Vietnam Journal of Community Medicine, Vol 63, No 4 (2022) 52-58

COMPLICATIONS OF CHRONIC TOTAL OCCLUSION PERCUTANEOUS CORONARY INTERVENTION

Vu Hoang Vu[1,*], Truong Quang Binh[2]

[1]*University of Medicine and Pharmacy Hospital, Ho Chi Minh City - 217 Hong Bang, 11 ward, 5 district, Ho Chi Minh City, Vietnam*
[2]*University of Medicine and Pharmacy, Ho Chi Minh City - 217 Hong Bang, 11 ward, 5 district, Ho Chi Minh City, Vietnam*

Received 04/05/2021
Revised 06/06/2022; Accepted 05/07/2022

ABSTRACT

Background: Percutaneous coronary intervention (PCI) of chronic total occlusion (CTO) lesions continues to be a challenge, with a lower success rate and a higher risk of procedure-related complications than intervention on non-chronic total occlusion lesions. Due to a paucity of data on this phenomena in Vietnam, we undertook this study to learn more about the complications associated with this complicated technique.

Objectives: Determining the rate and factors associated with procedural complications of CTO-PCI.

Subject – Method of Study: Observational study on eligible patients undergone percutaneous coronary intervention for CTO lesions at the Ho Chi Minh City University Medical Center, Vietnam, from April 2017 to June 2019.

Results: There were 194 CTO patients undergone percutaneous coronary intervention that were enrolled in this study. The mean age was 67.3±11.3, in which male accounted for 73.7%. Co-morbidities were hypertension (82.5%), old myocardial infarction (26.3%), previous PCI (26.3%), diabetes mellitus (29.9%), chronic kidney disease (9.8%). There were 77.4% patients hospitalized for acute coronary syndrome. Mean SYNTAX I score was 21.7±7.2, mean J-CTO score was 2.4±1.1. Antegrade intervention strategy accounted for 83.0%, with LAD being the most intervened lesion (55.7%). The overall success rate of the procedure was 87.1%. In-hospital procedural complications noted in 16 cases (8.2%), included: coronary artery perforation (2.1%), coronary artery dissection (1.5%), side-branch loss (1.0%), thrombosis (1.0%), procedure-related myocardial infarction (0.5%), arrhythmia (1.5%), bleeding (0.5%). Factors related to procedural complications included: old age, previous PCI.

Conclusion: Our study showed a low rate of CTO-PCI related procedural complications (8.2%). Factors related to high complication risk were old age and previous PCI.

Key words: Complications, pertacuneous coronary intervention, chronic total occlusion, antegrade, retrograde.

*Corressponding author
Email address: vu.vh@umc.edu.vn
Phone number: (+84) 908 431 304
https://doi.org/10.52163/yhc.v63i4.367

KHẢO SÁT BIẾN CHỨNG TRONG CAN THIỆP ĐỘNG MẠCH VÀNH QUA DA SANG THƯƠNG TẮC HOÀN TOÀN MẠN TÍNH

Vũ Hoàng Vũ[1,*], Trương Quang Bình[2]

[1]*Bệnh viện Đại học Y Dược TP HCM - 215 Hồng Bàng, Phường 11, Quận 5, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam*
[2]*Đại học Y Dược TP HCM - 217 Hồng Bàng, Phường 11, Quận 5, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam*

Ngày nhận bài: 04 tháng 05 năm 2021
Chỉnh sửa ngày: 06 tháng 06 năm 2022; Ngày duyệt đăng: 05 tháng 07 năm 2022

TÓM TẮT

Đặt vấn đề: Can thiệp động mạch vành (ĐMV) qua da sang thương tắc hoàn toàn mạn tính (THTMT) là thủ thuật khó trong can thiệp mạch vành qua da với tỉ lệ thành công thấp hơn và tỷ lệ biến chứng liên quan thủ thuật cao hơn so với can thiệp sang thương không phải THTMT. Hiện chưa có nhiều nghiên cứu tại Việt Nam về biến chứng của thủ thuật can thiệp sang thương THTMT ĐMV, nên chúng tôi tiến hành nghiên cứu nhằm có thêm dữ liệu về biến chứng của can thiệp sang thương THTMT ĐMV.

Mục tiêu nghiên cứu: Xác định tỉ lệ biến chứng và các yếu tố liên quan tới biến chứng của thủ thuật can thiệp qua da sang thương THTMT ĐMV.

Phương pháp nghiên cứu: Nghiên cứu quan sát trên các bệnh nhân được can thiệp ĐMV qua da sang thương THTMT ĐMV tại Bệnh viện Đại học Y Dược TP Hồ Chí Minh, từ 04/2017 đến 06/2019.

Kết quả: 194 bệnh nhân được can thiệp qua da sang thương THTMT ĐMV, với tuổi trung bình là 67,3±11,3, trong đó nam giới chiếm 73,7%. Tiền sử ghi nhận có tăng huyết áp (82,5%), nhồi máu cơ tim cũ (26,3%), can thiệp ĐMV qua da trước đây (26,3%), đái tháo đường (29,9%), bệnh thận mạn (9,8%). Có 77,4% bệnh nhân nhập viện vì hội chứng vành cấp. Điểm SYNTAX I trung bình là 21,7±7,2, điểm J-CTO trung bình là 2,4±1,1. Chiến lược can thiệp xuôi dòng chiếm tỉ lệ 83,0%; vị trí can thiệp nhiều nhất là động mạch liên thất trước (55,7%). Tỉ lệ thành công chung của thủ thuật là 87,1%. Tỷ lệ biến chứng liên quan thủ thuật được ghi nhận trong thời gian nằm viện là 17 trường hợp (8,6%), gồm có: thủng ĐMV (2,1%), bóc tách mạch vành (1,5%), mất nhánh bên (1,0%), huyết khối lòng mạch (1,0%), nhồi máu cơ tim liên quan thủ thuật (0,5%), rối loạn nhịp tim (1,5%); chảy máu (0,5%). Các yếu tố có liên quan đến biến chứng thủ thuật: cao tuổi,tiền sử có can thiệp động mạch vành qua da.

Kết luận: Tỉ lệ biến chứng liên quan can thiệp ĐMV qua da sang thương THTMT thấp (8,6%). Các yếu tố làm tăng tỷ lệ biến chứng của thủ thuật là tuổi cao và tiền căn can thiệp mạch vành trước đây.

Từ khóa: Biến chứng, can thiệp động mạch vành qua da, tắc hoàn toàn mạn tính, xuôi dòng, ngược dòng.

*Tác giả liên hệ
Email: vu.vh@umc.edu.vn
Điện thoại: (+84) 908 431 304
https://doi.org/10.52163/yhc.v63i4.367

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Can thiệp thành công sang thương tắc hoàn toàn mạn tính (THTMT) động mạch vành (ĐMV) giúp giảm triệu chứng đau thắt ngực [5], [10], cải thiện phân suất tống máu thất trái [6], giảm tỉ lệ phẫu thuật bắc cầu chủ-vành (Coronary-Artery Bypass Grafting - CABG) [1]. Một số nghiên cứu cho thấy can thiệp sang thương THTMT thành công có thể cải thiện tiên lượng và giảm các biến cố tim mạch nặng (Major Adverse Cardiovascular Events - MACE) [2]. Tuy nhiên, tỉ lệ biến chứng cao hơn so với can thiệp sang thương không phải THTMT [3].

Tỉ lệ biến chứng chung của can thiệp sang thương THTMT ĐMV là 2,8-9,7% [4, 8, 9]. Một phân tích lớn tại Hoa Kì cho thấy tỉ lệ biến chứng cao hơn: MACE (1,6% so với 0,8%, p<0,001), tử vong (0,4% so với 0,3%, p<0,001), đột quỵ (0,1% so với 0,1%, p=0,045), chèn ép tim cấp (0,3% so với 0,1%, p<0,001), nhồi máu cơ tim cấp (2,7% so với 1,9%, p<0,001) ở nhóm 22365 bệnh nhân can thiệp sang thương THTMT so với nhóm 572145 bệnh nhân can thiệp sang thương không THTMT [3]. Bệnh nhân lớn tuổi, tiếp cận ngược dòng, tổn thương phức tạp với điểm J-CTO cao được chứng minh là các yếu tố tiên lượng độc lập [11]. Khoảng 10-15% trường hợp THTMT được can thiệp ĐMV qua da [7]. Ngày nay, số lượng THTMT được can thiệp ngày càng nhiều, kĩ thuật thực hiện đã có nhiều thay đổi. Do đó, cần có nhiều nghiên cứu hơn đánh giá hiệu quả và an toàn của phương pháp điều trị này. Ở Việt Nam, đã có nhiều trung tâm can thiệp sang thương THTMT ĐMV nhưng chưa có nhiều báo cáo về biến chứng của thủ thuật. Chúng tôi thực hiện nghiên cứu này nhằm đánh giá lại những biến chứng liên quan can thiệp sang thương THTMT ĐMV nhằm đóng góp thêm kinh nghiệm trong điều trị.

Mục tiêu nghiên cứu:

- Xác định tỉ lệ biến chứng can thiệp sang thương THTMT ĐMV và các yếu tố liên quan.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tiêu chuẩn chọn mẫu: Bệnh nhân được can thiệp ĐMV qua da sang thương THTMT ĐMV, tại BV ĐHYD TP.HCM, từ 04/2017 đến 09/2019

Tiêu chuẩn nhận vào:

- Bệnh nhân ≥ 18 tuổi, đồng ý hợp tác trong quá trình theo dõi.

- Bệnh nhân đau thắt ngực ổn định.

- Bệnh nhân hội chứng vành cấp, có huyết động ổn định, suy thất trái mức độ nhẹ (Killip I, II), không rối loạn nhịp nguy hiểm và có tổn thương động mạch vành thích hợp cho can thiệp động mạch vành.

Tiêu chuẩn loại ra:

- Bệnh nhân cấy ghép tim hoặc ghép tạng khác;

- Bệnh nhân nữ có thai hoặc đang cho con bú;

- Bệnh nhân quá mẫn cảm hoặc dị ứng với lidocaine, aspirin, heparin, clopidogrel, ticagrelor, Sirolimus hoặc các thuốc tương tự, hoặc các chất tương tự hoặc dẫn xuất, coban, chromium, niken, molybden hoặc thuốc cản quang.

- Bệnh nhân không thể dùng thuốc kháng tiểu cầu hoặc chống đông máu

- Tình trạng sức khỏe hiện tại với kỳ vọng sống dưới 12 tháng.

- Bệnh nhân đang điều trị ức chế miễn dịch hoặc đã từng bị bệnh suy giảm miễn dịch nặng hoặc có bệnh tự miễn nghiêm trọng đòi hỏi phải điều trị liệu pháp ức chế miễn dịch kéo dài.

- Đối tượng đã được xạ trị tại chỗ tại bất kỳ động mạch thượng tâm mạc nào.

- Đối tượng bị suy thận cấp hoặc đang chạy thận.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thiết kế nghiên cứu: Nghiên cứu quan sát

Thời gian và địa điểm: Khoa Tim mạch can thiệp, Bệnh viện Đại học Y Dược TP. Hồ Chí Minh, trong thời gian 04/2017 đến 06/2019

Quy trình đánh giá

- THTMT là những sang thương do xơ vữa gây tắc nghẽn hoàn toàn dòng chảy trên hình chụp mạch vành chẩn đoán (TIMI 0), không huyết khối, tuần hoàn bàng hệ trưởng thành và có bằng chứng thời gian tắc nghẽn ít nhất là 3 tháng, dựa trên tiền sử lâm sàng hoặc chụp cắt lớp vi tính ĐMV hoặc chụp mạch vành xâm lấn trước đó[12]

- Thành công về kĩ thuật: hẹp tồn lưu ≤30%, dòng chảy TIMI ≥2.

- Thất bại thủ thuật: không đưa dụng cụ qua sang thương: dây dẫn, bóng, stent với dòng chảy sau can thiệp TIMI 0 hoặc 1.

- Tái tưới máu lại mạch máu đích được định nghĩa là bất kì thủ thuật can thiệp nào được lặp lại trên tổn thương đích do hẹp >50% tính từ 5mm trước đến 5mm sau stent, hoặc phẫu thuật CABG.

- Tắc stent do huyết khối được định nghĩa định nghĩa theo ARC (2008).

- Biến cố tim mạch nặng bao gồm tử vong, nhồi máu cơ tim liên quan thủ thuật, cần CABG khẩn cấp, tắc stent do huyết khối và đột quỵ.

- Bệnh thận mạn khi eGFR <60 mL/phút/1,73 m^2 da.

- Mạch máu xoắn vặn: Mạch máu gập góc ≥ 45^o tại vị trí mỏm gần so với mỏm xa

- Mỏm gần không rõ: mỏm gần mờ, không nhọn

- Mất nhánh bên: tắc nhánh bên ≥ 2,5 mm tại mỏm gần hoặc mỏm xa của sang thương THTMT ĐMV sau can thiệp.

- J-CTO: có 5 thành tố tại vị trí THTMT ĐMV: mỏm gần tù hay nhọn; vôi hoá; xoắn vặn; dài > 20mm; sang thương THTMT đã từng can thiệp thất bại. Thang điểm từ 0-5. Thang điểm càng cao thì việc can thiệp sang thương THTMT ĐMV càng khó.

- Nhồi máu cơ tim liên quan thủ thuật: CKMB ≥ 10 lần giới hạn trên của bình thường hoặc Troponin T siêu nhạy ≥ 70 lần giá trị trên của bình thường trong vòng 48 giờ sau thủ thuật kèm đau ngực hoặc có ST chênh lên hoặc sóng Q mới xuất hiện hoặc vùng cơ tim mới giảm động.

Xử lý số liệu

Nhập liệu bằng phần mềm Epidata 3.1, phân tích số liệu bằng Stata 13.0, sử dụng thống kê mô tả các biến số độc lập, biến số phụ thuộc và phân tích chỉ số thống kê.

3. KẾT QUẢ

Bảng 1: Đặc điểm dân số nghiên cứu (n=194)

Tuổi, giới tính	
Tuổi (năm)	67,3±11,3
Nam giới, n (%)	143 (73,7)
Tiền căn	
Tăng huyết áp, n (%)	160 (82,5)
Tiền sử nhồi máu cơ tim, n (%)	51 (26,3)
Tiền sử PCI, n (%)	51 (26,3)
Tiền sử CABG, n (%)	1 (0,5)
Suy tim, n (%)	28 (14,4)
Đái tháo đường, n (%)	58 (29,9)
Bệnh thận mạn, n (%)	19 (9,8)
Rối loạn lipid máu, n (%)	31 (16,0)
Bệnh phổi tắc nghẹn mạn tính, n (%)	2 (1,0)
Bệnh lý mạch máu não, n (%)	10 (5,2)

Ghi chú: PCI = can thiệp ĐMV qua da, CABG = phẫu thuật bắc cầu ĐMV, LVEF = phân suất tống máu thất trái.

Nam giới chiếm tỉ lệ mắc 73,7% cao so với nữ giới. Đa số bệnh nhân nhập viện vì hội chứng mạch vành cấp (77,4%) với tiền sử nhồi máu cơ tim, tiền sử PCI (26,3%). Ngoài ra bệnh nhân mắc tiền căn đái tháo đường (29,9%), đây đều là đối tượng nghiên cứu nằm nhóm nguy cơ cao THTMT ĐMV.

Bảng 2: Vị trí, đặc điểm sang thương THTMT ĐMV (n =194)

Xác định THTMT ĐMV >3 tháng, n (%)	**138 (71,1)**
Vị trí can thiệp THTMT, n (%) LAD LCx RCA LM	 108 (55,7) 10 (5,2) 74 (38,1) 2 (1,0)
Điểm SYNTAX I (điểm)	21,7±7,2
Điểm J-CTO	2,4±1,1
Điểm J-CTO ≥3, n (%)	92 (47,4)

Ghi chú: LAD = động mạch liên thất trước, LCx = ĐMV mũ, RCA = ĐMV phải, LM = thân chung ĐMV trái, THTMT = tắc hoàn toàn mạn tính

Đối tượng nghiên cứu được theo dõi xác định THTMT ĐMV > 3 tháng chiếm 71,1%. Vị trí sang thương THTMT ĐMV nhiều nhất là nhánh LAD, tiếp đến là RCA. Điểm SYNTAX I trung bình là 21,7±7,2; Điểm J-CTO trung bình 2,4±1,1. Tỷ lệ Điểm J-CTO ≥3 chiếm 47,4%.

Bảng 3: Kĩ thuật can thiệp sang thương THTMT ĐMV (n=194)

1. Đường vào, n (%) - Động mạch quay - Động mạch đùi - Cả hai	 29 (14,9) 123 (63,4) 42 (21,6)
2. Bóng	2,5±1,0
3. Chiến lược can thiệp, n (%) - Xuôi dòng - Ngược dòng	 161 (83,0) 33 (17,0)
4. Khoan cắt mảng xơ vữa, n (%)	5 (2,6)
5. Có đặt stent, n (%)	169 (87,1)
6. Số lượng stent	1,6±0,9
7. Stent có phủ thuốc, n (%)	169 (100,0)
8. Siêu âm trong lòng mạch, n (%)	80 (41,2)
10.Thời gian can thiệp thủ thuật (phút)	84,2±45,5

Đường vào chủ yếu là động mạch đùi (63,4%). 100% bệnh nhân can thiệp thành công được đặt stent phủ thuốc. Chiến lược can thiệp xuôi dòng can thiệp chủ yếu chiếm 83%. Bệnh nhân đặt stent chủ yếu chiếm 87,1%, với số lượng trung bình 1,6±0,9. Thời gian can thiệp thủ thuật trung bình 84,2±45,5 phút.

Bảng 4: Biến chứng liên quan thủ thuật can thiệp sang thương THTMT ĐMV (n = 194)

Thủng ĐMV, n (%)	4 (2,1)
Bóc tách ĐMV, n (%)	3 (1,5)
Mất nhánh bên ĐMV, n (%)	2 (1,0)
Huyết khối trong lòng mạch, n(%)	2 (1,0)
Rối loạn nhịp tim, n (%)	3 (1,5)
Nhồi máu cơ tim sau thủ thuật, n (%)	1 (0,5)
Biến chứng chảy máu, n (%)	1 (0,5)
Biến cố tim mạch nặng, n (%)	1 (0,5)
Tổng	**17 (8,6)**

Nghiên cứu ghi nhận 17 bệnh nhân (8,6%) xảy ra biến chứng liên quan can thiệp sang thương THTMT ĐMV qua da. Biến chứng Thủng ĐMV ghi nhận số lượng nhiều nhất với 04 ca, chiếm 2,1%; biến chứng Bóc tác ĐMV ghi nhận 03 ca (1,5%), các biến chứng chiếm từ 1-2 ca trong can thiệp sang thương THTMT ĐMV qua da. Nghiên cứu ghi nhận 01 ca biến cố tim mạch nặng (0,5%).

4. BÀN LUẬN

Can thiệp sang thương THTMT ĐMV có tỉ lệ biến chứng cao hơn so với sang thương không phải THTMT. Tỉ lệ biến chứng chung là 8,6%, trong đó có 01 trường hợp (0,5%) biến cố tim mạch nặng xảy ra rất ít trong thời gian nằm viện đó là nhồi máu cơ tim sau can thiệp, không có trường hợp tử vong, đột quỵ. Tỷ lệ biến chứng trong nghiên cứu tương đương với tỉ lệ biến chứng chung được ghi nhận qua các nghiên cứu tương tự là 2,8-9,7% [4, 8, 9]. Đây cũng là mối quan tâm lớn trong can thiệp sang thương THTMT, khi mà phần lớn bệnh nhân đang trong giai đoạn ổn định của bệnh ĐMV.

Nhồi máu cơ tim sau thủ thuật thường xảy ra khi mất nhánh bên trong kỹ thuật vượt sang thương dưới nội mạc và vào lại thuận dòng hoặc ngược dòng. Để giảm thiểu biến chứng này nên hạn chế kỹ thuật gây bóc tách và vào lại, duy trì thời gian đông máu (ACT) > 300 giây trong can thiệp thuận dòng và > 350 giây trong can thiệp ngược dòng và kiểm tra ACT mỗi 20-30 phút trong suốt quá trình thủ thuật [13]. Tỷ lệ nhồi máu cơ tim sau can thiệp chiếm khoảng 2,5% số ca thủ thuật và thường là nhồi máu cơ tim không ST chênh lên, tỷ lệ này dao động từ 0%-19,4%, thay đổi tùy vào việc làm xét nghiệm men tim sau thủ thuật.

Thủng ĐMV là biến chứng thường gặp nhất trong can thiệp sang thương THTMT, chiếm 2,1%. Tất cả biến chứng thủng đều do dây dẫn can thiệp và đều tự giới hạn. Trong 04 trường hợp thì có 02 trường hợp thủng khi đi dây dẫn cứng qua sang thương xuôi dòng, 02 trường hợp thủng phía xa mạch máu do dây dẫn can thiệp đi xa khi đi dây dẫn can thiệp đã qua sang thương. Chọn lựa dây dẫn can thiệp phù hợp, đi dây dẫn qua sang thương THTMT phải luôn quan sát đầu dây dẫn can thiệp để giảm thiểu tối đa biến chứng này.

Trong khi can thiệp sang thương THTMT ĐMV, tổn thương mạch máu cho bàng hệ có thể gây tắc mạch cấp xảy ra khi cố gắng đưa các dụng cụ như dây dẫn can thiệp và vi ống thông qua đường ngược dòng vượt sang thương THTMT ĐMV. Khi sang thương vôi hoặc xoắn vặn nhiều thì cần dụng cụ cứng hơn và lực đẩy nhiều hơn sẽ dễ gây ra biến chứng bóc tách hoặc huyết khối khi can thiệp ngược dòng. Nguy cơ biến chứng hay xảy ra nhất khi cố gắng vượt sang thương và khi thu hồi dụng cụ, gây ống thông can thiệp đột ngột "nhảy" vào lỗ xuất phát động mạch vành. Nghiên cứu ghi nhận không có bệnh nhân bị bệnh thận liên quan thuốc cản quang cần điều trị.

5. KẾT LUẬN

Tỉ lệ biến chứng ghi nhận khi can thiệp sang thương THTMT ĐMV là 8,6%. Các yếu tố làm tăng tỷ lệ biến chứng của thủ thuật gồm tuổi cao và tiền căn can thiệp mạch vành trước đây. Các biến chứng nặng xảy ra chủ

yếu liên quan đến cơ địa của bệnh nhân và mức độ phức tạp của sang thương.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Noguchi T, Miyazaki MDS, Morii I et al., "Percutaneous transluminal coronary angioplasty of chronic total occlusions. Determinants of primary success and long-term clinical outcome". Catheterization and cardiovascular interventions, 2000, 49 (3), 258-264.

[2] George S, Cockburn J, Clayton TC et al., "Long-term follow-up of elective chronic total coronary occlusion angioplasty: analysis from the UK Central Cardiac Audit Database". Journal of the American College of Cardiology, 2014, 64 (3), 235-243.

[3] Brilakis ES, Banerjee S, Karmpaliotis D et al., "Procedural outcomes of chronic total occlusion percutaneous coronary intervention: a report from the NCDR (National Cardiovascular Data Registry)". JACC: Cardiovascular Interventions, 2015, 8 (2), 245-253.

[4] Danek BA, Karatasakis A, Karmpaliotis D et al., "Development and Validation of a Scoring System for Predicting Periprocedural Complications During Percutaneous Coronary Interventions of Chronic Total Occlusions: The Prospective Global Registry for the Study of Chronic Total Occlusion Intervention (PROGRESS CTO) Complications Score". Journal of the American Heart Association, 2016, 5 (10), e004272.

[5] Sapontis J, Salisbury AC, Yeh RW et al., "Early procedural and health status outcomes after chronic total occlusion angioplasty: a report from the OPEN-CTO Registry (Outcomes, Patient Health Status, and Efficiency in Chronic Total Occlusion Hybrid Procedures)". JACC: Cardiovascular Interventions, 2017, 10 (15), 1523-1534.

[6] Galassi AR, Boukhris M, Toma A et al., "Percutaneous coronary intervention of chronic total occlusions in patients with low left ventricular ejection fraction". JACC: Cardiovascular Interventions, 2017, 10 (21), 2158-2170.

[7] Rigger J, Hanratty CG, Walsh SJ, "Common and uncommon CTO complications". Interventional Cardiology Review, 2018, 13 (3), 121.

[8] Riley RF, Sapontis J, Kirtane AJ et al., "Prevalence, predictors, and health status implications of periprocedural complications during coronary chronic total occlusion angioplasty". EuroIntervention: journal of EuroPCR in collaboration with the Working Group on Interventional Cardiology of the European Society of Cardiology, 2018, 14 (11), e1199-e1206.

[9] Konstantinidis NV, Werner GS, Deftereos S et al., "Temporal trends in chronic Total occlusion interventions in Europe: 17 626 procedures from the European registry of chronic Total occlusion". Circulation: Cardiovascular Interventions, 2018, 11 (10), e006229.

[10] Lee SW, Lee PH, Ahn JM et al., "Randomized trial evaluating percutaneous coronary intervention for the treatment of chronic total occlusion: the DECISION-CTO trial". Circulation, 2019, 139 (14), 1674-1683.

[11] Vescovo GM, Zivelonghi C, Scott B et al., "Percutaneous Coronary Intervention for Chronic Total Occlusion", 2020.

[12] Ybarra LF, Rinfret S, Brilakis ES et al., "Definitions and Clinical Trial Design Principles for Coronary Artery Chronic Total Occlusion Therapies: CTO-ARC Consensus Recommendations". Circulation, 2021, 143 (5), 479-500.

[13] Karacsonyi J, Vemmou E, Nikolakopoulos ID et al., "Complications of chronic total occlusion percutaneous coronary intervention". Neth Heart J, 2021, 29 (1), 60-67.