DIAGNOSTIC VALUE OF MULTIDETECTOR COMPUTED TOMOGRAPHY IN EVALUATING MECHANICAL PROSTHETIC VALVE COMPLICATIONS AT HANOI HEART HOSPITAL

*Tran Thuy Hong, Le Van Thinh**

Department of Radiology, Hanoi Heart Hospital - 92 Tran Hung Dao, Cua Nam Ward, Hanoi City, Vietnam

Received: 12/10/2026
Revised: 22/10/2026; Accepted: 26/10/2026

ABSTRACT

Objective: To evaluate the diagnostic performance of multidetector computed tomography (MDCT) in detecting complications of mechanical aortic and mitral prosthetic valves.

Methods: A diagnostic accuracy study with a retrospective cross-sectional design was conducted in 39 patients with 42 mechanical aortic and/or mitral prosthetic valves who underwent cardiac MDCT at Hanoi Heart Hospital because of suspected prosthetic valve complications. MDCT findings were compared with surgical findings in operated patients or an appropriate composite clinical reference standard in non-operated patients. Sensitivity (Se), specificity (Sp), positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV), and accuracy (Acc) were calculated. Inter-reader agreement for MDCT diagnosis was assessed using Cohen's kappa.

Results: For overall mechanical prosthetic valve complications, MDCT showed Se of 82.8%, Sp of 84.6%, PPV of 92.3%, NPV of 68.8%, and Acc of 83.3%. For leaflet obstruction, all diagnostic indices were 100%. For thrombus, Se and Sp were 100% and 96.9%, respectively; for pannus, they were 92.9% and 100%, respectively; Acc was 97.6% for both. In an exploratory analysis with etiologic groups defined by the reference standard, all isolated thrombi had attenuation <90 HU, whereas 91.7% of isolated pannus lesions had attenuation >145 HU ($p<0.001$). Thrombus tended to occur earlier after surgery, whereas 91.7% of isolated pannus cases occurred more than 5 years after valve replacement ($p<0.001$). Among nine patients with comparative data, transesophageal echocardiography identified an etiology in 66.7%, whereas MDCT provided an etiologic classification in all cases; one MDCT classification was discordant with the reference standard. The two MDCT readers agreed in 85.7% of cases, with Cohen's kappa = 0.71 (95% CI: 0.50–0.92).

Conclusion: In this selected cohort with suspected mechanical prosthetic valve complications, MDCT showed promising diagnostic performance and provided complementary information on leaflet motion and the differentiation of thrombus from pannus. CT attenuation and time since valve replacement may support etiologic assessment but should be interpreted together with morphology and clinical findings. MDCT is a useful complementary modality to echocardiography in a multimodality diagnostic approach

Keywords: *Mechanical prosthetic valve; MDCT; Thrombus; Pannus; Prosthetic valve complications.*

GIÁ TRỊ CẮT LỚP VI TÍNH ĐA DÃY TRONG ĐÁNH GIÁ BIẾN CHỨNG VAN TIM CƠ HỌC TẠI BỆNH VIỆN TIM HÀ NỘI

Trần Thúy Hồng, Lê Văn Thình*

TÓM TẮT

Mục tiêu: Đánh giá giá trị chẩn đoán của cắt lớp vi tính đa dãy (MSCT) trong phát hiện các biến chứng của van động mạch chủ và van hai lá cơ học.

Phương pháp: Nghiên cứu độ chính xác chẩn đoán, thiết kế cắt ngang hồi cứu trên 39 bệnh nhân với 42 van động mạch chủ và/hoặc van hai lá cơ học, được chụp MSCT tim tại Bệnh viện Tim Hà Nội do nghi ngờ biến chứng van. Kết quả MSCT được đối chiếu với phẫu thuật ở bệnh nhân được phẫu thuật hoặc tiêu chuẩn tham chiếu lâm sàng tổng hợp phù hợp ở bệnh nhân không phẫu thuật. Giá trị chẩn đoán được đánh giá bằng độ nhạy (Se), độ đặc hiệu (Sp), giá trị dự báo dương tính (PPV), giá trị dự báo âm tính (NPV) và độ chính xác (Acc). Mức độ đồng thuận giữa hai bác sĩ đọc MSCT được đánh giá bằng hệ số Cohen's kappa.

Kết quả: Đối với biến chứng van cơ học nói chung, MSCT có Se 82,8%, Sp 84,6%, PPV 92,3%, NPV 68,8% và Acc 83,3%. Trong chẩn đoán kẹt van, các chỉ số đều đạt 100%. Đối với huyết khối, Se và Sp lần lượt là 100% và 96,9%; đối với pannus là 92,9% và 100%; Acc của cả hai đạt 97,6%. Trong phân tích thăm dò với phân nhóm nguyên nhân theo tiêu chuẩn tham chiếu, tất cả huyết khối đơn thuần có tỷ trọng <90 HU, trong khi 91,7% pannus đơn thuần có tỷ trọng >145 HU (p<0,001). Huyết khối có xu hướng xuất hiện sớm hơn sau phẫu thuật, trong khi 91,7% pannus đơn thuần xuất hiện sau thay van trên 5 năm (p<0,001). Trong 9 trường hợp có dữ liệu đối chiếu, siêu âm tim qua thực quản xác định được nguyên nhân ở 66,7%, còn MSCT đưa ra phân loại nguyên nhân ở tất cả trường hợp; một phân loại MSCT không phù hợp với tiêu chuẩn tham chiếu. Hai bác sĩ thống nhất chẩn đoán MSCT ở 85,7% trường hợp, với Cohen's kappa = 0,71 (KTC 95%: 0,50–0,92).

Kết luận: Trong quần thể chọn lọc gồm các bệnh nhân nghi ngờ biến chứng van cơ học, MSCT cho thấy hiệu năng chẩn đoán hứa hẹn và cung cấp thông tin bổ sung về vận động lá van cũng như phân biệt huyết khối với pannus. Tỷ trọng HU và thời gian sau thay van hỗ trợ định hướng căn nguyên nhưng cần được diễn giải cùng hình thái tổn thương và bối cảnh lâm sàng. MSCT là phương pháp bổ sung hữu ích cho siêu âm tim trong tiếp cận hình ảnh đa mô thức.

Từ khóa: *Van tim cơ học; MSCT; Huyết khối; Pannus; Biến chứng van.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bệnh van tim nặng có thể dẫn đến suy tim và làm tăng nguy cơ biến cố tim mạch; ở những trường hợp có chỉ định, sửa hoặc thay van là biện pháp điều trị nhằm cải thiện triệu chứng và tiên lượng. Sau thay van cơ học có thể xuất hiện các biến chứng như huyết khối, pannus, kẹt van, hở cạnh van và viêm nội tâm mạc nhiễm khuẩn; việc xác định chính xác nguyên nhân biến chứng van có ý nghĩa quyết định đối với lựa chọn chiến lược điều trị [1,2].

Khoa Chẩn đoán hình ảnh, Bệnh viện Tim Hà Nội - 92 Trần Hưng Đạo, P. Cửa Nam, Tp. Hà Nội, Việt Nam
**Tác giả liên hệ: Lê Văn Thình*
Email: thinh93hmu@gmail.com - Tel: 0349379958
Ngày nhận: *12/10/2026* ***Ngày sửa:*** *22/10/2026*
Ngày chấp nhận: *26/10/2026*
DOI: *10.47972/ vjcts.vi.1947*

Siêu âm tim qua thành ngực và qua thực quản là các phương pháp hình ảnh chủ yếu trong đánh giá van tim nhân tạo. Tuy nhiên, ở van cơ học, nhiễu và bóng cản do vật liệu kim loại có thể hạn chế khả năng đánh giá cấu trúc van và mô quanh van. Các hướng dẫn hiện nay khuyến cáo sử dụng thêm các phương pháp hình ảnh như soi huỳnh quang và chụp cắt lớp vi tính tim khi nghi ngờ huyết khối hoặc pannus gây biến chứng van [1,3].

MSCT với độ phân giải không gian cao và khả năng tái tạo đa pha theo chu chuyển tim cho phép đánh giá vận động lá van, phát hiện các khối bất thường và tổn thương quanh van, đồng thời hỗ trợ phân biệt huyết khối với pannus dựa trên vị trí, hình thái và tỷ trọng tổn thương. Phân tích gộp của Kim và cộng sự cho thấy MSCT có độ nhạy 88% trong phát hiện khối dưới van gây tắc nghẽn; đối với pannus, độ nhạy của MSCT đạt 85%, cao hơn siêu âm tim qua thực quản(TEE) 62% [3,4].

Tại Việt Nam, dữ liệu về ứng dụng MSCT trong đánh giá biến chứng van tim cơ học còn hạn chế. Vì vậy, chúng tôi thực hiện nghiên cứu "Giá trị cắt lớp vi tính đa dãy trong đánh giá biến chứng van tim cơ học tại Bệnh viện Tim Hà Nội" với mục tiêu: Đánh giá giá trị chẩn đoán của MSCT trong phát hiện các biến chứng của van động mạch chủ và van hai lá cơ học.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu đánh giá độ chính xác chẩn đoán (diagnostic accuracy study), thiết kế cắt ngang hồi cứu.

2.2. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được tiến hành tại Bệnh viện Tim Hà Nội, từ tháng 5/2025 đến tháng 7/2026. Toàn bộ dữ liệu được thu thập hồi cứu từ hồ sơ bệnh án và dữ liệu hình ảnh lưu trữ.

2.3. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các bệnh nhân mang van tim cơ học tại vị trí van động mạch chủ và/hoặc van hai lá, có nghi ngờ có biến chứng trên lâm sàng hoặc siêu âm tim và được chỉ định chụp MSCT tim.

- Tiêu chuẩn lựa chọn: Bệnh nhân có van cơ học ở vị trí van động mạch chủ và/hoặc van hai lá; có nghi ngờ biến chứng trên lâm sàng hoặc siêu âm tim; được chỉ định MSCT tim; có dữ liệu điều trị hoặc phẫu thuật khi có chỉ định và hồ sơ bệnh án đầy đủ.

- Tiêu chuẩn loại trừ: Hình ảnh MSCT không đủ chất lượng để đánh giá van; không có dữ liệu đối chiếu phù hợp; hoặc hồ sơ bệnh án không đầy đủ.

2.4. Cỡ mẫu và phương pháp chọn mẫu

Chọn mẫu thuận tiện liên tiếp, bao gồm tất cả bệnh nhân đáp ứng tiêu chuẩn lựa chọn và được chụp MSCT tim trong thời gian nghiên cứu. Có 39 bệnh nhân với 42 van cơ học được đưa vào phân tích; 18 bệnh nhân được phẫu thuật và 21 bệnh nhân không phẫu thuật.

Bảng 1. Lưu đồ lựa chọn và xác minh đối tượng nghiên cứu theo STARD

Bước STARD	Số lượng/kết quả
1. Hồ sơ được đánh giá	51 hồ sơ
↓ Loại trừ	12 hồ sơ Lý do: MSCT không đạt; thiếu tiêu chuẩn tham chiếu; hồ sơ không đầy đủ
↓ Đưa vào nghiên cứu	39 bệnh nhân – 42 van cơ học
↙ Phẫu thuật	18 bệnh nhân – phát hiện trong mổ và/hoặc giải phẫu bệnh

Bước STARD	Số lượng/kết quả
↘ Không phẫu thuật	21 bệnh nhân – tiêu chuẩn tham chiếu lâm sàng tổng hợp
↓ Phân tích chính	42 van cơ học; đơn vị phân tích là van

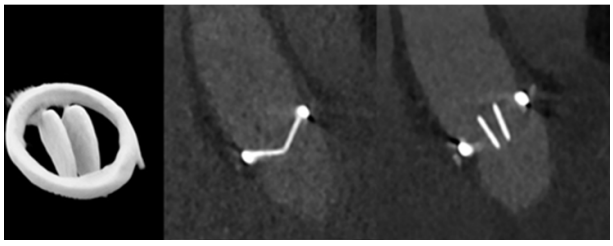
2.5. Phương tiện và kỹ thuật nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng các hệ thống MSCT của GE Healthcare có tích hợp đồng bộ điện tim; hình ảnh được xử lý trên trạm Advantage Workstation.

Kỹ thuật chụp MSCT van tim cơ học

Chủ yếu sử dụng kỹ thuật đồng bộ điện tim hồi cứu, thu nhận dữ liệu trong toàn bộ chu chuyển tim và tái tạo đa pha theo khoảng 5–10% chu kỳ R–R nhằm đánh giá vận động mở và đóng của lá van. Trong trường hợp không cần đánh giá đầy đủ động học van, có thể sử dụng kỹ thuật đồng bộ điện tim tiến cứu nhằm giảm liều tia xạ.

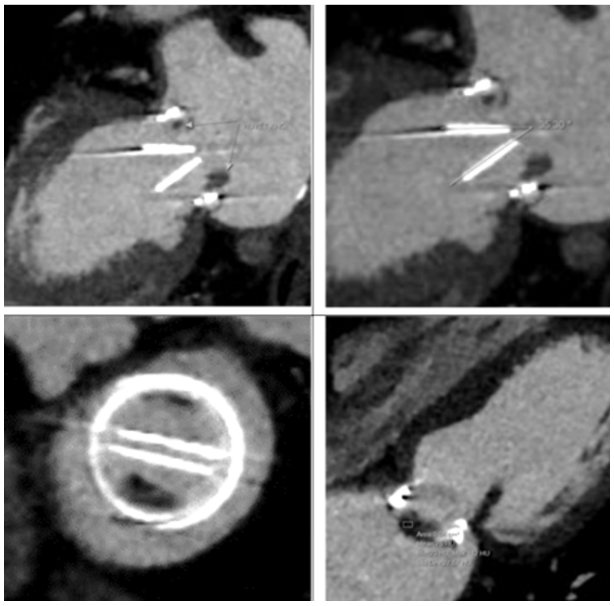
Các thông số kỹ thuật cơ bản gồm điện áp 120–140 kVp, độ dày lát cắt 0,625 mm và pitch thấp phù hợp với kỹ thuật đồng bộ điện tim. Thuốc cản quang iod không ion hóa nồng độ 300 mgI/mL được sử dụng với liều khoảng 1–1,5 mL/kg, tốc độ bơm 4–6 mL/s, sau đó bơm 30–50 mL NaCl 0,9%. Kỹ thuật bolus tracking với ROI đặt tại động mạch chủ lên, ngưỡng khoảng 120–150 HU, được sử dụng để xác định thời điểm ghi hình.



Hình 1. Hình ảnh CLVT bình thường của van cơ học: tái tạo thể tích 3D, van ở tư thế đóng và van ở tư thế mở bình thường

Nguồn: bệnh nhân nghiên cứu, nữ, 64 tuổi

Tùy mục đích lâm sàng, tiến hành chụp trước tiêm thuốc cản quang để đánh giá cấu trúc van, tình trạng vôi hóa, vòng van và vật liệu phẫu thuật; chụp thì động mạch trong trường hợp nghi kẹt van do huyết khối hoặc pannus; và chụp hai thì động mạch – tĩnh mạch muộn khi nghi ngờ viêm nội tâm mạc nhiễm khuẩn van nhân tạo.



Hình 2. Hình ảnh kẹt van cơ học do huyết khối.

Nguồn: bệnh nhân nghiên cứu, nữ, 47 tuổi.

2.6. Các biến số và chỉ số nghiên cứu

Các biến số ở mức bệnh nhân gồm tuổi, giới và biểu hiện lâm sàng, được phân tích trên 39 bệnh nhân. Các biến số ở mức van gồm loại và vị trí van cơ học, thời gian sau thay van và các đặc điểm trên MSCT như vận động lá van, kẹt van, huyết khối, pannus, tổn thương phối hợp, hở cạnh van, áp xe, giả phình và các biến chứng khác, được phân tích trên 42 van cơ học. Tỷ trọng tổn thương được phân nhóm <90 HU, 90–145 HU và >145 HU để hỗ trợ phân biệt huyết khối với pannus.

Đo tỷ trọng tổn thương: Phương pháp đo HU được tham khảo từ Nam và cộng sự (2019), có điều chỉnh. Chọn một pha có ít nhiễu chuyển động hoặc nhiễu kim loại nhất. ROI bầu dục hai chiều được đặt trong tổn thương trên lát cắt đại diện, với kích thước lớn nhất có thể phù hợp với giới hạn của tổn thương. Mỗi tổn thương được đo 3 lần; ghi nhận giá trị HU trung bình trong ROI ở mỗi lần đo và lấy

trung bình cộng của 3 giá trị làm giá trị đại diện. Diện tích ROI phụ thuộc kích thước tổn thương, không sử dụng một diện tích cố định cho tất cả trường hợp.14

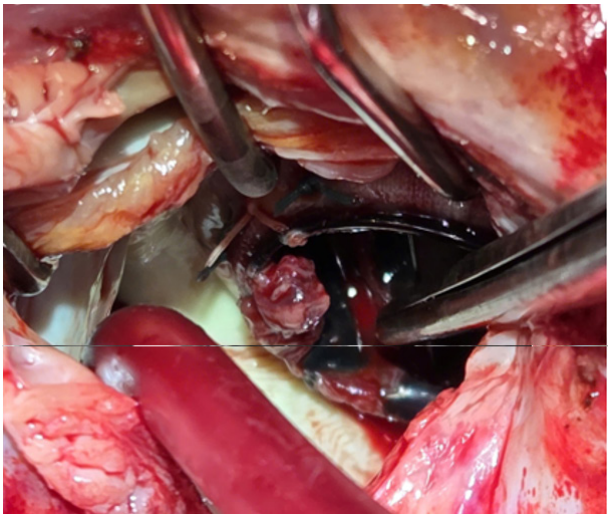
Đối với tổn thương không đồng nhất, sự hiện diện của các thành phần khác biệt về tỷ trọng được ghi nhận cùng đặc điểm hình thái. Phân loại phối hợp huyết khối–pannus không chỉ dựa trên giá trị HU trung bình 90–145 HU; kết quả MSCT được đối chiếu với phát hiện phẫu thuật khi có dữ liệu.

Bảng 2. Tiêu chuẩn tham chiếu của các biến chứng van cơ học

Biến chứng	Tiêu chuẩn tham chiếu
Kẹt van	Phẫu thuật hoặc bằng chứng khách quan về hạn chế vận động lá van trên phương thức tham chiếu.
Huyết khối	Phẫu thuật/giải phẫu bệnh; hoặc ở bệnh nhân không phẫu thuật: tổng hợp lâm sàng–siêu âm và diễn biến sau điều trị, trong đó sự giảm/mất khối bất thường và/hoặc cải thiện vận động lá van, chênh áp sau chống đông/tiêu sợi huyết hỗ trợ chẩn đoán huyết khối.
Pannus	Ưu tiên phẫu thuật/giải phẫu bệnh. Ở bệnh nhân không phẫu thuật: tổng hợp hình thái trên các phương tiện tham chiếu, đặc biệt TEE, diễn biến theo dõi và không có bằng chứng đáp ứng theo hướng huyết khối sau điều trị thích hợp.
Áp xe/giả phình	Phẫu thuật hoặc tiêu chuẩn lâm sàng tổng hợp từ lâm sàng, vi sinh và phương tiện hình ảnh tham chiếu, phù hợp với chẩn đoán biến chứng quanh van.
VNTMNK	Tiêu chuẩn ESC 2023/Duke sửa đổi, kết hợp dữ liệu lâm sàng, vi sinh và hình ảnh. Do thiết kế hồi cứu, không thể xác nhận MSCT chỉ số được loại khỏi mọi thành phần của quá trình xác lập tiêu chuẩn tham chiếu; nguy cơ incorporation bias được xem xét khi diễn giải kết quả.

2.7. Đánh giá giá trị chẩn đoán của MSCT

Kết quả MSCT được đối chiếu với tiêu chuẩn tham chiếu xác định theo từng biến chứng và tình trạng điều trị. Ở người bệnh được phẫu thuật, phát hiện trực tiếp trong mổ và/hoặc kết quả giải phẫu bệnh được ưu tiên. Ở người bệnh không phẫu thuật, tiêu chuẩn tham chiếu lâm sàng tổng hợp được xác lập hồi cứu từ hồ sơ bệnh án, dựa trên các dữ liệu lâm sàng, siêu âm/TEE, vi sinh khi phù hợp, diễn biến và đáp ứng điều trị theo từng biến chứng như trình bày tại Bảng 2; bệnh nhân không phẫu thuật không được mặc định là âm tính. Hai bác sĩ đọc MSCT không được tiếp cận chẩn đoán cuối cùng tại thời điểm đọc phim. Việc sử dụng tiêu chuẩn tham chiếu khác nhau giữa nhóm phẫu thuật và không phẫu thuật phản ánh thực hành lâm sàng nhưng có thể gây sai lệch xác minh khác biệt (differential verification bias). Do tính chất hồi cứu, không thể bảo đảm MSCT chỉ số được loại khỏi mọi thành phần của tiêu chuẩn tham chiếu tổng hợp ở tất cả trường hợp; nguy cơ incorporation bias vì vậy được xem xét trong diễn giải kết quả.



Hình 3. Hình ảnh đại thể huyết khối gây kẹt van cơ học

Nguồn: bệnh nhân nghiên cứu, nữ, 47 tuổi

Từ bảng 2×2 giữa MSCT và tiêu chuẩn tham chiếu, tính độ nhạy, độ đặc hiệu, giá trị dự đoán dương, giá trị dự đoán âm và độ chính xác; khoảng tin cậy 95% được ước tính theo phương pháp Wilson. Chỉ các trường hợp có kết quả MSCT đánh giá được và có tiêu chuẩn tham chiếu tương ứng mới được đưa vào phân tích độ chính xác của biến chứng đó. Đơn vị phân tích chính của các bảng đánh giá độ chính xác là van cơ học (42 van ở 39 bệnh nhân); các đặc điểm lâm sàng như tuổi, giới và triệu chứng được mô tả ở mức bệnh nhân. Do có một số bệnh nhân mang hai van cơ học, các quan sát ở mức van có thể không hoàn toàn độc lập.

Trong phân tích riêng từng thành phần, van có tổn thương phối hợp huyết khối–pannus được tính dương tính cho cả huyết khối và pannus. Khi mô tả phân bố nguyên nhân ở Bảng 12 và Bảng 13, ba nhóm huyết khối đơn thuần, pannus đơn thuần và phối hợp được trình bày riêng, không trùng lặp. Do đó, 22 van gồm 8 huyết khối đơn thuần, 12 pannus đơn thuần và 2 phối hợp tương ứng với 10 van có huyết khối và 14 van có pannus theo tiêu chuẩn tham chiếu; hai tổng này có chung 2 van phối hợp.

2.8. Đọc và phân tích hình ảnh

Hình ảnh MSCT được phân tích trên trạm xử lý hình ảnh chuyên dụng. Hai bác sĩ chẩn đoán hình ảnh độc lập đọc và đánh giá hình ảnh, không được tiếp cận kết quả chẩn đoán cuối cùng tại thời điểm đọc phim. Khi có bất đồng, kết quả được thống nhất sau hội chẩn. Mức độ đồng thuận giữa hai người đọc đối với chẩn đoán MSCT định tính được đánh giá bằng hệ số Cohen's Kappa.

2.9. Xử lý và phân tích số liệu

Số liệu được nhập và xử lý bằng phần mềm IBM SPSS Statistics. Các biến định tính được trình bày bằng tần số và tỷ lệ phần trăm; các biến định lượng được biểu diễn bằng trung bình và độ lệch chuẩn hoặc trung vị và khoảng tứ phân vị tùy theo phân bố. Số trường hợp có dữ liệu cho từng phân tích được báo cáo cùng kết quả; không quy ước bệnh nhân không phẫu thuật là âm tính.

So sánh các biến định tính sử dụng kiểm định χ^2 hoặc Fisher khi thích hợp; so sánh các biến định lượng sử dụng kiểm định t-Student hoặc phương pháp phù hợp với phân bố dữ liệu. Giá trị chẩn đoán của MSCT được đánh giá thông qua độ nhạy, độ đặc hiệu, PPV, NPV và độ chính xác. Các phân tích độ chính xác được thực hiện ở mức van; các biến lâm sàng được mô tả ở mức bệnh nhân. PPV và NPV được diễn giải trong bối cảnh quần thể nghiên cứu đã được chọn lọc do nghi ngờ biến chứng van, vì hai chỉ số này phụ thuộc vào tỷ lệ hiện mắc/xác suất trước xét nghiệm. Ngưỡng ý nghĩa thống kê được xác định khi $p < 0,05$.

2.10. Đạo đức nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu hồi cứu; thông tin người bệnh được mã hóa và bảo mật.

Hội đồng Đạo đức trong nghiên cứu y sinh học của Bệnh viện Tim Hà Nội được thành lập theo Quyết định số 2818/QĐ-BVT ngày 10/07/2026 đã xem xét và chấp thuận cho báo cáo kết quả nghiên cứu này được gửi xuất bản, ngày chấp thuận 05/10/2026.

3. KẾT QUẢ

3.1 Đặc điểm của đối tượng nghiên cứu

3.1.1 Tuổi và giới tính

Nghiên cứu gồm 39 bệnh nhân, tuổi trung bình 57,0 ± 10,1 tuổi, dao động từ 39 đến 82 tuổi. Có 17 bệnh nhân nam (43,6%) và 22 bệnh nhân nữ (56,4%).

3.1.2 Triệu chứng lâm sàng

Trong 39 bệnh nhân nghiên cứu (42 van cơ học), số bệnh nhân có triệu chứng mệt mỏi là 15 (38.5%), đau ngực có 8 (20.5%), khó thở 6 (15.4%), số bệnh nhận có nhiều triệu chứng phối hợp như đau ngực, khó thở và mệt mỏi là 6 (15.4%). Đặc biệt có 3 bệnh nhân vào viện vì sốt (7.7%), và 1 bệnh nhân không có triệu chứng (2,5%).

3.1.3 Thời gian phát hiện biến chứng sau phẫu thuật

Bảng 3. Thời gian từ phẫu thuật thay van đến thời điểm chụp MSCT

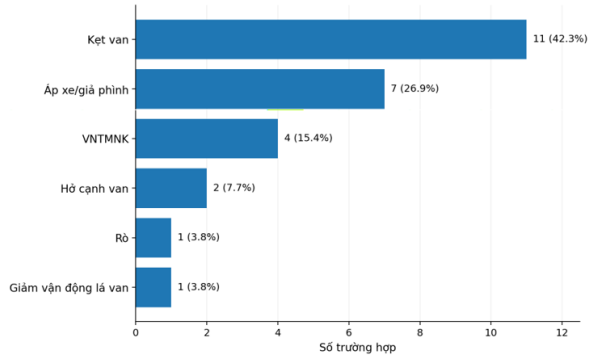
Thời gian	n	%
< 1 năm	8	19,0
1-5 năm	11	26,2
Trên 5 năm	23	54,8
Tổng	42	100

3.1.4 Phương pháp điều trị

Bảng 4. Phương pháp điều trị

PP điều trị	n	%
Không phẫu thuật	21	53,8
Phẫu thuật	18	46,2
Tổng	39	100

3.2. Đánh giá các biến chứng van cơ học trên MSCT



Hình 4. Phân bố các bất thường van tim cơ học phát hiện trên MSCT trong 26 van có MSCT dương tính (một van có thể có nhiều bất thường)

Bảng 5. Phân tích giá trị chẩn đoán biến chứng van cơ học của MSCT so với tiêu chuẩn tham chiếu

	Tiêu chuẩn tham chiếu (+)	Tiêu chuẩn tham chiếu (-)	Tổng
MSCT (+)	24	2	26
MSCT (-)	5	11	16
Tổng	29	13	42

Se = 82.8% (95% CI: 65.5–92.4%); Sp = 84.6% (95% CI: 57.8–95.7%); PPV = 92.3% (95% CI: 75.9–97.9%); NPV = 68.8% (95% CI: 44.4–85.8%); Acc = 83.3% (95% CI: 69.4–91.7%).

Bảng 6. Đối chiếu kết quả chẩn đoán kẹt van trên MSCT với tiêu chuẩn tham chiếu

	Tiêu chuẩn tham chiếu (+)	Tiêu chuẩn tham chiếu (-)	Tổng
MSCT (+)	11	0	11
MSCT (-)	0	31	31
Tổng	11	31	42

Se = 100.0% (95% CI: 74.1–100.0%); Sp =

100.0% (95% CI: 89.0–100.0%); PPV = 100.0% (95% CI: 74.1–100.0%); NPV = 100.0% (95% CI: 89.0–100.0%); Acc = 100.0% (95% CI: 91.6–100.0%).

Bảng 7. Đối chiếu kết quả chẩn đoán huyết khối trên MSCT so với tiêu chuẩn tham chiếu

	Tiêu chuẩn tham chiếu (+)	Tiêu chuẩn tham chiếu (-)	Tổng
MSCT (+)	10	1	11
MSCT (-)	0	31	31
Tổng	10	32	42

Se = 100,0% (KTC 95%: 72,2–100,0%); Sp = 96,9% (KTC 95%: 84,3–99,4%); PPV = 90,9% (KTC 95%: 62,3–98,4%); NPV = 100,0% (KTC 95%: 89,0–100,0%); Acc = 97,6% (KTC 95%: 87,7–99,6%).

Bảng 8. Đối chiếu kết quả chẩn đoán pannus trên MSCT so với tiêu chuẩn tham chiếu

	Tiêu chuẩn tham chiếu (+)	Tiêu chuẩn tham chiếu (-)	Tổng
MSCT (+)	13	0	13
MSCT (-)	1	28	29
Tổng	14	28	42

Se = 92,9% (KTC 95%: 68,5–98,7%); Sp = 100,0% (KTC 95%: 87,9–100,0%); PPV = 100,0% (KTC 95%: 77,2–100,0%); NPV = 96,6% (KTC 95%: 82,8–99,4%); Acc = 97,6% (KTC 95%: 87,7–99,6%).

Bảng 9. Đối chiếu kết quả chẩn đoán áp xe trên MSCT so với tiêu chuẩn tham chiếu

	Tiêu chuẩn tham chiếu (+)	Tiêu chuẩn tham chiếu (-)	Tổng
MSCT (+)	5	2	7
MSCT (-)	0	35	35
Tổng	5	37	42

Se = 100.0% (95% CI: 56.6–100.0%); Sp = 94.6% (95% CI: 82.3–98.5%); PPV = 71.4% (95% CI: 35.9–91.8%); NPV = 100.0% (95% CI: 90.1–100.0%); Acc = 95.2% (95% CI: 84.2–98.7%).

Bảng 10. Đối chiếu kết quả chẩn đoán VNTMNK trên MSCT so với tiêu chuẩn tham chiếu

	Tiêu chuẩn tham chiếu (+)	Tiêu chuẩn tham chiếu (-)	Tổng
MSCT (+)	4	0	4
MSCT (-)	1	37	38
Tổng	5	37	42

Se = 80.0% (95% CI: 37.6–96.4%); Sp = 100.0% (95% CI: 90.6–100.0%); PPV = 100.0% (95% CI: 51.0–100.0%); NPV = 97.4% (95% CI: 86.5–99.5%); Acc = 97.6% (95% CI: 87.7–99.6%).

Bảng 11. Chẩn đoán các nguyên nhân gây kẹt van

Nguyên nhân	n	%
Huyết khối	8	72,7
Pannus	2	18,2
Phối hợp cả huyết khối và pannus	1	9,1
Tổng	11	100

Nhận xét: Trong 11 trường hợp kẹt van cơ học, huyết khối là nguyên nhân chủ yếu với 8/11 trường hợp (72,7%), pannus gặp ở 2/11 trường hợp (18,2%) và phối hợp huyết khối–pannus gặp ở 1/11 trường hợp (9,1%). Kết quả cho thấy huyết khối chiếm ưu thế trong nhóm bệnh nhân có kẹt van.

Bảng 12. Phân bố tỷ trọng HU trên MSCT ở 22 van có tổn thương, phân nhóm nguyên nhân theo tiêu chuẩn tham chiếu (phân tích thăm dò)

Đặc điểm	Huyết khối (n)	Pannus (n)	Phối hợp HK và Pannus	Tổng
Tỷ trọng <90 HU	8	1	0	9
Tỷ trọng >145 HU	0	11	1	12
Tỷ trọng 90-145	0	0	1	1

Trong 22 van có tổn thương theo tiêu chuẩn tham chiếu, có 8 van huyết khối đơn thuần, 12 van pannus đơn thuần và 2 van phối hợp. Cả 8/8 van huyết khối đơn thuần có tỷ trọng <90 HU; 11/12 van pannus đơn thuần có tỷ trọng >145 HU và 1/12 van có tỷ trọng <90 HU. Phân bố tỷ trọng khác nhau giữa ba nhóm nguyên nhân (kiểm định chính xác Fisher–Freeman–Halton hai phía, p<0,001). Khi tính cả tổn thương phối hợp, tiêu chuẩn tham chiếu xác định 10 van có huyết khối và 14 van có pannus. MSCT phát hiện đúng cả 10 van có huyết khối và 13/14 van có pannus; một van pannus đơn thuần bị chẩn đoán là huyết khối. Phân tích tỷ trọng ở Bảng 12 mang tính thăm dò trong nhóm van có tổn thương, không phải đánh giá độ chính xác của ngưỡng HU trên toàn bộ 42 van.

Hai trường hợp phối hợp huyết khối–pannus đều được MSCT nhận diện và được xác nhận trong mổ. Trên CT, cả hai trường hợp có hai thành phần khác biệt rõ về tỷ trọng: một thành phần <90 HU và một thành phần >145 HU. Giá trị trung bình chung không phản ánh đầy đủ sự không đồng nhất về tỷ trọng của tổn thương. Bảng 12 và Bảng 13 cùng sử dụng phân nhóm nguyên nhân theo tiêu chuẩn tham chiếu trên 22 van; không có chênh lệch số lượng giữa hai bảng.

Bảng 13. Phân bố nguyên nhân theo tiêu chuẩn tham chiếu ở 22 van theo thời gian sau phẫu thuật thay van

	<1 năm	1-5 năm	> 5 năm	Tổng
Huyết khối	3	4	1	8
Pannus	0	1	11	12
Phối hợp	0	0	2	2
Tổng	3	5	14	22

Nhận xét: Phân bố thời gian sau thay van khác nhau giữa ba nhóm huyết khối đơn thuần, pannus đơn thuần và phối hợp (kiểm định chính xác Fisher–Freeman–Halton hai phía, p<0,001). Trong nhóm huyết khối đơn thuần, 7/8 trường hợp (87,5%) được phát hiện trong vòng 5 năm; trong nhóm pannus đơn thuần, 11/12 trường hợp (91,7%) được phát hiện sau trên 5 năm. Cả hai trường hợp phối hợp đều được ghi nhận sau trên 5 năm.

Bảng 14. So sánh kết quả chẩn đoán nguyên nhân giữa siêu âm tim qua thực quản và MSCT

	Siêu âm qua thực quản	MSCT	Tiêu chuẩn tham chiếu
Huyết khối	5	8	7
Pannus	1	0	1
Phối hợp	0	1	1
Không CĐ được	3	0	0

Trong 9 trường hợp được đối chiếu, siêu âm tim qua thực quản đưa ra được chẩn đoán nguyên nhân ở 6/9 trường hợp (66,7%), còn MSCT đưa ra phân loại nguyên nhân ở 9/9 trường hợp (100%). Tuy nhiên, khả năng đưa ra phân loại không đồng nghĩa với chẩn đoán đúng: MSCT phân loại 8 trường hợp là huyết khối trong khi tiêu chuẩn tham chiếu xác định 7 trường hợp huyết khối và một trường hợp pannus. Do chưa có bảng ghép cặp kết quả từng bệnh nhân, dữ liệu hiện tại không cho

phép tính và so sánh Se, Sp, PPV, NPV hoặc thực hiện kiểm định McNemar giữa hai phương pháp. Vì vậy, kết quả chỉ gợi ý MSCT có thể cung cấp thêm thông tin khi TEE chưa kết luận được, không chứng minh MSCT vượt trội TEE.

3.3. Mức độ đồng thuận giữa hai bác sĩ đọc MSCT

Hai bác sĩ thống nhất chẩn đoán MSCT định tính ở 36/42 trường hợp (85,7%) trước hội chẩn. Hệ số Cohen's kappa là 0,71 (KTC 95%: 0,50–0,92), cho thấy mức độ đồng thuận tốt giữa hai người đọc.

4. BÀN LUẬN

Nghiên cứu trên 39 bệnh nhân (42 van cơ học) được lựa chọn do nghi ngờ biến chứng cho thấy MSCT có giá trị chẩn đoán cao và đặc biệt hữu ích trong xác định nguyên nhân. Đối với biến chứng nói chung, độ nhạy, độ đặc hiệu, PPV, NPV và độ chính xác lần lượt là 82,8%, 84,6%, 92,3%, 68,8% và 83,3%. PPV cao cho thấy một kết quả MSCT dương tính có giá trị khẳng định tốt trong quần thể nghiên cứu; ngược lại, NPV thấp hơn cho thấy MSCT âm tính không nên được sử dụng đơn độc để loại trừ biến chứng khi nghi ngờ lâm sàng còn cao. Tuy nhiên, PPV và NPV phụ thuộc vào xác suất trước xét nghiệm; do quần thể nghiên cứu gồm các bệnh nhân đã nghi ngờ biến chứng van và được chỉ định MSCT, các giá trị này không nên ngoại suy trực tiếp cho quần thể người mang van cơ học không chọn lọc. Điều này phù hợp với quan điểm hiện nay coi CT tim là phương tiện bổ sung cho siêu âm trong đánh giá van nhân tạo [1-3].

Đối với kẹt van, MSCT xác định đúng cả 11 trường hợp có kẹt và 31 trường hợp không kẹt, tương ứng các chỉ số chẩn đoán đều đạt 100%. Khả năng này liên quan đến kỹ thuật đồng bộ điện tim và tái tạo đa pha, cho phép đánh giá trực tiếp vận động đóng-mở của lá van. Tuy nhiên, số trường hợp kẹt van còn nhỏ nên giá trị 100% cần được diễn giải cùng khoảng tin cậy 95% và không nên xem là hiệu năng tuyệt đối trong quần thể rộng hơn [5,6].

Một ưu thế quan trọng của MSCT là xác định nguyên nhân tắc nghẽn van. Trong nghiên cứu, độ chính xác đối với huyết khối và pannus đều đạt 97,6%; độ nhạy/độ đặc hiệu tương ứng là 100%/96,9% đối với huyết khối và 92,9%/100% đối với pannus. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu và tổng quan trước đây cho thấy CT có giá trị cao trong nhận diện khối dưới van và phân biệt pannus với huyết khối, trong khi siêu âm có thể bị hạn chế bởi bóng cản của vật liệu kim loại [4,6-9]. Đáng chú ý, có 1 trường hợp MSCT chẩn đoán là huyết khối nhưng phẫu thuật xác nhận pannus; trường hợp này minh họa sự chồng lấp hình ảnh giữa hai nguyên nhân và nhấn mạnh rằng đặc điểm hình thái và tỷ trọng HU cần được diễn giải trong bối cảnh đa mô thức, thay vì sử dụng như tiêu chuẩn đơn độc.

Trong nhóm 11 trường hợp kẹt van cơ học, huyết khối là nguyên nhân chiếm ưu thế (8/11; 72,7%), tiếp theo là pannus (2/11; 18,2%) và phối hợp huyết khối–pannus (1/11; 9,1%). Kết quả này cho thấy kẹt van là một biểu hiện chức năng có thể do nhiều căn nguyên; huyết khối thường liên quan đến hạn chế hoặc mất vận động lá van, trong khi pannus có thể gây hẹp tiến triển và tăng chênh áp. Vì vậy, việc kết hợp đánh giá vận động lá van, hình thái khối bất thường, tỷ trọng HU và thời gian sau phẫu thuật trên MSCT có thể giúp định hướng nguyên nhân và hỗ trợ lựa chọn điều trị [2,8,9].

Tỷ trọng tổn thương có thể cung cấp thêm thông tin định lượng. Trong phân tích thăm dò phân nhóm nguyên nhân theo tiêu chuẩn tham chiếu, 8/8 van huyết khối đơn thuần có tỷ trọng <90 HU, còn 11/12 van pannus đơn thuần có tỷ trọng >145 HU ($p<0,001$). Một van pannus có tỷ trọng <90 HU và bị MSCT chẩn đoán là huyết khối, cho thấy có sự chồng lấp giữa hai căn nguyên. Phân tích này chỉ gồm các van có tổn thương và chưa xác lập hiệu năng của ngưỡng HU trên toàn bộ quần thể nghiên cứu. Đây cũng không phải nghiên cứu xác lập một ngưỡng HU mới. Giá trị HU chịu ảnh hưởng

của kỹ thuật chụp, nhiễu kim loại, cách đặt ROI và thành phần hỗn hợp của tổn thương; vì vậy không nên sử dụng HU đơn độc mà cần tích hợp với hình thái, vận động lá van, thời gian sau phẫu thuật và bối cảnh lâm sàng [8-10].

Khoảng tỷ trọng 90–145 HU cần được diễn giải thận trọng. Trong hai trường hợp phối hợp được xác nhận trong mổ của nghiên cứu này, MSCT cho thấy hai thành phần khác biệt rõ về tỷ trọng (<90 HU và >145 HU). Việc lấy giá trị trung bình chung có thể che lấp đặc điểm không đồng nhất này; do đó, một giá trị trung bình trong khoảng 90–145 HU không tự xác định căn nguyên và không đồng nghĩa với tổn thương phối hợp. Quan sát hai thành phần khác tỷ trọng cũng chưa đủ để khẳng định chúng sắp xếp thành cấu trúc phân lớp hoặc xác định trình tự hình thành pannus và huyết khối. Với chỉ hai trường hợp, nghiên cứu cung cấp bằng chứng mô tả về khả năng nhận diện hai thành phần trên MSCT, chưa cho phép ước tính độ chính xác chẩn đoán riêng cho tổn thương phối hợp.

Trong y văn trong nước, Đào Quang Vinh và cộng sự ghi nhận hai trường hợp kẹt van hai lá liên quan huyết khối và một trường hợp kẹt van động mạch chủ do pannus trong nghiên cứu trên 50 trẻ được thay van cơ học tại Bệnh viện Tim Hà Nội [15]. Đây là dữ liệu ở trẻ em, nên chỉ dùng để đối chiếu về sự hiện diện của các căn nguyên biến chứng, không so sánh trực tiếp tần suất với quần thể người lớn được chọn lọc của nghiên cứu hiện tại. Báo cáo của Văn Hùng Dũng tại Viện Tim thành phố Hồ Chí Minh ghi nhận 27 trường hợp pannus ở vị trí van động mạch chủ, trong đó 16 trường hợp được xác nhận khi mổ lại; các trường hợp pannus đều có thời gian sau thay van trên 5 năm [16]. Các quan sát trong nước này bổ sung bối cảnh lâm sàng cho việc đánh giá căn nguyên và thời điểm xuất hiện biến chứng van, nhưng không cung cấp bằng chứng xác lập ngưỡng HU hay quy trình đo ROI.

Thời gian sau thay van cũng liên quan đến căn nguyên. Huyết khối có xu hướng xuất hiện sớm hơn, với 87,5% trường hợp huyết khối đơn thuần được phát hiện trong vòng 5 năm, trong khi 91,7% pannus đơn thuần xuất hiện sau trên 5 năm (p<0,001). Điều này phù hợp với sinh bệnh học: huyết khối có thể xuất hiện bất kỳ thời điểm nào, đặc biệt khi kiểm soát kháng đông chưa tối ưu, trong khi pannus là quá trình tăng sinh mô xơ tiến triển chậm và thường biểu hiện muộn. Do đó, thời gian sau phẫu thuật cần được tích hợp cùng hình thái và HU khi phân tích nguyên nhân trên CT [2,8,9].

Trong 9 trường hợp có dữ liệu đối chiếu, TEE đưa ra được chẩn đoán nguyên nhân ở 6 trường hợp, còn MSCT đưa ra phân loại nguyên nhân ở cả 9 trường hợp; tuy nhiên, một phân loại MSCT không phù hợp với tiêu chuẩn tham chiếu. Phân tích gộp 17 nghiên cứu trên 229 bệnh nhân cho thấy độ nhạy phát hiện khối dưới van của MDCT là 88%, cao hơn 2D-TEE 68%; riêng phát hiện pannus, độ nhạy lần lượt là 85% và 62%. Đối với huyết khối, phân tích gộp này ghi nhận TEE có độ nhạy cao hơn MSCT (75% so với 45%), trong khi MSCT có độ đặc hiệu cao hơn (90% so với 75%). Do đó, dữ liệu hiện có ủng hộ vai trò bổ sung giữa các phương thức: siêu âm/TEE cung cấp thông tin huyết động và đánh giá tốt các tổn thương di động, trong khi MSCT bổ sung thông tin giải phẫu, đặc tính mô và biến chứng quanh van. Dữ liệu của nghiên cứu chưa có bảng ghép cặp đầy đủ và không chứng minh MSCT vượt trội TEE [3,4,7,11].

Đối với áp xe quanh van, MSCT đạt độ nhạy 100%, độ đặc hiệu 94,6% và độ chính xác 95,2%; đối với viêm nội tâm mạc nhiễm khuẩn van nhân tạo, các giá trị tương ứng là 80,0%, 100% và 97,6%. CT có ưu thế trong phát hiện áp xe, giả phình, đường rò và mức độ lan rộng quanh vòng van, nhưng có thể kém nhạy hơn TEE đối với sùi nhỏ và di động. Vì vậy, kết quả CT cần được tích hợp với lâm sàng, vi sinh và siêu âm theo tiếp cận đa mô thức [12,13].

Nghiên cứu có một số hạn chế. Thứ nhất, cỡ mẫu nhỏ, đặc biệt ở các biến chứng ít gặp, làm cho khoảng tin cậy của một số ước lượng còn rộng; các giá trị 100% vì vậy không nên được hiểu là hiệu

năng tuyệt đối trong quần thể rộng hơn. Thứ hai, thiết kế hồi cứu và việc không phải mọi bệnh nhân đều được phẫu thuật dẫn đến việc sử dụng các tiêu chuẩn tham chiếu khác nhau giữa nhóm phẫu thuật và không phẫu thuật, làm phát sinh nguy cơ sai lệch xác minh khác biệt (differential verification bias). Ở nhóm không phẫu thuật, tiêu chuẩn tham chiếu lâm sàng tổng hợp được xác lập hồi cứu từ dữ liệu lâm sàng, siêu âm, vi sinh và diễn biến/đáp ứng điều trị sẵn có; do đặc điểm hồi cứu, không thể bảo đảm hoàn toàn tính độc lập của mọi thành phần tiêu chuẩn tham chiếu đối với kết quả MSCT, vì vậy nguy cơ incorporation bias không thể loại trừ hoàn toàn. Thứ ba, nghiên cứu chỉ tuyển các bệnh nhân đã nghi ngờ biến chứng van và được chỉ định MSCT, do đó có nguy cơ selection/spectrum bias và hạn chế khả năng ngoại suy PPV, NPV cho quần thể mang van cơ học không chọn lọc. Thứ tư, 42 van được phân tích ở 39 bệnh nhân; một số bệnh nhân có hai van cơ học nên các quan sát ở mức van có thể có tương quan nội cụm, trong khi cỡ mẫu hiện tại chưa cho phép hiệu chỉnh ổn định cho clustering. Thứ năm, số trường hợp có TEE để so sánh trực tiếp còn hạn chế và chưa có dữ liệu ghép cặp đầy đủ để thực hiện so sánh độ chính xác giữa hai phương thức. Thứ sáu, nghiên cứu chưa đánh giá riêng độ tái lập giữa hai người đọc đối với phép đo tỷ trọng HU bằng ICC, do đó khả năng lặp lại của thông số định lượng này cần được xác nhận trong các nghiên cứu tiếp theo. Ngoài ra, nghiên cứu đơn trung tâm làm giảm khả năng khái quát hóa. Các nghiên cứu đa trung tâm với cỡ mẫu lớn, tiêu chuẩn tham chiếu được chuẩn hóa và quy trình định lượng HU có tính tái lập cao hơn là cần thiết để xác nhận các kết quả này.

5. KẾT LUẬN

Trong quần thể chọn lọc gồm các bệnh nhân nghi ngờ biến chứng van cơ học, MSCT cho thấy hiệu năng chẩn đoán hứa hẹn và cung cấp thông tin bổ sung về vận động lá van, hình thái tổn thương và nguyên nhân huyết khối hoặc pannus. Tỷ trọng HU và thời gian sau thay van là các yếu tố hỗ trợ định hướng căn nguyên nhưng không nên được sử dụng đơn độc. Do cỡ mẫu nhỏ và tiêu chuẩn tham chiếu chưa hoàn toàn đồng nhất, các ước lượng cần được xác nhận trong nghiên cứu lớn hơn với quy trình xác minh chuẩn hóa. MSCT nên được sử dụng như phương tiện bổ sung cho siêu âm trong tiếp cận hình ảnh đa mô thức, đặc biệt khi siêu âm chưa xác định rõ cơ chế biến chứng van và khi thông tin giải phẫu có thể ảnh hưởng đến lựa chọn điều trị hoặc chiến lược phẫu thuật.

Dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu có thể được cung cấp bởi tác giả liên hệ theo yêu cầu hợp lý, phù hợp với quy định bảo mật và phê duyệt đạo đức.

Xung đột lợi ích: Không.

Nguồn tài trợ: Bệnh viện Tim Hà Nội.

Lời cảm ơn

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Ban Giám đốc Bệnh viện Tim Hà nội và các đồng nghiệp Khoa phẫu thuật tim người lớn và Khoa Chẩn đoán hình ảnh đã giúp đỡ chúng tôi để hoàn thành nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Eur Heart J. 2022;43(7):561-632. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab395

2. Habets J, Budde RPJ, Symersky P, van den Brink RBA, de Mol BAJM, Mali WPTM, et al. Diagnostic evaluation of left-sided prosthetic heart valve dysfunction. Nat Rev Cardiol. 2011;8(8):466-478. https://doi.org/10.1038/nrcardio.2011.71

3. Zoghbi WA, Jone PN, Chamsi-Pasha MA, et al. Guidelines for the Evaluation of Prosthetic Valve Function With Cardiovascular Imaging: A Report From the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration With the So-

ciety for Cardiovascular Magnetic Resonance and the Society of Cardiovascular Computed Tomography. J Am Soc Echocardiogr. 2024;37(1):2-63. https://doi.org/10.1016/j.echo.2023.10.004

4. Kim JY, Suh YJ, Han K, Kim YJ, Choi BW. Diagnostic Value of Advanced Imaging Modalities for the Detection and Differentiation of Prosthetic Valve Obstruction: A Systematic Review and Meta-Analysis. JACC Cardiovasc Imaging. 2019;12(11 Pt 1):2182-2192. https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2018.11.033

5. Symersky P, Budde RPJ, de Mol BAJM, Prokop M. Comparison of Multidetector-Row Computed Tomography to Echocardiography and Fluoroscopy for Evaluation of Patients With Mechanical Prosthetic Valve Obstruction. Am J Cardiol. 2009;104(8):1128-1134. https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2009.05.061

6. Suchá D, Symersky P, Tanis W, Mali WPTM, Leiner T, van Herwerden LA, et al. Multimodality Imaging Assessment of Prosthetic Heart Valves. Circ Cardiovasc Imaging. 2015;8(9):e003703. https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.115.003703

7. Suchá D, Symersky P, van den Brink RBA, et al. Diagnostic evaluation and treatment strategy in patients with suspected prosthetic heart valve dysfunction: The incremental value of MDCT. J Cardiovasc Comput Tomogr. 2016;10(5):398-406. https://doi.org/10.1016/j.jcct.2016.07.008

8. Gündüz S, Özkan M, Kalçık M, et al. Sixty-Four-Section Cardiac Computed Tomography in Mechanical Prosthetic Heart Valve Dysfunction: Thrombus or Pannus. Circ Cardiovasc Imaging. 2015;8(12):e003246. https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.115.003246

9. Tanis W, Habets J, van den Brink RBA, Symersky P, Budde RPJ, Chamuleau SAJ. Differentiation of thrombus from pannus as the cause of acquired mechanical prosthetic heart valve obstruction by non-invasive imaging: a review of the literature. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2014;15(2):119-129. https://doi.org/10.1093/ehjci/jet127

10. Senapati A, Faza NN, Mahmarian J, Chang SM. Cardiac Computed Tomography for Structural Heart Disease Assessment and Therapeutic Planning: Focus on Prosthetic Valve Dysfunction. Methodist DeBakey Cardiovasc J. 2020;16(2):86-96. https://doi.org/10.14797/mdcj-16-2-86

11. Muratori M, Fusini L, Mancini ME, et al. The Role of Multimodality Imaging in Left-Sided Prosthetic Valve Dysfunction. J Cardiovasc Dev Dis. 2022;9(1):12. https://doi.org/10.3390/jcdd9010012

12. Delgado V, Ajmone Marsan N, de Waha S, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of endocarditis. Eur Heart J. 2023;44(39):3948-4042. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad193

13. Rajiah P, Moore A, Saboo S, et al. Multimodality Imaging of Complications of Cardiac Valve Surgeries. Radiographics. 2019;39(4):932-956. https://doi.org/10.1148/rg.2019180177

14. Nam K, Suh YJ, Han K, Park SJ, Kim YJ, Choi BW. Value of Computed Tomography Radiomic Features for Differentiation of Periprosthetic Mass in Patients With Suspected Prosthetic Valve Obstruction. Circ Cardiovasc Imaging. 2019;12:e009496. doi:10.1161/CIRCIMAGING.119.009496.

15. Đào Quang Vinh, Nguyễn Sinh Hiền, Tạ Hoàng Tuấn. Nhận xét kết quả thay van hai lá và động mạch chủ cơ học ở trẻ em tại Bệnh viện Tim Hà Nội. Tạp chí Phẫu thuật Tim mạch và Lồng ngực Việt Nam. 2021;35:26-33. doi:10.47972/vjcts.v35i.673.

16. Văn Hùng Dũng. 19 năm kinh nghiệm với van Sorin Bicarbon. Tạp chí Phẫu thuật Tim mạch và Lồng ngực Việt Nam. 2018;20:120-128. doi:10.47972/vjcts.v20i.97.