

Intravascular imaging: Past, present and future

Nguyen Phuong Anh[✉], Nguyen Quoc Thai, Pham Manh Hung

Vietnam National Heart Institute, Bach Mai Hospital

► Correspondence to

Dr. Nguyen Phuong Anh
Vietnam National Heart Institute,
Bach Mai Hospital
Email: drnguyenphuonganh@
gmail.com

► Received 09 January 2024

Accepted 15 January 2024

Published online 20 January 2024

To cite: Nguyen PA, Nguyen
QT, Pham MH. *J Vietnam Cardiol*
2024;**1075**(1):111-114

ABSTRACT

Although angiography is the technique most interventional cardiologists use to assess the severity of coronary artery disease and guide treatment, conventional angiography has some limitations such as providing a 2D silhouette of the arterial lumen so images may be foreshortened, not depicting plaque characteristics or burden, features of arterial wall structure. With those realities in mind, intravascular imaging modalities emerged including intravascular ultrasound (IVUS), optical coherence tomography (OCT), and near-infrared spectroscopy (NIRS). These techniques provide cross-sectional images of the coronary artery including lumen, wall, plaque burden, plaque composition and distribution, and even structures around the vessel – information that is promised but rarely delivered by angiography.

Intravascular imaging (IVI) can be used to answer questions that arise in daily practice as well as follow-up results such as: How severe is this stenosis? What is the culprit lesion? What is the appropriate stent size and length? What is the risk of distal embolization or peri-procedural MI during stenting? Has the intervention been optimized? Why did this stent thrombose or restenose? This article summarizes the applications of intravascular imaging techniques from the past to present as well as data on incorporating them into routine clinical practice and future directions.

Chẩn đoán hình ảnh trong lòng mạch: Quá khứ, hiện tại và tương lai

► Tác giả liên hệ

ThS.BS. Nguyễn Phương Anh
Viện Tim mạch Việt Nam,
Bệnh viện Bạch Mai
Email: drnguyenphuonganh@
gmail.com

► Nhận ngày 09 tháng 01 năm 2024

Chấp nhận đăng ngày 15 tháng 01
năm 2024

Xuất bản online ngày 20 tháng 01
năm 2024

Mẫu trích dẫn: Nguyen PA,
Nguyen QT, Pham MH. *J Vietnam*
Cardiol 2024;**1075**(1):111-114

Nguyễn Phương Anh[✉], Nguyễn Quốc Thái, Phạm Mạnh Hùng

Viện Tim mạch Việt Nam, Bệnh viện Bạch Mai

Mặc dù chụp mạch vành cản quang là kỹ thuật được hầu hết các bác sĩ tim mạch can thiệp sử dụng để đánh giá mức độ nghiêm trọng của tổn thương mạch vành và hướng dẫn điều trị, nhưng chụp động mạch vành có một số hạn chế nhất định như kết quả thể hiện là hình chiếu phẳng của lòng mạch nên hình ảnh có thể bị thu ngắn lại, không mô tả được tính chất mảng xơ vữa hoặc gánh nặng xơ vữa, các đặc điểm của cấu trúc thành mạch. Xuất phát từ thực tế đó, các công nghệ hình ảnh nội mạch ra đời bao gồm siêu âm trong lòng mạch (IVUS), chụp cắt lớp quang học (OCT) và quang phổ cận hồng ngoại (NIRS). Các kỹ thuật này cung cấp hình ảnh chụp cắt ngang động mạch vành bao gồm lòng mạch, thành mạch, gánh nặng mảng xơ vữa, thành phần và

phân bố mảng bám, và thậm chí cả cấu trúc quanh mạch máu - thông tin hứa hẹn nhưng hiếm khi được cung cấp qua chụp mạch cản quang.

Kỹ thuật chẩn đoán hình ảnh trong lòng mạch (IVI) có thể được sử dụng để trả lời các câu hỏi xảy ra trong quá trình thực hành hàng ngày cũng như theo dõi kết quả của bệnh nhân như: Mức độ hẹp này có nghiêm trọng không? Thủ phạm gây tổn thương ở đâu? Kích thước và chiều dài stent phù hợp là bao nhiêu? Khả năng xuyên tắc phần xa hoặc nhồi máu cơ tim quanh thủ thuật trong quá trình đặt stent là gì? Sự can thiệp đã được tối ưu hóa chưa? Tại sao stent này bị huyết khối hoặc tái hẹp? Bài viết này tóm tắt những ứng dụng của kỹ thuật chẩn đoán hình ảnh trong lòng mạch trong quá khứ cho đến hiện tại cũng như dữ liệu về việc kết hợp chúng vào thực hành lâm sàng thông thường và hướng đi trong tương lai.

CHẨN ĐOÁN VÀ ĐÁNH GIÁ TỔN THƯƠNG TRƯỚC CAN THIỆP

IVI trước can thiệp được sử dụng để phân tích vị trí tổn thương cần điều trị và lựa chọn phương pháp tiếp cận can thiệp phù hợp nhất cho từng loại tổn thương cụ thể. Một số đặc điểm của mảng xơ vữa, bao gồm đánh giá mức độ trầm trọng của mảng xơ vữa, phân bố của mảng xơ vữa, độ sâu và mức độ vôi hóa, sự tái cấu trúc động mạch và sự xuất hiện của huyết khối hoặc tách thành động mạch có thể ảnh hưởng đến quyết định sử dụng các thiết bị can thiệp. Các nghiên cứu đơn trung tâm đã báo cáo rằng hình ảnh IVI thường ảnh hưởng đến quyết định của người can thiệp trong việc đánh giá các tổn thương đích và phương pháp điều trị tối ưu.

Tổn thương không phải thân chung

Diện tích lòng mạch tối thiểu (MLA) là thông số tương quan tốt nhất với tình trạng thiếu máu cục bộ. Giới hạn MLA IVUS được báo cáo dao động từ 2,1 đến 4,4 mm² và thường nhỏ hơn trong các nghiên cứu ở châu Á so với phương Tây. Các thông số kết hợp (nghĩa là MLA cộng với gánh nặng mảng bám hoặc chiều dài tổn thương), điều chỉnh kích thước mạch máu hoặc kết hợp đặc tính mô đều không tốt hơn MLA. Hầu hết các nghiên cứu IVI cho thấy giá trị tiên đoán âm tính

tương đối cao, nhưng một giá trị tiên đoán dương thấp của MLA.

Ba thử nghiệm lâm sàng ngẫu nhiên—DEFER, FAME (Fractional Flow Reserve Versus Angiography for Multivessel Evaluation)-1, và FAME-2—dẫn đến chỉ định Loại 1 về phân suất dự trữ dòng chảy (FFR) để đánh giá độ hẹp của tổn thương không phải thân chung. Tuy nhiên, FLOWER-MI “âm tính” gần đây, FUTURE và FAME-3 đặt ra nhiều thách thức đối với FFR. Hơn nữa, FORZA (FFR or OCT Guidance to Revascularize Intermediate Coronary Stenosis Using Angioplasty) cho thấy rằng ở những bệnh nhân có tổn thương qua trung gian chụp mạch, chiến lược trì hoãn dựa trên OCT có thể tốt hoặc tốt hơn chiến lược trì hoãn dựa trên FFR.

Tổn thương thân chung (LMCA)

Đánh giá chính xác và thống nhất giữa các chuyên gia về tầm quan trọng của tổn thương LMCA trên chụp mạch có thể thấp tới 30%, đặc biệt là ở lỗ vào LMCA. Ở bệnh nhân phương Tây, MLA IVUS <6 mm² tương quan tốt nhất với thiếu máu cục bộ, trong khi 2 nghiên cứu ở Hàn Quốc cho rằng IVUS MLA >4,5-4,8 mm² là đủ và không cần thiết phải tái thông mạch máu. Điểm cắt MLA nhỏ hơn trong các nghiên cứu ở châu Á so với phương Tây được giải thích là do trọng lượng tim nhỏ hơn ở bệnh nhân châu. Một phân tích gộp so sánh can thiệp LMCA trì hoãn IVUS và FFR cho thấy kết quả giống hệt nhau sau 30 tháng. OCT không có ưu thế khi đánh giá tổn thương ở LMCA, đặc biệt các tổn thương tại lỗ vào.

Chụp mạch cản quang cũng bị hạn chế trong việc đánh giá độ lệch tâm của tổn thương. Bất kể hình ảnh chụp mạch như thế nào, một nửa số tổn thương trên hình ảnh IVI có mảng lệch tâm và một nửa có mảng bám đồng tâm. Hơn nữa, mảng bám ở chỗ chia đôi được lắng đọng đối diện với nhánh bên, tránh được chỗ phân chia dòng chảy, điều này lại không đánh giá được trên hình ảnh chụp động mạch.

SHƯỞNG DẪN CAN THIỆP ĐỘNG MẠCH VÀNH

IVI nên sử dụng để đánh giá trước can thiệp để đánh giá mức độ nghiêm trọng của tổn thương và chọn kích thước và chiều dài stent thích hợp. Nếu ống

thông IVI không thể đi qua trước PCI hoặc nếu không thể làm sạch lòng mạch để chụp OCT, thì tổn thương nên được nong bằng một quả bóng nhỏ.

IVI sau can thiệp sau khi đã đạt được hình ảnh chụp mạch mong muốn, có thể sử dụng thêm nong bóng áp lực cao nếu stent chưa nở hết, hoặc đặt thêm stent nếu có stent hịt hoặc có các biến chứng khác như lóc tách...Sử dụng IVI trước khi kết thúc để đảm bảo quá trình can thiệp đạt tối ưu nhất.

Tính đến thời điểm này, đã có 24 RCT, 34 phân tích gộp và 84 nghiên cứu so sánh đặt stent phủ thuốc có thêm hướng dẫn của IVI với đặt stent phủ thuốc dưới hướng dẫn chụp mạch. Trong những nghiên cứu này, hướng dẫn IVI có liên quan đến việc giảm các biến cố bất lợi về tim và đặc biệt là các tiêu chí chính về tử vong do mọi nguyên nhân và tử vong do tim mạch (Bảng 1), nhồi máu cơ tim và huyết khối trong stent. Sự nong bóng sau can thiệp được sử dụng thường xuyên hơn; kích thước stent, MLA và diện tích stent tối thiểu (MSA) lớn hơn, và nhiều stent hơn hoặc stent dài hơn đã được sử dụng để giảm thiểu sai sót vị trí và điều trị lóc tách.

Trong phần lớn các thủ thuật đặt stent, IVUS hoặc OCT có thể được sử dụng an toàn, hiệu quả, hiệu quả và có thể thay thế cho nhau với kết quả ngắn hạn và dài hạn tốt như nhau. Tuy nhiên, có một vài tình huống khi cái này hay cái kia có thể thích hợp hơn vì lý do lâm sàng hoặc vì một số tình huống đặc biệt, như đánh giá tổn thương thủ phạm trong hội chứng ĐMV cấp hoặc tái hẹp, ưu tiên dùng OCT, Các trường hợp tổn thương lỗ vào, LMCA, tắc mạn tính CTO, nghi ngờ lóc tách ĐMV tiên phát thì ưu tiên lựa chọn IVUS.

THEO DÕI TÁI HẸP VÀ HUYẾT KHỐI STENT

Các nghiên cứu IVI nối tiếp rất quan trọng để hiểu được cơ chế thành công và thất bại của PCI. Nhờ có IVUS, người ta đã chỉ ra được các yếu tố tiên lượng tái hẹp: diện tích MLA nhỏ, có lóc tách ĐMV hoặc gánh nặng xơ vữa tồn dư lớn. Tái cấu trúc giãn, hầu hết trong tháng đầu sau đặt stent và được duy trì ở khoảng 25% tổn thương, ngược lại, từ 1 đến 6 tháng là tái cấu trúc co, dẫn đến tình trạng tái hẹp và bị ảnh hưởng bởi gánh nặng mảng bám còn sót lại.

Các nghiên cứu IVUS ban đầu cho thấy huyết khối trong stent sớm (<30 ngày) chủ yếu liên quan đến kỹ thuật trong quá trình làm thủ thuật. Các nghiên cứu sử dụng IVUS ban đầu giúp cải thiện kết quả đặt stent.

Không có nguyên nhân duy nhất gây ra huyết khối hoặc tái hẹp trong stent; đôi khi có nhiều hơn 1 cơ chế tiềm ẩn hoặc phát hiện bất thường. OCT vượt trội hơn IVUS trong việc đánh giá thất bại của stent vì IVUS không thể đánh giá độ bao phủ mắt stent, phát hiện chính xác huyết khối hoặc phân loại thành phần của tân nội mạc (đặc biệt là lipid), tuy nhiên kỹ thuật IVUS kết hợp các tiến bộ hiện nay như IVUS kết hợp quang phổ cận hồng ngoại (IVUS-NIRS) đã được chứng minh là có thể phát hiện tân nội mạc lipid.

Những phát hiện phổ biến nhất trong huyết khối trong stent rất muộn là đặt stent sai vị trí, tân xơ vữa động mạch (giàu lipid, tân nội mạc dễ vỡ) và các mắt stent không được phủ hết. Xác định nguyên nhân gây tái hẹp trong stent có ý nghĩa quan trọng để tối ưu hóa điều trị, đặc biệt là sự hiện diện và nguyên nhân của tình trạng stent không nở hết. Một số lượng không đáng kể các trường hợp đặt lại stent liên tục có liên quan đến các vấn đề cơ học, hầu hết xảy ra trong quá trình nghiên cứu PCI.

HƯỚNG ĐI TRONG TƯƠNG LAI

IVUS hoặc OCT hướng dẫn FFR

Sử dụng phương pháp tiếp cận tương tự như FFR hướng dẫn chụp mạch cản quang, cả OCT và IVUS hướng dẫn FFR đều hứa hẹn cải thiện việc đánh giá độ nặng của tổn thương và tình trạng thiếu máu cục bộ. Một ưu điểm của IVI hướng dẫn FFR là đo diện tích lòng mạch với độ chính xác cao. Ngoài ra, do FFR ước tính cho mỗi tổn thương được tính toán dựa trên giả định rằng phần còn lại của đoạn động mạch vành có diện tích lòng bình thường, do vậy nếu đoạn còn lại bị tổn thương sẽ ảnh hưởng kết quả.

Mảng xơ vữa không ổn định và bệnh nhân dễ bị tổn thương

IVI có thể xác định các mảng xơ vữa không ổn định. Trong nghiên cứu PROSPECT, VIVA, ATHEROREMO-IVUS, LRP, PROSPECT II, CLIMA, COMBINE và một nghiên cứu lớn từ Đại học Y khoa Wakayama, các yếu

tổ dự đoán các biến cố bao gồm gánh nặng mảng xơ vữa lớn (IVUS), MLA nhỏ (IVUS hoặc OCT), mảng xơ vữa có lớp vỏ mỏng (IVUS-NIRS hoặc OCT), maxLCBI4mm lớn (NIRS) hoặc cung lipid (OCT), lớp vỏ mỏng (OCT) và/hoặc đại thực bào (OCT). Tuy nhiên, không rõ phát hiện nào trong số những phát hiện này—riêng lẻ hay kết hợp—sẽ dự đoán tốt nhất biến cố cấp tính. Các nghiên cứu IVI liên tiếp cho thấy các mảng bám không ổn định có thể ổn định trong vòng vài tháng mà không gây vỡ mảng bám, đặc biệt ở những bệnh nhân ổn định và đang được điều trị bằng statin liều cao. Sự vỡ và lành mảng bám thường diễn ra âm thầm và tái phát, dẫn đến tổn thương tiến triển, tăng gánh nặng mảng bám và cần phải tái thông mạch máu hơn là tử vong/nhồi máu cơ tim. Với liệu pháp y học hiện đại theo hướng dẫn, hầu hết các biến cố đều là tái nhập viện hoặc tái tưới máu chứ không phải là biến cố nghiêm trọng. Không có nghiên cứu nào về dấu hiệu báo trước của tình trạng bào mòn hoặc bóc tách động mạch vành tự phát, các tổn thương gây ra biến cố cấp tính mà không vỡ mảng xơ vữa.

KẾT LUẬN

Lợi ích lâm sàng của IVI hết sức rõ ràng và việc sử dụng IVUS hoặc OCT nên đưa vào trong quy trình PCI, và được ứng dụng trong thực tiễn hàng ngày một cách phổ biến. Mỗi phòng can thiệp nên phát triển kiến thức chuyên môn về ít nhất 1 trong số các kỹ thuật này với mục tiêu phát triển kỹ thuật này rộng rãi trong cả nước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Puymirat E, Cayla G, Simon T, et al. Multivessel PCI Guided by FFR or Angiography for Myocardial Infarction. *N Engl J Med.* 2021;385(4):297-308. doi:10.1056/NEJMoa2104650
2. Rioufol G, Dérimay F, Roubille F, et al. Fractional Flow Reserve to Guide Treatment of Patients With Multivessel Coronary Artery Disease. *J Am Coll Cardiol.* 2021;78(19):1875-1885. doi:10.1016/j.jacc.2021.08.061
3. Fearon WF, Zimmermann FM, De Bruyne B, et al. Fractional Flow Reserve-Guided PCI as Compared with Coronary Bypass Surgery. *N Engl J Med.* 2022;386(2):128-137. doi:10.1056/NEJMoa2112299
4. Xing L, Yamamoto E, Sugiyama T, et al. EROSION Study (Effective Anti-Thrombotic Therapy Without Stenting: Intravascular Optical Coherence Tomography-Based Management in Plaque Erosion): A 1-Year Follow-Up Report. *Circ Cardiovasc Interv.* 2017;10(12):e005860. doi:10.1161/CIRCINTERVENTIONS.117.005860
5. Goto K, Mintz GS, Litherland C, et al. Lumen Measurements From Quantitative Coronary Angiography and IVUS: A PROSPECT Substudy. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2016;9(8):1011-1013. doi:10.1016/j.jcmg.2015.07.006
6. Kubo T, Ino Y, Mintz GS, et al. Optical coherence tomography detection of vulnerable plaques at high risk of developing acute coronary syndrome. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* doi:10.1093/ehjci/jeab028
7. Writing Committee Members, Lawton JS, Tamis-Holland JE, et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for Coronary Artery Revascularization: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines [published correction appears in *J Am Coll Cardiol.* 2022;79(15):1547]. *J Am Coll Cardiol.* 2022;79(2):197-215. doi:10.1016/j.jacc.2021.09.005
8. Cheng JM, Garcia-Garcia HM, de Boer SP, et al. In vivo detection of high-risk coronary plaques by radiofrequency intravascular ultrasound and cardiovascular outcome: results of the ATHEROREMO-IVUS study. *Eur Heart J.* 2014;35(10):639-647. doi:10.1093/eurheartj/eh484
9. Calvert PA, Obaid DR, O'Sullivan M, et al. Association between IVUS findings and adverse outcomes in patients with coronary artery disease: the VIVA (VH-IVUS in Vulnerable Atherosclerosis) Study. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2011;4(8):894-901. doi:10.1016/j.jcmg.2011.05.005
10. Mintz GS, Popma JJ, Pichard AD, et al. Arterial remodeling after coronary angioplasty: a serial intravascular ultrasound study. *Circulation.* 1996;94(1):35-43. doi:10.1161/01.cir.94.1.35