ❖ Dữ liệu thu thập được sau đó được tái tạo lại để tạo thành hình ảnh ba chiều (tractography) với thuật toán chuyên dụng
- ❖ Tractography cho thấy định hướng kiến trúc của các mô. Chúng thường được mô tả là đại diện cho sợi trục hoặc sợi thần kinh riêng lẻ, nhưng về mặt vật lý, chúng chỉ là những đường đại diện cho hướng khuếch tán tối đa.
- ❖ Bó chất trắng luôn luôn thể hiện bằng màu xanh lam ở tủy sống vì các sợi chủ yếu là hướng đầu - chân

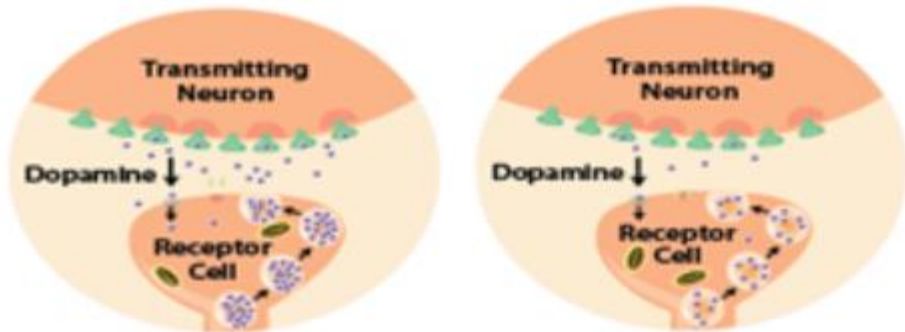


KỸ THUẬT CHỤP DTI



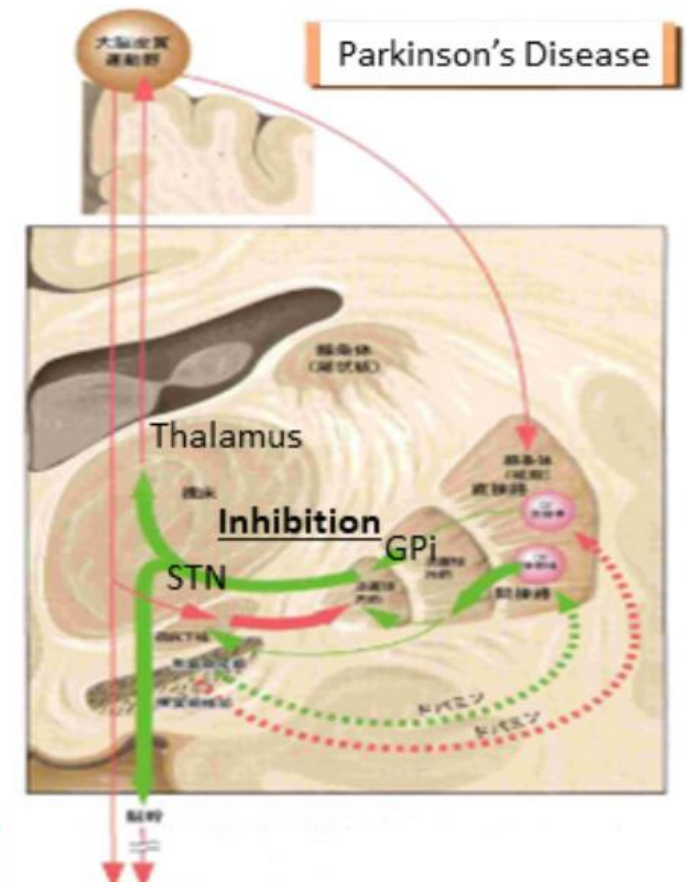
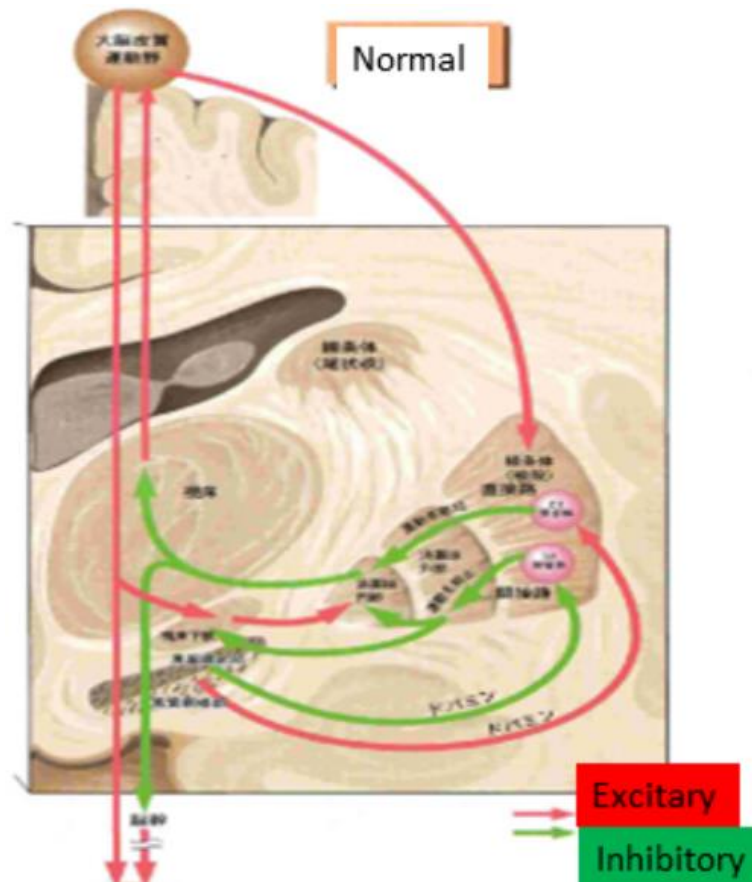
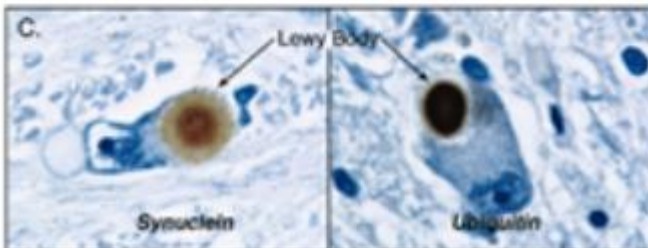
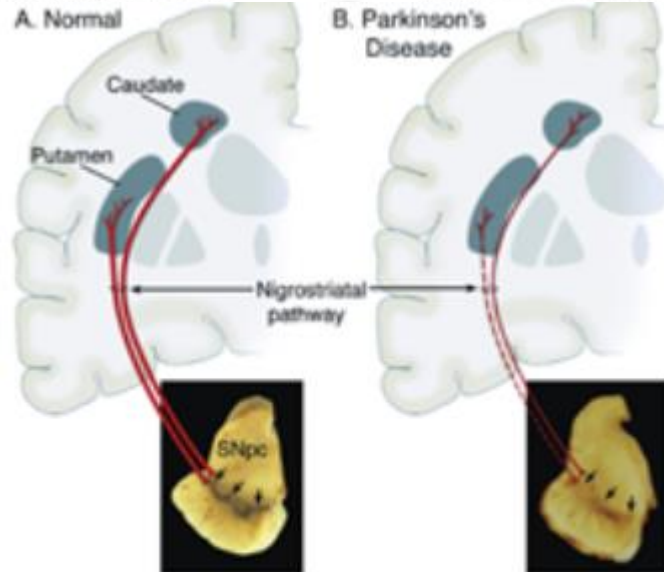
- ❖ Số hướng được dùng để thu nhận DTI ảnh hưởng đến chất lượng toàn thể và các tham số thu được
- ❖ Số hướng tối thiểu: 6
- ❖ Mô hình DTI nâng cao có số lượng hướng lớn, thường lên đến 128 hướng cho phép đạt độ phân giải cao ở các điểm giao nhau của bó sợi
- ❖ Tuy nhiên, số lượng hướng các lớn thì thời gian quét càng lớn, vì vậy trong thực hành lâm sàng thường khuyến cáo 16-32 hướng là đủ thông tin cho đánh giá chính xác chuyển động của nước trong bó chất trắng với thời gian quét hợp lý
- ❖ Tuy nhiên, điều quan trọng là phải luôn sử dụng cùng protocol với cùng bệnh nhân để giảm sự biến thiên trong các lần chụp tiếp theo

Cơ chế sinh bệnh

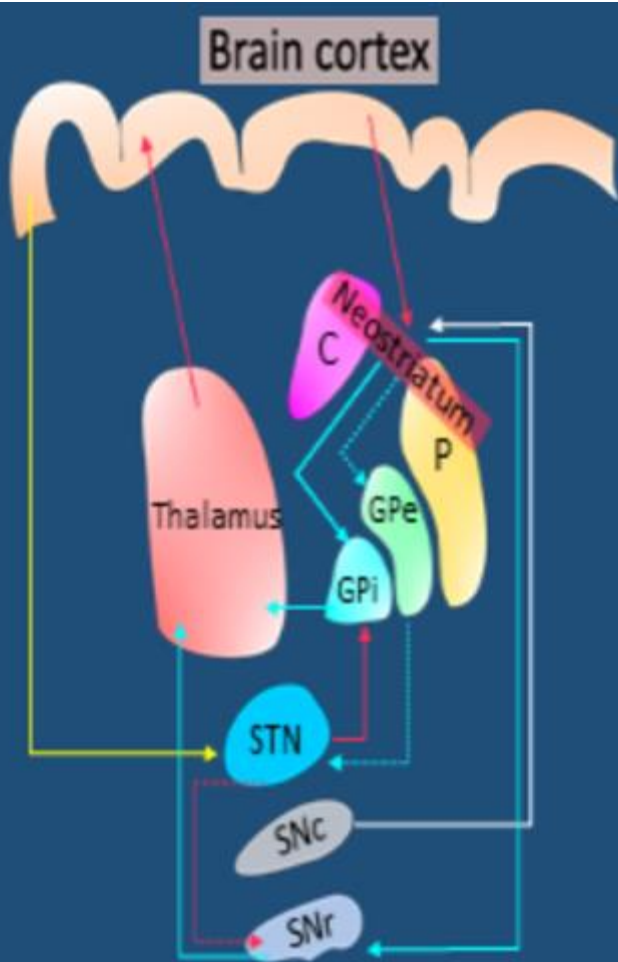


Healthy Patient

Parkinson's Patient



Parkinson's disease



C: caudate nucleus; P: putamen; GPi/e: internal/external segments of the globus pallidus; STN: subthalamic nucleus; SNC/r: pars compacta/reticulata of the substantia nigra

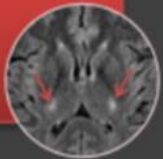
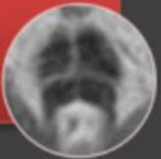
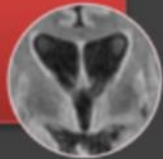
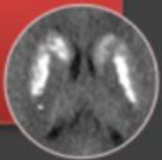
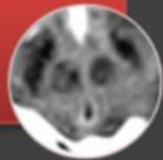
Atypical parkinsonian syndromes

Progressive supranuclear palsy (PSP)

Multiple system atrophy (MSA)

Corticobasal degeneration (CBD)

Rối loạn vận động

Hyper-intensity in motor tracts	Hot cross bun sign, pontine atrophy	Cerebellar atrophy	Symmetric caudate atrophy
ALS	MSA	SCA	HD
			
Extensive basal ganglia and brain Ca^{++}	Basal ganglia and cortical $\downarrow$diffusion	Face of the giant panda	
Fahr	CJD	Wilson	
			

Rối loạn vận động

- Hummingbird brainstem
- Vertical gaze palsy

PSP



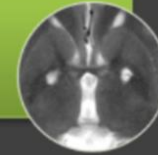
- Asymmetric atrophy
- Asymmetric neurological findings

Corticobasal degeneration



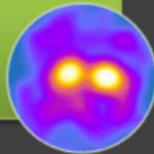
- Bilateral globus pallidus lesions
- Parkinsonism

CO poisoning



- DaTscan with period sign
- Presynaptic dopamine abnormality

Parkinson's disease



- Swallow tail sign
- PD
- Also Lewy body dementia

Parkinson's disease



- VIM (ET)
- Gpi or STN (PD)

DBS



Method	Techniques	Information	Changes in PD
Structural	T1, T2	Morphometry	SN: variable volume changes Cortex: mild reduction in volume and thickness
Neuromelanin	Spin echo T1	Presence of melanine cells	Reduced signal intensity
Susceptibility-weighted	Phase imags	Brain iron	Increased susceptibility due to iron load
Diffusion	DTI	Diffusion of water in biological tissues	Reduced FA
Tractography	DTI	Fibre tract-specific reconstruction	Reduced probability of connections
Functional	fMRI	Functional connectivity within brain networks	Reduced FC in sensorimotor Increased FC in associative

Giảm FA ở SN thường thấy ở bệnh nhân PD, tuy nhiên liên quan với độ nặng của bệnh vẫn chưa rõ.

DTI trong chẩn đoán các RLVĐ - THPT



DTI hỗ trợ chẩn đoán sớm và phân biệt các rối loạn vận động - thoái hóa thần kinh → dựa trên sự giảm FA tại các vị trí:

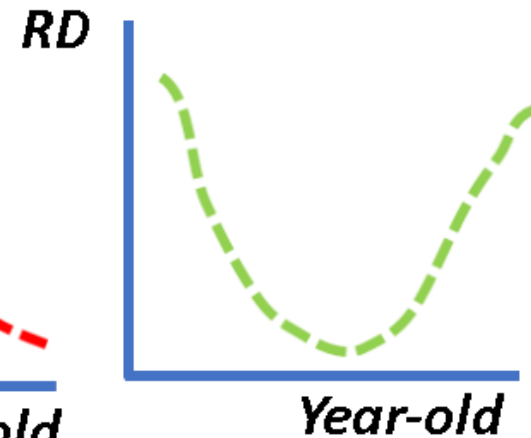
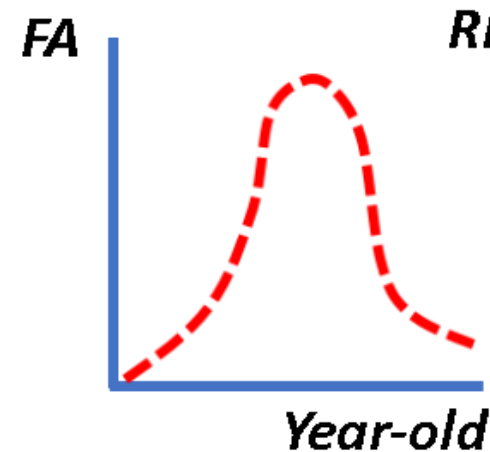
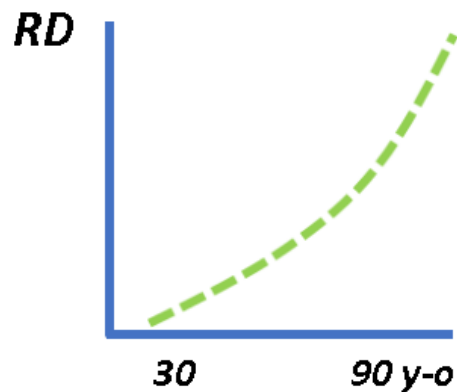
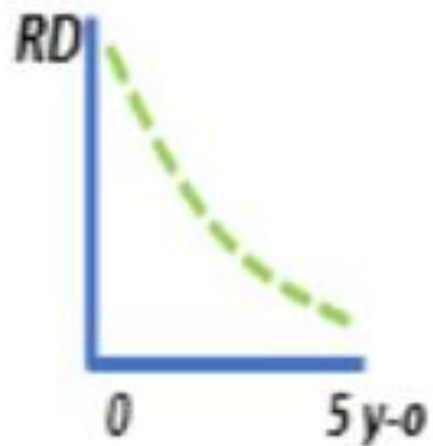
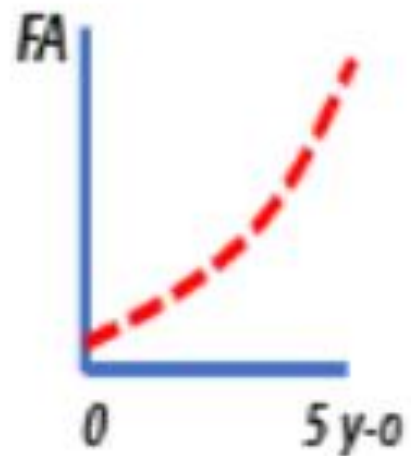
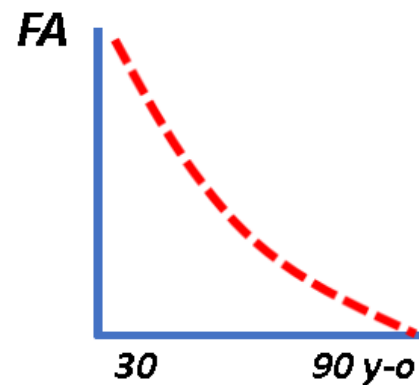
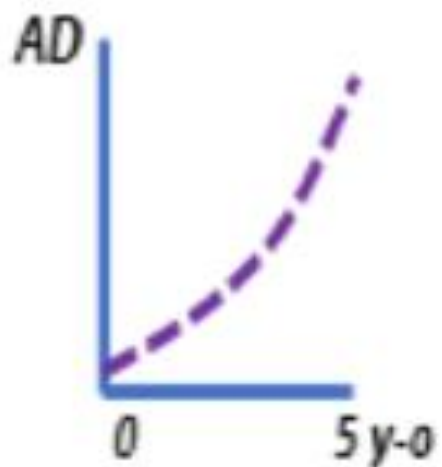
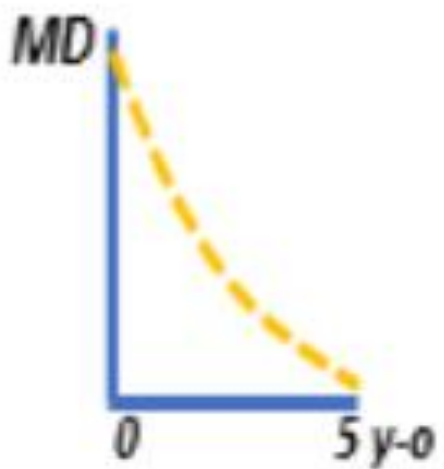
- ❖ FA giảm ở vùng đuôi của SN, chẩn đoán là PD
- ❖ FA giảm ở MCP và TPF, chẩn đoán là MSA C.
- ❖ FA giảm chỉ ở MCP, chẩn đoán là MSA P.
- ❖ FA giảm chỉ ở SCP, chẩn đoán là PSP
- ❖ FA giảm ở nhân răng và SCP, chẩn đoán là run vô căn.

DTI trong chẩn đoán các RLVĐ - THPTK

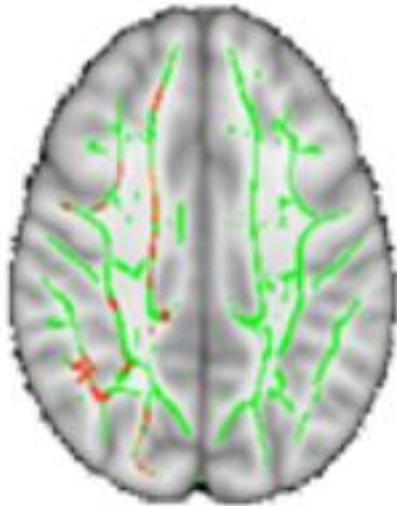
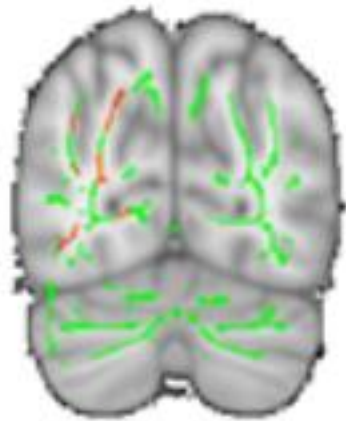
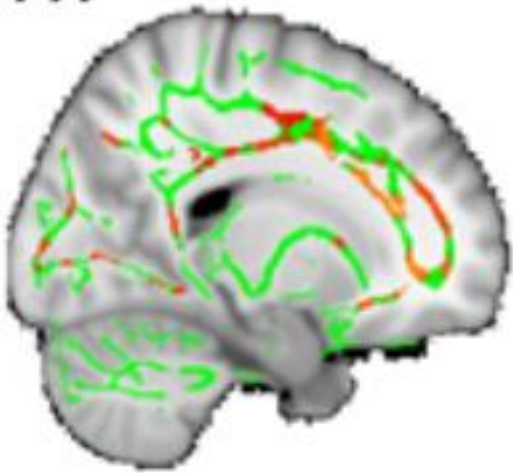


- ❖ DTI có thể hỗ trợ xác định mức độ nghiêm trọng của các triệu chứng rối loạn vận động - thoái hóa thần kinh
- ❖ DTI có thể hỗ trợ xác định các cấu trúc dẫn truyền thần kinh bị ảnh hưởng bởi từng kiểu rối loạn vận động - thoái hóa thần kinh, có thể xem như là một dấu ấn sinh học đặc trưng.
 - PD: giảm FA cao nhất trong chất đen (SN), vừa phải trong hạch nền, +/- thân não.

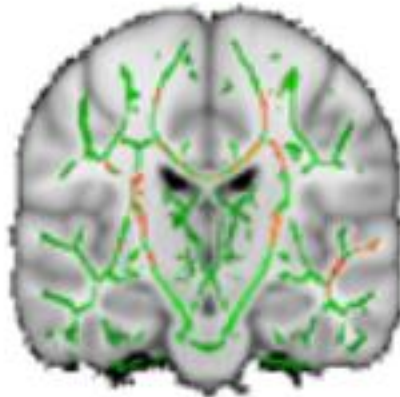
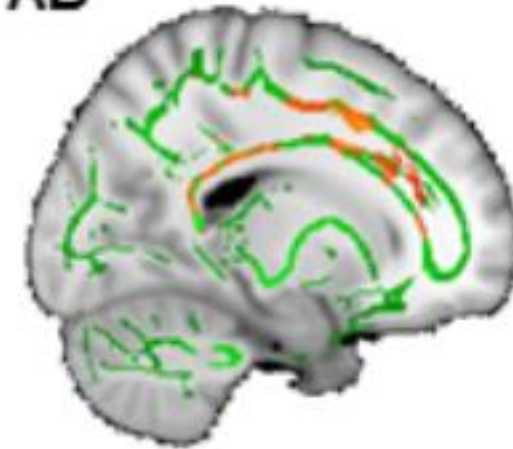
Các giá trị FA, MD thay đổi theo độ tuổi



FA



AD



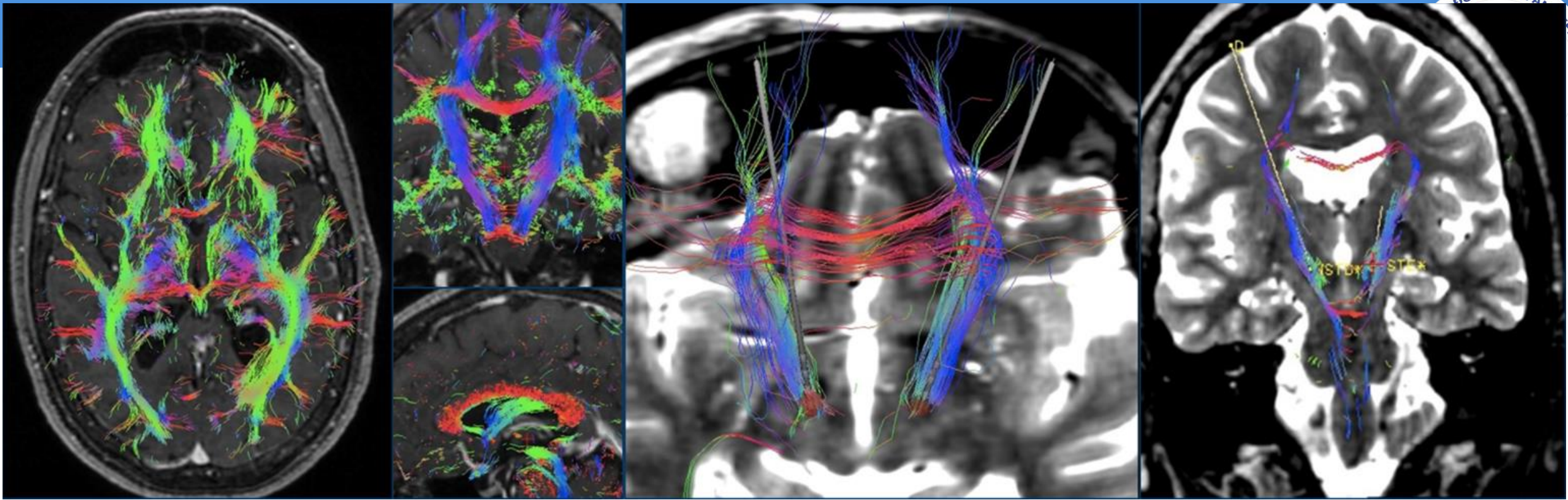
DTI

- PD (giai đoạn tiền triển) với nhóm chứng khỏe mạnh
FA tăng ở
- + Phần trước hồi đai (Anterior Cingulum), thể chai (Corpus Callosum)
- + Phần sau bó trán chẩm dưới (Inferior Fronto Occipital tracts)

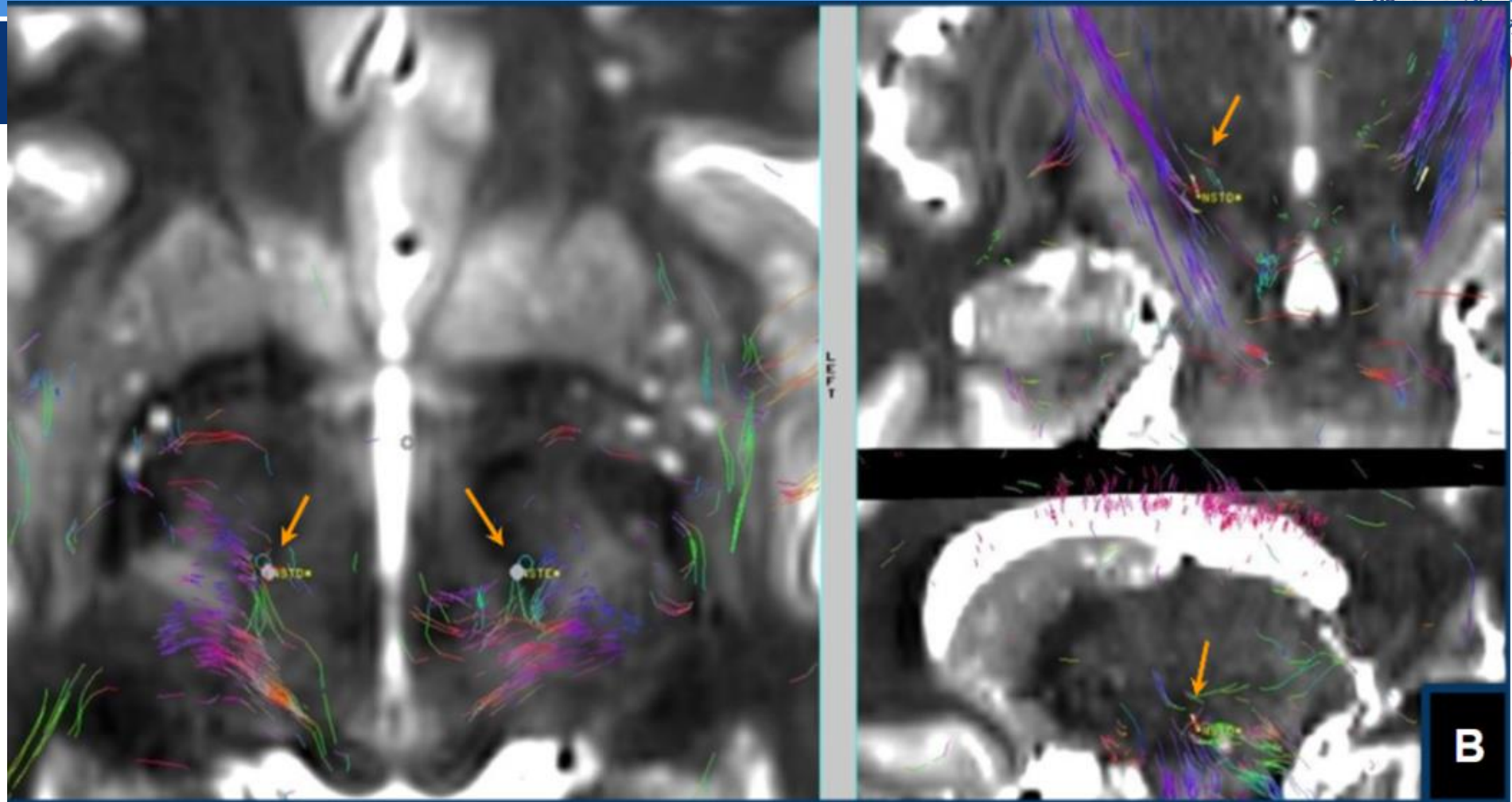
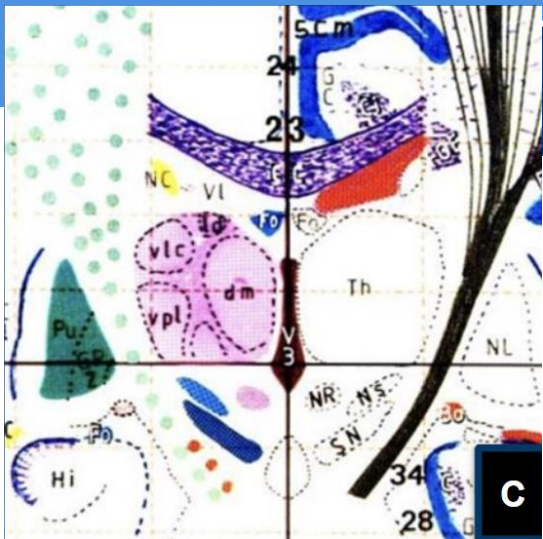
AD tăng

- + Bó vỏ gai (CST) gợi ý thoái hóa thần kinh thứ phát với các hoạt động khác tại thể vân (striatum), đồi thị

RSHCM 2025



Sau khi ước tính vị trí nhân dưới đồi (STN) dựa trên hình ảnh thường quy (T1W, T2W, SWI/GRE), DTI giúp dựng hình bó vỏ gai (CST) (phía ngoài nhân dưới đồi). Phẫu thuật viên sẽ đưa điện cực vào theo một hướng nhất định để tránh chạm phải bó vỏ gai.



Hình ảnh bó sợi thần kinh (tractography) làm nổi bật vị trí mục tiêu và các bó sợi quan trọng cần tránh

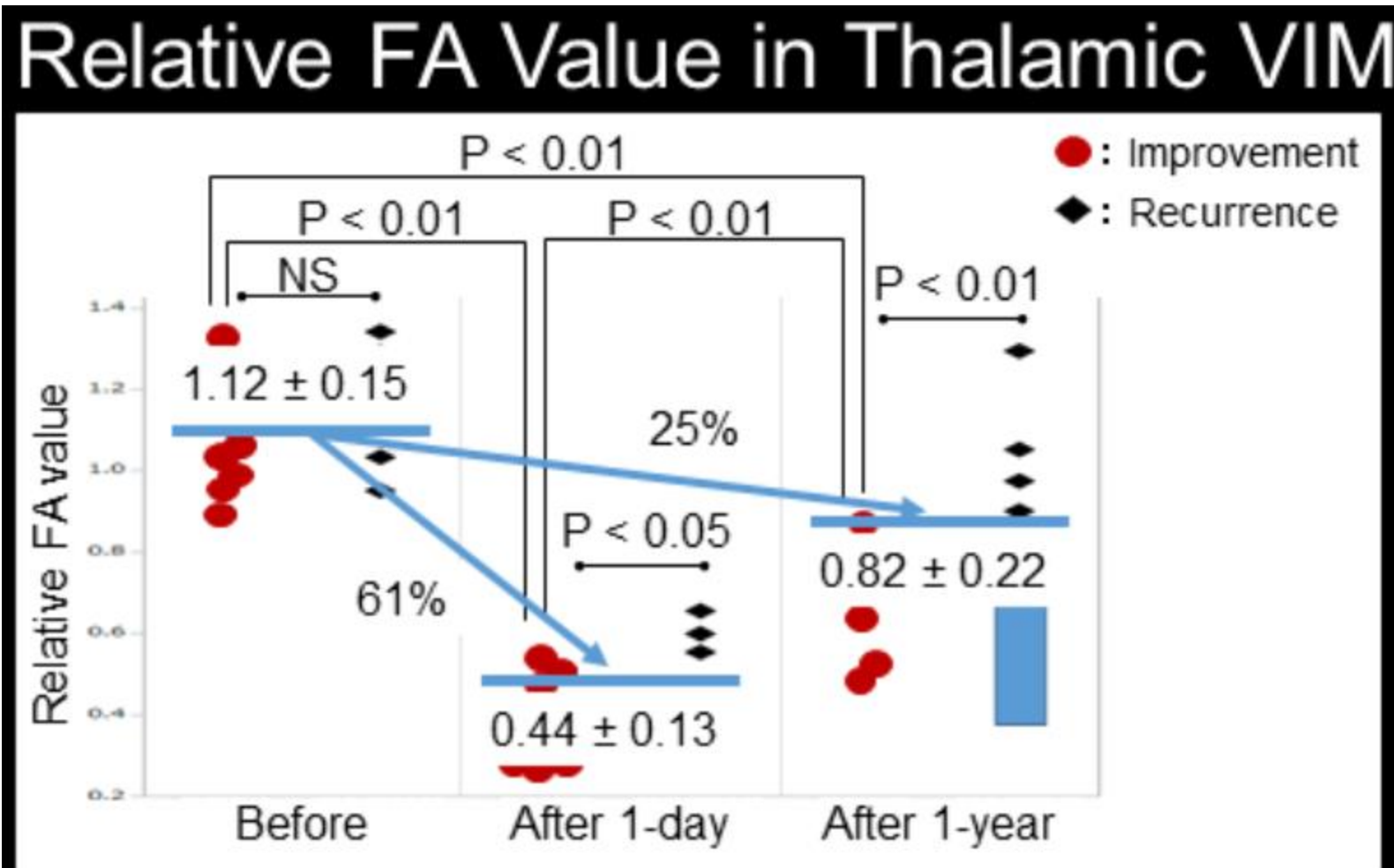
- Bó vỏ gai (CST): phía ngoài nhân dưới đồi (STN)
- Bó răng đỏ đồi thị (dentato-rubro-thalamic tract - DRTT): phía trong STN
- Nhân đuôi bụng trước và sau (ventralis caudalis anterior and posterior nucleus - VCP/VCA): phía sau STN



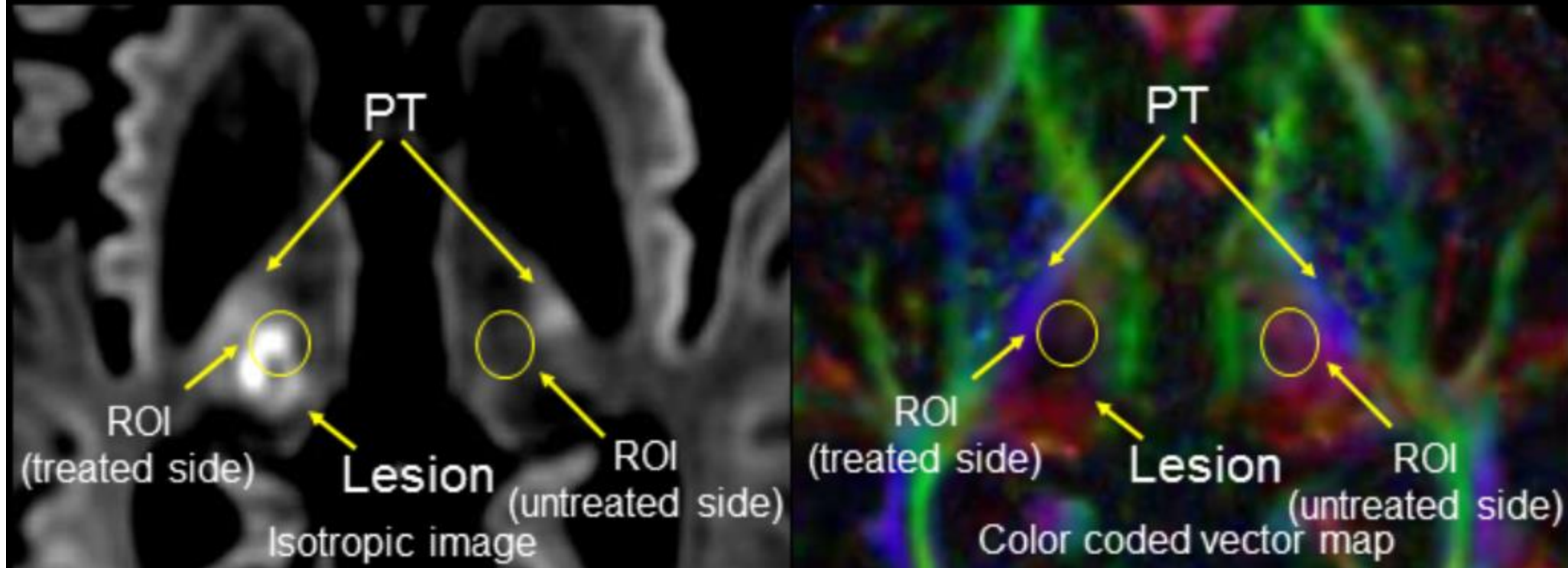
Nhân bụng trung gian (Ventralis intermedius nucleus - Vim)

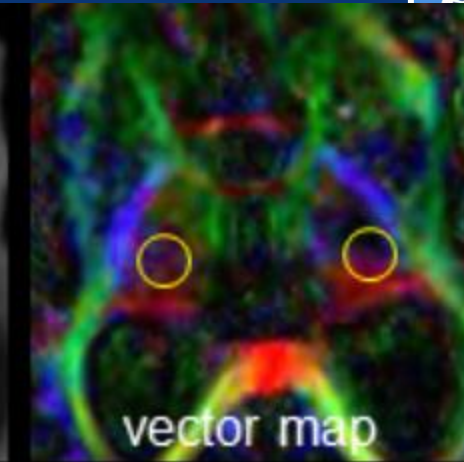
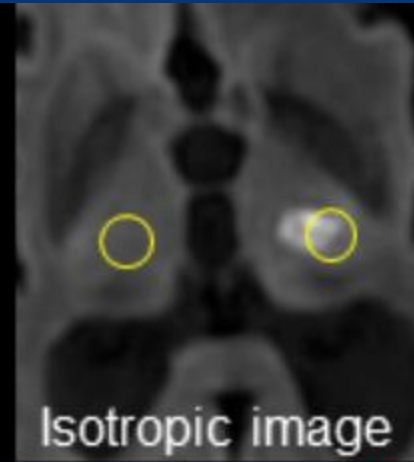
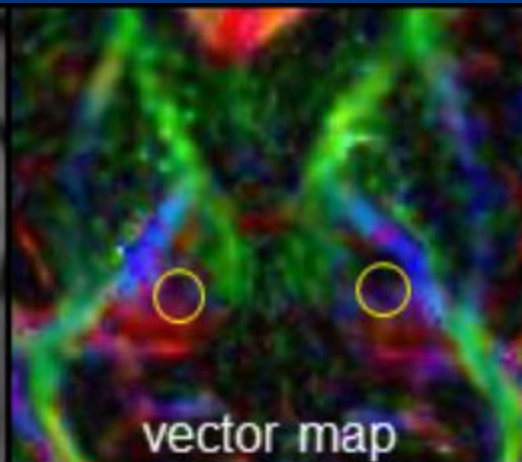
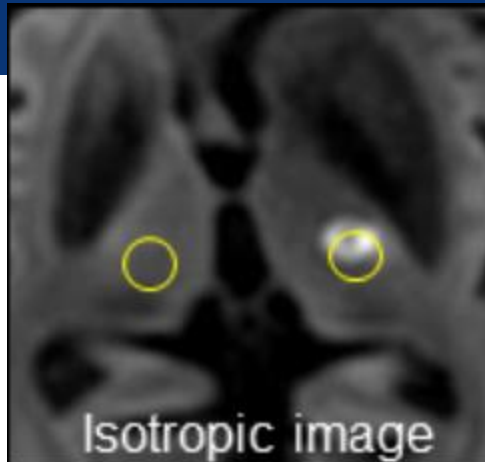
- CT sau đặt điện cực kích thích não sâu
- Hòa hình bó sợi thần kinh (tractography) trước với hình CT sau đặt điện cực, cho thấy các bó sợi nằm trên đường đi (trajectory) của điện cực, giúp chọn lựa tốt hơn vị trí (contact) cần kích thích và cho kết quả tốt hơn

FA dự đoán hiệu quả điều trị sau cắt bỏ đồi thị trong điều trị run vô căn



1. Measuring FA value at before and after treatment
2. ROI in 5 mm diameter is Set on thalamic VIM
3. To Calculate relative FA value





Improvement case

Right FA value: 0.459

Left FA value: 0.127

Relative FA: 0.277

Recurrence case showed high relative FA

Recurrence case

Right FA value: 0.304

Left FA value: 0.199

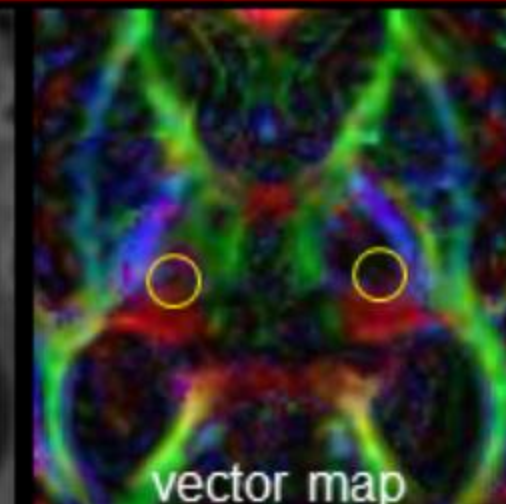
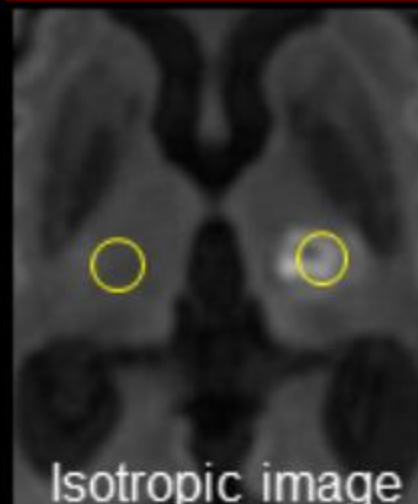
Relative FA: 0.655

Improvement case

Right FA value: 0.434

Left FA value: 0.117

Relative FA: 0.270



KẾT LUẬN



- ❖ DTI có độ nhạy cũng như độ đặc hiệu cao trong chẩn đoán rối loạn vận động và thoái hóa thần kinh.
- ❖ DTI có khả năng phân biệt giữa các loại rối loạn vận động khác nhau.
- ❖ DTI cũng đóng vai trò quan trọng trong việc chẩn đoán sớm các rối loạn vận động so với chụp MRI thông thường.
- ❖ DTI còn giúp hỗ trợ điều trị tối ưu các rối loạn vận động và thoái hóa thần kinh, đặc biệt trong bệnh Parkinson.



HỘI NGHỊ KHOA HỌC CHẨN ĐOÁN HÌNH ẢNH TP.HCM MỞ RỘNG LẦN THỨ XII-2025



Cảm ơn đã theo dõi!