

KẾT QUẢ SỚM CỦA THAY VAN ĐỘNG MẠCH CHỦ QUA DA BẰNG VAN TỰ BUNG HYDRA THV TRONG CÁC CA BỆNH CÓ GIẢI PHẪU KHÓ: BÁO CÁO LOẠT 3 CA

Phan Thảo Nguyên*, Nguyễn Thế Huy, Lý Đức Ngọc, Nguyễn Công Hưu

TÓM TẮT

Mục tiêu: Đánh giá tính khả thi, an toàn và kết quả sớm của thay van động mạch chủ qua da (TAVI) bằng van tự bung Hydra THV trong các tình huống giải phẫu khó.

Phương pháp: Nghiên cứu mô tả loạt ca gồm ba bệnh nhân được chỉ định TAVI tại Trung tâm Tim mạch, Bệnh viện E, bao gồm một trường hợp valve-in-valve trên nền van sinh học thoái hóa và hai trường hợp hẹp van động mạch chủ tự nhiên vôi hóa nặng. Tất cả bệnh nhân được đánh giá trước thủ thuật bằng lâm sàng, điện tâm đồ, siêu âm tim và chụp cắt lớp vi tính đa dãy theo quy trình TAVI chuẩn. Việc lựa chọn cỡ van Hydra THV dựa trên chu vi vòng van và đường kính suy diễn tính từ chu vi annulus. Các kết cục sớm được đánh giá theo tiêu chí báo cáo TAVI hiện hành.

Kết quả: Cả ba ca TAVI đều được thực hiện thành công qua đường động mạch đùi. Không ghi nhận tử vong trong viện, biến chứng mạch máu lớn, đột quỵ hoặc tắc động mạch vành cấp. Sau can thiệp, gradient qua van động mạch chủ giảm rõ rệt, chức năng huyết động của van tốt và mức độ hở cạnh van rất nhẹ. Trường hợp valve-in-valve với vòng van nhỏ được xử trí thuận lợi, không ghi nhận biến chứng liên quan đến động mạch vành. Tất cả bệnh nhân cải thiện triệu chứng lâm sàng sớm.

Kết luận: Trong loạt ca nhỏ này, TAVI bằng van tự bung Hydra THV cho thấy tính khả thi và độ an toàn sớm, kể cả trong các tình huống giải phẫu phức tạp như valve-in-valve và bệnh nhân có bệnh mạch máu ngoại biên. Cần các nghiên cứu với cỡ mẫu lớn hơn và thời gian theo dõi trung hạn và dài hạn để đánh giá đầy đủ hiệu quả và độ bền của van.

Từ khóa: TAVI; van Hydra; van tự bung; valve-in-valve; hẹp van động mạch chủ nặng.

EARLY OUTCOMES OF TRANSCATHETER AORTIC VALVE IMPLANTATION USING THE HYDRA THV SELF-EXPANDING VALVE IN CHALLENGING ANATOMICAL SCENARIOS: A THREE-CASE SERIES

ABSTRACT

Objective: To evaluate the feasibility, safety, and early outcomes of transcatheter aortic valve implantation (TAVI) using the Hydra THV self-expanding valve in challenging anatomical scenarios.

Methods: This descriptive case series included three patients who underwent TAVI at the Cardiovascular Center, E Hospital. The cohort comprised one valve-in-valve procedure for a degenerated surgical bioprosthesis and two cases of native severe calcific aortic stenosis. All patients underwent comprehensive pre-procedural assessment, including clinical evaluation, electrocardiography, transthoracic echocardiography, and multidetector computed tomography according to a standard TAVI protocol. Hydra THV sizing was based on annular perimeter and the perimeter-derived diameter. Early outcomes were assessed using contemporary standardized TAVI endpoint definitions.

Trung tâm tim mạch, Bệnh viện E

*Tác giả liên hệ: Phan Thảo Nguyên

Email: bsphanthaonguyen@gmail.com - Tel: 0912179386

Ngày nhận: 16/12/2025

Ngày chấp nhận: 12/01/2026

Results: All three TAVI procedures were successfully performed via the transfemoral approach. There were no cases of in-hospital mortality, major vascular complications, stroke, or acute coronary obstruction. Following the intervention, transaortic valve gradients were markedly reduced, valve hemodynamics were favorable, and paravalvular regurgitation was no more than mild. The valve-in-valve case involving a small annulus was managed successfully without coronary-related complications. All patients experienced early clinical improvement.

Conclusions: In this small case series, TAVI using the Hydra THV self-expanding valve demonstrated favorable early feasibility and safety, even in complex anatomical settings such as valve-in-valve procedures and patients with peripheral arterial disease. Larger studies with extended follow-up are needed to further evaluate long-term valve performance and durability.

Keywords: *Transcatheter aortic valve implantation; Hydra valve; self-expanding valve; valve-in-valve; severe aortic stenosis.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hẹp van động mạch chủ (ĐMC) nặng có triệu chứng là bệnh lý tim mạch tiến triển, có tiên lượng rất xấu nếu không được điều trị kịp thời, với tỷ lệ tử vong có thể lên tới 50% trong vòng 1–2 năm kể từ khi xuất hiện triệu chứng¹. Trong hai thập kỷ qua, thay van động mạch chủ qua da (Transcatheter Aortic Valve Implantation – TAVI) đã tạo ra bước ngoặt lớn trong điều trị hẹp van ĐMC, ban đầu dành cho bệnh nhân nguy cơ phẫu thuật cao hoặc không thể phẫu thuật, sau đó được mở rộng chỉ định sang nhóm nguy cơ trung bình và gần đây là nguy cơ thấp, dựa trên các bằng chứng ngẫu nhiên và dữ liệu theo dõi dài hạn^{2,4}. Các hướng dẫn cập nhật của ACC/AHA và ESC/EACTS đều khẳng định TAVI là một lựa chọn điều trị chuẩn, bên cạnh phẫu thuật thay van ĐMC, với quyết định cá thể hóa dựa trên tuổi, nguy cơ phẫu thuật, giải phẫu, bệnh đồng mắc và kỳ vọng sống của bệnh nhân^{1,2}. Tuy nhiên, thực hành TAVI trên lâm sàng vẫn đối mặt với nhiều thách thức, đặc biệt trong các tình huống giải phẫu “khó” như vòng van nhỏ, vôi hóa van nặng và không đồng đều, xoang Valsalva nhỏ, chiều cao lỗ vành thấp, hoặc ở bệnh nhân đã từng thay van sinh học trước đó (valve-in-valve). Những tình huống này làm tăng nguy cơ gradient tồn lưu, sự không tương xứng giữa van tim TAVI và bệnh nhân (patient–prosthesis mismatch-PPM), tắc động mạch vành, cũng như các biến cố liên quan đến vị trí và độ sâu thả van^{3,6,10}.

Sự phát triển của các thế hệ van TAVI mới tập trung vào việc cải thiện khả năng định vị, kiểm soát độ sâu thả van và tối ưu hóa hiệu quả huyết động sau can thiệp. Van Hydra THV là một van tự bung thế hệ mới, được thiết kế với mục tiêu nâng cao độ chính xác khi triển khai, giảm nguy cơ di lệch và cải thiện diện tích lỗ mở hiệu dụng, đặc biệt ở bệnh nhân có vòng van nhỏ hoặc giải phẫu phức tạp. Một số nghiên cứu và báo cáo theo dõi trung hạn gần đây cho thấy van Hydra THV có tỷ lệ thành công thủ thuật cao, kết quả huyết động thuận lợi và độ an toàn chấp nhận được trong điều trị hẹp van ĐMC nặng^{11,12}. Tại Việt Nam, kinh nghiệm và dữ liệu thực hành với van Hydra THV còn hạn chế, đặc biệt trong các bối cảnh khó như valve-in-valve hoặc bệnh nhân có bệnh mạch máu ngoại biên đi kèm. Vì vậy, việc chia sẻ kinh nghiệm bước đầu là cần thiết nhằm đóng góp thêm bằng chứng thực tế cho cộng đồng tim mạch can thiệp. Trong bài báo này, chúng tôi báo cáo loạt 3 ca TAVI bằng van tự bung Hydra THV được thực hiện thành công tại Trung tâm tim mạch, Bệnh viện E, bao gồm 1 trường hợp valve-in-valve và 2 trường hợp hẹp van ĐMC tự nhiên vôi hóa nặng, qua đó đánh giá tính khả thi, an toàn sớm và hiệu quả huyết động của kỹ thuật này trong thực hành lâm sàng.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết kế: Loạt ca mô tả (case series).

2.2. Đối tượng: 3 bệnh nhân hẹp/thoái hóa van ĐMC có chỉ định can thiệp TAVI, được thay van bằng Hydra.

2.4. Đánh giá trước thủ thuật: Lâm sàng, xét nghiệm cơ bản, ECG, siêu âm tim; CT đa dãy đo vòng van (chu vi/diện tích/ đường kính được tính toán từ chu vi đo được của annulus), đánh giá

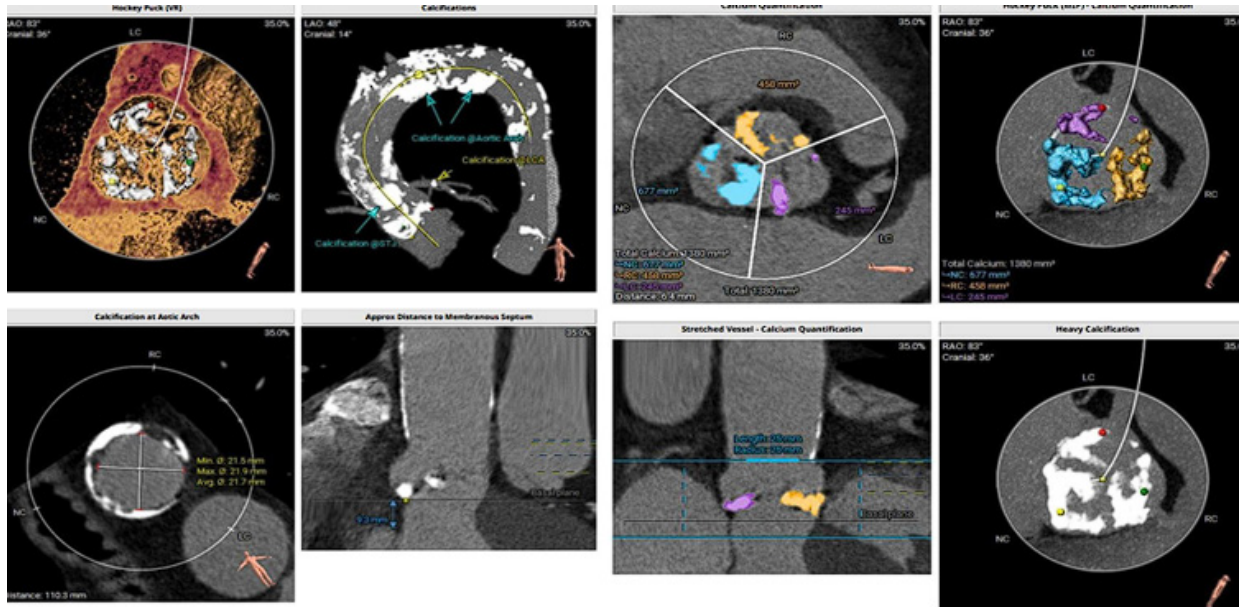
xoang Valsalva, STJ, chiều cao lỗ vành, đường vào mạch ngoại biên.

2.5. Tiêu chí kết cục sớm: Thành công thủ thuật, tử vong trong viện, biến chứng mạch máu lớn, đột quỵ, tắc vành cấp, block dẫn truyền cần tạo nhịp, mức độ hở cạnh van và gradient qua van sau can thiệp (theo khuyến cáo chuẩn hóa biến cố TAVI).

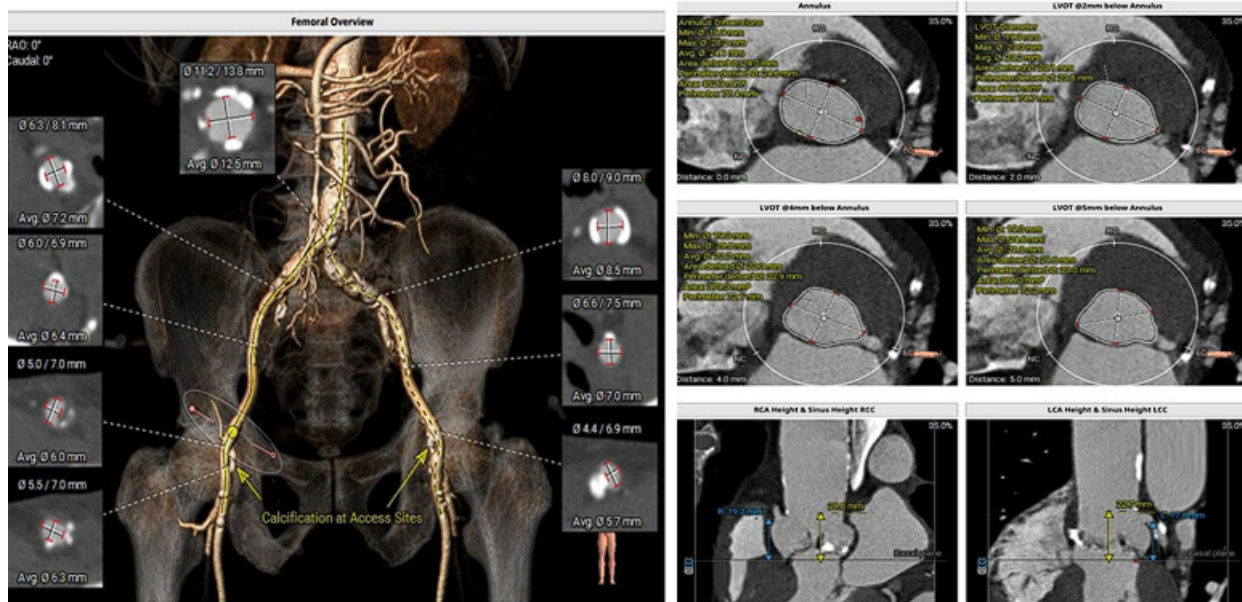
3. BÁO CÁO CA LÂM SÀNG

Bảng chung đặc điểm chính

Đặc điểm	Ca 1 (Valve-in-Valve)	Ca 2 (Van tự nhiên)	Ca 3 (Van tự nhiên + PAD)
Tuổi/Giới	71/nam	80/nam	77/nam
Tiền sử chính	Thay van ĐMC sinh học ĐMC 21 (2014) → thoái hóa.	Tăng huyết áp, ĐTĐ typ 2	PAD - Hẹp ĐM đùi nông
Triệu chứng	Khó thở, đau ngực	Tức ngực khi gắng sức nhẹ, khó thở	Tức ngực khi gắng sức nhẹ, khó thở
BMI	25,3	27,0	19,5
Avmax/AVmean	87/50 (mmHg)	92/55 (mmHg)	91/54 (mmHg)
Diện tích lỗ van	0,5 cm ²	0,72 cm ²	0,7 cm ²
ALĐMP tâm thu	36 mmHg	32 mmHg	34 mmHg
Van hai lá	Thay van HL sinh học hoạt động tốt	Hoạt động bình thường	Hoạt động bình thường
NT proBNP pg/ml	529	1956	120
CT vòng van – chu vi (mm)	55.7	76.6	77.4
GFR (MLCT)	36,2 ml/min/m ²	57,0 ml/min/m ²	40,0 ml/min/m ²
Creatinine	152	90	94
Đường kính suy diễn tính từ chu vi annulus	17.7	24.4	24.6
Chiều cao lỗ vành (mm)	LCA =11,0 RCA= 13,0	LCA=15,2 RCA 17,0	LCA 17,6 RCA 19,2
Vôi hóa van	Nặng	Nặng	Nặng
Động mạch chậu	Không vôi	Vôi ít	Vôi nhiều
ĐMC ngực -bụng	Vôi ít	Vôi rất nhiều	Vôi nhiều
Đường vào TAVI	Bên Phải	Bên Trái	Bên Phải
Đóng mạch	Perclose	Perclose	Đóng Perclose nhưng thất bại phải mở mạch để khâu mạch
Van Hydra THV	Hydra 22	Hydra 26	Hydra 30
Avmax/AVmean	9/4 mmHg	8/3 mmHg	8/3 mmHg
Kết quả sớm	Thành công	Thành công	Thành công



Hình 1. Ca bệnh nhân 80 tuổi, van ĐMC và ĐMC vôi rất nhiều

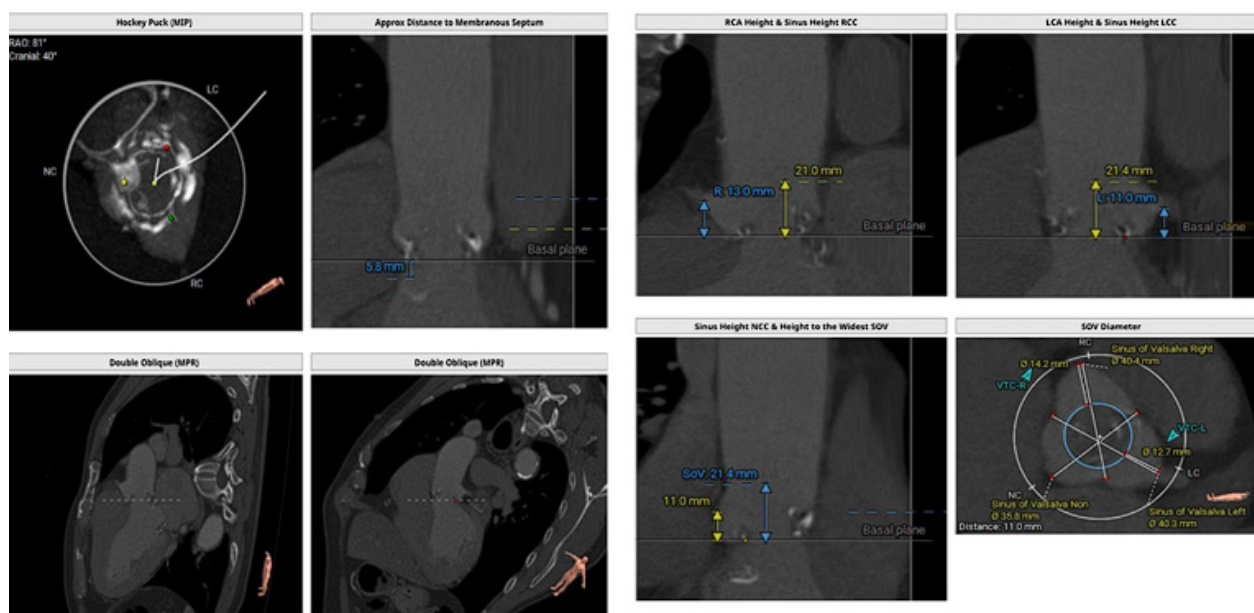


Hình 2. Ca bệnh nhân 77 tuổi có bệnh PAD

Ca 1: Valve-in-Valve Hydra 22 trong thoái hóa van sinh học

Bệnh nhân nam 71 tuổi, tiền sử thay van sinh học ĐMC năm 2014, vào viện vì khó thở tiến triển. Siêu âm tim ghi nhận tăng gradient qua van ĐMC nhân tạo phù hợp thoái hóa cấu trúc; chức năng thất trái bảo tồn. CT cho thấy vòng van nhỏ (chu vi 55.7 mm; đường kính được tính toán từ chu vi đo được của annulus 17.7 mm), chiều cao lỗ vành

thấp-trung gian (LCA 11 mm; RCA 13 mm) và vôi hóa nặng. Nhóm can thiệp lựa chọn chiến lược valve-in-valve với Hydra 22, tiếp cận đường đùi. Van được thả ổn định, không ghi nhận tắc vành cấp trên chụp kiểm tra. Siêu âm doppler tim kiểm tra sau can thiệp chỉ thấy hở rất nhẹ cạnh chân van và chênh áp AVmean qua van TAVI 4 mmHg. Sau can thiệp, huyết động cải thiện, gradient giảm và bệnh nhân ổn định ra viện.



Hình 3. Ca bệnh nhân 71 tuổi có van sinh học ĐMC

Ca 2: TAVI Hydra 26 cho hẹp van ĐMC nặng ở bệnh nhân 80 tuổi

Bệnh nhân nam 80 tuổi nhập viện với triệu chứng ngất/tiên ngất và khó thở gắng sức. Siêu âm tim trước can thiệp cho thấy hẹp van ĐMC nặng (Avmax/AVmean: 92/55 mmHg), EF bảo tồn. CT đánh giá vòng van: chu vi 76.6 mm, đường kính được tính toán từ chu vi đo được của vòng van (annulus) 24.4 mm; xoang Valsalva khoảng 30–31 mm; STJ 24.8 mm; chiều cao lỗ vành LCA 15.2 mm, RCA 17 mm; vôi hóa nặng. Kíp can thiệp lựa chọn Hydra 30 theo bảng sizing, thực hiện TAVI qua đường đùi, tối ưu góc chiếu chông lá van/góc chiếu X-quang ba mép lá van động mạch chủ nằm cùng trên một mặt phẳng (cusp-overlap/coplanar) theo kế hoạch. Sau thả van, chụp kiểm tra cho thấy dòng chảy vành tốt, không biến chứng mạch máu lớn. Siêu âm doppler tim kiểm tra sau can thiệp không hở cạnh chân van và chênh áp AVmean qua van TAVI 3mmHg. Bệnh nhân cải thiện triệu chứng sớm và ra viện.

Ca 3: TAVI Hydra 30 ở bệnh nhân 77 tuổi kèm bệnh mạch máu ngoại biên

Bệnh nhân nam 77 tuổi, có PAD và ghi nhận hẹp ĐM đùi nông mức độ vừa, kèm hẹp lỗ thân

tạng tốc độ cao nhưng không có đau bụng. Siêu âm tim xác định hẹp van ĐMC nặng. CT: chu vi vòng van 77.4 mm, đường kính được tính toán từ chu vi đo được của annulus 24.6 mm; chiều cao lỗ vành thuận lợi (LCA 17.6 mm, RCA 19.2 mm); vôi hóa nặng; đánh giá đường vào cho phép tiếp cận đùi. Tiến hành TAVI bằng Hydra 30 qua đường đùi. Thủ thuật thuận lợi, không ghi nhận biến chứng mạch máu lớn mặc dù chúng tôi đã đóng mạch bằng Perclose thất bại và không có tắc vành cấp. Siêu âm doppler tim kiểm tra sau can thiệp hở rất nhẹ cạnh chân van và chênh áp AVmean qua van TAVI 3mmHg. Sau can thiệp, bệnh nhân ổn định và ra viện.

4. BÀN LUẬN

Loạt 3 ca được báo cáo trong nghiên cứu này phản ánh các tình huống giải phẫu khó điển hình trong thực hành TAVI hiện đại, bao gồm valve-in-valve trên nền van sinh học kích thước nhỏ, hẹp van động mạch chủ tự nhiên vôi hóa nặng và bệnh nhân có bệnh mạch máu ngoại biên (PAD). Mặc dù có sự khác biệt đáng kể về giải phẫu vòng van, chiều cao lỗ vành và tình trạng mạch máu ngoại biên, tất cả các ca đều đạt thành công thủ thuật và

kết quả sớm thuận lợi, cho thấy tính khả thi và độ an toàn của van tự bung Hydra THV khi được lập kế hoạch can thiệp phù hợp. Về đặc điểm lâm sàng, cả ba bệnh nhân đều là nam giới cao tuổi (71–80 tuổi) và có triệu chứng cơ năng rõ rệt, phù hợp với hẹp van động mạch chủ nặng có triệu chứng – nhóm bệnh nhân được khuyến cáo can thiệp theo các hướng dẫn hiện hành của ACC/AHA và ESC/EACTS^{1,2}. Siêu âm tim trước can thiệp cho thấy mức độ hẹp rất nặng ở cả ba ca, với gradient trung bình qua van từ 50–55 mmHg và diện tích lỗ van $\leq 0,72$ cm², trong khi chức năng thất trái được bảo tồn. Sự khác biệt về NT-proBNP giữa các ca phản ánh mức độ gánh nặng huyết động và suy tim không đồng nhất, đặc biệt ca ở bệnh nhân có triệu chứng lâm sàng nặng hơn.

Đánh giá CT đa dãy đóng vai trò then chốt trong lập kế hoạch TAVI. Dữ liệu từ bảng tóm tắt cho thấy sự khác biệt rõ rệt về kích thước vòng van giữa các ca. Trường hợp valve-in-valve có chu vi vòng van chỉ 55,7 mm, tương ứng Đường kính được tính toán từ chu vi đo được của annulus 17,7 mm, thuộc nhóm vòng van rất nhỏ – vốn có nguy cơ cao xảy ra không phù hợp kích thước van TAVI - bệnh nhân (patient-prosthesis mismatch) và gradient tồn lưu sau can thiệp^{10,14}. Tuy nhiên, nhờ lựa chọn van Hydra với thiết kế van trên vòng van, gradient sau TAVI trong ca này vẫn giảm xuống mức rất thấp (AVmean 4 mmHg). Kết quả này phù hợp với các dữ liệu gần đây cho thấy các lá van cao hơn vòng van có ưu thế rõ rệt trong việc tối ưu diện tích lỗ mở hiệu dụng, đặc biệt trong bối cảnh valve-in-valve và vòng van nhỏ^{10,14}. Một vấn đề quan trọng khác trong TAVI là nguy cơ tắc động mạch vành, đặc biệt ở bệnh nhân có chiều cao lỗ vành thấp, vòng van nhỏ hoặc khi thực hiện valve-in-valve⁶. Trong loạt ca này, trường hợp valve-in-valve có chiều cao lỗ vành thấp-trung gian (LCA 11 mm, RCA 13 mm), tuy nhiên không ghi nhận tắc động mạch vành cấp. Điều này nhấn mạnh vai trò của việc đánh giá CT chi tiết chiều cao lỗ vành, vùng nối giữa xoang Valsalva và động mạch chủ lên, cũng như kiểm soát độ sâu và trực thả van trong quá trình can thiệp^{6,8}. Mặc dù không cần áp

dụng các kỹ thuật bảo vệ vành như chimney hoặc BASILICA trong loạt ca này, việc nhận diện sớm nguy cơ và chuẩn bị sẵn chiến lược xử trí vẫn là yếu tố quan trọng trong thực hành TAVI hiện đại^{7,8}.

Ảnh hưởng của bệnh mạch máu ngoại biên (PAD) đến kết cục mạch máu cũng được thể hiện rõ trong nghiên cứu này. Trường hợp có PAD và vôi hóa mạch máu nhiều gặp thất bại đóng mạch bằng Perclose và phải mở mạch để khâu. Tuy nhiên, không ghi nhận biến chứng mạch máu lớn kéo dài hay ảnh hưởng đến kết cục lâm sàng sớm. Điều này phù hợp với các dữ liệu đương đại cho thấy, với cải tiến của sheath và kỹ thuật đóng mạch, PAD không còn là chống chỉ định tuyệt đối của TAVI, nhưng đòi hỏi đánh giá kỹ đường vào và chuẩn bị phương án xử trí mạch máu dự phòng¹³. Về hiệu quả huyết động, cả ba ca đều đạt kết quả rất thuận lợi và đồng nhất sau TAVI, với AVmean chỉ 3–4 mmHg và không ghi nhận hở cạnh van mức độ vừa hoặc nặng. Kết quả này tương đồng với các nghiên cứu CE và báo cáo thực hành gần đây về van Hydra THV, trong đó ghi nhận tỷ lệ thành công thủ thuật cao và cải thiện huyết động đáng kể trong giai đoạn sớm và trung hạn^{11,12}. Đặc biệt, hiệu quả huyết động đạt được ngay cả trong bối cảnh vòng van rất nhỏ cho thấy tiềm năng của van Hydra THV trong giảm nguy cơ sự không tương xứng giữa van tim TAVI và bệnh nhân một yếu tố liên quan đến tiên lượng lâu dài sau TAVI¹⁴. Tuy nhiên, nghiên cứu này có một số hạn chế. Đây là loạt ca nhỏ mang tính mô tả, chưa cho phép so sánh trực tiếp với các loại van TAVI khác và chưa đánh giá được các biến cố trung hạn và dài hạn như độ bền van, suy van cấu trúc hoặc nhu cầu tạo nhịp vĩnh viễn. Do đó, cần các nghiên cứu với cỡ mẫu lớn hơn, thời gian theo dõi dài hơn và việc xây dựng các cơ sở dữ liệu theo dõi lâm sàng các bệnh nhân TAVI trong nước theo chuẩn hoá quốc tế về biến cố, kết cục (VARC-3) để đánh giá toàn diện hơn hiệu quả và độ an toàn của van Hydra THV trong thực hành lâm sàng^{3,15}.

5. KẾT LUẬN

Trong loạt 3 ca tại Trung tâm tim mạch, Bệnh

viện E, thay van động mạch chủ qua da bằng van tự bung Hydra THV cho thấy tính khả thi và an toàn sớm, ngay cả trong các tình huống giải phẫu phức tạp như valve-in-valve trên nền van sinh học kích thước nhỏ và bệnh nhân có bệnh mạch máu ngoại biên. Việc lập kế hoạch trước can thiệp chi tiết dựa trên CT đa dãy và lựa chọn van supra-annular phù hợp giúp đạt kết quả huyết động rất thuận lợi, với gradient sau can thiệp thấp và cải thiện triệu chứng lâm sàng sớm. Những kết quả bước đầu này cho thấy Hydra THV là một lựa chọn hiệu quả trong điều trị hẹp van động mạch chủ nặng ở bệnh nhân nguy cơ cao. Tuy nhiên, cần thêm các nghiên cứu với cỡ mẫu lớn hơn và thời gian theo dõi dài hạn để khẳng định vai trò của van trong thực hành thường quy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Otto CM, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients with Valvular Heart Disease. Circulation. 2021.
2. Vahanian A, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Eur Heart J. 2022.
3. VARC-3 Writing Committee. VARC-3: Updated standardized endpoint definitions for TAVI. Eur Heart J. 2021.
4. Mack MJ, et al. Transcatheter Aortic-Valve Replacement in Low-Risk Patients at Five Years (PARTNER 3). N Engl J Med. 2023.
5. Pibarot P, et al. Hemodynamic performance and clinical outcomes after contemporary TAVI (updates/analyses 2020–2024). JACC/EHJ, 2020–2024.
6. Ribeiro HB, et al. Coronary obstruction after TAVI: contemporary review and management. (JACC/EuroIntervention review, 2020–2023).
7. Khan JM, et al. BASILICA technique and outcomes for prevention of coronary obstruction. (JACC/EuroIntervention, 2020–2022).
8. Tang GHL, et al. Coronary protection strategies in high-risk anatomy for TAVI. (JACC Cardiovasc Interv, 2020–2023).
9. Landes U, et al. PCI in patients undergoing TAVI: updated evidence and contemporary practice. (JACC, 2020–2022).
10. Webb JG, et al. Valve-in-valve TAVI: outcomes and considerations in small surgical bioprotheses. (JACC/EuroIntervention, 2020–2023).
11. “Hydra CE Study Investigators.” Clinical outcomes of the Hydra self-expanding transcatheter aortic valve (CE study). JACC: Cardiovascular Interventions. 2022.
12. Bapat V, et al. Hydra THV: mid-term/3-year evaluation in real-world practice. 2024 report.
13. Genereux P, et al. Vascular complications and closure strategies in contemporary TAVI practice. (JACC/EHJ, 2020–2023).
14. Barbanti M, et al. Patient-prosthesis mismatch after TAVI and valve-in-valve: definitions and outcomes. (Eur Heart J/JACC, 2020–2024).
15. Special topic update. CT planning metrics (VTTC, sinus sequestration risk, STJ constraints) and coronary access after TAVI. (EuroIntervention/JACC, 2020–2024).