

HÌNH ẢNH CỘNG HƯỞNG TỪ DÒNG CHẢY BỐN CHIỀU TRONG KHẢO SÁT ĐỘNG MẠCH CẢNH VÀ ĐỘNG MẠCH NÃO

4D flow MRI assessment of carotid artery and intracranial arteries

Ngô Minh Trí*

SUMMARY

Four-dimensional flow magnetic resonance imaging is based on the principles of phase-contrast magnetic resonance imaging, enabling the simultaneous visualization and quantification of blood flow patterns in vivo. This article highlights specific clinical situations that examined the hemodynamics of carotid arteries and cerebral arteries, demonstrating how 4D flow MRI complements standard vascular imaging techniques to enhance our understanding of the relationship between hemodynamic alterations and atherosclerotic diseases or stroke.

Keywords: magnetic resonance imaging, four-dimensional flow magnetic resonance imaging (4D flow MRI), stroke, atherosclerosis.

I. TỔNG QUAN

Nghiên cứu về sự thay đổi huyết động ở bệnh nhân mắc bệnh mạch máu não là yếu tố quan trọng để có cái nhìn sâu sắc hơn về sinh lý bệnh, góp phần giúp cải thiện khả năng chẩn đoán và lập kế hoạch điều trị [1]. Xơ vữa động mạch và phình động mạch thường phát triển tại các vị trí có hình dạng mạch máu phức tạp như các vị trí phân nhánh, nơi các mô hình dòng chảy mạch máu có thể ảnh hưởng độc lập đến cơ chế bệnh sinh của bệnh mạch máu [2, 3]. Các kiểu dòng chảy bất thường, chẳng hạn như dòng chảy xoáy, có thể gây ra rối loạn chức năng nội mô và do đó góp phần vào sự hình thành và tiến triển của bệnh mạch máu [4].

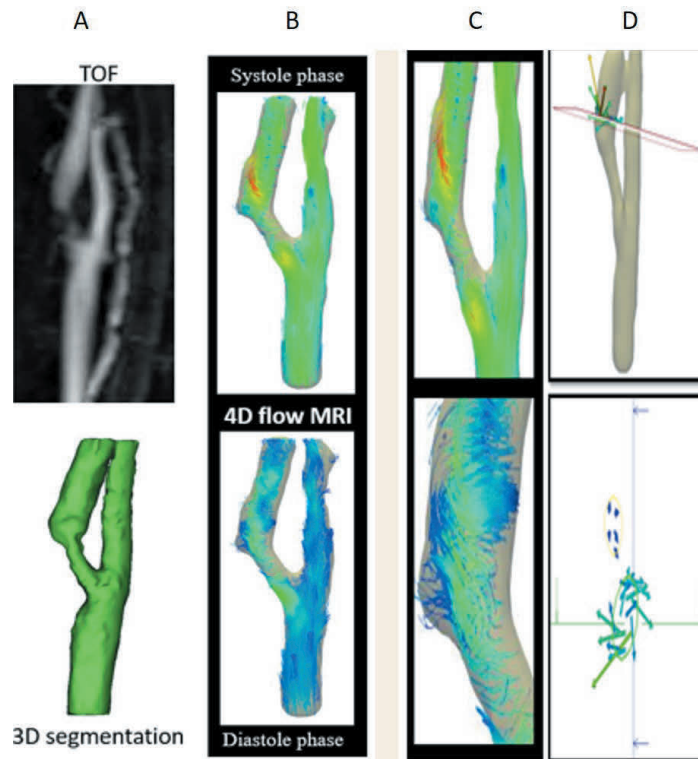
Chụp mạch máu xóa nền kỹ thuật số và chụp cắt lớp vi tính mạch máu được coi là tiêu chuẩn vàng để đánh giá mạch máu vùng cổ và nội sọ với thông tin huyết động dòng chảy có độ phân giải cao và thậm chí định lượng. Tuy nhiên, đây là những kỹ thuật có tính chất xâm lấn hoặc yêu cầu có tiêm thuốc cản quang và tiếp xúc với bức xạ [5]. Cộng hưởng từ dòng chảy bốn chiều (CHT-DC-4C) là một kỹ thuật mới không xâm lấn hay nhiễm xạ, đã được áp dụng thành công để khảo sát các mạch

máu trong cơ thể. Thuật ngữ CHT-DC-4C đề cập đến mã hóa dòng chảy tương phản pha được thực hiện trong ba chiều không gian trong suốt chu kỳ tim (bốn chiều = 3 chiều + thời gian) [6]. Bài báo này khám phá các ứng dụng của CHT-DC-4C để đánh giá huyết động học của động mạch cảnh và động mạch não.

TÌNH HUỐNG LÂM SÀNG 1

Bệnh nhân là nam giới 61 tuổi, mắc bệnh tiểu đường, không có triệu chứng lâm sàng đặc hiệu. Siêu âm kiểm tra sức khỏe tình cờ phát hiện hẹp nặng động mạch cảnh trong phải. CHT-DC-4C được thực hiện với mong muốn tìm hiểu trạng thái huyết động tại vị trí hẹp động mạch cảnh. Hình ảnh CHT-DC-4C được thực hiện dựa trên chuỗi xung cộng hưởng từ tương phản pha (phase-contrast MR). Các thông số kỹ thuật: tỷ lệ thời gian lặp lại (TR)/ thời gian phản hồi (TE) = 20/3,4 ms; góc lật = 20°; độ dày lát cắt = 0,8 mm; hệ số mã hóa độ nhạy (SENSE) = 2,5; trường nhìn = 200 × 200 mm; chiều dài chuỗi phản hồi = 1; số trung bình (NEX) = 1. Thời gian thực hiện chuỗi xung: 15-20 phút. Sau đó, phần mềm 4D flow v2.4.1nk (Siemens Healthcare, Erlangen, Germany) được sử dụng để dựng hình 3D và định lượng dòng chảy [2, 7].

* Khoa Chẩn đoán hình ảnh, Bệnh viện Trung ương Huế

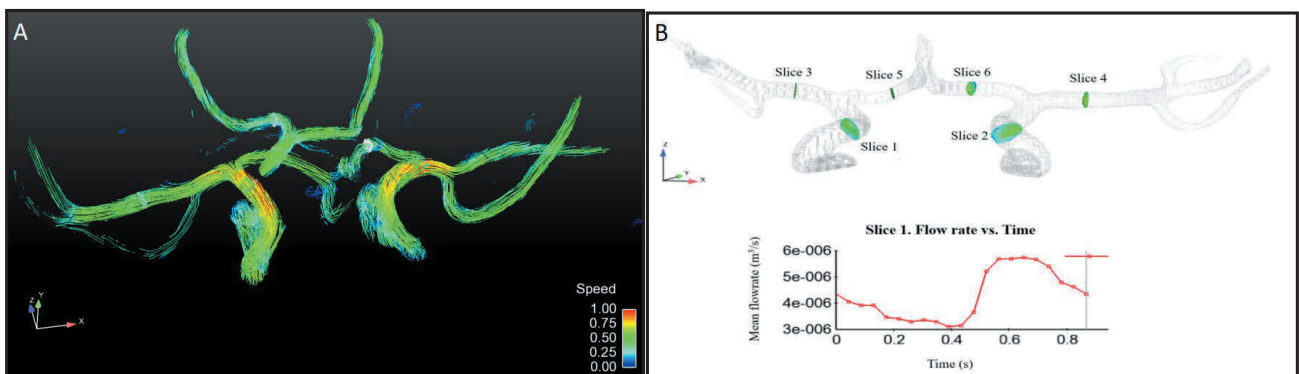


Hình 1. Hình ảnh CHT của bệnh nhân. A. Hình ảnh TOF cho thấy hẹp nặng tại vị trí xuất phát của động mạch cảnh trong. Dựng hình ba chiều cho thấy hình thái của mạch máu tại vị trí hẹp; B. CHT-DC-4C trực quan hóa hình ảnh dòng chảy tại vị trí hẹp ở thì tâm thu và thì tâm trương; C. Dòng gia tốc ở vùng trước và sau của vị trí hẹp, dòng chảy xoáy dọc theo các vùng sau chỗ hẹp, các dòng chảy tại vùng hẹp hỗn loạn và không có tín hiệu; D. CHT-DC-4D cho phép trực quan hóa hướng của dòng chảy tại vị trí mặt cắt ngang mong muốn.

TÌNH HUỐNG LÂM SÀNG 2

CHT-DC-4C được thực hiện để khảo sát huyết

động của đa giác Willis động mạch não ở một đối tượng nam giới 32 tuổi có tiền sử tăng huyết áp.

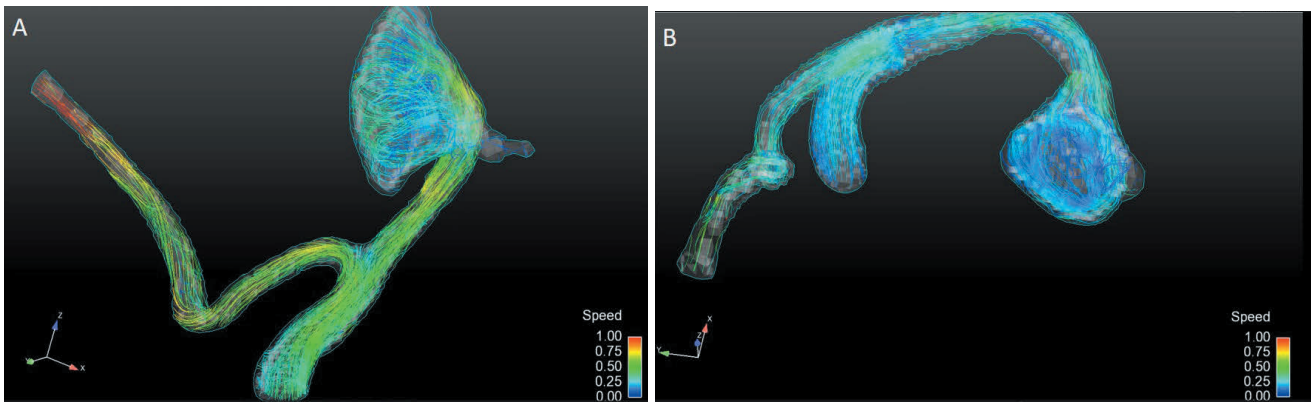


Hình 2. A. Đặc điểm lưu lượng máu trên mặt phẳng ba chiều của các động mạch não được trực quan hóa trên CHT-DC-4C. Tốc độ dòng chảy được phản ánh thông qua thang màu; **B.** Các dạng sóng vận tốc tại các mặt phẳng bất kỳ được cung cấp bởi CHT-DC-4C. Kỹ thuật cho phép định lượng lưu lượng máu ở các mặt cắt mong muốn trong trường khảo sát.

TÌNH HUỐNG LÂM SÀNG 3

Bệnh nhân nữ 64 tuổi phát hiện tình cờ túi phình không lồ ở động mạch thông trước trên cắt lớp vi tính

mạch máu não. CHT-DC-4C được thực hiện để khảo sát huyết động của túi phình mạch não ở bệnh nhân này.



Hình 3. Túi phình khổng lồ ở động mạch thông trước trên CHT-DC-4C. A. Trực quan hóa dòng chảy trong túi phình ở thì tâm thu. Mô hình dòng chảy xoáy và phức tạp được nhìn thấy bên trong túi phình với các kênh dòng chảy chủ yếu giới hạn ở các vùng gần thành phình mạch; B. Trực quan hóa dòng chảy trong túi phình ở thì tâm trương. Lưu lượng dòng chảy cũng như kiểu dòng chảy xoáy thay đổi rõ rệt theo không gian và thời gian.

II. BÀN LUẬN

CHT-DC-4C đánh giá huyết động ở động mạch cảnh

Hẹp động mạch cảnh là nguyên nhân hàng đầu của đột quỵ do thiếu máu cục bộ, do đó những hiểu biết chi tiết về nguyên nhân phát triển xơ vữa động mạch ở vị trí này rất được quan tâm [8]. Trong số các yếu tố nguy cơ, người ta cho rằng sự phát triển của xơ vữa động mạch trong ở vị trí xoang cảnh có liên quan đến tình trạng huyết động cục bộ [9]. Do lưu lượng máu qua chỗ phân nhánh động mạch cảnh là phức tạp, thông tin từ CHT-DC-4C cung cấp (Hình 1) là cần thiết để đánh giá đầy đủ về trạng thái huyết động của động mạch cảnh xơ vữa, góp phần tiên lượng và lập kế hoạch điều trị phù hợp.

CHT-DC-4C đánh giá đánh giá huyết động ở động mạch não

Các giá trị lưu lượng não bình thường rất quan trọng để hiểu rõ hơn sinh lý bệnh và tiến triển của các bệnh mạch máu não [7, 10]. Dị dạng động tĩnh mạch não và hẹp xơ vữa động mạch nội sọ gây ra huyết động bất thường tại chỗ, cũng như ảnh hưởng toàn bộ hệ thống tuần hoàn não [11]. Lưu lượng máu não cũng bị xáo trộn

đáng kể trong các bệnh mạch máu não khác, chẳng hạn như bệnh Moyamoya [12], huyết khối xoang tĩnh mạch màng cứng [13] và dị dạng phình tĩnh mạch Galen [14]. CHT-DC-4C có khả năng thiết lập một tham chiếu về huyết động não bình thường (Hình 2), từ đó tạo tiền đề cho các nghiên cứu tiếp theo về huyết động bệnh lý mạch máu não.

CHT-DC-4C đánh giá huyết động phình động mạch não

Túi phình mạch não có khả năng đe dọa tính mạng và có thể vỡ dẫn đến xuất huyết não [15]. Các nghiên cứu trước đây cho rằng các thông tin hình ảnh thường quy và lâm sàng chưa cung cấp một đánh giá đầy đủ về các yếu tố huyết động của túi phình mạch não [16, 17]. Việc xác định các dấu ấn sinh học dự đoán mới về vỡ hoặc tiến triển phình mạch được quan tâm để phân tầng rủi ro, cải thiện lựa chọn bệnh nhân và lập kế hoạch điều trị. Các mô hình dòng chảy không đều (dòng chảy xoáy và xoắn ốc) đã được chứng minh là có liên quan đến sự thay đổi nội mô mạch máu và là các yếu tố nguy cơ được quan tâm hiện nay [17]. Bài viết này cho thấy sự khả thi trong việc áp dụng CHT-DC-4C để đánh giá dòng chảy trong túi phình mạch não (Hình 3). Nhiều nghiên cứu khác đã

chứng minh rằng các đặc điểm của dòng chảy trong túi phình tương quan với kích thước, hình dạng, loại phình mạch, cũng như nguy cơ vỡ của túi phình [18, 19].

Tuy nhiên, CHT-DC-4D có một số các hạn chế. Thứ nhất, thời gian thực hiện chuỗi xung dài phụ thuộc đáng kể vào nhịp thở và nhịp tim của bệnh nhân. Thứ hai, độ phân giải không gian thấp hạn chế khả năng phân tích chi tiết trên các mạch máu nhỏ. Ngoài ra, kỹ thuật này là cần phải thu thập dữ liệu trong nhiều chu kỳ tim. Việc tính trung bình theo thời gian này có khả năng làm giảm độ chính xác trong các phép đo vận tốc đỉnh và lưu lượng máu [2, 3, 7]. Các nghiên cứu trong tương lai với các kỹ thuật tiên tiến, chẳng hạn như thu nhận hình ảnh độc lập, ứng dụng cảm biến nén, thu thập hình ảnh theo phương pháp xuyên tâm, hoặc sử dụng hình ảnh song song đa chiều, hứa hẹn sẽ cải thiện đáng kể quá trình thu thập dữ

liệu. Những cải tiến này không chỉ nâng cao chất lượng hình ảnh mà còn giúp giảm đáng kể thời gian thực hiện chuỗi xung, góp phần tối ưu hóa hiệu quả và độ chính xác trong thực hành lâm sàng [6].

III. KẾT LUẬN

CHT-DC-4C là kỹ thuật khả thi để đánh giá toàn diện huyết động học mạch máu bao gồm trực quan hóa và định lượng dòng chảy. CHT-DC-4C có tiềm năng hỗ trợ cho kỹ thuật chẩn đoán hình ảnh mạch máu thường quy, giúp có cái nhìn sâu sắc hơn về mối liên hệ giữa thay đổi huyết động học và các bệnh lý xơ vữa động mạch hay đột quy. Những nghiên cứu trong tương lai với cỡ mẫu lớn hơn cần được tiến hành nhằm đánh giá tính khả thi và hiệu quả của việc áp dụng rộng rãi CHT-DC-4C trong thực hành lâm sàng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Zhuang, B., et al., *The role of 4D flow MRI for clinical applications in cardiovascular disease: current status and future perspectives*. Quant Imaging Med Surg, 2021. 11 (9): p. 4193-4210.
2. Ngo, M.T., et al., *Four-Dimensional Flow Magnetic Resonance Imaging for Assessment of Velocity Magnitudes and Flow Patterns in The Human Carotid Artery Bifurcation: Comparison with Computational Fluid Dynamics*. 2019. 9(4): p. 223.
3. Ngo, M.T., et al., *Improving Blood Flow Visualization of Recirculation Regions at Carotid Bulb in 4D Flow MRI Using Semi-Automatic Segmentation with ITK-SNAP*. 2021. 11 (10): p. 1890.
4. Markl, M., et al., *Time-resolved 3D MR velocity mapping at 3T: improved navigator-gated assessment of vascular anatomy and blood flow*. J Magn Reson Imaging, 2007. 25 (4): p. 824-31.
5. Mulligan, P.R., et al., *Vascular anomalies: classification, imaging characteristics and implications for interventional radiology treatment approaches*. Br J Radiol, 2014. 87 (1035): p. 20130392.
6. Markl, M., et al., *4D flow MRI*. J Magn Reson Imaging, 2012. 36 (5): p. 1015-36.
7. Ngo, M.T., et al., *Comparison of Hemodynamic Visualization in Cerebral Arteries: Can Magnetic Resonance Imaging Replace Computational Fluid Dynamics?* 2021. 11 (4): p. 253.
8. Grotta, J.C., *Carotid stenosis*. N Engl J Med, 2013. 369 (24): p. 2360-1.
9. Lee, S.W., et al., *Geometry of the carotid bifurcation predicts its exposure to disturbed flow*. Stroke, 2008. 39(8): p. 2341-7.
10. Bammer, R., et al., *Time-resolved 3D quantitative flow MRI of the major intracranial vessels: initial experience and comparative evaluation at 1.5T and 3.0T in combination with parallel imaging*. Magn Reson Med, 2007. 57 (1): p. 127-40.

11. Meinel, F.G., et al., *MRI evidence for preserved regulation of intracranial pressure in patients with cerebral arteriovenous malformations*. Eur J Radiol, 2014. 83 (8): p. 1442-7.
12. Neff, K.W., et al., *2D cine phase-contrast MRI for volume flow evaluation of the brain-supplying circulation in moyamoya disease*. AJR Am J Roentgenol, 2006. 187 (1): p. W107-15.
13. Hashmi, M. and M. Wasay, *Caring for cerebral venous sinus thrombosis in children*. J Emerg Trauma Shock, 2011. 4 (3): p. 389-94.
14. Patel, N., et al., *Systemic haemodynamics in infants with vein of Galen malformation: assessment and basis for therapy*. J Perinatol, 2007. 27 (7): p. 460-3.
15. Chen, P.R., K. Frerichs, and R. Spetzler, *Natural history and general management of unruptured intracranial aneurysms*. Neurosurg Focus, 2004. 17 (5): p. E1.
16. Wardlaw, J.M. and P.M. White, *The detection and management of unruptured intracranial aneurysms*. Brain, 2000. 123 (Pt 2): p. 205-21.
17. Sforza, D.M., C.M. Putman, and J.R. Cebal, *Hemodynamics of Cerebral Aneurysms*. Annu Rev Fluid Mech, 2009. 41: p. 91-107.
18. Futami, K., et al., *Identification of Vortex Cores in Cerebral Aneurysms on 4D Flow MRI*. AJNR Am J Neuroradiol, 2019. 40 (12): p. 2111-2116.
19. Xiang, J., et al., *Hemodynamic-morphologic discriminants for intracranial aneurysm rupture*. Stroke, 2011. 42 (1): p. 144-52.

TÓM TẮT

Cộng hưởng từ dòng chảy bốn chiều dựa trên nguyên lý cộng hưởng từ tương phản pha, mang lại khả năng trực quan hóa và định lượng lưu lượng dòng chảy trong cơ thể. Bài viết thông qua các tình huống lâm sàng cụ thể, đã khảo sát huyết động của động mạch cảnh và động mạch não. Kết quả cho thấy, cộng hưởng từ dòng chảy bốn chiều có tiềm năng hỗ trợ các kỹ thuật chẩn đoán hình ảnh mạch máu thường quy, cung cấp cái nhìn sâu sắc hơn về mối liên hệ giữa những thay đổi huyết động học với các bệnh lý như xơ vữa động mạch và đột quỵ.

Từ khoá: cộng hưởng từ (CHT), cộng hưởng từ dòng chảy bốn chiều (CHT-DC-4C), đột quỵ, xơ vữa động mạch

Người nhận bài: Ngô Minh Trí. Email: ngominu@gmail.com

Ngày nhận bài: 01/01/2024. Ngày nhận phản biện: 05/01/2024. Ngày chấp nhận đăng: 18/12/2024