

CỘNG HƯỞNG TỪ CHỨC NĂNG: TỔNG QUAN VÀ ỨNG DỤNG TRONG ĐÁNH GIÁ PHỤC HỒI CHỨC NĂNG Ở BỆNH NHÂN SAU ĐỘT QUY

*Nguyễn Dương Hanh, Nguyễn Thị Mỹ Liên, Nguyễn Thành Nhu**

Trường Đại học Y Dược Cần Thơ

**Email: ntnhu@ctump.edu.vn*

Ngày nhận bài: 07/3/2025

Ngày phản biện: 18/5/2025

Ngày duyệt đăng: 25/5/2025

TÓM TẮT

Đột quỵ là nguyên nhân hàng đầu gây khuyết tật trên toàn cầu, đặt ra nhu cầu phục hồi chức năng lớn. Quản lý đột quỵ vẫn còn nhiều khó khăn trong việc hiểu rõ cơ chế của các di chứng cũng như tiên lượng và phục hồi chức năng. Cộng hưởng từ chức năng là một kỹ thuật chẩn đoán hình ảnh nhiều tiềm năng, được ứng dụng trong nghiên cứu và thực hành lâm sàng ở nhiều chuyên ngành khác nhau. Bài này nhằm đưa ra tổng quan về Cộng hưởng từ chức năng và tổng hợp các bằng chứng hiện tại về việc ứng dụng kỹ thuật này trong nghiên cứu sinh bệnh học của các di chứng, tiên lượng bệnh, và hỗ trợ phục hồi chức năng cho bệnh nhân sau đột quỵ.

Từ khóa: Đột quỵ, phục hồi chức năng, cộng hưởng từ chức năng.

ABSTRACT

FUNCTIONAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING: AN OVERVIEW AND APPLICATIONS ON POST-STROKE REHABILITATION

*Nguyen Duong Hanh, Nguyen Thi My Lien, Nguyen Thanh Nhu**

Can Tho University of Medicine and Pharmacy

Stroke is a leading cause of disability, requiring a considerable demand for rehabilitation. Stroke management is still being challenged by several limitations, including pathomechanism understanding of poststroke sequelae, functional prognosis, and rehabilitation. Functional magnetic resonance imaging (fMRI) is a potential imaging technique that has been used in research and clinical practice in different fields. This study is to provide an overview of fMRI and summarize current evidence regarding its applications on stroke-related sequelae pathomechanism understanding, prognosis, and rehabilitation in poststroke patients.

Keywords: Stroke, rehabilitation, functional magnetic resonance imaging.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đột quỵ não là nguyên nhân gây tử vong đứng hàng thứ hai, nhưng lại là nguyên nhân hàng đầu gây khuyết tật cho bệnh nhân [1], gây gánh nặng về chăm sóc y tế và kinh tế toàn cầu. Quản lý đột quỵ não bao gồm ba nhóm: dự phòng, điều trị và phục hồi chức năng [2].

Phục hồi chức năng ở bệnh nhân sau đột quỵ là một quá trình can thiệp đa ngành, phối hợp nhiều phương pháp khác nhau nhằm giảm thiểu các khiếm khuyết về chức năng vận động, nhận thức và cảm giác, tối đa hóa khả năng thực hiện các hoạt động sinh hoạt hàng ngày, đồng thời tăng cường sự tham gia của bệnh nhân vào các hoạt động gia đình và xã hội, từ đó nâng cao chất lượng cuộc sống [3]. Quy trình phục hồi chức năng ở bệnh nhân sau đột quỵ bao gồm các bước chẩn đoán, lượng giá, tiên lượng khả năng phục hồi, lập kế hoạch can thiệp và đánh giá sau can thiệp [4]. Mặc dù đã đạt được nhiều thành tựu trong điều trị bệnh nhân, nhưng quá trình phục hồi chức năng ở bệnh nhân sau đột quỵ vẫn còn

gặp nhiều thách thức ở cả Việt Nam và nhiều quốc gia khác. Thứ nhất, các di chứng sau đột quỵ rất đa dạng với cơ chế chưa rõ, khiến việc chẩn đoán hiện tại vẫn còn khó khăn, từ đó làm giảm hiệu quả của các bước tiếp theo trong quá trình can thiệp phục hồi [5]. Thứ hai, mô hình sử dụng các đặc điểm lâm sàng và cận lâm sàng để tiên lượng chức năng nhận thức, vận động hay cảm giác hiện tại chưa nhiều, với độ tin cậy và độ chính xác chưa cao. Thứ ba, hiệu quả của các phương pháp phục hồi chức năng ở bệnh nhân sau đột quỵ dựa trên y học chứng cứ là chưa rõ ràng, và cơ chế đằng sau tác dụng của các phương pháp đó chưa được hiểu rõ [6]. Những thách thức trên cho thấy nhu cầu cấp thiết về các công cụ hỗ trợ chẩn đoán, tiên lượng và theo dõi tiến trình phục hồi chức năng ở bệnh nhân sau đột quỵ.

Cộng hưởng từ chức năng là một kỹ thuật hình ảnh hiện đại dùng để khảo sát hoạt động chức năng của não bộ [7]. Kỹ thuật này đã được sử dụng phổ biến trong nghiên cứu về đau mạn tính, thần kinh, tâm lý và tâm thần. Bằng chứng hiện tại cho thấy cộng hưởng từ chức năng là một phương pháp đầy tiềm năng trong việc lượng giá mức độ hoạt động toàn thể hoặc ở một vùng não nhất định, cũng như sự thay đổi của chúng đối với các can thiệp y khoa. Với đặc điểm đó, cộng hưởng từ chức năng có thể được ứng dụng một cách hiệu quả trong lượng giá tình trạng phục hồi chức năng thần kinh ở bệnh nhân sau đột quỵ [8]. Theo hiểu biết của chúng tôi, hiện chưa có tổng quan nào tập trung phân tích nội dung này. Do đó, bài tổng quan này được thực hiện nhằm mục đích tập hợp các bằng chứng hiện tại về ứng dụng của Cộng hưởng từ chức năng trong lượng giá quá trình phục hồi chức năng thần kinh. Bài viết có thể gợi ý hướng nghiên cứu mới về ứng dụng của kỹ thuật này trong lượng giá phục hồi chức năng ở bệnh nhân sau đột quỵ nói riêng, trong điều trị và phục hồi chức năng các bệnh lý nói chung.

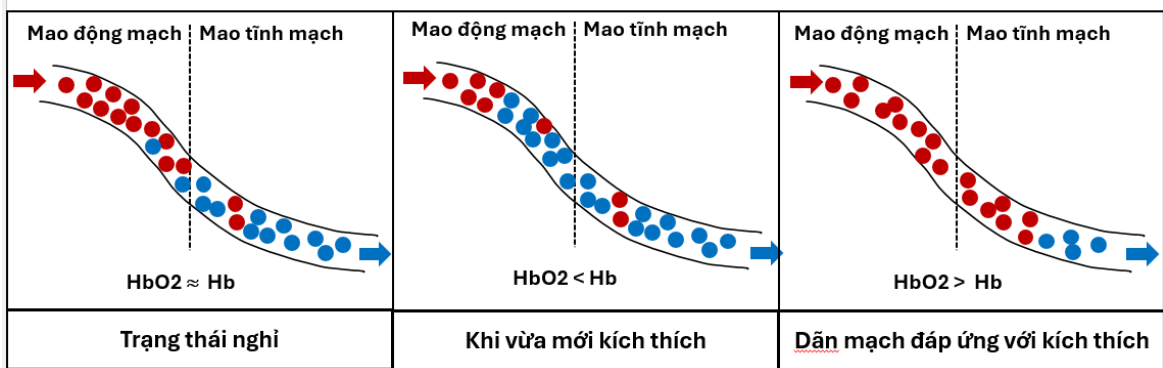
II. NỘI DUNG TỔNG QUAN

2.1. Khái quát về Cộng hưởng từ chức năng

Lịch sử phát triển của Cộng hưởng từ chức năng có lẽ bắt đầu từ đầu thập niên 90 của thế kỷ XX, khi Ogawa và cộng sự tìm ra khái niệm tương phản cộng hưởng từ phụ thuộc mức oxy dòng máu (blood oxygenation level-dependent - BOLD) [9]. Nghiên cứu của tác giả gợi ý rằng tín hiệu BOLD có thể được sử dụng để đánh giá chức năng của não cũng như sự thay đổi của chức năng não đối với các kích thích, chẳng hạn như kích thích cảm giác hay vận động. Phát hiện của Ogawa đã tạo tiền đề cho sự hình thành những nguyên lý cơ bản của Cộng hưởng từ chức năng, và tín hiệu BOLD cũng được sử dụng phổ biến trong rất nhiều nghiên cứu sau đó để đánh giá hoạt động chức năng của não. Do đó, để hiểu rõ về Cộng hưởng từ chức năng, cần hiểu rõ sự hình thành nên tín hiệu BOLD và sự liên quan của nó tới hoạt động của não.

Khi tế bào não bộ bị kích thích hay tăng hoạt động, nhu cầu sử dụng oxy của vùng não đó tăng lên, làm cho các hemoglobin trong máu chuyển từ trạng thái oxy hóa (giàu oxy) sang trạng thái khử oxy (nghèo oxy). Dòng ion Natri, Kali, Canxi và quá trình tạo ATP tăng lên thông qua tiêu thụ đường ở cả tế bào neuron và tế bào thần kinh đệm ở vùng này. Tế bào neuron và thần kinh đệm bị kích thích sẽ phát tín hiệu tới mạch máu gần nhất gây dẫn mạch, tăng lượng máu tới vùng não đó để đáp ứng với kích thích, tuy nhiên mức độ tăng lên của dòng máu thường quá mức so với nhu cầu của hoạt động thần kinh. Điều này dẫn tới lượng hemoglobin oxy hóa tăng và lượng hemoglobin khử oxy giảm. Như vậy, lượng hemoglobin oxy hóa và hemoglobin khử oxy thay đổi theo hoạt động của tế bào thần kinh. Cần chú ý rằng đặc điểm của hemoglobin oxy hóa là nghịch từ, tức là làm tăng tín hiệu cộng hưởng từ, trong khi đặc điểm của hemoglobin khử oxy là thuận từ, tức là làm giảm tín hiệu cộng

hường từ. Sự thay đổi của tỷ số hemoglobin oxy hóa/hemoglobin khử oxy, do đó có thể phát hiện thông qua kỹ thuật chụp Cộng hưởng từ. Tỷ số này chính là tín hiệu BOLD [7].



Hình 1. Sự thay đổi hemoglobin máu tại vùng não bị kích thích

(Nguồn: vẽ lại dựa trên hình ảnh từ [7])

Thực hiện chụp Cộng hưởng từ chức năng trong nghiên cứu thường diễn ra với hai hình thức Cộng hưởng từ chức năng khi bệnh nhân thực hiện cử động hay bị kích thích (task-based functional MRI) và Cộng hưởng từ chức năng khi bệnh nhân ở trạng thái nghỉ ngơi (resting-state functional MRI) [10]. Cộng hưởng từ trạng thái nghỉ được ứng dụng dễ dàng hơn với chụp khi bệnh nhân thực hiện hoạt động. Kết quả của kỹ thuật chụp khi bệnh nhân thực hiện cử động cũng được cho là có sự khác biệt giữa các nhóm nghiên cứu nhiều hơn, do sự bất đồng nhất về các cử động hoặc kích thích được thực hiện giữa các thí nghiệm, làm giảm tính tái lập của nghiên cứu.

Hình ảnh Cộng hưởng từ chức năng thường bao gồm ảnh chuỗi xung T1 (cho cấu trúc) và chuỗi xung T2* (cho chức năng). Phân tích hình ảnh Cộng hưởng từ thường phải dựa trên cả hai chuỗi xung hình ảnh này [7]. Có nhiều phần mềm dùng để phân tích và tất cả đều miễn phí sử dụng. Đối với hệ điều hành Windows, các phần mềm phổ biến như CONN (<https://web.conn-toolbox.org/>) hay DPABI (<http://rfmri.org/DPABI>). Các phần mềm này hoạt động trên nền tảng SPM12 (<https://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/software/spm12/>) và MATLAB.

Có nhiều cách sử dụng tín hiệu BOLD của Cộng hưởng từ chức năng để đánh giá hoạt động của não trong nghiên cứu và ứng dụng lâm sàng. Một trong các cách đánh giá đơn giản đó là ghi nhận sự thay đổi tín hiệu BOLD trên một vùng não giải phẫu hay chức năng cụ thể. Cũng có thể đánh giá sự tương quan của hoạt động chức năng giữa hai hay nhiều vùng não (được gọi là liên kết chức năng - functional connectivity) theo thời gian. Với công nghệ hiện đại, có thể tính liên kết chức năng giữa các phần tử khối (voxel), giữa các vùng não hoặc giữa các mạng lưới thần kinh trong não với nhau, giúp ích rất lớn trong việc đánh giá toàn diện chức năng não. Dựa trên những cách đánh giá này, mối liên quan giữa lâm sàng, cận lâm sàng, hiệu quả điều trị và sự thay đổi trong chức năng não được ghi nhận, từ đó giúp phát hiện cơ chế bệnh sinh, chẩn đoán, tiên lượng và can thiệp điều trị các bệnh lý có liên quan tới hệ thần kinh.

2.2. Ứng dụng của Cộng hưởng từ chức năng trong nghiên cứu sinh bệnh học các di chứng sau đột quỵ

Bên cạnh phục hồi các triệu chứng vận động trong đột quỵ, mục tiêu của phục hồi chức năng còn là giải quyết các bất thường khác như rối loạn cảm giác, nhận thức, hành vi. Việc hiểu rõ sinh bệnh học của các di chứng nhận thức, vận động và cảm giác rất có ý nghĩa

cho các nghiên cứu tiếp theo để phát triển các phương pháp phục hồi chức năng hiệu quả cho bệnh nhân.

Dan Yang và cộng sự (2024) nghiên cứu sự thay đổi của chức năng não liên quan tới mức độ nhận thức của bệnh nhân trẻ sau xuất huyết não. So với người khỏe mạnh, bệnh nhân xuất huyết não có biên độ phân số của dao động tần số thấp (Fractional Amplitude of Low-Frequency Fluctuations - fALFF, thu được từ hình ảnh Cộng hưởng từ chức năng) thay đổi ở nhiều vùng não, bao gồm bán cầu tiểu não hai bên, hồi đai giữa hai bên và vùng đồi thị bên tổn thương. Chỉ số fALFF của bán cầu tiểu não và vùng đồi thị tương quan có ý nghĩa thống kê với mức độ chú ý và khả năng điều hành - lên kế hoạch của bệnh nhân [11]. Trong một nghiên cứu khác, Guanqun Yao và cộng sự (2020) khảo sát cơ chế bệnh sinh của khiếm khuyết nhận thức ở những bệnh nhân đột quỵ có tổn thương hạch nền bằng Cộng hưởng từ chức năng. Khi so sánh với người khỏe mạnh, ở những bệnh nhân này có liên kết chức năng giữa hồi góc, hồi trên viền, hồi trán dưới, hồi thái dương giữa, hồi hải mã, hồi trước trung tâm, hồi chẩm giữa, và vùng tiền cuống (precuneus) của hai bên bán cầu đại não giảm đi đáng kể. Ngoài ra, mức độ liên kết chức năng hai bên ở vùng hồi góc, hồi trên viền và hồi thái dương giữa cũng có tương quan với mức độ khiếm khuyết nhận thức ở bệnh nhân [12]. Phát hiện của các nghiên cứu này giúp bổ sung bằng chứng cho sinh bệnh học của suy giảm nhận thức ở bệnh nhân sau đột quỵ.

Anne K Rehme và cộng sự (2011) khảo sát sự thay đổi chức năng của vùng vỏ não vận động chính, vùng tiền vận động và vùng vận động phụ ở bệnh nhân đột quỵ bằng Cộng hưởng từ chức năng. Tác giả ghi nhận bệnh nhân khiếm khuyết vận động nhẹ có mức hoạt động chức năng của 3 vùng não này gần như bình thường. Trong khi đó, những bệnh nhân khiếm khuyết vận động nặng biểu hiện tăng hoạt động các vùng vỏ não vận động ở cả hai bên bán cầu. Mức độ tăng hoạt động này cũng tương quan với việc cải thiện chức năng vận động ở bệnh nhân, phản ánh cơ chế tái sắp xếp lại chức năng các vùng não sau đột quỵ [13]. Christian Grefkes và cộng sự (2008) cũng ghi nhận rằng ở những bệnh nhân có tổn thương đơn thuần dưới vỏ não, các bất thường về chức năng vận động có liên quan tới sự thay đổi liên kết chức năng của các vùng não giữa hai bán cầu. Sự bất thường trong liên kết chức năng giữa vỏ não vận động chính (M1) hai bên bán cầu, cũng như giữa vùng vỏ não vận động phụ bên tổn thương với vùng M1 đối bên tổn thương chính là những rối loạn đằng sau của khiếm khuyết chức năng bàn tay của bệnh nhân [14]. Tóm lại, những nghiên cứu này cung cấp những bằng chứng về cơ chế phục hồi vận động sau đột quỵ của bệnh nhân.

Bên cạnh đó, một nghiên cứu gần đây đã khảo sát cơ chế bệnh sinh của hội chứng thờ ơ nửa người trong đột quỵ bằng cách sử dụng Cộng hưởng từ chức năng để đánh giá liên kết chức năng giữa các vùng trong não [15]. Kết quả cho thấy có sự thay đổi liên kết chức năng giữa các mạng lưới liên kết não (neural networks) như mạng lưới thần kinh chú ý bụng (ventral attention network - có vai trò dẫn truyền tín hiệu kích thích từ bên ngoài đi lên vỏ não vận động để não nhận biết kích thích) và mạng lưới thần kinh chú ý lưng (dorsal attention network - dẫn truyền tín hiệu chú ý truyền xuống từ vỏ não vận động để đáp ứng bằng hành động nhận biết và chú ý). Ngoài ra, hoạt động chức năng của bán cầu não trái tăng và bán cầu não phải giảm cũng được quan sát ở những bệnh nhân thờ ơ nửa người sau đột quỵ. Nghiên cứu này [15] cũng ghi nhận mối tương quan giữa mức độ biểu hiện của tình trạng thờ ơ với các liên kết chức năng kể trên. Các bằng chứng trên đã làm rõ bệnh học của thờ ơ nửa người sau đột quỵ, làm cơ sở cho việc đưa ra kế hoạch phục hồi chức năng với các can thiệp tập trung giải quyết các bất thường trên, chẳng hạn như kích thích điện một chiều xuyên sọ hay kích thích từ trường xuyên sọ.

Ở những bệnh nhân đột quỵ, mệt mỏi là triệu chứng thường gặp nhưng ít được nghiên cứu. Triệu chứng này ảnh hưởng không nhỏ tới sự tham gia của bệnh nhân vào chương trình phục hồi chức năng. Wenwei Ren và cộng sự (2024) sử dụng Cộng hưởng từ chức năng để khảo sát sự thay đổi chức năng não liên quan tới mệt mỏi ở bệnh nhân đột quỵ. Thang điểm đo mức độ nặng của mệt mỏi (Fatigue Severity Scale - FSS) được sử dụng để lượng giá mức độ mệt mỏi của bệnh nhân. Kết quả cho thấy bệnh nhân giảm mức độ liên kết chức năng giữa vùng tiền cuống (precuneus) hai bên (phần sau của mạng lưới chế độ mặc định - default mode network) với thùy trán hai bên (phần trước của mạng lưới chế độ mặc định). Độ mạnh của các liên kết chức năng này cũng tương quan nghịch có ý nghĩa thống kê với mức điểm FSS. Ngoài ra, vùng tiền cuống (precuneus) cũng tăng liên kết chức năng với vùng thùy đảo (insula), và mức độ liên kết đó cũng tương quan thuận với điểm FSS. Nghiên cứu cho thấy tình trạng mệt mỏi sau đột quỵ có liên quan tới sự thay đổi chức năng của mạng lưới chế độ mặc định, cung cấp quan điểm mới về sinh bệnh học của triệu chứng này [16].

Việc quản lý đau mạn tính đóng vai trò cực kỳ quan trọng trong phục hồi chức năng ở bệnh nhân sau đột quỵ. Thử nghiệm PROFESS của Martin J. O'Donnell và cộng sự (2013) kết luận rằng đau mạn tính rất thường gặp sau đột quỵ (10,6%) và liên quan tới phụ thuộc chức năng của bệnh nhân [17]. Bằng chứng từ các nghiên cứu Cộng hưởng từ chức năng cho thấy ở những bệnh nhân đau mạn tính có sự bất thường trong liên kết chức năng giữa bộ ba mạng lưới “đau”, bao gồm mạng lưới chế độ mặc định (Default Mode Network), mạng lưới nổi bật (Salience Network) và mạng lưới điều hành trung tâm (Central Executive Network), giúp giải thích rõ ràng về đau mạn tính theo quan điểm thần kinh. Ngoài ra, những nghiên cứu gần đây cũng cho thấy mạng lưới vỏ não thị giác (Visual Cortical Network) cũng có liên quan tới đau, nhấn mạnh sự đóng góp của yếu tố tâm lý - cảm xúc vào sự cảm nhận đau của bệnh nhân. Gavin J B Elias và cộng sự (2020) khảo sát sự thay đổi trên hình ảnh cộng hưởng từ chức năng não ở bệnh nhân có đau trung ương sau đột quỵ. Tác giả đã xác định những vùng não liên quan tới đau trung ương sau đột quỵ, bao gồm đồi thị, cánh tay sau bao trong và vùng vành tia phía sau (posterior corona radiata). Bất thường chức năng ở những vùng này có thể làm tăng nguy cơ đau trung ương tới đa lên đến 63 lần ở bệnh nhân đột quỵ. Nghiên cứu này đã giúp làm rõ hơn cơ chế rối loạn chức năng não của đau trung ương sau đột quỵ, từ đó gợi ý phát triển phương pháp can thiệp điều hòa chức năng não để phục hồi chức năng ở bệnh nhân sau đột quỵ có đau trung ương [18].

2.3. Ứng dụng của Cộng hưởng từ chức năng trong tiên lượng ở bệnh nhân đột quỵ

Cộng hưởng từ chức năng được sử dụng trong tiên lượng diễn tiến của bệnh cũng như tình trạng chức năng của bệnh nhân, từ đó hỗ trợ cho việc đặt mục tiêu và lựa chọn phương pháp phục hồi chức năng phù hợp.

Nghiên cứu đã ứng dụng Cộng hưởng từ chức năng trong việc tiên lượng tình trạng chức năng tổng thể cho bệnh nhân đột quỵ [19], [20]. Syu-Jyun Peng và cộng sự (2023) đã xây dựng mô hình tiên lượng sử dụng các chỉ số liên kết chức năng từ hình ảnh Cộng hưởng từ chức năng của bệnh nhân sau đột quỵ ở giai đoạn cấp để dự đoán mức độ độc lập. Tác giả nhận thấy cả hình ảnh Cộng hưởng từ chức năng não lúc mới khởi phát đột quỵ cũng như sau một tháng đều có thể dự đoán tốt mức độ độc lập chức năng cho bệnh nhân tại thời điểm 3 tháng [19]. Anetta Lasek-Bal và cộng sự (2018) đã sử dụng Cộng hưởng từ chức năng để tiên lượng tình trạng chức năng của bệnh nhân ở giai đoạn bán cấp (ngày thứ 14) sau đột quỵ. Tác giả nhận thấy rằng ở những bệnh nhân phục hồi tốt, tín hiệu BOLD ở vùng

tiểu não đều tăng. Tuổi nhỏ hơn 65 và tăng hoạt động ở vỏ não vận động phụ cũng có liên quan tới tiên lượng tốt ở bệnh nhân. Dù mới chỉ là báo cáo sơ bộ, nhưng kết quả cũng gợi ý khả năng dự đoán mức độ chức năng sau đột quy của Cộng hưởng từ chức năng [20].

Một số nghiên cứu khác tập trung đánh giá phục hồi chức năng vận động sau đột quy. Alex R Carter và cộng sự (2011) nhận thấy mức điểm lượng giá chức năng chi trên ARAT có sự liên quan cao giữa liên kết chức năng của mạng lưới vận động cảm giác (sensorimotor network) (hệ số tương quan Pearson: 0,527) nhưng không có tương quan có ý nghĩa với sự thay đổi về mặt cấu trúc của não [21]. Tương tự, nghiên cứu của Nai-Fang Chi và cộng sự (2018) đã sử dụng hình ảnh Cộng hưởng từ chức năng của bệnh nhân đột quy giai đoạn cấp (7-25 ngày) để dự đoán tình trạng chức năng của bệnh nhân tại thời điểm 3 tháng. Nghiên cứu ghi nhận liên kết chức năng giữa vỏ não vận động chính M1 bên tổn thương và vỏ não tiền vận động đối bên tỷ lệ thuận với mức độ xấu đi của tình trạng chức năng ở bệnh nhân [22]. Trong một nghiên cứu khác, Anne K Rehme và cộng sự (2011) gợi ý rằng hoạt động của nhóm vỏ não vận động đo lường bằng Cộng hưởng từ chức năng ngay sau đột quy tương quan với độ nặng khiếm khuyết vận động của bệnh nhân. Bằng cách này, chức năng vận động của bệnh nhân có thể được tiên lượng thông qua mức hoạt động của vùng vận động khảo sát bằng hình ảnh Cộng hưởng từ chức năng [13]. Chang-hyun Park và cộng sự (2013) đã thực hiện nghiên cứu theo dõi dọc để đánh giá sự thay đổi về liên kết chức năng ở bệnh nhân đột quy. Trong nghiên cứu này, bệnh nhân được chụp Cộng hưởng từ chức năng ngay sau khi nhập viện, 1 tháng, 3 tháng và 6 tháng sau đột quy. Kết quả cho thấy liên kết chức năng của vùng đối thị, vùng não vận động phụ và nếp thùy trán giữa của bán cầu não không bị tổn thương lúc mới nhập viện có tương quan cao với mức độ phục hồi chức năng vận động (lượng giá bằng thang điểm Fugl-Meyer) tại thời điểm 6 tháng (R^2 lần lượt là 0,8998, 0,8822, và 0,8311) [23]. Yumei Xia và cộng sự (2021) cũng ghi nhận rằng liên kết chức năng của mạng lưới vận động - cảm giác hai bên bán cầu giảm trong tuần đầu sau đột quy và phục hồi phần lớn trong 4 tuần đầu tiên. Sự thay đổi mức độ liên kết chức năng này cũng có tương quan thuận với mức độ cải thiện của mức độ vận động của chi trên và chi dưới (lượng giá bằng thang điểm Fugl-Meyer) [24]. Các kết quả trên gợi ý rằng Cộng hưởng từ chức năng có thể ứng dụng trong lượng giá sự phục hồi vận động sau đột quy.

R Dacosta-Aguayo và cộng sự (2014) khảo sát sự phục hồi chức năng nhận thức ở bệnh nhân đột quy bằng Cộng hưởng từ chức năng. Tác giả ghi nhận những bệnh nhân phục hồi kém có liên kết chức năng thùy đỉnh và mạng lưới hạch nền (the basal ganglia network) giảm, trong khi liên kết chức năng của các thùy trán, vỏ não thị giác V2 và mạng lưới chế độ mặc định và mạng lưới điều hành trung tâm (central executive network) tăng. Những bệnh nhân phục hồi tốt chỉ có liên kết chức năng mạng lưới chế độ mặc định và mạng lưới điều hành trung tâm tăng, và liên kết chức năng của mạng lưới hạch nền giảm. Hoạt động của mạng lưới hạch nền tương quan nghịch với mức bài kiểm tra lưu loát ngữ nghĩa và bài kiểm tra nói số ở bệnh nhân phục hồi kém. Kết quả phản ánh khả năng tiên lượng phục hồi nhận thức sau đột quy của Cộng hưởng từ chức năng [25].

Thất ngôn là một khiếm khuyết thường gặp sau đột quy, nhưng việc tiên lượng và can thiệp phục hồi chức năng hiện nay vẫn chưa đạt được hiệu quả cao. Michael Iorga và cộng sự (2021) đã so sánh khả năng tiên lượng điều trị của mô hình sử dụng các thang điểm lượng giá lâm sàng và mô hình sử dụng chỉ số fALFF từ ảnh Cộng hưởng từ chức năng. Mẫu nghiên cứu của tác giả bao gồm các bệnh nhân có chứng quên từ, chứng loạn cấu trúc nói, và chứng mất khả năng viết. Kết quả cho thấy mô hình dựa trên các thang điểm dự đoán tốt chứng quên từ ($R^2 = 0,948$), nhưng lại dự đoán rất kém chứng loạn cấu trúc nói ($R^2 =$

0,257) và chứng mất khả năng viết ($R2 = 0,029$). Trong khi đó, mô hình sử dụng chỉ số fALFF cho thấy khả năng tiên lượng tốt ở cả 3 nhóm này ($R2$ lần lượt là 0,816, 0,876, và 0,822). Kết quả đã chứng tỏ khả năng tiên lượng cao của Cộng hưởng từ chức năng cho thất ngôn sau đột quy [26].

2.4. Ứng dụng của Cộng hưởng từ chức năng trong lượng giá phục hồi chức năng ở bệnh nhân sau đột quy

Cộng hưởng từ chức năng được ứng dụng trong giải thích tác dụng của các phương pháp điều trị, làm cơ sở cho việc lựa chọn can thiệp điều trị trúng đích để phục hồi chức năng cho bệnh nhân sau đột quy.

Steven C Cramer và cộng sự (2007) nghiên cứu sự thay đổi chức năng não ở những bệnh nhân đột quy giai đoạn mạn tính sau 6 tuần phục hồi chức năng. Họ ghi nhận rằng tình trạng lâm sàng và hoạt động chức năng (từ hình ảnh Cộng hưởng từ chức năng) của vỏ não vận động trước điều trị liên quan có ý nghĩa tới mức độ cải thiện vận động của bệnh nhân sau phục hồi. Kết quả này có thể hỗ trợ cho việc lập kế hoạch phục hồi chức năng cho từng bệnh nhân, bao gồm việc đặt ra mục tiêu, lựa chọn phương pháp, cũng như phân bổ nguồn lực phục hồi chức năng cho phù hợp [27].

Trong phục hồi chức năng chi trên, vận động trị liệu cưỡng bức (constraint-induced movement therapy - CIMT) là một phương pháp tăng sử dụng tay liệt. Hiệu quả trên lâm sàng của phương pháp này rất khác nhau giữa các bệnh nhân, và do đó, cơ chế tác dụng đằng sau nó cũng cần được làm rõ. M Könönen và cộng sự (2012) đã thực hiện nghiên cứu khảo sát mối quan hệ giữa cải thiện vận động hữu ý chi trên khi sử dụng phương pháp CIMT và sự thay đổi chức năng của não. Tác giả so sánh chức năng chi trên (lượng giá bằng nghiệm pháp chức năng vận động của Wolf) và chụp Cộng hưởng từ chức năng trước và sau 2 tuần điều trị bằng CIMT. Nghiên cứu ghi nhận rằng mức độ thay đổi về hoạt động chức năng ở vỏ não vận động sau điều trị ở những bệnh nhân có chức năng chi trên kém là lớn hơn có ý nghĩa so với nhóm bệnh nhân chỉ yếu nhẹ nửa người, gợi ý rằng bệnh nhân yếu liệt nặng có thể hưởng lợi từ phương pháp này nhiều hơn so với bệnh nhân yếu liệt nhẹ [28]. Tuy nhiên, cũng cần chú ý rằng bằng chứng về hiệu quả của CIMT đối với bệnh nhân liệt rất nặng chưa được nghiên cứu rõ ràng, vì một trong những chỉ định của CIMT là cổ tay bên yếu liệt của bệnh nhân phải duỗi được ít nhất 20 độ và các ngón tay phải duỗi được ít nhất 10 độ. Kết quả từ nghiên cứu của M Könönen và cộng sự (2012) đã ủng hộ việc sử dụng CIMT cho bệnh nhân có giới hạn chức năng hoạt động chi trên sau đột quy, ngay cả bệnh nhân giới hạn nhiều, miễn là phù hợp với chỉ định như đã nêu trên.

Kích thích từ trường xuyên sọ lặp lại (Repetitive transcranial magnetic stimulation - rTMS) là một phương pháp phục hồi chức năng còn khá mới ở Việt Nam. Mặc dù, trên thế giới, rTMS đã được sử dụng trong cải thiện vận động, điều trị trầm cảm và rối loạn nhận thức ở bệnh nhân sau đột quy, vẫn còn ít bằng chứng về cơ chế đằng sau của phương pháp này. Zhiqing Tang và cộng sự (2023) đã thực hiện nghiên cứu tổng quan hệ thống tổng hợp lại các bằng chứng từ các nghiên cứu thay đổi chức năng não thông qua hình ảnh Cộng hưởng từ chức năng ở bệnh nhân đột quy sau khi điều trị bằng rTMS. Tác giả ghi nhận rằng vỏ não vận động chính, vỏ não tiền vận động và vận động phụ bán cầu tổn thương tăng hoạt động sau khi điều trị bằng rTMS. Ngược lại, các vùng này ở bán cầu bên lành giảm hoạt động sau điều trị. Ngoài ra, liên kết chức năng các vùng não vận động - cảm giác giữa hai bán cầu não cũng như trong từng bán cầu tăng sau điều trị rTMS. Những thay đổi liên kết chức năng này tương quan với mức độ cải thiện vận động của bệnh nhân, cả ngắn hạn lẫn

dài hạn (sau 3 tháng theo dõi). Kết quả từ bài nghiên cứu cung cấp giải thích cho hiệu quả của rTMS, đồng thời cũng ủng hộ việc sử dụng rTMS trong cải thiện chức năng vận động cho bệnh nhân sau đột quỵ [29].

Châm cứu là một phương pháp Y học cổ truyền được sử dụng phổ biến trong phục hồi chức năng vận động ở Việt Nam. Yuan Zhang và cộng sự (2024) đã thực hiện phân tích tổng hợp từ 12 nghiên cứu về hiệu quả ngắn hạn và 9 nghiên cứu về hiệu quả dài hạn của châm cứu ở bệnh nhân đột quỵ. Kết quả cho thấy, ngay sau châm cứu, bệnh nhân nhồi máu não tăng hoạt động ở vùng tiền cuống (precuneus) và giảm hoạt động ở vùng hồi trán giữa. Sau khi châm cứu với lộ trình dài hạn, bệnh nhân nhồi máu não tăng hoạt động ở vùng tiền cuống (precuneus), và giảm hoạt động ở vùng thùy đảo và hồi hải mã [30]. Cần chú ý rằng vùng tiền cuống (precuneus) là một thành phần của mạng lưới chế độ mặc định có vai trò quan trọng trong nhiều chức năng vận động và nhận thức. Nghiên cứu đã chứng minh tác dụng lên thần kinh của châm cứu, hỗ trợ cho việc sử dụng châm cứu trong phục hồi chức năng bệnh nhân đột quỵ.

Phản hồi sinh học thần kinh (neurofeedback) cũng là một phương pháp khá mới trong phục hồi chức năng ở bệnh nhân sau đột quỵ. Hiện bằng chứng về hiệu quả của phương pháp này chưa nhiều. Việc thực hiện phản hồi sinh học thần kinh với tín hiệu Cộng hưởng từ chức năng hoặc phối hợp giữa tín hiệu Cộng hưởng từ chức năng và điện não đồ cho thấy có hiệu quả bước đầu trong phục hồi chức năng ở bệnh nhân sau đột quỵ, cần nhiều nghiên cứu hơn để khẳng định hiệu quả của nó.

2.5. Hạn chế của ứng dụng Cộng hưởng từ chức năng trong quản lý đột quỵ

Mặc dù có nhiều tiềm năng, tuy nhiên việc ứng dụng Cộng hưởng từ chức năng vẫn còn nhiều giới hạn. Thứ nhất, sự đa dạng về quy trình đo lường, phần mềm phân tích và kỹ thuật phân tích làm tăng tính bất đồng nhất cho kết quả Cộng hưởng từ chức năng giữa các nơi khác nhau. Thống nhất kỹ thuật chụp với tác vụ hoặc quy trình chụp cộng hưởng từ trạng thái nghỉ nên được đưa ra để phần nào giải quyết giới hạn này. Thứ hai, các atlas vùng não hoặc mạng lưới chức năng của não hiện tại chỉ được nghiên cứu trên một quần thể nhất định, và do đó không thể đại diện cho toàn bộ dân số nghiên cứu ở các nơi. Hiện chưa có atlas não dành cho người Việt Nam, làm cơ sở cho việc xác định chính xác vùng não khi phân tích cộng hưởng từ chức năng. Điều này đặt ra yêu cầu cho việc xây dựng atlas chức năng não cho người Việt Nam. Thứ ba, thiết bị chụp khá đắt tiền, và hiện cũng chưa được đưa vào sử dụng rộng rãi ở Việt Nam, làm giảm tính khả thi trong thực hiện nghiên cứu và ứng dụng. Tuy nhiên, với sự phát triển của Y học chính xác và sự đầu tư ngày càng tăng vào chăm sóc Y tế, việc đưa cộng hưởng từ chức năng vào nghiên cứu và ứng dụng lâm sàng là việc làm cần thiết.

III. KẾT LUẬN

Cộng hưởng từ chức năng não có nhiều tiềm năng trong nghiên cứu sinh bệnh học, tiên lượng và hỗ trợ phục hồi chức năng hiệu quả cho bệnh nhân sau đột quỵ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hilkens NA, Casolla B, Leung TW, de Leeuw FE. Stroke. *Lancet*. 2024. 403(10446), 2820-36. DOI: 10.1016/s0140-6736(24)00642-1.
2. Kuriakose D, Xiao Z. Pathophysiology and Treatment of Stroke: Present Status and Future Perspectives. *Int J Mol Sci*. 2020. 21(20). DOI: 10.3390/ijms21207609.

3. Kernan WN, Viera AJ, Billinger SA, Bravata DM, Stark SL, Kasner SE, et al. Primary Care of Adult Patients After Stroke: A Scientific Statement From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2021. 52(9), e558-e71. DOI: 10.1161/str.0000000000000382.
4. Defense DoVADo. VA/DoD clinical practice guideline for management of stroke rehabilitation. 2024.
5. Jones CA, Colletti CM, Ding MC. Post-stroke Dysphagia: Recent Insights and Unanswered Questions. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2020. 20(12), 61. DOI: 10.1007/s11910-020-01081-z.
6. Yuan X, Hu S, Fan X, Jiang C, Xu Y, Hao R, et al. Central post-stroke pain: advances in clinical and preclinical research. *Stroke Vasc Neurol*. 2024. DOI: 10.1136/svn-2024-003418.
7. Glover GH. Overview of functional magnetic resonance imaging. *Neurosurg Clin N Am*. 2011. 22(2), 133-9, vii. DOI: 10.1016/j.nec.2010.11.001.
8. Czap AL, Sheth SA. Overview of Imaging Modalities in Stroke. *Neurology*. 2021. 97(20 Suppl 2), S42-s51. DOI: 10.1212/wnl.00000000000012794.
9. Ogawa S, Lee TM. Magnetic resonance imaging of blood vessels at high fields: in vivo and in vitro measurements and image simulation. *Magn Reson Med*. 1990. 16(1), 9-18. DOI: 10.1002/mrm.1910160103.
10. Jean-Michel Lemée DHB, Florian Bernard, et al. Resting-state functional magnetic resonance imaging versus task-based activity for language mapping and correlation with perioperative cortical mapping. *Brain and Behavior*, 2019.
11. Yang D, Zhang X, Luo X, Zhang F, Sun S, Shaocheng L, et al. Abnormal Local Brain Activity and Cognitive Impairments in Young Non-Disabled Patients With Intracerebral Hemorrhage: A Resting-State Functional MRI Study. *J Magn Reson Imaging*. 2024. 60(3), 941-51. DOI: 10.1002/jmri.29166.
12. Yao G, Li J, Liu S, Wang J, Cao X, Li X, et al. Alterations of Functional Connectivity in Stroke Patients With Basal Ganglia Damage and Cognitive Impairment. *Front Neurol*. 2020. 11:980. DOI: 10.3389/fneur.2020.00980.
13. Rehme AK, Fink GR, von Cramon DY, Grefkes C. The role of the contralesional motor cortex for motor recovery in the early days after stroke assessed with longitudinal FMRI. *Cereb Cortex*. 2011. 21(4), 756-68. DOI: 10.1093/cercor/bhq140.
14. Grefkes C, Nowak DA, Eickhoff SB, Dafotakis M, Küst J, Karbe H, et al. Cortical connectivity after subcortical stroke assessed with functional magnetic resonance imaging. *Ann Neurol*. 2008. 63(2), 236-46. DOI: 10.1002/ana.21228.
15. Zhang Y. Applications of Functional Magnetic Resonance Imaging in Determining the Pathophysiological Mechanisms and Rehabilitation of Spatial Neglect. *Frontiers in Neurology*, 2020.
16. Ren W, Wang M, Wang Q, Huang Q, Feng S, Tao J, et al. Altered functional connectivity in patients with post-stroke fatigue: A resting-state fMRI study. *J Affect Disord*. 2024. 350:468-75. DOI: 10.1016/j.jad.2024.01.129.
17. O'Donnell MJ, Diener H-C, Sacco RL, Panju AA, Vinisko R, Yusuf S. Chronic Pain Syndromes After Ischemic Stroke. *Stroke*. 2013. 44(5), 1238-43. DOI: 10.1161/STROKEAHA.111.671008.
18. Elias GJB, De Vloo P, Germann J, Boutet A, Gramer RM, Joel SE, et al. Mapping the network underpinnings of central poststroke pain and analgesic neuromodulation. *PAIN*. 2020. 161(12), 2805-19. DOI: 10.1097/j.pain.0000000000001998.
19. Peng SJ, Chen YW, Hung A, Wang KW, Tsai JZ. Connectome-based predictive modeling for functional recovery of acute ischemic stroke. *Neuroimage Clin*. 2023. 38:103369. DOI: 10.1016/j.nicl.2023.103369.

20. Lasek-Bal A, Kidoń J, Błaszczyszyn M, Stasiów B, Żak A. BOLD fMRI signal in stroke patients and its importance for prognosis in the subacute disease period - Preliminary report. *Neurol Neurochir Pol.* 2018. 52(3), 341-6. DOI: 10.1016/j.pjnns.2017.12.006.
 21. Carter AR, Astafiev SV, Lang CE, Connor LT, Rengachary J, Strube MJ, *et al.* Resting interhemispheric functional magnetic resonance imaging connectivity predicts performance after stroke. *Ann Neurol.* 2010. 67(3), 365-75. DOI: 10.1002/ana.21905.
 22. Chi NF, Ku HL, Chen DY, Tseng YC, Chen CJ, Lin YC, *et al.* Cerebral Motor Functional Connectivity at the Acute Stage: An Outcome Predictor of Ischemic Stroke. *Sci Rep.* 2018. 8(1), 16803. DOI: 10.1038/s41598-018-35192-y.
 23. Park CH, Chang WH, Ohn SH, Kim ST, Bang OY, Pascual-Leone A, *et al.* Longitudinal changes of resting-state functional connectivity during motor recovery after stroke. *Stroke.* 2011.42(5), 1357-62. DOI: 10.1161/strokeaha.110.596155.
 24. Xia Y, Huang G, Quan X, Qin Q, Li H, Xu C, *et al.* Dynamic Structural and Functional Reorganizations Following Motor Stroke. *Med Sci Monit.* 2021. 27e929092. DOI: 10.12659/msm.929092.
 25. Dacosta-Aguayo R, Graña M, Savio A, Fernández-Andújar M, Millán M, López-Cancio E, *et al.* Prognostic value of changes in resting-state functional connectivity patterns in cognitive recovery after stroke: A 3T fMRI pilot study. *Hum Brain Mapp.* 2014. 35(8), 3819-31. DOI: 10.1002/hbm.22439.
 26. Iorga M, Higgins J, Caplan D, Zinbarg R, Kiran S, Thompson CK, *et al.* Predicting language recovery in post-stroke aphasia using behavior and functional MRI. *Sci Rep.* 2021. 11(1), 8419. DOI: 10.1038/s41598-021-88022-z.
 27. Cramer SC, Parrish TB, Levy RM, Stebbins GT, Ruland SD, Lowry DW, *et al.* Predicting functional gains in a stroke trial. *Stroke.* 2007. 38(7), 2108-14. DOI: 10.1161/strokeaha.107.485631.
 28. Könönen M, Tarkka IM, Niskanen E, Pihlajamäki M, Mervaala E, Pitkänen K, *et al.* Functional MRI and motor behavioral changes obtained with constraint-induced movement therapy in chronic stroke. *Eur J Neurol.* 2012. 19(4), 578-86. DOI: 10.1111/j.1468-1331.2011.03572.x.
 29. Tang Z, Liu T, Han K, Liu Y, Su W, Wang R, *et al.* The effects of rTMS on motor recovery after stroke: a systematic review of fMRI studies. *Neurological Sciences.* 2024. 45(3), 897-909. DOI: 10.1007/s10072-023-07123-x.
 30. Zhang Y, Lu H, Ren X, Zhang J, Wang Y, Zhang C, *et al.* Immediate and long-term brain activation of acupuncture on ischemic stroke patients: an ALE meta-analysis of fMRI studies. *Front Neurosci.* 2024. 181392002. DOI: 10.3389/fnins.2024.1392002.
-