

DOI: 10.59715/pntjimp.5.3.3

Nghiên cứu đặc điểm và biến thể giải phẫu đa giác Willis ở người Việt Nam trưởng thành bằng cộng hưởng từ mạch máu (TOF-MRA)

Dương Thị Ánh Ngọc^{1,2}, Âu Dương Mỹ Vân^{1,2}

¹Trường Đại học Y khoa Phạm Ngọc Thạch, Thành phố Hồ Chí Minh

²Khoa Chẩn đoán hình ảnh, Bệnh viện Nhân dân 115, Thành phố Hồ Chí Minh

Tóm tắt

Đặt vấn đề: Đa giác Willis (ĐGW) là một vòng nối động mạch quan trọng tại nền sọ, đảm bảo sự ổn định của tuần hoàn não. Các biến thể giải phẫu của nó rất phổ biến và có thể ảnh hưởng đến nguy cơ cũng như diễn tiến của bệnh lý mạch máu não. Dữ liệu về đặc điểm hiện hình ĐGW trên cộng hưởng từ mạch máu (MRA) bằng kỹ thuật 3D Time-of-Flight (TOF-3D) ở người Việt Nam còn hạn chế.

Mục tiêu: Mô tả mức độ hoàn chỉnh, các biến thể giải phẫu của đa giác Willis trên cộng hưởng từ mạch máu não TOF-3D MRA ở người Việt Nam trưởng thành được chụp MRA não tại Bệnh viện Nhân dân 115 và phân tích mối liên quan giữa sự hiện hình biến thể đa giác Willis trên TOF-3D MRA với tuổi.

Đối tượng và phương pháp: Nghiên cứu mô tả cắt ngang, hồi cứu trên 322 bệnh nhân (≥ 18 tuổi, 193 nữ, 129 nam) được chụp MRA não 1,5T với chuỗi xung TOF-3D tại bệnh viện Nhân dân 115 từ 10/2023 đến 10/2024. Các biến thể giải phẫu được phân loại dựa trên tiêu chí định lượng thiếu sản (động mạch chính $< 1,0$ mm; động mạch thông $< 0,5$ mm) và được mã hóa theo hệ thống của Anne G. Osborn. Mối liên quan giữa biến thể và tuổi được phân tích bằng các phép kiểm Chi bình phương (hoặc Fisher exact). Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê khi $p < 0,05$.

Kết quả: Tỷ lệ đa giác ĐGW hoàn chỉnh toàn bộ trên 3D TOF-MRA là 23,0%. Vòng tuần hoàn trước (VHTT) hiện hình hoàn chỉnh trong 71,4% trường hợp, trong khi vòng tuần hoàn sau (VTHS) chỉ hoàn chỉnh 28,3%. Biến thể gặp nhiều nhất ở VHTT là thiếu/bất sản động mạch thông trước (22,7%). Ở VTHS, biến thể chiếm ưu thế là thiếu/bất sản động mạch thông sau (ĐMTS), với dạng thiếu/bất sản một bên chiếm 34,5%. Một phát hiện đáng chú ý là sự đa dạng cấu hình rất lớn, với tổng cộng 63 cấu hình ĐGW khác nhau được ghi nhận trên 3D TOF-MRA, bao gồm 9 dạng biến thể đơn lẻ và 54 dạng tổ hợp biến thể. Theo phân loại Osborn, nhóm B (có biến thể ĐMTS) chiếm đa số (64,6%). Tuổi có mối liên quan có ý nghĩa thống kê với phân bố biến thể ở VHTT ($p = 0,019$) và VTHS ($p = 0,004$), trong đó tỷ lệ hiện hình biến thể VTHS trên 3D TOF-MRA cao hơn rõ ở nhóm ≥ 60 tuổi.

Kết luận: Cấu hình ĐGW kinh điển chỉ chiếm thiểu số trong mẫu nghiên cứu gồm người Việt Nam trưởng thành được chụp TOF-3D MRA tại bệnh viện. Các biến thể giải phẫu ĐGW trên TOF-3D MRA rất phổ biến, đặc biệt ở vòng tuần hoàn sau, được ghi nhận với tần suất cao hơn ở người cao tuổi. Việc nhận diện và báo cáo các biến thể này có ý nghĩa quan trọng trong thực hành lâm sàng.

Từ khoá: Đa giác Willis, biến thể giải phẫu, cộng hưởng từ, TOF - 3D

Ngày nhận bài:

18/11/2025

Ngày phân biện:

08/12/2025

Ngày đăng bài:

20/07/2026

Tác giả liên hệ:

Dương Thị Ánh Ngọc

Email: duongthianhngoc

@gmail.com

ĐT: 0967866826

Abstract

Anatomical Characteristics and Variants of the Circle of Willis in Vietnamese Adults on Time-of-Flight Magnetic Resonance Angiography (TOF-MRA)

Background: The Circle of Willis (CoW) is a critical anastomotic structure of the cerebral vasculature, ensuring cerebral perfusion stability. Its anatomical variations are common and may affect the risk of cerebrovascular diseases. Data on the imaging appearance of the CoW on magnetic resonance angiography (MRA) using three-dimensional time-of-flight (3D TOF) in the Vietnamese population is limited.

Objectives: To describe the completeness and anatomical variants of the Circle of Willis on 3D TOF-MRA of the brain in Vietnamese adults who underwent cerebral MRA at Nhan Dan 115 Hospital, and to analyze the association between the presence of Circle of Willis variants as visualized on 3D TOF-MRA and age.

Methods: A cross-sectional, retrospective study was conducted on 322 patients (≥ 18 years, 193 females, 129 males) who underwent 1.5T brain MRA with a 3D time-of-flight (TOF) sequence at People's Hospital 115 from October 2023 to October 2024. Anatomical variations were classified based on quantitative criteria for hypoplasia (major artery < 1.0 mm; communicating artery < 0.5 mm) and coded according to the Anne G. Osborn system. The association between variations and age was analyzed using the Chi-square test (or Fisher's exact test). A p-value < 0.05 was considered statistically significant.

Results: The prevalence of a complete CoW on 3D TOF-MRA was 23.0%. The anterior circulation was completely visualized in 71.4% of cases, whereas the posterior circulation was completely visualized in only 28.3%. The most common variation in the anterior circulation was hypoplasia/aplasia of the anterior communicating artery (22.7%). In the posterior circulation, hypoplasia/aplasia of the posterior communicating artery was dominant, with unilateral hypoplasia/aplasia accounting for 34.5%. A key finding was the great morphological diversity, with a total of 63 different CoW configurations recorded on 3D TOF-MRA, comprising 9 univariate and 54 multivariate variations. According to the Osborn classification, Group B (PComA variations) was the most prevalent (64.6%). Age was significantly associated with the distribution of variations in both the anterior ($p = 0.019$) and posterior ($p = 0.004$) circulations, with posterior circulation variations on 3D TOF-MRA being more frequent in patients aged ≥ 60 years than in younger age groups.

Conclusions: The classic CoW configuration accounted for only a minority of cases in this sample of Vietnamese adults who underwent 3D TOF-MRA at our hospital. Anatomical variants of the CoW on 3D TOF-MRA were very common, particularly in the posterior circulation, and were observed with a higher frequency in older individuals. Identifying and reporting these variations is of significant importance in clinical practice.

Keywords: Circle of Willis, Anatomical variations, Magnetic Resonance Imaging (MRI), 3D Time-of-Flight (3D TOF)

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đa giác Willis (ĐGW), được đặt theo tên của bác sĩ người Anh Thomas Willis, là một vòng nối động mạch hình đa giác nằm ở bề gian cuống tại nền sọ [1, 2]. Về mặt giải phẫu, cấu trúc này được hình thành bởi sự thông nối giữa hai hệ thống cấp máu chính cho não: hệ tuần hoàn trước (bắt nguồn từ động mạch cảnh trong) và hệ tuần hoàn sau (bắt nguồn từ hệ động mạch

đốt sống - thân nền). Cấu hình kinh điển của ĐGW bao gồm động mạch thông trước (ĐMTT) nối hai động mạch não trước (ĐMNT), và hai động mạch thông sau (ĐMTS) nối động mạch cảnh trong với động mạch não sau (ĐMNS) tương ứng ở mỗi bên.

Chức năng sinh lý của ĐGW là vô cùng quan trọng, nó hoạt động như một hệ thống phân phối và bù trừ huyết động, cho phép

máu được tái phân phối từ bên này sang bên kia và từ trước ra sau, đảm bảo sự tưới máu liên tục cho não bộ ngay cả khi có sự sụt giảm lưu lượng ở một trong các mạch máu chính [3]. Tuy nhiên, cấu hình kinh điển hoàn chỉnh này chỉ tồn tại ở một thiểu số dân số, với tỷ lệ dao động từ 12% đến 45% trong các nghiên cứu khác nhau [4-6]. Sự hiện diện của các biến thể không chỉ là vấn đề giải phẫu thuần túy mà còn có những hàm ý lâm sàng sâu sắc. Một ĐGW không hoàn chỉnh làm suy giảm nghiêm trọng khả năng cung cấp tuần hoàn bàng hệ, làm tăng nguy cơ nhồi máu não khi có hẹp tắc động mạch cảnh hoặc đột sống [3]. Hơn nữa, các biến thể có thể làm thay đổi huyết động bên trong vòng nối, tạo ra các điểm có ứng suất dòng chảy cao, góp phần vào sự hình thành và vỡ của các túi phình động mạch não, đặc biệt là tại vị trí ĐMTT [7].

Để khảo sát ĐGW, nhiều phương pháp chẩn đoán hình ảnh đã được áp dụng chụp mạch máu số hóa xóa nền (DSA), chụp cắt lớp vi tính đa dãy (MSCTA),... Trong những năm gần đây, chụp cộng hưởng từ mạch máu (MRA) với chuỗi xung 3D Time-of-Flight (TOF - 3D) đã nổi lên như một công cụ mạnh mẽ, cho phép khảo sát chi tiết cấu trúc mạch máu não với độ phân giải cao mà không cần tiêm thuốc cản quang hay phơi nhiễm tia xạ, rất lý tưởng cho các nghiên cứu dịch tễ trên quần thể lớn [8, 9].

Tại Việt Nam đã có một số nghiên cứu về biến thể ĐGW, tuy nhiên phần lớn dựa trên MSCTA [10, 11], các nghiên cứu dựa trên MRA còn hạn chế [12]. Do đó, việc thực hiện một nghiên cứu quy mô lớn hơn sử dụng kỹ thuật TOF-3D MRA là cần thiết để xây dựng một bộ dữ liệu tham chiếu chi tiết về sự *hiện hình ĐGW bình thường và các biến thể ĐGW trên TOF-3D MRA* ở người Việt Nam trưởng thành. Do đó, chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu biến

thể giải phẫu đa giác Willis ở người Việt Nam trưởng thành trên cộng hưởng từ với mục tiêu: Mô tả mức độ hoàn chỉnh, các biến thể giải phẫu của ĐGW trên cộng hưởng từ mạch máu não TOF-3D MRA ở người Việt Nam trưởng thành và phân tích mối liên quan giữa sự hiện hình biến thể ĐGW với tuổi.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết kế nghiên cứu và đối tượng

Nghiên cứu mô tả cắt ngang, hồi cứu được thực hiện trên 322 bệnh nhân (≥ 18 tuổi) là người Việt Nam đến khám tại khoa Khám bệnh đã được chụp MRA não bằng máy 1.5 Tesla tại Bệnh viện Nhân dân 115 trong khoảng thời gian từ tháng 10/2023 đến tháng 10/2024, với nhiều lý do như đau đầu, chóng mặt, nghi ngờ hoặc tầm soát tai biến mạch máu não, tầm soát dị dạng mạch máu, kiểm tra sức khỏe theo yêu cầu,... Lấy mẫu thuận tiện, cỡ mẫu cuối cùng sau khi áp dụng các tiêu chuẩn chọn mẫu và loại trừ là 322 trường hợp.

- **Tiêu chuẩn chọn mẫu:** Bệnh nhân ≥ 18 tuổi; hình ảnh MRI có chất lượng tốt, cho phép đánh giá rõ ràng tất cả các thành phần của ĐGW; không có các tổn thương nội sọ gây biến đổi cấu trúc giải phẫu mạch máu như nhồi máu não hoặc xuất huyết não cấp/bán cấp, u não chèn ép, xơ vữa gây hẹp nặng ($>50\%$) các động mạch chính, phình mạch lớn, hoặc dị dạng động-tĩnh mạch tại khu vực ĐGW.

- **Tiêu chuẩn loại trừ:** Hình ảnh có nhiều ảnh (artifact) do chuyển động hoặc từ tính làm hạn chế đánh giá; có tiền sử phẫu thuật hoặc can thiệp nội mạch tại vùng ĐGW; hoặc có các bệnh lý cấp tính/mạn tính không thỏa mãn tiêu chuẩn chọn mẫu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- **Quy trình chụp:** Tất cả các bệnh nhân được chụp cộng hưởng từ mạch máu TOF-3D trên hệ thống MRI 1.5 Tesla (SIGNA Explorer, GE Healthcare và

MAGNETOM Amira, Siemens), với các thông số kỹ thuật chính: TR/TE: 25/7 ms; độ dày lát cắt: 0.8 mm; ma trận: 320x224; FOV: 200 mm.

- **Phân tích hình ảnh:** Dữ liệu hình ảnh gốc được xử lý trên máy trạm bằng kỹ thuật tái tạo hình đa bình diện (MPR) và hình chiếu cường độ tối đa (MIP) để bộc lộ rõ nhất cấu trúc ĐGW. Đường kính các nhánh động mạch được đo trên các lát cắt axial ảnh nguồn hoặc lát tái tạo đa mặt phẳng vuông góc với trục mạch. Hai bác sĩ Chẩn đoán hình ảnh có kinh nghiệm (trên 5 năm) đã độc lập phân tích hình ảnh. Các trường hợp có đánh giá khác biệt được thảo luận để đi đến kết luận thống nhất.

- **Định nghĩa và phân loại:**

- **Bất sản:** được định nghĩa khi không quan sát thấy đoạn mạch tương ứng trên ảnh nguồn và ảnh tái tạo, phản ánh tình trạng không hiện hình dòng chảy trên TOF-3D MRA chứ không khẳng định bất sản giải phẫu thực sự.

- **Thiếu sản:** được định nghĩa khi đường kính của động mạch chính < 1 mm, đường kính của động mạch thông < 0,5 mm[13], phản ánh tình trạng hiện hình rất nhỏ của dòng chảy trên TOF-3D MRA.

- **ĐGW hoàn chỉnh:** được định nghĩa khi tất cả các thành phần của vòng đa giác đều hiện diện và có đường kính bình

thường (không thiếu/bất sản), bao gồm: đoạn A1 của ĐMNT hai bên, một ĐMTT, ĐMTS hai bên và đoạn P1 của ĐMNS hai bên.

- **ĐGW bình thường (dạng cổ điển):** được định nghĩa là một ĐGW hoàn chỉnh và đồng thời không có bất kỳ biến thể hình thái nào (như dạng cửa sổ, tách đôi...)

- **Phân loại Osborn:** Cấu hình ĐGW được phân loại theo hệ thống của Osborn: Loại A (hoàn chỉnh), loại B (Có ít nhất 1 biến thể ở ĐMTS (thiếu/bất sản)), loại C (Có ít nhất 1 biến thể ở A1 (thiếu/bất sản)), loại D (phôi thai ĐMNS), loại E (phôi thai ĐMNS - bất sản/thiếu sản đoạn A1), loại F,G (biến thể hình dạng ĐMTT), loại H (bất sản ĐMTT).

2.3. Xử lý số liệu

Số liệu được nhập bằng phần mềm Excel 2019 và được xử lý bằng phần mềm SPSS 27.0. Các biến định tính được mô tả bằng tần số và tỉ lệ phần trăm. Phép kiểm Chi bình phương (hoặc Fisher exact) được sử dụng để xét mối liên hệ giữa các biến định tính. Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê khi $p < 0,05$.

2.4. Vấn đề y đức

Nghiên cứu đã được thông qua bởi Hội đồng Y đức trong nghiên cứu y sinh học của Bệnh viện Nhân dân 115.

3. KẾT QUẢ

3.1. Đặc điểm đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu gồm 322 bệnh nhân với tuổi trung bình là $49,7 \pm 13,2$. Nhóm tuổi 40–59 chiếm đa số (50,0%). Nữ giới chiếm 59,9% (193 bệnh nhân) và nam giới chiếm 40,1% (129 bệnh nhân). Tuổi nhỏ nhất là 18, tuổi lớn nhất là 88.

3.2. Mức độ hoàn chỉnh và các biến thể giải phẫu đa giác Willis

Bảng 1. Các mức độ hoàn chỉnh của ĐGW

Hình thái học	Số lượng (n)	Tỉ lệ (%)
VHTT hoàn chỉnh	230	71,4
VTHS hoàn chỉnh	91	28,3
Toàn bộ ĐGW hoàn chỉnh	74	23,0
ĐGW hoàn chỉnh một phần	173	53,7
Không có ĐGW hoàn chỉnh	75	23,3

Tỉ lệ ĐGW hoàn chỉnh toàn bộ là 23,0%. Đa số các trường hợp (77,0%) có biến thể, bao gồm 53,7% hoàn chỉnh một phần và 23,3% không hoàn chỉnh. Ghi nhận sự bất cân xứng rõ rệt giữa hai bán vòng, biến thể gặp nhiều ở VTHS: VTHT hoàn chỉnh trong 71,4% trường hợp, trong khi VTHS hoàn chỉnh trong 28,3% trường hợp.

Bảng 2. Tỉ lệ các biến thể chính theo thành phần của đa giác Willis

Biến thể giải phẫu	Số lượng (n)	Tỉ lệ (%)
Vòng tuần hoàn sau		
Bất sản/Thiếu sản ĐMTS một bên	111	34,5
Bất sản/Thiếu sản ĐMTS hai bên	97	30,1
Nguồn gốc phôi thai của ĐMNS (một hoặc hai bên)	56	17,4
Bất sản/Thiếu sản đoạn P1 của ĐMNS	31	9,6
Vòng tuần hoàn trước		
Bất sản/Thiếu sản ĐMTT	73	22,7
Bất sản/Thiếu sản đoạn A1 của ĐMNT	24	7,5
Các biến thể hình dạng của ĐMTT (dạng đôi, cửa sổ...)	3	0,9

Thiếu/bất sản ĐMTT là biến thể phổ biến nhất ở VTHT (22,7%). Tại VTHS, biến thể ở ĐMTS chiếm ưu thế tuyệt đối, với dạng bất sản/thiếu sản một bên (34,5%) và hai bên (30,1%) là thường gặp nhất.

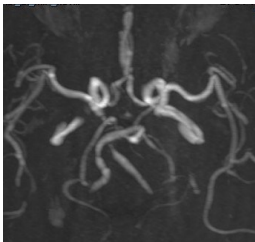
3.3. Sự đa dạng của các cấu hình tổ hợp và phân loại theo hệ thống Osborn

Một phát hiện quan trọng của nghiên cứu là sự đa dạng hình thái rất lớn với tổng cộng 63 cấu hình giải phẫu khác nhau của ĐGW. Trong đó, có 9 dạng biến thể đơn lẻ và 54 dạng tổ hợp biến thể phức tạp của hai hoặc nhiều biến thể. Cấu hình tổ hợp phổ biến nhất là bất sản ĐMTS hai bên kèm bất sản ĐMTT được ghi nhận ở 25 trường hợp (7,8%).

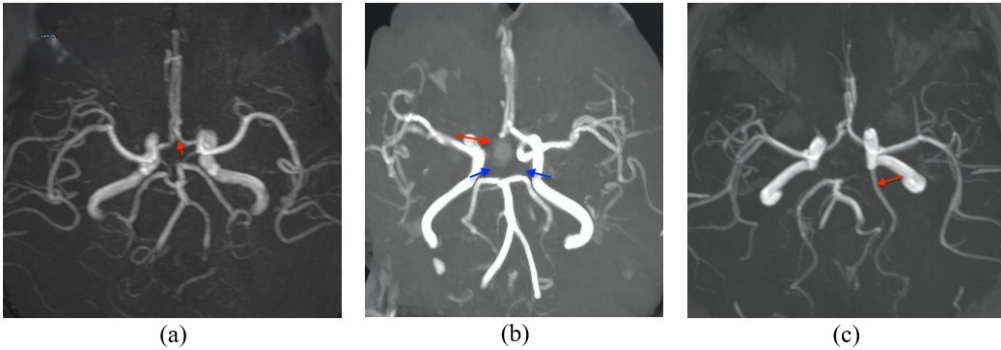
Bảng 3. Phân loại cấu hình đa giác Willis theo hệ thống Osborn (n = 322)

Loại theo Osborn	Mô tả chính	Số lượng (n)	Tỉ lệ (%)
A	Đa giác Willis hoàn chỉnh	74	23,0%
B	Có ít nhất 1 biến thể ở ĐMTS (thiếu/bất sản)	208	64,6%
C	Có ít nhất 1 biến thể ở đoạn A1 (thiếu/bất sản)	24	7,5%
D	Có nguồn gốc phôi thai của ĐMNS	56	17,4%
E	Phôi thai ĐMNS + thiếu/bất sản A1	8	2,5%
F, G	Có biến thể hình dạng ĐMTT (dạng đôi, cửa sổ)	3	0,9%
H	Bất sản ĐMTT	72	22,4%

Khi áp dụng hệ thống phân loại của Osborn, loại B (bất sản/thiếu sản ĐMTS) là loại phổ biến nhất chiếm 64,6%.



Hình 1. ĐGW bình thường trên TOF-3D MRA



Hình 2. Một số biến thể giải phẫu ĐGW gấp trên TOF-3D MRA

- (a) Bất sản ĐMTT (mũi tên đỏ): Không thấy hiện hình ĐMTT trên TOF-3D MRA.
- (b) Bất sản đoạn A1 ĐMNT bên phải (mũi tên đỏ) kèm bất sản ĐMTS hai bên (mũi tên xanh): Không thấy hiện hình đoạn A1 bên phải và ĐMTS 2 bên trên TOF-3D MRA.
- (c) ĐMNS bên trái dạng phôi thai (mũi tên) kèm bất sản P1 bên trái: ĐMNS trái xuất phát từ ĐMCT trái, không thấy hiện hình đoạn P1 bên trái trên TOF-3D MRA.

3.4. Mối liên quan với tuổi

Bảng 4. Phân bố các biến thể chung và dạng bình thường của VTHT theo nhóm tuổi

		Nhóm tuổi			Tổng số	p
		18 – 39 tuổi	40 – 59 tuổi	≥ 60 tuổi		
VTHT	Bình thường	73 82,0%	105 65,2%	50 69,4%	228 70,8%	0,019
	Biến thể	16 18,0%	56 34,8%	22 30,6%	94 29,2%	
Tổng số		89 100%	161 100%	72 100%	322 100%	

Tỉ lệ mang ≥ 1 biến thể VTHT tăng từ nhóm 18–39 tuổi (18,0%) lên nhóm 40–59 tuổi (khoảng 35,0%) và vẫn ở mức cao ở nhóm ≥ 60 tuổi (khoảng 31,0%). Có mối liên quan có ý nghĩa thống kê giữa phân bố VTHT bình thường/biến thể và nhóm tuổi ($\chi^2(2) = 7,91$; $p = 0,019 < 0,05$), cho thấy tỉ lệ hiện hình biến thể VTHT trên TOF-3D MRA khác nhau đáng kể giữa các nhóm tuổi.

Kiểm định xu hướng tuyến tính không đạt ngưỡng 0,05 ($p = 0,057$), cho thấy sự thay đổi tần suất biến thể VTHT theo tuổi không hoàn toàn theo xu hướng tuyến tính, với tỉ lệ cao nhất ghi nhận ở nhóm 40–59 tuổi trong mẫu nghiên cứu của chúng tôi.

Bảng 5. Phân bố các biến thể chung và dạng bình thường của VTHTS theo nhóm tuổi

		Nhóm tuổi			Tổng số	p
		18 – 39 tuổi	40 – 59 tuổi	≥ 60 tuổi		
VTHTS	Bình thường	27 30,3%	50 31,1%	8 11,1%	85 26,4%	0,004
	Biến thể	62 69,7%	111 68,9%	64 88,9%	237 73,6%	
Tổng số		89 100%	161 100%	72 100%	322 100%	

Tuổi có mối liên quan có ý nghĩa thống kê với sự hiện hình biến thể VTHS trên TOF-3D MRA. Tỷ lệ hiện hình biến thể ở VTHS trên TOF-3D MRA cao hơn ở nhóm ≥ 60 tuổi (88,9%) so với các nhóm trẻ hơn (phép kiểm Chi bình phương, $p=0,004$). Nguy cơ hiện hình vòng tuần hoàn sau không hoàn chỉnh trên TOF-3D MRA ở nhóm ≥ 60 tuổi cao hơn khoảng 3,5 lần so với nhóm 18–39 tuổi (OR = 3,48; KTC 95%: 1,47–8,26).

4. BÀN LUẬN

Nghiên cứu của chúng tôi dựa trên dữ liệu TOF-3D MRA từ 322 người Việt Nam trưởng thành được chụp MRA não tại bệnh viện Nhân dân 115, qua đó cung cấp một cái nhìn chi tiết hơn về sự đa dạng cấu trúc của đa giác Willis (ĐGW) trên cộng hưởng từ mạch máu.

Tỷ lệ ĐGW hoàn chỉnh 23,0% của chúng tôi rất tương đồng với nghiên cứu trong nước của Võ Thị Thúy Hằng và cộng sự (2024) (23,4%), nghiên cứu này cũng sử dụng kỹ thuật TOF-3D MRA và cỡ mẫu tương đương ($n=320$) [12]. Sự tương đồng giữa hai nghiên cứu tại Việt Nam cho thấy tính ổn định của ước lượng này trong bối cảnh bệnh viện. So với các nghiên cứu nước ngoài, tỷ lệ ĐGW hoàn chỉnh nghiên cứu của chúng tôi gần tương đồng với nghiên cứu của Diljohn và cộng sự (2024) tại Trinidad (24,3%) [4]. Tuy nhiên, tỷ lệ này lại cao hơn đáng kể so với nghiên cứu cộng đồng Tromsø (2020) tại Na Uy (11,9%) [6] và thấp hơn một chút so với nghiên cứu của Enyedi (2023) tại Romania (30,9%) [5]. Sự khác biệt này có thể được lý giải bởi sự khác nhau về bối cảnh (bệnh viện so với cộng đồng), từ trường máy CHT (1.5T so với 3T) và các tiêu chí phân loại được áp dụng [14].

Một trong những phát hiện tương đồng và quan trọng nhất của nghiên cứu là bất đối xứng về biến thể giữa hai vòng tuần

hoàn. Biến thể vòng tuần hoàn sau (chỉ 28,3% hoàn chỉnh) nhiều hơn đáng kể so với vòng tuần hoàn trước (71,4% hoàn chỉnh). Điều này chủ yếu là do tần suất rất cao của các biến thể ở ĐMTS với tổng cộng 64,6% đối tượng có bất sản/thiếu sản ĐMTS một hoặc hai bên. Sự thiếu hụt cầu nối quan trọng này giữa hệ cảnh và hệ đốt sống - thân nên có ý nghĩa huyết động sâu sắc, làm giảm khả năng bù trừ khi có tắc nghẽn động mạch.

Trong nghiên cứu của chúng tôi, VTHT tương đối bảo tồn về giải phẫu, các biến thể chủ yếu xuất hiện ở ĐMTT và đoạn A1 của ĐMNT. Tần suất thiếu/bất sản ĐMTT trong nghiên cứu của chúng tôi nổi bật hơn so với đoạn A1, một phát hiện phù hợp với nhiều nghiên cứu lớn khác [14]. So với nghiên cứu trong nước, kết quả của chúng tôi tương đồng với nghiên cứu của Võ Thị Thúy Hằng và cs (2024): Tác giả Hằng và cs ghi nhận VTHT bình thường chiếm ưu thế, trong các biến thể thì thiếu/bất sản ĐMTT (15,6%) phổ biến hơn A1 (5,6%) [12]. So với các nghiên cứu quốc tế, Diljohn (2024) cũng xếp ĐMTT vào nhóm biến thể trước thường gặp (thiếu sản ĐMTT là 8,6%), còn Enyedi (2023) nhận mạnh bất sản/thiếu sản A1 một bên (13,5%) là biến đổi đáng kể trong vòng trước [4, 5]. Nghiên cứu của Kızılgöz (2022) cho thấy “type A” (phần trước hoàn chỉnh) chiếm đa số, trong khi các biến thể ĐMTT/A1 là hai biến thể chủ đạo [8] - điểm này tương đồng với nghiên cứu của chúng tôi.

ĐMTT là cầu nối huyết động quan trọng nhất giữa hai bán cầu, cho phép máu từ hệ cảnh bên này chảy sang bên đối diện khi cần. Bất sản hoặc thiếu sản cầu nối này (biến thể nhóm H theo Osborn) sẽ làm suy yếu nghiêm trọng cơ chế bù trừ này. Trong các tình huống lâm sàng như hẹp nặng ĐM cảnh trong một bên hoặc khi cần kẹp tạm thời ĐM cảnh trong phẫu thuật (ví dụ bóc

tách nội mạc), bệnh nhân có ĐMTT không hoàn chỉnh sẽ có nguy cơ thiếu máu não ở bán cầu bị ảnh hưởng cao hơn đáng kể [15]. Do đó việc mô tả rõ tình trạng ĐMTT và đoạn A1 trên TOF-3D MRA không chỉ mang ý nghĩa mô tả cấu trúc mà còn có giá trị thực tiễn trong lập kế hoạch điều trị và tiên lượng một số trường hợp can thiệp mạch máu.

Trái ngược với VTHT, VTHS là vùng tập trung phần lớn các biến thể, chủ yếu liên quan đến ĐMTS. Trong nghiên cứu này, dạng thường gặp nhất là thiếu/bất sản ĐMTS một bên, tiếp theo là thiếu/bất sản ĐMTS hai bên; thiếu/bất sản đoạn P1 và ĐMNS dạng phôi thai xuất hiện với tần suất thấp hơn. Kết quả tỉ lệ biến thể chung của VTHS trong nghiên cứu của chúng tôi tương đồng với nghiên cứu của Võ Thị Thuý Hằng và cs (2024), trong nghiên cứu của tác giả Hằng và cs (2024) biến thể VTHS chiếm 77,8%, trong đó thiếu/bất sản ĐMTS hai bên chiếm khoảng 44,4% và một bên khoảng 18,4%, còn VTHS bình thường chỉ 22,2% [12].

Các nghiên cứu trên thế giới cũng cho thấy VTHS kém hoàn chỉnh, tương đồng với nghiên cứu của chúng tôi. Nghiên cứu của Diljohn (2024) ghi nhận biến thể VTHS thường gặp nhất là bất sản ĐMTS hai bên khoảng 18,4% [4], nghiên cứu của Enyedi (2023) mô tả bất sản ĐMTS một bên ở khoảng 2,2% ở người Romania [5]; nghiên cứu cộng đồng Tromsø ở Na Uy (2020, MRA 3T) cho thấy bất sản ĐMTS hai bên ở khoảng 27–28% khi áp dụng tiêu chí khắt khe hơn [6], tỉ lệ này tương đồng với nghiên cứu của chúng tôi (28,3%). Khác biệt giữa các nghiên cứu chủ yếu do phương pháp (từ trường, độ phân giải, ngưỡng thiếu sản, bối cảnh thu thập) khác nhau.

Sự biến thiên phổ biến và có tính quy luật của các thành phần vòng sau không phải là ngẫu nhiên, mà có thể được lý giải

từ góc độ phôi thai học. Trong giai đoạn bào thai, ĐMTS là một nhánh lớn của ĐM cảnh trong có vai trò cấp máu chính cho vùng não sau. Sau khi sinh, khi hệ đốt sống-thân nền phát triển hoàn chỉnh và đảm nhận vai trò cấp máu chính, ĐMTS sẽ dần thoái triển và trở thành một nhánh mạch nhỏ hơn. Mức độ thoái triển này không đồng đều ở mọi cá thể, dẫn đến sự đa dạng hình thái mà chúng ta quan sát được ở người trưởng thành.

Điểm nổi bật nhất trong nghiên cứu của chúng tôi là đã xác định được 63 cấu hình ĐGW khác nhau, trong đó có 54 dạng là tổ hợp của nhiều biến thể. Con số này cao hơn so với các nghiên cứu trước đây: 37 cấu hình trong nghiên cứu của Võ Thị Thuý Hằng và cs [12], 47 cấu hình trong nghiên cứu Tromsø còn Diljohn/Enyedi chủ yếu báo cáo theo bán vòng [4-6]; kết quả của chúng tôi tương đồng về thứ bậc ưu thế khi VTHS chiếm ưu thế trong đa số cấu hình. Chúng tôi xác định nhiều cấu hình giải phẫu hơn có thể do phương pháp phân tích chi tiết hơn. Điều này nhấn mạnh rằng việc phân loại ĐGW chỉ đơn thuần là "hoàn chỉnh" hay "không hoàn chỉnh" là chưa đủ. Sự đa dạng của các tổ hợp biến thể tạo ra vô số các mô hình huyết động khác nhau, đòi hỏi một cách tiếp cận cá thể hóa trong đánh giá nguy cơ.

Khi phân loại theo hệ thống Osborn, loại B (bất sản/thiếu sản ĐMTS) chiếm ưu thế với tỉ lệ 64,6%. Đây là thông tin cực kỳ giá trị cho thấy phần lớn dân số nghiên cứu có một điểm yếu nhất định trong khả năng cung cấp tuần hoàn bàng hệ từ trước ra sau. Đối với bệnh nhân bị hẹp động mạch cảnh trong, bất sản/thiếu sản ĐMTS có thể là yếu tố quyết định dẫn đến nhồi máu não [2, 3].

Nghiên cứu của chúng tôi cho thấy tuổi có mối liên quan có ý nghĩa thống kê với sự hiện hình biến thể VTHS trên TOF-3D MRA. Điều này phù hợp với nhiều nghiên

cứu khác như nghiên cứu của Võ Thị Thúy Hằng và cs (2024), nghiên cứu của Diljohn (2024), nghiên cứu của Enyedi (2023), nghiên cứu Tromsø (2020) [4-6, 12]. Các số liệu về tần suất biến thể được ghi nhận trên TOF-3D MRA vốn là kỹ thuật phụ thuộc tín hiệu dòng chảy. Ở người cao tuổi, sự hiện diện của xơ vữa, hẹp mạch và các yếu tố nguy cơ mạch máu (tăng huyết áp, đái tháo đường, rối loạn lipid máu...) có thể làm dòng chảy chậm, xoáy hoặc thay đảo chiều, dẫn đến giảm tín hiệu hoặc mất tín hiệu dòng chảy ở những mạch nhỏ như ĐMTS và đoạn P1. Do vậy, mối liên quan giữa biến thể ĐGW với tuổi trong nghiên cứu này có thể phản ánh sự kết hợp giữa cấu trúc bẩm sinh, các thay đổi mắc phải và giới hạn của kỹ thuật TOF-3D MRA trong bối cảnh huyết động phức tạp. Các nghiên cứu có thiết kế chuyên biệt hơn, thu thập đầy đủ dữ liệu về yếu tố nguy cơ tim mạch và đối chiếu với kỹ thuật tham chiếu như DSA, sẽ cần thiết để làm rõ hơn vai trò của tuổi và bệnh lý mạch máu đối với sự hiện hình của ĐGW trên MRA.

Nghiên cứu của chúng tôi có một số hạn chế. Thứ nhất, với thiết kế hồi cứu, đơn trung tâm tại một bệnh viện tuyến cuối, mẫu nghiên cứu được tuyển chọn từ các bệnh nhân được chỉ định chụp MRA não vì nhiều lý do khác nhau, nên có thể chịu ảnh hưởng của sai lệch chọn lựa và không đại diện hoàn toàn cho quần thể người Việt Nam trưởng thành trong cộng đồng. Thứ hai, mặc dù TOF-3D MRA trên máy 1,5T là phương tiện hữu ích và phổ biến để khảo sát hệ mạch não, bản chất phụ thuộc tín hiệu dòng chảy khiến kỹ thuật này nhạy cảm với dòng chảy chậm, xoáy hoặc phức tạp, có thể dẫn đến đánh giá cao hơn tỉ lệ bất sản/thiếu sản so với tiêu chuẩn vàng là DSA. Tỉ lệ bất sản/thiếu sản đặc biệt ở động mạch thông sau, chủ yếu phản ánh tỉ lệ mạch không hiện hình/ hiện hình rất nhỏ trên TOF-3D MRA 1,5T và có thể bao

gồm cả trường hợp dòng chảy chậm hoặc đảo chiều. Việc phân loại thiếu sản ở các mạch rất nhỏ chỉ mang tính tương đối do giới hạn độ phân giải và hiệu ứng thể tích từng phần. Thứ ba, nghiên cứu chưa phân tích có hệ thống ảnh hưởng của các yếu tố nguy cơ mạch máu (tăng huyết áp, đái tháo đường, rối loạn lipid máu, hút thuốc lá...) lên sự hiện hình ĐGW. Việc phân loại bất sản/thiếu sản dựa trên TOF-3D MRA 1,5T không cho phép phân biệt hoàn toàn giữa biến thể giải phẫu bẩm sinh và tổn thương mắc phải như hẹp do xơ vữa, đặc biệt ở nhóm cao tuổi. Các kết quả của chúng tôi nên được xem như dữ liệu tham khảo cho nhóm bệnh nhân được chụp MRA não tại bệnh viện, các nghiên cứu tiền cứu, đa trung tâm, kết hợp nhiều phương thức chẩn đoán hình ảnh – đặc biệt có đối chiếu với DSA – và thu thập đầy đủ dữ liệu lâm sàng sẽ giúp cải thiện độ chính xác và khả năng khái quát hóa của các kết luận.

5. KẾT LUẬN

Cấu hình đa giác Willis kinh điển chỉ chiếm khoảng một phần tư số trường hợp trong mẫu nghiên cứu người Việt Nam trưởng thành được chụp TOF-3D MRA tại bệnh viện. Các cấu hình không hoàn chỉnh/biến thể của đa giác Willis trên TOF-3D MRA rất phổ biến, chủ yếu tập trung ở vòng tuần hoàn sau với thiếu/bất sản động mạch thông sau, được ghi nhận với tần suất cao hơn ở các nhóm lớn tuổi. Việc nhận diện, mô tả và báo cáo một cách hệ thống các biến thể này có ý nghĩa quan trọng trong đánh giá khả năng tưới máu bù trừ và lập kế hoạch điều trị cho bệnh nhân có bệnh lý mạch máu não.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Rosner, J., V. Reddy, and F. Lui, Neuroanatomy, Circle of Willis, in StatPearls. 2024, StatPearls Publishing.
2. G.Osborn, A., Diagnostic cerebral

- Angiography. 1999: Lippincott Williams & Wilkins.
3. Hartkamp, M.J., et al., Circle of Willis collateral flow investigated by magnetic resonance angiography. *Stroke*, 1999. 30(12): p. 2671-8.
 4. Diljohn, J., et al., Anatomical variations in the circle of Willis on magnetic resonance angiography in a south Trinidad population. *BJR Open*, 2024. 6(1): p. tzad002.
 5. Enyedi, M., et al., Circle of Willis: anatomical variations of configuration. A magnetic resonance angiography study. *Folia Morphol (Warsz)*, 2023. 82(1): p. 24-29.
 6. Hindenes, L.B., et al., Variations in the Circle of Willis in a large population sample using 3D TOF angiography: The Tromsø Study. *PLoS One*, 2020. 15(11): p. e0241373.
 7. Dimmick, S.J. and K.C. Faulder, Normal Variants of the Cerebral Circulation at Multidetector CT Angiography. *RadioGraphics*, 2009. 29(4): p. 1027-1043.
 8. Kızılgöz, V., M. Kantarcı, and Ş. Kahraman, Evaluation of Circle of Willis variants using magnetic resonance angiography. *Sci Rep*, 2022. 12(1): p. 17611.
 9. Krabbe-Hartkamp, M.J., et al., Circle of Willis: morphologic variation on three-dimensional time-of-flight MR angiograms. *Radiology*, 1998. 207(1): p. 103-111.
 10. Tú, H.M., Nghiên cứu biến đổi giải phẫu mạch máu não trên hình ảnh MSCT 64. 2011, Luận văn Thạc sỹ y học, Đại học Y Hà Nội, tr. 6-107.
 11. Nguyễn, V.K., Trần, T. M. T., Nguyễn, Q. T. D., Phan, C. C., & Phạm, N. H. , Mô tả bất thường giải phẫu nửa sau vòng động mạch não trên chụp cắt lớp vi tính. *Tạp chí Điện quang & Y học hạt nhân Việt Nam*, 2020(40): p. 87-94.
 12. Võ, T., N. Phạm, T. Nguyễn, Ứng dụng kỹ thuật TOF-3D trong khảo sát biến thể giải phẫu đa giác Willis ở người trưởng thành. *Tạp chí Y học TP. Hồ Chí Minh*, 2024: p. 97-106.
 13. Iqbal, S., A comprehensive study of the anatomical variations of the circle of willis in adult human brains. *J Clin Diagn Res*, 2013. 7(11): p. 2423-7.
 14. Li, Q., et al., A multidetector CT angiography study of variations in the circle of Willis in a Chinese population. *J Clin Neurosci*, 2011. 18(3): p. 379-83.
 15. van Seeters, T., et al., Completeness of the circle of Willis and risk of ischemic stroke in patients without cerebrovascular disease. *Neuroradiology*, 2015. 57(12): p. 1247-51.