

ĐÁNH GIÁ BƯỚC ĐẦU GIÁ TRỊ CỦA CỘNG HƯỞNG TỪ 3.0 TESLA TRONG THEO DÕI SAU CÁN THIỆP ĐẶT STENT ĐỔI HƯỚNG DÒNG CHẢY ĐIỀU TRỊ PHÌNH MẠCH MÁU NÃO

Value of 3.0 Tesla Magnetic Resonance Imaging in Follow-up after Flow Diverter Stent Placement for Intracranial Aneurysms

Đặng Việt Linh, Nguyễn Thái Bình*, Phan Nhân Hiên**,
Nguyễn Quang Trung**, Nguyễn Phương Anh***

SUMMARY

Objective: To evaluate the diagnostic value and agreement of 3.0 Tesla magnetic resonance imaging (3T MRI) compared with digital subtraction angiography (DSA) in detecting residual aneurysms, grading aneurysm occlusion using the O’Kelly-Marotta (OKM) scale, and assessing in-stent stenosis after flow diverter stent treatment for intracranial aneurysms.

Methods: This descriptive study included 21 patients with intracranial aneurysms treated with 23 flow diverter stents (including 02 patients presenting with bilateral internal carotid artery aneurysms) who underwent both 3T MRI and DSA follow-up at the Center for Diagnostic Imaging and Interventional Radiology, Hanoi Medical University Hospital, from August 2025 to July 2026. The study focused on aneurysm occlusion grading via the OKM scale, detection of residual flow, and evaluation of in-stent stenosis. Statistical parameters included sensitivity, specificity, accuracy, and Cohen’s Kappa coefficient to evaluate inter-modality agreement.

Results: The mean age of the 21 patients was 53.3 ± 13.5 years. Most aneurysms were located within the internal carotid artery system (91.3%), predominantly at the C6 segment according to the Bouthillier classification. For residual aneurysm detection, 3T MRI demonstrated a sensitivity of 75.0% (3/4 actual residual cases), a specificity of 100.0%, an accuracy of 95.7%, and a negative predictive value of 95.0%, with a Cohen’s Kappa coefficient of 0.832 compared with DSA. Regarding OKM occlusion grading, 3T MRI showed excellent agreement with DSA (unweighted Kappa = 0.840). Silent MRA and CE-MRA sequences demonstrated superior diagnostic capability compared to TOF-MRA. For the evaluation of in-stent stenosis, 3T MRI achieved a specificity of 100.0%, a sensitivity of 66.7%, and a substantial agreement with DSA (Kappa = 0.777).

* Trường Đại học Y Hà Nội

** Bệnh viện Đại học Y Hà Nội

SUMMARY

Conclusion: 3.0 Tesla MRI is a highly valuable, noninvasive modality for post-treatment follow-up of cerebral aneurysms treated with flow diverters, offering high accuracy and specificity. It serves as an effective routine follow-up tool in stable cases, reducing both complication risks and financial burdens associated with repeat invasive angiographies. However, DSA retains its critical role as the reference standard in cases of suspected micro-residual flow or when meticulous evaluation of the stent lumen and branching vessels is clinically indicated.

Keywords: 3.0 Tesla MRI, flow diverter stent, cerebral aneurysm, digital subtraction angiography, O’Kelly-Marotta scale.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phình động mạch não là bệnh lý mạch máu nội sọ với tỷ lệ mắc khoảng 2-5% trong cộng đồng [1]. Biến chứng vỡ túi phình gây xuất huyết dưới nhện có tiên lượng nặng nề đi kèm tỷ lệ tử vong và tàn phế cao. Trong những năm gần đây, stent đổi hướng dòng chảy (Flow Diverter - FD) đã trở thành phương pháp điều trị hiệu quả cho các túi phình phức tạp, đặc biệt là túi phình cổ rộng, khổng lồ hoặc tái phát sau điều trị [2]. Tuy nhiên, quá trình tắc hoàn toàn túi phình sau đặt stent đổi hướng dòng chảy diễn ra từ từ, thường kéo dài 3–12 tháng, do đó cần theo dõi định kỳ bằng chẩn đoán hình ảnh để đánh giá mức độ bít tắc và phát hiện biến chứng như hẹp trong stent hoặc tái thông túi phình [3].

Chụp mạch số hóa xóa nền (DSA) hiện vẫn được xem là tiêu chuẩn vàng song bản chất xâm lấn của DSA đi kèm với các nguy cơ không tự chọn như biến cố thần kinh (tỷ lệ 0,5–1%), biến chứng tại vị trí tiếp cận mạch máu, cùng các rủi ro liên quan đến tia xạ và thuốc đối quang chứa iod [4]. Song đối với bệnh nhân sau đặt stent chuyển dòng cần theo dõi định kỳ và kéo dài, việc lặp lại DSA nhiều lần làm gia tăng gánh nặng chi phí và nguy cơ biến chứng. Vì vậy, nhu cầu về một phương pháp chẩn đoán hình ảnh không xâm lấn, an toàn, nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác tương đương DSA là vô cùng cấp thiết. Cộng hưởng từ 3.0 Tesla (MRI 3T) với các kỹ thuật như TOF-MRA, Silent MRA và CE-MRA cho phép khảo sát mạch máu não với độ phân giải cao mà không sử dụng

bức xạ ion hóa [5]. Tuy nhiên, đánh giá sau đặt stent đổi hướng dòng chảy vẫn gặp khó khăn do hiện tượng susceptibility artifact và RF shielding artifact làm giảm chất lượng hình ảnh và độ chính xác chẩn đoán.

Hiện nay tại Việt Nam, các dữ liệu nghiên cứu về ứng dụng cộng hưởng từ 3.0 Tesla trong theo dõi sau can thiệp đặt stent đổi hướng dòng chảy còn rất ít, hiện chưa có các nghiên cứu đối chiếu trực tiếp MRI 3T với DSA đặc biệt là với chuỗi xung Silent MRA. Xuất phát từ thực tiễn lâm sàng đó, chúng tôi tiến hành nghiên cứu này nhằm mục tiêu: Đánh giá độ phù hợp và giá trị chẩn đoán của cộng hưởng từ 3.0 Tesla so với chụp mạch số hóa xóa nền trong phát hiện túi phình tồn dư, phân độ tắc túi phình theo thang điểm O’Kelly-Marotta (OKM) và đánh giá hẹp lòng stent sau điều trị phình động mạch não bằng stent đổi hướng dòng chảy.

II. ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Đối tượng nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu gồm các bệnh nhân đã được đặt stent đổi hướng dòng chảy điều trị phình mạch máu não tại bệnh viện Đại học Y Hà Nội trong giai đoạn từ tháng 8 năm 2025 đến tháng 7 năm 2026.

- Tiêu chuẩn lựa chọn:
- ❖ Bệnh nhân đã được đặt stent đổi hướng dòng chảy điều trị phình mạch máu não.
- ❖ Tất cả bệnh nhân được điều trị bằng stent

chuyển dòng Pipeline Flow Diverter và không có trường hợp nào phối hợp nút coil.

- ❖ Được theo dõi bằng cộng hưởng từ 3.0 Tesla kể từ sau 9 tháng kể từ lúc can thiệp và theo dõi bằng chụp mạch số hóa xóa nền từ sau 12 tháng kể từ lúc can thiệp.
- ❖ Không có chống chỉ định với MRI và DSA.
- Tiêu chuẩn loại trừ:
- ❖ Bệnh nhân có chống chỉ định tuyệt đối với MRI.
- ❖ Bệnh nhân có suy thận nặng (eGFR < 30 ml/phút/1,73m²) không thể sử dụng thuốc cản quang.
- ❖ Bệnh nhân không hợp tác, không thể nằm yên trong quá trình chụp MRI.
- ❖ Hình ảnh MRI hoặc DSA không đạt chất lượng đủ để đánh giá.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Thiết kế nghiên cứu

- Nghiên cứu mô tả hồi cứu đánh giá độ chính xác chẩn đoán, thực hiện trên các bệnh nhân được điều trị phình động mạch não bằng stent đổi hướng dòng chảy,

đối chiếu kết quả MRI 3T với DSA được sử dụng như tiêu chuẩn tham chiếu.

2.2. Các biến số nghiên cứu

2.2.1. Biến số chung: Tuổi, giới, vị trí túi phình, kích thước túi phình trước can thiệp.

2.2.2. Đặc điểm lâm sàng:

- Tiền sử bệnh lý: Tăng huyết áp (THA), đái tháo đường (ĐTĐ), bệnh mạch vành, suy tim.
- Triệu chứng lâm sàng sau can thiệp: Đau đầu, dấu hiệu thần kinh khu trú, hội chứng màng não, hội chứng tăng áp lực nội sọ.

2.2.3. Quy trình thực hiện:

- Tất cả bệnh nhân được thực hiện MRI 3.0 Tesla tại thời điểm khoảng 9 tháng từ lúc đặt stent đổi hướng dòng chảy, sau đó thực hiện DSA đối chứng theo quy trình theo dõi thường quy tại thời điểm 12 tháng can thiệp. Khoảng thời gian giữa MRI và DSA dao động từ 1 đến 3 tháng.

2.2.4. Kỹ thuật chụp MRI 3.0 Tesla.

- Sử dụng máy MRI 3.0 Tesla GE với coil đầu chuyên dụng.
- Các chuỗi xung được thực hiện bao gồm:

Bảng 1. Thông số các chuỗi xung.

STT	Chuỗi xung - Mục tiêu	Thông số
0	Scout 3-plane & TOF-2D localizer	
1	T1 3D BRAVO	1.6x1.6x0.9mm; TR 5.4; TE 2.0; FA 8°
2	T2 TSE 2D coronal	0.5x0.5x3 mm; TR 5197 ms; TE 102.0
3	FLAIR 2D axial	0.8x1.2x5 mm; TR ≈ 8500 ms; TE 90 ms.
4	DWI/ADC	1.9x1.9x5mm; b 0/1000; 2mm iso
5	SWI 3D	0.8x1.1x2.4mm; TR minimum; TE min full.
6	TOF-MRA 3D (không tiêm)	0.8x1.1x1.6 mm; TR minimum; TE minimum · FA 15°
7	MDSE pre-Gd	voxel 0.8x0.8x1.0 mm; TR 600 ms; TE 15-18 ms
8	Silent MRA (3D)	1.1x1.1x1.2mm; TR/TE rất dài (~2000/0.0 ms)
9	MDSE + Gado	0.8x0.8x1.0 mm; TR 600 ms; TE 15-18 ms
10	CE - MRA	0.6x0.9x1.4mm; TR 6,4; TE minimum

- Các trường hợp có hình ảnh MRI bị nhiễu nặng hoặc không đủ chất lượng để đánh giá túi phình, lòng stent hoặc nhu mô não sẽ được loại khỏi nghiên cứu.

2.2.5. Kỹ thuật chụp DSA

- Chụp mạch số hóa xóa nền (DSA) được sử dụng như tiêu chuẩn tham chiếu trong nghiên cứu. Tất cả bệnh nhân được thực hiện chụp mạch não số hóa xóa nền qua đường động mạch đùi theo quy trình chuẩn. Chụp ít nhất 2 góc vuông góc (trước-sau và nghiêng) với xoay góc tối ưu để đánh giá túi phình và stent. Ngoài các bình diện DSA quy ước, chụp mạch quay 3D (3D rotational angiography) được thực hiện nhằm hỗ trợ đánh giá chính xác hình thái túi phình, mức độ tồn lưu dòng chảy và tình trạng stent sau điều trị. Sử dụng thuốc cản quang không ion, nồng độ 300-370 mg iod/ml.

2.2.6. Phân tích hình ảnh

Hình ảnh MRI được đọc bởi một bác sĩ chẩn đoán hình ảnh và DSA được đọc bởi một bác sĩ chẩn đoán hình ảnh khác, bác sĩ đọc kết quả MRI không biết kết quả của DSA. Các thông số đánh giá bao gồm:

- Phát hiện túi phình tồn dư: Túi phình tồn dư được định nghĩa là còn hiện ảnh túi phình hoặc cổ túi phình trên hình ảnh mạch máu.

- Phân độ mức độ tắc túi phình theo thang điểm O'Kelly-Marotta (OKM):

- ❖ Độ A: Không tắc (Complete filling)
- ❖ Độ B: Tắc ít (Subtotal filling)
- ❖ Độ C: Tắc không hoàn toàn (Entry remnant)
- ❖ Độ D: Tắc hoàn toàn (No filling)

- Đánh giá hẹp lòng stent: Hẹp lòng stent được định nghĩa là giảm đường kính lòng mạch tại vị trí đặt stent so với đoạn mạch lân cận. Trên MRI đánh giá mức độ hẹp trên chuỗi xung MDSE trước và sau tiêm.

- Ghi nhận các thông tin khác: Vị trí túi phình, kích thước túi phình tồn dư trên các chuỗi xung TOF, Silent MRA, CE-MRA và DSA, các tổn thương nhu mô não trên phim chụp MRI, tình trạng ngấm thuốc thành túi phình tồn dư trên chuỗi xung MDSE.

2.3. Xử lý số liệu

- Số liệu được thu thập, mã hóa và xử lý bằng phần mềm SPSS 20.0.

❖ Biến định lượng được biểu diễn dưới dạng trung vị và khoảng biến thiên.

❖ Biến định tính được biểu diễn dưới dạng tỷ lệ phần trăm (%)

2.4. Đạo đức nghiên cứu

- Nghiên cứu hồi cứu sử dụng dữ liệu lâm sàng và hình ảnh có sẵn trong hồ sơ bệnh án, không can thiệp thêm vào quá trình chẩn đoán và điều trị của người bệnh. Các thông tin cá nhân của bệnh nhân được mã hóa và được bảo mật tuyệt đối. Dữ liệu chỉ được sử dụng cho mục đích nghiên cứu khoa học và không tiết lộ danh tính bệnh nhân dưới bất kì hình thức nào.

III. KẾT QUẢ

1. Đặc điểm chung của đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên 21 bệnh nhân đã được đặt stent đổi hướng dòng chảy điều trị phình mạch máu não. Tuổi trung bình của nhóm nghiên cứu là $53,3 \pm 13,5$ tuổi, với độ tuổi dao động từ 23 đến 76 tuổi. Trong đó, có 16 bệnh nhân nữ (76,2%) và 5 bệnh nhân nam (23,8%), cho thấy tỷ lệ nữ/nam là 3,2:1. Sau can thiệp có 5 bệnh nhân có biểu hiện đau đầu chiếm 23,8% và không có bệnh nhân nào có dấu hiệu thần kinh khu trú như liệt vận động, liệt dây thần kinh sọ, rối loạn cảm giác hay đáng kể.

2. Đặc điểm túi phình và vị trí túi phình trước can thiệp

Vị trí túi phình phân bố chủ yếu ở động mạch cảnh trong trái (15/23 trường hợp; 65,2%), động mạch cảnh trong phải (6/23; 26,1%), động mạch đốt sống trái (1/23; 4,3%), động mạch thân nền (1/23; 4,3%). Các trường hợp túi phình nằm ở động mạch cảnh trong hai bên thì có 15/23 trường hợp túi phình nằm ở đoạn C6 (theo Bouthillier) chiếm 65,2% và 6/23 trường hợp nằm ở đoạn C5 (theo Bouthillier) chiếm 26,1%. Về hình thái, đa số là phình hình túi (21/23; 91,3%), có 2 trường hợp phình

hình thoi và đều nằm ở tuần hoàn não sau chiếm (2/23; 8,7%), có 22/23 trường hợp chiếm 95,7% các túi phình chưa vỡ và 1 trường hợp duy nhất chiếm 4,2% túi phình đã vỡ trước khi can thiệp. Đối với các túi phình hình túi trước can thiệp, trung vị đường kính rộng, đường kính cổ lần lượt là 6 mm (4.1 – 14,8 mm); 5mm (3.5 – 7,3mm).

3.3. Giá trị của MRI 3.0 Tesla (MRI 3T) trong phát hiện túi phình tồn dư

Bảng 2. Đối chiếu kết quả MRI 3T và DSA trong phát hiện túi phình tồn dư (n=23)

MRI 3T	DSA		Tổng
	Có	Không	
Có	3	0	3
Không	1	19	20
Tổng	4	19	23

Bảng 3. Giá trị của MRI 3.0 Tesla (MRI 3T) trong phát hiện túi phình tồn dư

Chỉ số	Giá trị	Khoảng tin cậy 95%
Độ nhạy	75,0% (3/4)	30,1%-95,4%
Độ đặc hiệu	100,0% (19/19)	83,2% - 100%
Giá trị dự báo dương tính	100,0% (3/3)	43,9% - 100%
Giá trị dự báo âm tính	95,0% (19/20)	76,4% - 99,1%
Độ chính xác	95,7% (22/23)	79,0% - 99,2%
Hệ số Kappa	0,832	

MRI 3T phát hiện đúng 3/4 trường hợp có túi phình tồn dư và 19/19 trường hợp không còn tồn dư khi đối chiếu với DSA. Độ đặc hiệu và giá trị tiên đoán dương tính của MRI 3T đạt 100%. Chỉ số Kappa đạt 0,832. Độ nhạy đạt 75%, độ chính xác chung là 95,7% và giá trị tiên đoán âm tính là 95%. Nghiên cứu ghi nhận trường hợp âm tính giả trong đánh giá túi phình tồn dư (Bệnh nhân số 2). Trường hợp này được đánh giá là tắc hoàn toàn trên MRI 3T, tuy nhiên DSA đối chứng cho thấy vẫn còn tồn dư dòng chảy nhỏ tại cổ túi phình.

3.4. So sánh giá trị các chuỗi xung MRI

Bảng 4. Giá trị của các chuỗi xung TOF, Silent MRA, CE-MRA trong phát hiện túi phình tồn dư

	Độ nhạy (%)	Độ đặc hiệu (%)	Độ chính xác (%)	Chỉ số Kappa
TOF	75,0	100,0	95,7	0,832
Silent MRA	75,0	100,0	95,7	0,832
CE-MRA	75,0	100,0	95,7	0,832

Ba chuỗi xung MRI được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm TOF (Time-of-Flight), Silent MRA và CE-MRA (Contrast-Enhanced MRA) đều có độ nhạy 75%, độ đặc hiệu 100%, độ chính xác 95,7% và chỉ số Kappa 0,832. Tuy nhiên với cỡ mẫu nhỏ và số lượng trường hợp túi phình tồn dư hạn chế, nghiên cứu chưa có đủ lực thống kê để khẳng định sự tương đương về hiệu năng chẩn đoán giữa các chuỗi xung.

3.5. Giá trị của MRI 3.0 Tesla trong đánh giá mức độ tắc túi phình theo thang điểm O’Kelly-Marotta (OKM)

Bảng 5. Giá trị của MRI 3T trong đánh giá mức độ tắc túi phình theo thang điểm OKM

MRI/DSA	A	B	C	D	Tổng
A	1	0	0	0	1
B	0	2	0	0	2
C	0	0	0	0	0
D	0	0	1	19	20
Tổng	1	2	1	19	23
Độ chính xác	95,7%				
Cohen’s Kappa	0,840				

Trong số 23 túi phình được đặt stent có 22 trường hợp được phân loại giống nhau giữa hai phương pháp, tương ứng tỷ lệ phù hợp tuyệt đối là 95,7%. Chỉ ghi nhận 1 trường hợp bất tương hợp trong đó MRI 3T phân loại mức D trong khi DSA phân loại C. Đánh giá sự tương

đồng ở mức độ tắc nghẽn theo thang điểm O’Kelly-Marotta (OKM) giữa MRI 3T và DSA cho thấy chỉ số Cohen’s Kappa đạt giá trị 0,840, tương ứng mức độ phù hợp tốt theo phân loại của Landis và Koch.

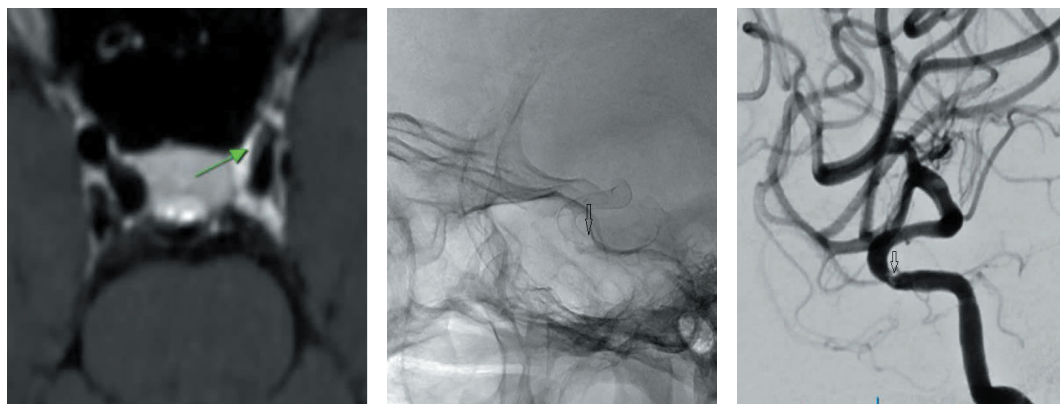
3.6. Giá trị của MRI 3.0 Tesla trong đánh giá hẹp lòng stent

Bảng 5. Giá trị của MRI 3.0 Tesla trong đánh giá hẹp lòng stent

MRI/DSA	Có hẹp	Không hẹp	Tổng
Có hẹp	2	0	2
Không hẹp	1	20	21
Tổng	3	20	23
Độ nhạy	66,7% (20,8 - 93,9%)		
Độ đặc hiệu	100,0% (83,9 - 100,0%)		
PPV	100,0% (34,2% - 100,0%)		
NPV	95,2% (77,3% - 99,2%)		
Độ chính xác	95,7 (79,0% - 99,2%)		
Cohen’s Kappa	0,777		

Trong đánh giá hẹp lòng stent DSA phát hiện 3/23 trường hợp (13,0%). Phân tích mức độ hẹp trên DSA ghi nhận có 02 trường hợp hẹp mức độ nặng (70-80%) và một trường hợp hẹp mức độ nhẹ (30%), không ghi nhận ca nào tắc hoàn toàn lòng stent. Đối chiếu với MRI 3T phát hiện đúng 2/23 (8,7%) trường hợp, trong đó 1 trường hợp

hẹp mức độ nặng và 1 trường hợp hẹp mức độ nhẹ. Hai phương pháp cho tỷ lệ phù hợp chung cao (95,7%), với hệ số Cohen’s kappa đạt 0,777, cho thấy mức độ tương đồng tốt. MRI có độ đặc hiệu 100% và độ chính xác 95,7%, tuy nhiên độ nhạy chỉ đạt 66,7%, cho thấy vẫn có khả năng bỏ sót một số trường hợp hẹp lòng stent so với DSA.



Hình 1. Tăng sản nội mạc gây hẹp lòng mạch mang và đầu dưới stent ở bệnh nhân 56 tuổi (Mũi tên xanh - ảnh trên xung MSDE sau tiêm cho thấy tình trạng tăng sản lớp nội mạc gây hẹp lòng đầu dưới stent và mạch mang, mũi tên trắng - ảnh trên DSA chụp lại sau can thiệp có hẹp lòng đầu dưới stent và mạch mang)

IV. BÀN LUẬN

1. Đặc điểm chung của đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu của chúng tôi được thực hiện trên 21 bệnh nhân với tuổi trung bình $53,3 \pm 13,5$ tuổi, phù hợp với độ tuổi thường gặp của bệnh lý phình động mạch não trong các nghiên cứu trước đây [1]. Tỷ lệ nữ/nam trong nghiên cứu của chúng tôi là 3,2:1 [6], [7]. Tăng huyết áp là bệnh lý đi kèm thường gặp nhất (23,8%, 5/21 bệnh nhân), phù hợp với vai trò đã được ghi nhận của tăng huyết áp trong cơ chế hình thành và tiến triển phình động mạch nội sọ [8]. Sau can thiệp, 14,3% bệnh nhân có đau đầu thoáng qua, không ghi nhận thiếu hụt thần kinh khu trú hay biến chứng nhu mô não trên MRI, cho thấy tính an toàn tương đối của kỹ thuật, tương đồng với nghiên cứu của Xianli Lv và cộng sự [9]. Phần lớn túi phình nằm ở hệ động mạch cảnh trong (91,3%), chủ yếu tại đoạn C6 theo phân loại Bouthillier, phù hợp với xu hướng chỉ định flow diverter. Hầu hết túi phình có dạng hình túi (91,3%) và chưa vỡ trước can thiệp (95,7%) điều này phù hợp với xu hướng mở rộng chỉ định điều trị dự phòng bằng flow diverter trong các túi phình có nguy cơ cao (cổ rộng, hình dạng phức tạp, vị trí khó can thiệp bằng coil đơn thuần). Kích thước túi phình chủ yếu nhỏ đến trung bình nhưng cổ rộng, là nhóm tổn thương phù hợp với điều trị bằng stent chuyển dòng nhờ khả năng làm giảm dòng xoáy và thúc đẩy tái cấu trúc nội mạc tại cổ túi phình.

2. Giá trị của MRI 3.0 Tesla trong phát hiện túi phình tồn dư

Nghiên cứu của chúng tôi cho thấy MRI 3.0 Tesla có giá trị cao trong theo dõi túi phình sau đặt stent chuyển dòng, với độ chính xác 95,7%, độ đặc hiệu và giá trị dự báo dương đạt 100%, đồng thời có mức độ phù hợp tốt với DSA (Cohen's Kappa = 0,832; $p < 0,001$). Kết quả này cho thấy MRI có thể đánh giá tin cậy tình trạng túi phình tồn dư, góp phần giảm nhu cầu chụp DSA xâm lấn trong theo dõi định kỳ. Mặc dù độ nhạy chỉ đạt 75%, thấp hơn so với nghiên cứu của Halitcan Batur (89%)[10] hay nghiên cứu của S.Xiang và cộng sự (83,3%)[11], điều này có thể liên quan đến cỡ mẫu nhỏ và số lượng ca có tồn dư chỉ là 4 ca, việc bỏ sót 1 ca đã làm giảm đáng kể độ nhạy của nghiên cứu. Với giá trị dự báo âm tính (NPV) cao (95%), MRI 3.0 Tesla chứng minh là một công cụ sàng lọc định kỳ an toàn và hiệu quả ở những bệnh nhân ổn định. Dù vậy kết quả độ nhạy ghi nhận ở mức 75% cho thấy nguy cơ bỏ sót nhất định đối với dòng tồn lưu kích thước nhỏ. Do đó, MRI 3T nên được định vị là giải pháp hỗ trợ giảm bớt tần suất chụp DSA cho nhóm bệnh nhân ổn định và không triệu chứng. DSA vẫn là bắt buộc và không thể thay thế khi MRI nghi ngờ, nhiều ảnh kim loại nặng làm giảm chất lượng chẩn đoán, bệnh nhân có triệu chứng thần kinh tiến triển hoặc khi cần đưa ra quyết định can thiệp lại.

3. So sánh giá trị của các chuỗi xung MRI

Kết quả của chúng tôi ghi nhận cả ba chuỗi xung TOF-MRA, Silent MRA và CE-MRA đều cho ra các chỉ số tương đồng với độ nhạy đạt 75%, độ đặc hiệu 100%, chỉ số Kappa đạt 0,832. Xét thuần túy trên các đại lượng toán học của mẫu, dữ liệu chưa bộc lộ được sự khác biệt mang ý nghĩa thống kê về mặt hiệu năng chẩn đoán giữa ba chuỗi xung. Hạn chế này là hệ quả của cỡ mẫu khiêm tốn ($n=23$) và số lượng biến cố đích thấp khiến mô hình chưa đủ lực thống kê để phân tách sự chênh lệch giữa các kỹ thuật. Tuy nhiên dù kết quả phân loại âm/dương tính giống nhau trên 23 túi phình, chất lượng hình ảnh trực quan giữa các chuỗi xung có sự khác biệt về mức độ kiểm soát nhiễu ảnh. Dữ liệu thực tế cho thấy Silent MRA cung cấp hình ảnh lòng mạch với độ trung thực cao, cho phép đo đặc kích thước túi phình tồn dư (ví dụ: bệnh nhân số 8 và 15) với sai số rất thấp so với DSA. Điều này phù hợp với nghiên cứu của Oishi và cộng sự khẳng định Silent MRA vượt trội hơn TOF trong việc đánh giá tình trạng tắc túi phình sau đặt FD nhờ loại bỏ thời gian echo (TE), từ đó triệt tiêu các nhiễu tín hiệu do dòng xoáy và kim loại [12]. Silent MRA cho thấy tiềm năng cải thiện chất lượng hình ảnh quanh stent và đánh giá lòng mạch tốt hơn nhờ kỹ thuật near-zero TE giúp giảm susceptibility artifact và RF shielding effect. Tương tự, nghiên cứu của Attali và cộng sự cho thấy TOF-MRA có độ nhạy khoảng 77–89% và độ đặc hiệu 90–100% so với DSA trong đánh giá túi phình sau FD, trong khi CE-MRA có xu hướng cải thiện khả năng phát hiện dòng tồn lưu nhỏ [13] with digital subtraction angiography (DSA). Như vậy, trong phạm vi nghiên cứu này, chúng tôi thừa nhận các chuỗi xung có giá trị chẩn đoán tương đương nhau về mặt số liệu nhưng từ kinh nghiệm quan sát hình ảnh và đối chiếu với các nghiên cứu khác thì Silent MRA và CE-MRA vẫn cho thấy tiềm năng hiển thị cấu trúc quanh stent rõ nét hơn. Sự bất tương hợp này một lần nữa khẳng định nhu cầu cấp thiết về việc mở rộng cỡ mẫu và thực hiện các nghiên cứu trong tương lai để chứng minh một cách định lượng các luận điểm của y văn thế giới.

4. Giá trị của MRI 3.0 Tesla trong phân độ mức độ tắc túi phình

Trong nghiên cứu của chúng tôi, MRI 3T cho thấy mức độ phù hợp rất cao với DSA trong đánh giá mức độ tắc túi phình sau điều trị bằng FD, với hệ số Kappa không trọng số đạt 0,840. Kết quả này cho thấy MRI 3T có khả năng đánh giá đáng tin cậy tình trạng tồn lưu dòng chảy sau can thiệp, đặc biệt ở các trường hợp tắc hoàn toàn hoặc tồn lưu rõ. Khi phân tích theo thang điểm OKM [14], MRI và DSA ghi nhận sự phù hợp hoàn toàn ở các nhóm OKM A và B, trong khi khác biệt chỉ xuất hiện ở một trường hợp OKM C, khi DSA phát hiện tồn lưu nhỏ tại cổ túi phình nhưng MRI đánh giá là tắc hoàn toàn. Điều này cho thấy MRI có thể bỏ sót các dòng tồn lưu rất nhỏ hoặc dòng chảy cực chậm sau đặt FD, chủ yếu do ảnh hưởng của artifact kim loại và hiện tượng giảm tín hiệu trong lòng stent [10]. Tỷ lệ OKM D trên MRI cao hơn nhẹ so với DSA, gợi ý MRI có xu hướng đánh giá quá mức tình trạng tắc hoàn toàn trong một số trường hợp tồn lưu tối thiểu. Tuy nhiên, với mức độ tương đồng cao so với DSA, MRI 3T là phương tiện theo dõi không xâm lấn có giá trị sau điều trị FD, giúp giảm nhu cầu chụp DSA thường quy ở bệnh nhân ổn định. DSA vẫn cần thiết trong các trường hợp nghi ngờ tồn lưu nhỏ hoặc khi cần đánh giá chi tiết lòng stent và các nhánh bên liên quan.

5. Giá trị của MRI 3.0 Tesla trong đánh giá hẹp lòng stent

Nghiên cứu của chúng tôi cho thấy MRI 3T có mức độ phù hợp tốt với DSA trong đánh giá hẹp lòng stent sau đặt FD, với hệ số Kappa không trọng số đạt 0,777 và độ chính xác 95,7%. MRI đạt độ đặc hiệu 100%. Tuy nhiên phương pháp đã bỏ sót một trường hợp hẹp lòng stent, qua phân tích hồi cứu ca lâm sàng âm tính giả này (Bệnh nhân số 2, đặt stent đoạn C5), chúng tôi nhận thấy nguyên nhân bỏ sót không xuất phát từ yếu tố khách quan về mức độ hẹp mà thay vào đó là hệ quả của yếu tố chủ quan do kinh nghiệm của bác sĩ đọc phim tại thời điểm tiếp cận còn hạn chế. Trong nghiên cứu này, chuỗi

xung MDSE được sử dụng nhằm hỗ trợ đánh giá thành mạch và lòng stent sau can thiệp [15]. Đây là một kỹ thuật tương đối mới tại trung tâm và việc diễn giải hình ảnh còn nhiều hạn chế do bác sĩ đọc phim chưa có nhiều kinh nghiệm lâm sàng đối chiếu, tại đoạn mạch cong phức tạp như C5, xảo ảnh nhảy từ và hiệu ứng che lấp tần số vô tuyến tích lũy của mắt lưới stent Pipeline tạo ra vùng nhiễu cơ học rất lớn điều này khiến cho bác sĩ đọc phim đã nhận định sai lệch và bỏ sót tổn thương trên phim chụp MRI 3T. Điều này khẳng định việc diễn giải hình ảnh sau can thiệp bằng stent đối hướng dòng chảy vẫn phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm bác sĩ và sự phối hợp đa chuỗi xung. Do đó dựa trên bằng chứng hiện có với cỡ mẫu khiêm tốn ($n=23$), chúng tôi nhận định một cách thận trọng rằng MRI 3T không thể thay thế hoàn toàn DSA trên diện rộng trong việc đánh giá hẹp lòng stent. DSA vẫn giữ vai trò tiêu chuẩn tham chiếu trong các trường hợp nghi ngờ hẹp nhẹ, kết quả MRI chưa rõ ràng hoặc khi bệnh nhân xuất hiện triệu chứng thần kinh tiến triển.

6. Hạn chế nghiên cứu

Mặc dù đạt được những kết quả bước đầu khả quan, nghiên cứu của chúng tôi vẫn tồn tại một số hạn chế. Trước hết, đây là một nghiên cứu hồi cứu, đơn trung tâm thực hiện trên một cỡ mẫu tương đối nhỏ ($n = 23$), dẫn đến số lượng các ca có tổn thương đích như túi phình tồn dư hoặc hẹp lòng stent còn rất ít. Điều này làm hạn chế lực thống kê và có thể làm giảm độ nhạy của phương pháp chẩn đoán khi một sai lệch đơn lẻ có thể làm thay đổi đáng kể tỷ lệ phần trăm chung. Thứ hai, khoảng cách

thời gian giữa thời điểm chụp MRI 3.0 Tesla và DSA đối chứng chưa có sự đồng nhất tuyệt đối (dao động từ 1 đến 3 tháng), điều này có thể dẫn đến sai số do quá trình bít tắc tự nhiên của túi phình hoặc tiến triển của tăng sản nội mạc mạch máu vẫn tiếp tục diễn ra theo thời gian. Thứ ba, nghiên cứu chưa tiến hành phân tích sâu, bóc tách riêng biệt mức độ ảnh hưởng của các loại xảo ảnh (artifact) cơ học đặc thù lên hình ảnh. Bên cạnh đó, nghiên cứu chưa xây dựng được một hệ thống tiêu chí định lượng hoàn toàn rõ ràng để phân độ hẹp lòng stent trên các chuỗi xung cộng hưởng từ. Cuối cùng, việc hình ảnh được diễn giải bởi một bác sĩ cho mỗi phương pháp mà chưa đánh giá chỉ số đồng thuận hay độ lặp lại giữa các quan sát viên độc lập có thể đưa vào những sai số chủ quan nhất định. Những hạn chế này đặt ra nhu cầu cần có các nghiên cứu tiền cứu đa trung tâm với cỡ mẫu lớn hơn trong tương lai để tối ưu hóa giá trị của MRI 3.0 T trong theo dõi sau can thiệp đặt stent chuyển dòng.

V. KẾT LUẬN

Nghiên cứu cho thấy MRI 3.0 Tesla có độ phù hợp tốt với DSA trong theo dõi sau đặt stent chuyển dòng, đặc biệt trong đánh giá túi phình tồn dư và hẹp lòng stent bằng các kỹ thuật TOF-MRA, Silent MRA, CE-MRA. Tuy nhiên, MRI vẫn có thể bỏ sót các dòng tồn lưu rất nhỏ hoặc dòng chảy chậm, do đó DSA vẫn là tiêu chuẩn tham chiếu trong các trường hợp nghi ngờ hoặc kết quả MRI chưa rõ ràng. MRI 3T có tiềm năng trở thành phương tiện theo dõi định kỳ hiệu quả, góp phần giảm nhu cầu chụp DSA xâm lấn ở bệnh nhân ổn định.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. M. H. Vlak, A. Algra, R. Brandenburg, and G. J. Rinkel, "Prevalence of unruptured intracranial aneurysms, with emphasis on sex, age, comorbidity, country, and time period: a systematic review and meta-analysis," *Lancet Neurol.*, vol. 10, no. 7, pp. 626–636, Jul. 2011, doi: 10.1016/S1474-4422(11)70109-0.
2. T. Becske *et al.*, "Pipeline for uncoilable or failed aneurysms: results from a multicenter clinical trial," *Radiology*, vol. 267, no. 3, pp. 858–868, Jun. 2013, doi: 10.1148/radiol.13120099.
3. R. Kadirvel, Y.-H. Ding, D. Dai, I. Rezek, D. A. Lewis, and D. F. Kallmes, "Cellular mechanisms of aneurysm occlusion after treatment with a flow diverter," *Radiology*, vol. 270, no. 2, pp. 394–399, Feb. 2014, doi: 10.1148/radiol.13130796.

4. T. J. Kaufmann, J. Huston, J. N. Mandrekar, C. D. Schleck, K. R. Thielen, and D. F. Kallmes, "Complications of diagnostic cerebral angiography: evaluation of 19,826 consecutive patients," *Radiology*, vol. 243, no. 3, pp. 812–819, Jun. 2007, doi: 10.1148/radiol.2433060536.
5. J. Burel *et al.*, "Follow-up of Intracranial Aneurysms Treated by Flow Diverters: Evaluation of Parent Artery Patency Using 3D-T1 Gradient Recalled-Echo Imaging with 2-Point Dixon in Combination with 3D-TOF-MRA with Compressed Sensing," *AJNR Am. J. Neuroradiol.*, vol. 43, no. 4, pp. 554–559, Apr. 2022, doi: 10.3174/ajnr.A7448.
6. M. Fréneau, C. Baron-Menguy, A.-C. Vion, and G. Loirand, "Why Are Women Predisposed to Intracranial Aneurysm?," *Front. Cardiovasc. Med.*, vol. 9, p. 815668, 2022, doi: 10.3389/fcvm.2022.815668.
7. N. Turan, R. A.-J. Heider, D. Zaharieva, F. U. Ahmad, D. L. Barrow, and G. Pradilla, "Sex Differences in the Formation of Intracranial Aneurysms and Incidence and Outcome of Subarachnoid Hemorrhage: Review of Experimental and Human Studies," *Transl. Stroke Res.*, vol. 7, no. 1, pp. 12–19, Feb. 2016, doi: 10.1007/s12975-015-0434-6.
8. N. Etminan and G. J. Rinkel, "Unruptured intracranial aneurysms: development, rupture and preventive management," *Nat. Rev. Neurol.*, vol. 12, no. 12, pp. 699–713, Dec. 2016, doi: 10.1038/nrneurol.2016.150.
9. X. Lv, H. Yang, P. Liu, and Y. Li, "Flow-diverter devices in the treatment of intracranial aneurysms: A meta-analysis and systematic review," *Neuroradiol. J.*, vol. 29, no. 1, pp. 66–71, Feb. 2016, doi: 10.1177/1971400915621321.
10. B. Halitcan *et al.*, "The implications of magnetic resonance angiography artifacts caused by different types of intracranial flow diverters," *J. Cardiovasc. Magn. Reson.*, vol. 23, p. 69, Jun. 2021, doi: 10.1186/s12968-021-00753-0.
11. S. Xiang *et al.*, "The sensitivity and specificity of TOF-MRA compared with DSA in the follow-up of treated intracranial aneurysms," *J. Neurointerventional Surg.*, vol. 13, no. 12, pp. 1172–1179, Dec. 2021, doi: 10.1136/neurintsurg-2020-016788.
12. H. Oishi *et al.*, "Usefulness of Silent MR Angiography for Intracranial Aneurysms Treated with a Flow-Diverter Device," *AJNR Am. J. Neuroradiol.*, vol. 40, no. 5, pp. 808–814, May 2019, doi: 10.3174/ajnr.A6047.
13. J. Attali, A. Benaissa, S. Soize, K. Kadziolka, C. Portefaix, and L. Pierot, "Follow-up of intracranial aneurysms treated by flow diverter: comparison of three-dimensional time-of-flight MR angiography (3D-TOF-MRA) and contrast-enhanced MR angiography (CE-MRA) sequences with digital subtraction angiography as the gold standard," *J. NeuroInterventional Surg.*, vol. 8, no. 1, pp. 81–86, Jan. 2016, doi: 10.1136/neurintsurg-2014-011449.
14. C. O'Kelly, T. Krings, D. Fiorella, and T. Marotta, "A Novel Grading Scale for the Angiographic Assessment of Intracranial Aneurysms Treated Using Flow Diverting Stents," *Interv. Neuroradiol. J. Peritherapeutic Neuroradiol. Surg. Proced. Relat. Neurosci.*, vol. 16, pp. 133–7, Jun. 2010, doi: 10.1177/159101991001600204.
15. D. M. Mandell *et al.*, "Intracranial Vessel Wall MRI: Principles and Expert Consensus Recommendations of the American Society of Neuroradiology," *AJNR Am. J. Neuroradiol.*, vol. 38, no. 2, pp. 218–229, Feb. 2017, doi: 10.3174/ajnr.A4893.

TÓM TẮT

Mục tiêu: Đánh giá độ phù hợp và giá trị chẩn đoán của cộng hưởng từ 3.0 Tesla so với chụp mạch số hóa xóa nền trong phát hiện túi phình tồn dư, phân độ tắc túi phình theo thang điểm O'Kelly-Marotta (OKM) và đánh giá hẹp lòng stent sau điều trị phình động mạch não bằng stent đổi hướng dòng chảy.

Đối tượng và phương pháp nghiên cứu: Nghiên cứu mô tả trên 21 bệnh nhân có phình mạch máu não được điều trị bằng 23 stent đổi hướng dòng chảy (trong đó có 2 bệnh nhân có 02 túi phình mạch máu não ở động mạch cảnh trong hai bên), được theo dõi bằng cộng hưởng từ 3.0 Tesla (MRI 3T) và chụp mạch số hóa xóa nền (DSA) tại Trung tâm Chẩn đoán Hình ảnh và Can thiệp Điện quang, Bệnh viện Đại Học Y Hà Nội trong khoảng thời gian từ tháng 8 năm 2025 đến tháng 7 năm 2026. Các thông số nghiên cứu tập trung vào đánh giá mức độ tắc túi phình theo thang điểm O'Kelly-Marotta (OKM), phát hiện túi phình tồn dư và hẹp lòng stent. Các phép kiểm định thống kê được sử dụng bao gồm độ nhạy, độ đặc hiệu, độ chính xác và chỉ số Kappa để đánh giá sự đồng thuận giữa hai phương pháp hình ảnh.

Kết quả: Nghiên cứu gồm 21 bệnh nhân với tuổi trung bình $53,3 \pm 13,5$ tuổi. Phần lớn túi phình nằm tại hệ động mạch cảnh trong (91,3%), chủ yếu ở đoạn C6 theo phân loại Bouthillier. MRI 3T đạt độ nhạy 75% (3/4 ca tồn lưu thực thể), độ đặc hiệu 100%, độ chính xác 95,7% và giá trị dự báo âm tính 95% trong phát hiện túi phình tồn dư; hệ số Kappa giữa MRI 3T và DSA là 0,832. Trong đánh giá mức độ tắc túi phình theo thang điểm OKM, MRI 3T cho mức độ tương đồng rất cao với DSA với Cohen's Kappa 0,840. Ba chuỗi xung TOF-MRA, Silent MRA và CE-MRA cho kết quả chẩn đoán tương đương nhau trong phát hiện túi phình tồn dư. Trong đánh giá hẹp lòng stent, MRI 3T đạt độ đặc hiệu 100%, độ nhạy 66,7% và mức độ phù hợp tốt với DSA (Cohen's Kappa = 0,777).

Kết luận: Cộng hưởng từ 3.0 Tesla là phương pháp theo dõi không xâm lấn có giá trị sau điều trị phình động mạch não bằng stent chuyển dòng với độ chính xác và độ đặc hiệu cao, là phương tiện theo dõi không xâm lấn hữu ích trong theo dõi định kỳ ở nhiều trường hợp ổn định, góp phần giảm nguy cơ biến chứng và gánh nặng chi phí liên quan đến các thăm khám xâm lấn. Tuy nhiên, DSA vẫn giữ vai trò tiêu chuẩn tham chiếu trong các trường hợp nghi ngờ tồn lưu nhỏ hoặc cần đánh giá chi tiết lòng stent và các nhánh bên liên quan.

Từ khóa: Cộng hưởng từ 3.0 Tesla, stent đổi hướng dòng chảy, phình mạch máu não, chụp mạch số hóa xóa nền, thang điểm O'Kelly-Marotta.

Người liên hệ: Đặng Việt Linh. Email: vietlinhdangcdha@gmail.com

Ngày nhận bài: 13/05/2026. Ngày nhận phản biện: 02/06/2026. Ngày chấp nhận đăng: 25/06/2026