

Kết quả ngắn hạn của phương pháp đặt Stent chuyển dòng trong điều trị phình động mạch não tại Bệnh viện Tim Hà Nội

Hoàng Văn*

TÓM TẮT

Cơ sở: Với sự chấp thuận của bít coil vào năm 1995, can thiệp nội mạch với bệnh lý phình động mạch nội sọ đã trở thành một phương pháp thay thế cho phẫu thuật thắt túi phình. Mặc dù có sự ra đời của các coils “sửa đổi” và các kỹ thuật tiên tiến như bít coils hỗ trợ bằng stent và hỗ trợ bằng bóng, tắc khối phình bằng coil có những hạn chế lớn vì không có khả năng làm tắc hoàn toàn và vĩnh viễn tất cả các khối phình động mạch. Khi các stent được phát triển để sử dụng trong can thiệp nội sọ, người ta đã đưa ra giả thuyết rằng các stent có thể được sử dụng để chuyển hướng dòng chảy “đi” từ túi phình “trở lại” mạch mẹ, và khái niệm “chuyển hướng dòng chảy nội mạch” đã được đề xuất. Nghiên cứu này nhằm mục đích báo cáo kinh nghiệm của chúng tôi với bệnh lý phình động mạch não, có thể cải thiện trong điều trị bằng stent chuyển dòng và theo dõi.

Phương pháp: Nghiên cứu này được thực hiện trên 23 bệnh nhân. 23 bệnh nhân được can thiệp đặt stent chuyển dòng tại bệnh viện tim Hà Nội từ tháng 1 năm 2019 đến tháng 1 năm 2020. 23 stent chuyển dòng (Pipeline) đã được sử dụng. Hình thái túi phình, tình trạng đặt stent và nhu mô não trước và sau can thiệp được phân tích trên hình ảnh chụp mạch kỹ thuật số (DSA), chụp cắt lớp vi tính (CT) và cộng hưởng từ (MR). Bệnh nhân được theo dõi sau 3-6 tháng và 12 tháng sau can thiệp.

Kết quả: 23 bệnh nhân can thiệp (8 nam, 15 nữ), phình động mạch não hay gặp nhất tại động

mạch cảnh trong (95,7%), đặc biệt ở các đoạn hang. 13 trường hợp (74%) có phình động mạch hình túi, và 2 trường hợp (9%) có nhiều túi phình, và chỉ 3 trường hợp (13%) có chứng phình động mạch hình thoi. Can thiệp nội mạch được thực hiện thành công với tỷ lệ 100%. Tỷ lệ tử vong và tỷ lệ bệnh kèm theo sau can thiệp lần lượt là 0% và 0%. Theo dõi MRI và MSCT sau 3 tháng cho thấy mức độ tắc hoàn toàn hoặc không hoàn toàn của phình mạch lần lượt là 26,1% hoặc 34,8%.

Kết luận: Đặt stent chuyển dòng là một phương pháp an toàn hiệu quả với tỷ lệ thành công cao và tỷ lệ biến chứng thấp

Từ khóa: stent chuyển dòng; X quang can thiệp thần kinh

SHORT – TERM OUTCOMES OF FLOW DIVERTER STENT (PIPELINE) FOR TREATMENT INTRACRANIAL ANEURYSMS

ABSTRACT

Background: With the approval of detachable coils in 1995, endovascular treatment of intracranial aneurysms has become an alternative to surgical clip ligation. Despite the introduction of “modified” coils and advanced techniques such as stent-assisted and balloon-assisted coiling, coil embolization has major limitations because of inability to completely and permanently occlude all aneurysms. As stents

Bệnh viện Tim Hà Nội

*Tác giả liên hệ:

Hoàng Văn - Email: drhoangvantmct@gmail.com - ĐT: 0915758766

Ngày nhận bài: 11/11/2021 Ngày cho phép đăng: 28/12/2021

were being developed for intracranial use, it was hypothesized that stents could be utilized to divert flow “away” from the aneurysm “back” into the parent vessel, and the concept of “endovascular flow diversion” was proposed. This study aims to report our experience with cerebral aneurysms, which may improve in the treatment with the flow-diverter stent and follow up¹.

Methods: This study was conducted in consecutive series of 23 patients. 23 procedures were performed for treating these patients in Ha Noi heart hospital from January 2019 to January 2020. 23 flow diverter stents (Pipeline) were used. Aneurysms morphology, stent patency and cerebral parenchyma before and after intervention were analyzed on images of digital subtraction angiography (DSA), computed tomography (CT) and magnetic resonance (MR). The follow-up data after 3–6 months and 12 months were recorded.

Results: In 23 patients (8 men, 15 women),

aneurysms of internal carotid artery were mostly common (95.7%), especially in cavernous segments. 13 cases (74%) had saccular aneurysms, and 2 cases (9%) had multiple aneurysms, and only 3 cases (13%) had fusiform aneurysms. Endovascular treatment was successfully performed at rate of 100%. Mortality and morbidity rates were 0% and 0%, respectively. MRI and MSCT follow-up at 3 months showed complete or incomplete occlusions of aneurysms was 26.1% or 34.8%, respectively.

Conclusions: Deployment of flow diverter stent is safe and effective with high rate of successful and low procedural complications

Key words: Flow-diversion stent, interventional neuroradiology.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phình động mạch não là một bệnh tương đối phổ biến, có thể gặp từ 2,3-5% dân số, dường như gia tăng nhanh ở Việt Nam trong một số năm gần đây. Túi phình bị vỡ gây nguy cơ tử vong cao (40-45%). Nguy cơ vỡ túi phình phụ thuộc vào nhiều yếu tố liên qua đến bệnh nhân (tăng huyết áp, hút thuốc lá, lạm dụng rượu bia, tuổi, vị trí địa lý...) và đặc điểm khối phình (kích thước, vị trí, hình dáng ...). Ngoài ra, những trường hợp phình động mạch không lồ, phình dạng bọt nước, phình hình thoi... dẫn đến khó khăn trong việc phẫu thuật kẹp clip và bít coil với tỷ lệ biến chứng và tái phát cao. Liệu pháp can thiệp với những bước đột phá trong công nghệ đã giúp giải quyết vấn đề này nhờ sự xuất hiện của stent đổi

dòng. Loại stent này hiện là một trong những phương pháp điều trị thay thế hiệu quả nhất đã được sử dụng rộng rãi để điều trị phình động mạch não trên toàn thế giới.

Kallmes và cộng sự, đã tiến hành một thử nghiệm lâm sàng sử dụng Pipeline stent trên thỏ và báo cáo rằng stent này làm giảm dòng chảy vào khối phình gây tắc nghẽn khối phình nhưng bảo tồn được dòng chảy ở động mạch chính và các nhánh bên^{2,3}. Các nghiên cứu trên thế giới cho thấy phương pháp đặt stent đổi dòng có tỷ lệ thành công rất cao (93-95%) với tỷ lệ biến chứng thấp (2,3-5,6%). Hiện nay ở Việt Nam phương pháp này đã được áp dụng và điều trị ở các bệnh viện lớn như bệnh viện Bạch Mai, Tim Hà Nội, Đại học Y Hà Nội, ... Do vậy chúng tôi thực hiện đề tài: “Đánh giá kết quả đặt stent

chuyển dòng (Pipeline) trong điều trị phình động mạch não tại bệnh viện tim Hà Nội năm 2019-2020” với mục đích: Đánh giá tính an toàn và kết quả ngắn hạn của phương pháp đặt stent chuyển dòng (Pipeline) trong điều trị phình mạch não.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Địa điểm nghiên cứu: Khoa Tim mạch can thiệp, Bệnh viện Tim Hà Nội

Thời gian nghiên cứu: Từ tháng 1/2019 đến tháng 1/2021.

Phương pháp nghiên cứu: mô tả, phân tích

Đối tượng nghiên cứu:

Tiêu chuẩn lựa chọn bệnh nhân: Tất cả bệnh nhân > 18 tuổi. Không có biến chứng vỡ. Túi phình đủ tiêu chuẩn về mặt giải phẫu để tiến hành can thiệp.

Tiêu chuẩn loại trừ: Bệnh nhân không có khả năng dung nạp thuốc chống ngưng tập tiểu cầu. Bệnh nhân từ chối điều trị

Tiêu chuẩn hình ảnh phình mạch não trên phim chụp MSCT, MRI hoặc DSA: Đường kính phình < 7mm với bệnh nhân dưới 50 tuổi (trừ vị trí phình nằm ở mạch cảnh đoạn trong xoang hang). 7-10 hoặc > 10 mm ở các lứa tuổi và các vị trí khác nhau.

Cỡ mẫu nghiên cứu

Thu thập toàn bộ số bệnh nhân có chẩn đoán phình mạch não được can thiệp từ năm 2019-2020.

Quy trình kỹ thuật

Chẩn đoán phình mạch não trên CLVT, CHT, DSA

Dụng cụ can thiệp nội mạch: stent đổi dòng Pipeline của hãng Medtronic, Mỹ

Kỹ thuật thực hiện

- BN được chụp CLVT và/hoặc MRI và hoặc DSA để đánh giá đặc điểm phình mạch

- BN được uống thuốc kháng ngưng tập tiểu cầu kép ít nhất 5 ngày trước can thiệp với aspirin 81 mg 1 viên/ngày uống, Plavix 75 mg 1 viên/ngày uống.

- Chụp bilan mạch não bằng ống thông cong kép (double courbure) hoặc ống thông thẳng (vertebral catheter). Chụp 3D trực mạch máu có mang TP.

- Đánh giá đặc điểm hình ảnh TP và đa giác Willis trên phim chụp, lựa chọn tư thế bộc lộ cổ TP và các nhánh mạch liên quan.

- Đặt ống thông Neuron Max 088 Long sheath, vào gốc động mạch cảnh trong hoặc gốc động mạch đốt sống, và Neuron 070 tịnh tiến đến gần phình mạch.

- Luồn vi ống thông (Marksman - EV3 hoặc Headway 27 - MicroVention) cùng vi dây dẫn (Transend 0.014” 205cm hoặc 300cm) ngang qua cổ túi phình và đi xa vào động mạch não giữa hoặc não sau đoạn xa.

- Tiến hành bung stent (Pipeline Embolization Device) ngang qua cổ túi phình

- Đảm bảo stent phải mở hết và áp sát thành mạch với các kỹ thuật đẩy stent, kéo và đẩy vi ống thông hay stent hay cả hệ thống.

- Rút vi ống thông, chụp kiểm tra tư thế can thiệp, tư thế thẳng, nghiêng.

- Băng ép động mạch đùi.

- Kết thúc thủ thuật, ghi hồ sơ bệnh án.

- Bệnh nhân được duy trì chống đông kéo dài Aspirin 100 mg/ngày x 1 năm, Plavix 75mg/ngày x 3 tháng.

III. KẾT QUẢ

1. **Đặc điểm mẫu:** Trong thời gian từ tháng 1/2019 – tháng 1/2021 tại bệnh viện tim Hà Nội chúng tôi thu thập được 23 bệnh nhân được chẩn

đoán phình động mạch não nguy cơ cao và can thiệp đặt stent chuyển dòng (Pipeline), tuổi trung bình 52.83 ± 12 , tuổi trẻ nhất là 35 và lớn nhất là 73. Tỷ lệ nữ/nam: 1.875. Đau đầu là triệu chứng chính trong nhóm bệnh nhân phình động mạch não trong nghiên cứu của chúng tôi 16 ca chiếm tỷ lệ (69.6%). Trong NC các triệu chứng thần kinh khu trú không liên quan đến PĐMN mà chủ yếu do BN có tiền sử TBMMN trước đó. Tỷ lệ BN có huyết áp >120 khi nhập viện là khá cao chiếm tỷ lệ 61%.

2. **Đặc điểm hình ảnh phình mạch:** Tuần hoàn não trước có 22 ca chiếm 95.6%, tuần hoàn não sau có 1 ca chiếm 4.4%, các phình mạch đều là phình mạch chưa vỡ. Trong quá trình đặt stent chuyển dòng chúng tôi cố gắng không che phủ stent ngang qua các nhánh bên cạnh túi phình vì nguy cơ nhồi máu não, tuy nhiên có một số phình mạch kích thước lớn và khổng lồ vì vậy bắt buộc che phủ một số nhánh cạnh túi phình. Tuy nhiên không có trường hợp nào nhồi máu não sau đặt stent.

3. Điều trị can thiệp nội mạch

Bảng 1. Kết quả kỹ thuật đặt stent chuyển dòng

| Kết quả | | N (23BN) | % |
|------------------|---|-------------|------|
| Thành công | Stent nở toàn bộ đúng vị trí | 23 | 100% |
| | Stent nở không hoàn toàn | 0 | 0 |
| | Không đúng vị trí tuy nhiên vẫn che được cổ phình | 0 | 0 |
| | Endoleak | 0 | 0 |
| Không thành công | Stent không nở | 0 | 0 |
| | Đặt sai vị trí | 0 | 0 |
| | Tắc stent | 0 | 0 |

Tỷ lệ thành công trong thủ thuật là 100%, tất cả bệnh nhân stent được thả đúng vị trí, nở áp thành, không có endoleak hay tắc stent.

Bảng 2. Mức độ huyết khối chỗ phình ngay sau thủ thuật (theo tiêu chuẩn O'KM)

| Mức độ lấp đầy | N | % |
|------------------------------------|----|------|
| A: lấp đầy toàn bộ ($>95\%$) | 0 | 0 |
| B: lấp gần toàn bộ (5-95%) | 0 | 0 |
| C: còn tồn dư đường vào ($<5\%$) | 18 | 78,3 |
| D: không lấp đầy | 5 | 21,7 |

Bảng 3. Kết quả gây tắc túi phình sau 3 tháng và sau 6-12 tháng

| Mức độ lấp đầy | Sau 3 tháng | | Sau 6 tháng | | Sau 12 tháng | |
|------------------------------------|-------------|------|-------------|------|--------------|-----|
| | N (23) | % | N(23) | % | N 23 | % |
| A: lấp đầy toàn bộ ($>95\%$) | 6 | 26,1 | 19 | 82,6 | 23 | 100 |
| B: lấp gần toàn bộ (5-95%) | 8 | 34,8 | 4 | 17,4 | 0 | 0 |
| C: còn tồn dư đường vào ($<5\%$) | 8 | 34,8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| D: không lấp đầy | 1 | 4,3 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Đa số ngay sau đặt stent mức độ tắc hoàn toàn và gần hoàn toàn là không có, thấy được hình ảnh động thuốc trong phình mạch là 78,3% (18/23 ca). Huyết khối stent phần lớn sau 6 tháng là 19/23 ca chiếm 82,6%, đến thời điểm 12 tháng thì 100% huyết khối hoàn toàn.

Bảng 4. Biến chứng

| Biến chứng | N (23BN) | % |
|----------------------|----------|---|
| Co thắt | 0 | 0 |
| Tách thành động mạch | 0 | 0 |
| Tắc stent | 0 | 0 |
| Đột quy | 0 | 0 |
| Tử vong | 0 | 0 |
| Biến chứng khác | 0 | 0 |

Chúng tôi không gặp bất cứ biến chứng nào trong và sau thủ thuật

IV. BÀN LUẬN

Nghiên cứu của chúng tôi gồm 23 bệnh nhân phình động mạch não trung bình, tuổi trung bình $52,8 \pm 12$ tuổi, trẻ nhất là 35 tuổi, cao nhất là 73 tuổi, kết quả này cũng tương tự như Lê Văn Phước và cộng sự tuổi trung bình là $51,14 \pm 13,4$ (trẻ nhất là 27 tuổi và cao nhất là 73 tuổi). Nữ hay gặp hơn nam với tỉ lệ nữ/nam là 1,9/1 (Lê Văn Phước là 3,5/1)⁴, Kessler M.I thấy tỷ lệ nam nữ là 16/43, tuổi trung bình 50 tuổi (từ 9 - 73 tuổi)⁵. J. Raymond thấy tuổi trung bình của BN có PĐMN là $54,2 \pm 12,5$, trong đó nữ giới chiếm 74%. Chúng tôi nhận thấy đặc điểm về tuổi và giới của nhóm bệnh nhân trong nghiên cứu của chúng tôi khá là tương đồng so với nghiên cứu của các tác giả trong và ngoài nước.

Trong số các tiền sử bệnh lý liên quan tới bệnh PĐMN, chúng tôi thấy tỷ lệ THA là hay gặp nhất, chiếm 69,6%. Các tiền sử về tai biến mạch máu não gặp 3 BN (13%) là những trường hợp nhồi máu não mà đa phần không liên quan đến bệnh lý TP, những trường hợp này được phát hiện tình cờ khi thăm khám đánh giá tổn thương não do TBMMN là chính. Như đã nói, THA là một trong những yếu tố thúc đẩy hình thành PĐMN và cũng là yếu tố thúc đẩy quá trình vỡ của TP. Một số tác giả trong nước cũng có chung nhận định như của chúng tôi^{6,6}.

Trong tổng số 23 bệnh nhân phình động mạch não được điều trị, TP phân bố chủ yếu ở hệ cảnh với 22 túi, chiếm 95,7%, còn lại chỉ có 1 TP nằm ở hệ đốt sống – thân nền, chiếm 4,3%.

Trong quá trình đặt stent chuyển dòng chúng tôi cố gắng không che phủ stent ngang qua các nhánh bên cạnh túi phình vì nguy cơ nhồi máu não cao, tuy nhiên do 1 số ca có phình mạch kích thước lớn, vì vậy bắt buộc chúng tôi phải che phủ một số nhánh cạnh túi phình, tuy nhiên không có trường hợp nào nhồi máu não sau đặt stent. Các nhánh động mạch được chúng tôi đặt stent che phủ qua là động mạch mắt, động mạch mạc trước là hay gặp nhất. Tuy nhiên trong quá trình theo dõi ghi nhận không có trước hợp nào đột quy nhồi máu não các nhánh liên quan đến stent phủ qua.

Thành công về mặt kỹ thuật có 23/23 trường hợp là 100%. Kiểm tra DSA sau khi đặt stent thấy rằng mức độ tắc hoàn toàn và gần hoàn toàn thấp, thấy được hình ảnh động thuốc trong phình mạch chiếm 18/23 ca chiếm 78,3%. Điều này cũng dễ hiểu vì trong nghiên cứu của chúng tôi đa số là các phình trung bình và lớn, cần một thời gian tạo huyết khối để tắc. Bởi vậy mức độ tắc hoàn toàn (82,6%) và gần hoàn toàn (17,4%) cao đạt 100%

trong 12 tháng theo dõi tiếp theo. Nghiên cứu Yazan, Darshan cho thấy mức độ sau 6 tháng đạt 73,6 % với các phình lớn và khổng lồ⁷. Nghiên cứu của Adam M Brouilard và cộng sự với tỉ lệ tắc hoàn toàn đạt 76% với stent thay đổi dòng chảy trong khi nhóm dùng coils thì mức độ tắc hoàn toàn chỉ đạt 21%, mRS đạt 0-2 chiếm 95%.

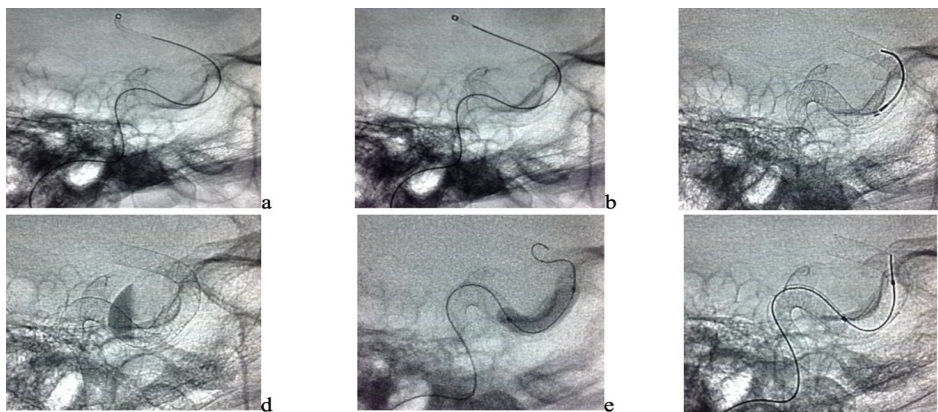
Nghiên cứu Yazan, Darshan và cộng sự cho thấy stent chuyển dòng đã được phát triển để điều trị phình động mạch não, gây ra thay đổi huyết động trong lòng động mạch mang và trong túi phình⁷. Dần dần tạo huyết khối trong phình mạch theo thời gian, tuy nhiên sự đáp ứng viêm đầy đủ, sự liền lại cùng sự tăng trưởng nội mô sẽ làm xẹp phình mạch và tái cấu trúc lòng động mạch mang, biến chứng gặp là huyết khối trong stent, phù xung quanh túi phình, xuất huyết muộn, và tắc các nhánh bên⁷.

Nghiên cứu của Saatci trong nghiên cứu điều trị phình động mạch não bằng PED thay đổi dòng chảy với chỉ định là các phình mạch cổ rộng (≥ 4 mm), hay hệ số vòm túi phình/ cổ ($\leq 1,5$), phình lớn và khổng lồ, phình hình thoi, phình bóc tách⁸, phình dạng lõi nhẹ, phình với những góc chọn lọc khó cho thấy các biến chứng hẹp trong stent chiếm 0,5%, tỷ lệ biến chứng chung 14,1%, trong đó khuyết tật vĩnh viễn chiếm 1%, tử vong 0,5%, tắc hoàn toàn túi phình đạt 91,2% trong 6 tháng theo dõi⁸. Nghiên

cứ của Brinjikji Waleed, Murad Mohammad và cộng sự khi tổng kết điều trị phình động mạch não bằng stent thay đổi dòng chảy của các nghiên cứu lớn trên thế giới với 1451 bệnh nhân với 1654 túi phình⁹. Tỷ lệ tắc hoàn toàn túi phình là 76%, các biến chứng về khuyết tật thần kinh là 5% và tử vong là 4%, xuất huyết dưới nhện sau thủ thuật là 3%, xuất huyết nhu mô não là 3%, nhồi máu não lỗ khuyết 3%, đột quy nhồi máu não 6%. Loại stent chuyển dòng được chúng tôi sử dụng là loại Pipeline (EV3).

Như vậy, tỷ lệ thành công cuối cùng về kỹ thuật đặt stent chuyển dòng của chúng tôi là cao, 100% sau khi xử lý những di lệch không mong muốn hay nở không tốt. Nghiên cứu của Tibor Becske thấy thành công về kỹ thuật cũng đạt 99,1%³. Jame V Byrne tổng hợp các nghiên cứu về stent chuyển dòng đăng trong tạp chí EJMINT, thấy thành công về mặt kỹ thuật khi đặt stent chuyển dòng loại pipeline là 99%, loại Silk là 98,5%. Stent chuyển dòng khó mở gấp trong 17% và di lệch GĐNM ở vị trí không mong muốn là 12,3%¹⁰. Như vậy các con số GĐNM nở không tốt hay di lệch tương ứng của chúng tôi thấp hơn rất nhiều so với tổng hợp của tác giả này, nguyên nhân ghi nhận là chúng tôi lựa chọn nhóm bệnh nhân có phình mạch não giải phẫu đơn giản, không quá phức tạp và không quá lớn trong điều trị can thiệp.

MINH HOẠ CA LÂM SÀNG



Hình 1: BN Nguyễn Thị H 61 tuổi, chẩn đoán túi phình mạch não vị trí Siphon kích thước 6,4 x 8,2mm, nhập viện vì đau đầu. bệnh nhân được đặt stent chuyển dòng điều trị.

V. KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu 23 trường hợp được đặt stent chuyên dòng để điều trị phình động mạch não chúng tôi nhận thấy đây là một phương pháp điều trị ít xâm lấn, hiệu quả, an toàn, tỉ lệ thành công cao, biến chứng thủ thuật thấp. Nên được áp dụng điều trị phình ĐMN có nguy cơ tiến triển để dự phòng biến chứng vỡ. Tuy nhiên hiện nay số lượng nghiên cứu còn hạn chế, vì vậy cần có những nghiên cứu sâu hơn để đánh giá kết quả lâu dài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Gory B, Berge J, Bonafé A, et al. Flow Diverters for Intracranial Aneurysms. *Stroke*. 2019;50(12):3471-3480.
2. Lylyk P, Miranda C, Ceratto R, et al. Curative endovascular reconstruction of cerebral aneurysms with the pipeline embolization device: the Buenos Aires experience. *Neurosurgery*. 2009;64(4):632-642; discussion 642-643;
3. Becske T, Kallmes DF, Saatci I, et al. Pipeline for uncoilable or failed aneurysms: results from a multicenter clinical trial. *Radiology*. 2013;267(3):858-868.
4. Le Van Phuoc, Nguyen Huynh Nhat Tuan, Le Van Khoa (2018). Early results of endovascular intervention for treatment of large and giant cerebral aneurysm with flow-diverting

stents at Cho Ray hospital.

5. Kessler IM, Mounayer C, Piotin M, Spelle L, Vanzin JR, Moret J. The use of balloon-expandable stents in the management of intracranial arterial diseases: a 5-year single-center experience. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2005;26(9):2342-2348.
6. Dang Hong Minh (2008). Study on clinical features, imaging of subarachnoid bleeding in elderly people,.
7. Alderazi YJ, Shastri D, Kass-Hout T, Prestigiacomo CJ, Gandhi CD. Flow Diverters for Intracranial Aneurysms. *Stroke Res Treat*. 2014;2014:e415653.
8. Saatci I, Yavuz K, Ozer C, Geyik S, Cekirge HS. Treatment of intracranial aneurysms using the pipeline flow-diverter embolization device: a single-center experience with long-term follow-up results. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2012;33(8):1436-1446.
9. Brinjikji W, Murad MH, Lanzino G, Cloft HJ, Kallmes DF. Endovascular treatment of intracranial aneurysms with flow diverters: a meta-analysis. *Stroke*. 2013;44(2):442-447.
10. Byrne JV, Szikora I. Flow diverters in the management of intracranial aneurysms: A review. *EJMINT Orig Artic*. 2012;2012:1-22.