Kết quả sử dụng bóng đối xung động mạch chủ hỗ trợ can thiệp động mạch vành ở bệnh nhân nguy cơ cao

Nguyễn Trung Hậu*, Phạm Mạnh Hùng, Tạ Mạnh Cường***

Viện Tim mạch Việt Nam, Bệnh viện Bạch Mai*

Bộ môn Tim mạch, Đại học Y Hà Nội**

TÓM TẮT

Giới thiệu: Can thiệp động mạch vành ở bệnh nhân nguy cơ cao có tỷ lệ thành công thấp và nguy cơ các biến chứng cao hơn. Bóng đối xung động mạch chủ là một thiết bị hỗ trợ huyết động được khuyến cáo dùng trong can thiệp nhóm bệnh nhân này.

Mục tiêu: (1) Mô tả đặc điểm lâm sàng, cận lâm sàng ở bệnh nhân bệnh động mạch vành nguy cơ cao. (2) Đánh giá kết quả sử dụng bóng đối xung động mạch chủ hỗ trợ can thiệp động mạch vành ở bệnh nhân nguy cơ cao.

Đối tượng và phương pháp: Từ tháng 8 năm 2020 đến tháng 9 năm 2021, chúng tôi tiến hành nghiên cứu trên 16 bệnh nhân có bệnh động mạch vành nguy cơ cao được can thiệp dưới sự hỗ trợ của bóng đối xung động mạch chủ.

Kết quả: Tổng số có 16 bệnh nhân, gồm 11 nam và 5 nữ, tuổi trung bình 72,5±8,14. Các yếu tố nguy cơ tim mạch thường gặp nhất là Tăng huyết áp (62,5%), hút thuốc lá (50%) và đái tháo đường (43,75%). Phân số tống máu thất trái (EF) trung bình 33,12±6,48%. Điểm SYNTAX trung bình là 27,44±3,18. Có 9 bệnh nhân (56,25%) được can thiệp ở vị trí thân chung động mạch vành trái. Bóng đối xung động mạch chủ được đặt thành công ở 100% bệnh nhân. Huyết áp trung bình trước đặt bóng là 77,67±7,2 mmHg và sau đặt bóng là 88,31±7,39 mmHg, p=0,001. Tần số tim trước đặt bóng là 83,93±12,66 chu kỳ/phút và sau đặt bóng là 80,75±9,84 chu kỳ/phút, p=0,007. Có 1 bệnh nhân có biến chứng giả phình động mạch đùi (6,2%) nhưng không cần xử lý thêm. 1 bệnh nhân tử vong trong thời gian nằm viện.

Kết luận: Bóng đối xung động mạch chủ nên được sử dụng để hỗ trợ can thiệp với các bệnh nhân bệnh động mạch vành nguy cơ cao.

Từ khoá: Can thiệp động mạch vành nguy cơ cao, bóng đối xung động mạch chủ.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Can thiệp động mạch vành qua da (Percutaneous coronary interventions – PCI) là một phương pháp đã được tiến hành rộng rãi và mang lại hiệu quả cao trong điều trị bệnh nhân bị các bệnh lý động mạch vành. Cùng với sự cải tiến về các thiết bị và kinh nghiệm của can thiệp viên, chỉ định can thiệp động mạch vành ngày càng mở rộng cho các tổn thương rất phức tạp trên các đối tượng đặc thù. Đồng thuận chung của các nhà can thiệp về nhóm bệnh nhân bệnh động mạch vành nguy cơ cao gồm sự kết hợp của các đặc trưng của người bệnh như tuổi cao, nhiều yếu tố nguy cơ tim mạch đi kèm, với tổn thương mạch vành phức tạp như tổn thương thân chung động mạch vành trái, tổn thương vôi hoá, tổn thương ở mạch ghép tĩnh mạch hay tổn thương ở cả 3 nhánh động mạch vành, và xuất hiện trong bệnh cảnh lâm sàng đặc biệt như hội chứng vành cấp có sốc tim hay suy chức năng thất trái nặng.

Trên nhóm bệnh nhân này, khuyến cáo sử dụng các thiết bị hỗ trợ tuần hoàn cơ học trong quá trình can thiệp (1). Bóng đối xung động mạch chủ (Intra Aortic Balloon Pump – IABP) là thiết bị cung cấp sự hỗ trợ huyết động thông qua cơ chế đối xung. Bóng được bơm căng trong lòng động mạch chủ ở thì tâm trương, và xẹp lại trong thì tâm thu. Hoạt động của IABP giúp tăng tưới máu cơ tim, giảm sử dụng oxy cơ tim, giảm hậu gánh và tăng cung lượng tim. Một số nghiên cứu trên thế giới cho thấy IABP có hiệu quả trong việc giảm các biến cố tim mạch trong ngắn hạn và theo dõi dài hạn. Ở Việt Nam hiện nay chưa có nhiều nghiên cứu về vấn đề này. Vì vậy, chúng tôi tiến hành nghiên cứu với 2 mục tiêu:

(1) Mô tả đặc điểm lâm sàng, cận lâm sàng ở bệnh nhân bệnh động mạch vành nguy cơ cao.

(2) Đánh giá kết quả sử dụng bóng đối xung động mạch chủ hỗ trợ can thiệp động mạch vành ở bệnh nhân nguy cơ cao.

ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

Tiêu chuẩn lựa chọn:

Bệnh nhân được xác định có nguy cơ cao khi tiến hành can thiệp động mạch vành qua da, bao gồm:

Bệnh nhân có tổn thương hẹp ≥ 70% tại thân chung của động mạch vành trái, dự kiến quá trình can thiệp khó khăn và kéo dài, với chức năng tâm thu thất trái ở mọi mức độ. Hoặc:

Bệnh nhân có suy chức năng thất trái nặng (phân số tống máu EF ≤ 35%), kèm theo tổn thương hẹp thân chung động mạch vành trái hoặc bệnh 3 thân động mạch vành (hẹp ≥ 50% ở cả 3 nhánh động mạch vành, trong đó có ít nhất 1 nhánh hẹp ≥ 70%)

Bệnh nhân đồng ý tham gia vào nghiên cứu.

Tiêu chuẩn loại trừ:

Bệnh nhân có kết quả tổn thương trên chụp động mạch vành không thuộc tiêu chuẩn lựa chọn.

Bệnh nhân sốc tim trước khi bắt đầu tiến hành chụp và can thiệp động mạch vành.

Bệnh nhân có các biến chứng cơ học: vỡ thành tự do của tim, thủng vách liên thất, hở van hai lá cấp do đứt dây chằng cột cơ.

Bệnh nhân có chống chỉ định của đặt IABP: Hở chủ vừa đến nhiều, tách thành động mạch chủ, bệnh mạch chi trầm trọng.

Bệnh nhân có bệnh lý nội khoa nặng kèm theo

Bệnh nhân không đồng ý tham gia nghiên cứu

Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu can thiệp tiến cứu không đối chứng. Cỡ mẫu thuận tiện.

Địa điểm nghiên cứu

Viện Tim mạch Việt Nam – Bệnh viện Bạch Mai.

Quy trình nghiên cứu:

Bước 1: Các bệnh nhân đủ tiêu chuẩn lựa chọn được thu thập các thông tin về đặc điểm lâm sàng, cận lâm sàng và kết quả chụp mạch vành.

Bước 2: Tiến hành đặt IABP và can thiệp động mạch vành cho bệnh nhân. Ghi nhận các thông số trong quá trình.

Bước 3: Theo dõi các biến cố và biến chứng xảy ra trước, trong và sau PCI và trong thời gian nằm viện.

Phân tích và xử lý số liệu: Sử dụng phần mềm SPSS 20.0. Kiểm định T-test, chi-square và ANOVA được sử dụng trong trường hợp phù hợp, p<0,05 là có ý nghĩa thống kê.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Bảng 1. Đặc điểm lâm sàng của bệnh nhân

Đặc điểm	**N = 16**
Tuổi (TB±SD)	72,5±8,14
Nam giới, n (%)	11 (68,75)
BMI (kg/m^2), (TB±SD)	22,88±2,12
BMI ≥23, n (%)	7 (43,75)
Các yếu tố nguy cơ mạch vành	
Tăng huyết áp, n (%)	10 (62,5)

Hút thuốc lá	8 (50,0)
Đái tháo đường	7 (43,75)
Tai biến mạch não	2 (12,5)
Suy thận	2 (12,5)
Suy tim	6 (37,5)
Can thiệp động mạch vành	2 (12,5)

Nhận xét: Từ tháng 8/2020 đến tháng 9/2021, có 16 bệnh nhân được lấy vào nghiên cứu. Tuổi trung bình của bệnh nhân là 72,5±8,14 tuổi, đa số là nam (chiếm 68,75%). BMI trung bình của các bệnh nhân là 22,88±2,12, trong đó 7 bệnh nhân (43,75%) có BMI ≥23. Các yếu tố nguy cơ tim mạch thường gặp nhất là tăng huyết áp (62,5%), hút thuốc lá (50%) và đái tháo đường (43,8%)

Bảng 2: Đặc điểm cận lâm sàng và chụp động mạch vành

Đặc điểm	**N = 16**
LVEF (%, TB±SD)	33,12±6,48
Chẩn đoán chụp động mạch vành	
NMCT ST chênh lên, n (%)	2 (12,5)
NMCT ST không chênh lên, n (%)	6 (37,5)
Đau ngực không ổn định, n (%)	6 (37,5)
Đau ngực ổn định, n (%)	2 (12,5)
Kết quả chụp động mạch vành	
Tổn thương thân chung, n (%)	9 (56,25)
Tổn thương 3 nhánh, n (%)	7 (43,75)
SYNTAX (TB±SD)	27,44±3,18
SYNTAX 22-32, n (%)	14 (87,5)
SYNTAX >32, n (%)	2 (12,5)

Nhận xét: Phân số tống máu thất trái trung bình của các bệnh nhân trong nghiên cứu là 33,12±6,48%. Tổn thương thân chung gặp ở 9 bệnh nhân (56,25%) và tổn thương hẹp 3 nhánh động mạch vành gặp ở 7 bệnh nhân (43,75%). Điểm SYNTAX trung bình là 27,44±3,18. Trong đó 14 bệnh nhân có điểm SYNTAX từ 22-32 (87,5%)

Bảng 3. Đặc điểm kết quả can thiệp sử dụng IABP

Đặc điểm	**N = 16**
Đặt IABP thành công, n (%)	16 (100)
Vị trí đường vào IABP	
Động mạch đùi trái, n (%)	12 (75)
Động mạch đùi phải, n (%)	4 (27)
Thời gian hỗ trợ IABP, (giờ, TB±SD)	3,48±6,68
Kết cục và biến cố chính	
Tử vong, n (%)	1 (6,25)
Chảy máu nặng, n (%)	0 (0)
Thiếu máu chi dưới cấp, n (%)	0 (0)
Tai biến mạch não cấp, n (%)	0 (0)
Biến chứng đường vào mạch máu, n (%)	1 (6,25)

Nhận xét: Tất cả các bệnh nhân đều được đặt IABP thành công (100%). Đường vào chủ yếu từ động mạch đùi trái (75%). Thời gian hỗ trợ của IABP trung bình là 3,48±6,68 giờ. Có 1 bệnh nhân tử vong trong thời gian theo dõi trong viện. Chỉ 1 bệnh nhân có biến chứng giả phình động mạch đùi đường vào IABP (6,25%). Không có biến chứng chảy máu nặng, thiếu máu mạch chi dưới cấp tính hay tai biến mạch não cấp ở các bệnh nhân trong nghiên cứu.

Bảng 4. Sự thay đổi một số thông số trước và sau khi đặt IABP và can thiệp

Thông số	**Trước IABP**	**Sau IABP**	**P**
Huyết áp trung bình, mmHg (TB±SD)	77,67±7,20	88,31±7,39	0,001
Tần số tim, chu kỳ/phút (TB±SD)	83,93±12,66	80,75±9,84	0,007
Thông số	**Trước can thiệp**	**Sau can thiệp**	**P**
Creatinin, µmol/L (TB±SD)	87,19±27,23	88,81±24,37	0,547

Nhận xét: Sau khi đặt IABP hỗ trợ, huyết áp trung bình tăng từ 77,67 ± 7,2 mmHg lên 88,31 ± 7,39 mmHg, p=0,001. Tần số tim giảm từ 83,93 ± 12,66 chu kỳ/phút xuống 80,75 ± 9,84 chu kỳ/phút, p = 0,007. Chỉ số creatinin thay đổi không có ý nghĩa thống kê trước và sau khi can thiệp, p = 0,547.

BÀN LUẬN

Chúng tôi tiến hành nghiên cứu trên 16 bệnh nhân được xác định là bệnh động mạch vành nguy cơ cao được can thiệp với sự hỗ trợ của IABP. Bệnh động mạch vành nguy cơ cao được xác định là bệnh nhân có tổn thương nặng ở thân chung động mạch vành trái có nguy cơ suy sụp huyết động, hoặc các bệnh nhân có phân số tống máu thất trái ≤35% kèm theo tổn thương ở cả 3 nhánh động mạch vành. Tuổi trung bình của các bệnh nhân trong nghiên cứu là 72,5 ± 8,14 tuổi, nam giới chiếm tỷ lệ 68,75%. Kết quả của chúng tôi phù hợp với nghiên cứu của các tác giả khác nhận định bệnh nhân bệnh động mạch vành nguy cơ cao có tuổi trung bình > 60 tuổi và nam giới chiếm đa số. Perera và cộng sự nghiên cứu trên 301 bệnh nhân bệnh động mạch vành nguy cơ cao nhận thấy tuổi trung bình là 71 ± 9,5 tuổi, với 79,4% nam giới (2). Nghiên cứu của Briguori và cộng sự có độ tuổi trung bình của bệnh nhân bệnh mạch vành nguy cơ cao là 65,6 ± 9,7 tuổi, nam giới chiếm 88,6 (3). Các yếu tố nguy cơ tim mạch thường gặp của bệnh nhân trong nghiên cứu là tăng huyết áp (62,5%), hút thuốc lá (50%) và đái tháo đường (43,75%). Đây cũng là các yếu tố nguy cơ chiếm tỷ lệ cao ở các nghiên cứu của các tác giả khác. Tỷ lệ tăng huyết áp và đái tháo đường trong nghiên cứu của Perera lần lượt là 61,8% và 35,2% (2). Nghiên cứu của Mishra và cộng sự ghi nhận tỷ lệ bệnh nhân tăng huyết áp chiếm 72,2% và đái tháo đường chiếm 43,8% (4). Bên cạnh đó, bệnh nhân có BMI ≥23 (kg/m^2) chiếm 43,75%, nghĩa là có gần ½ số bệnh nhân có tình trạng thừa cân theo phân loại cho người châu Á (5).

Phân số tống máu trung bình của các bệnh nhân trong nghiên cứu là 33,12±6,48%, có mức giảm nặng theo phân độ của Hội Siêu âm Hoa Kỳ. Sự suy tim phân số tống máu là một yếu tố tiên lượng độc lập về tử vong ở các bệnh nhân can thiệp động mạch vành (6). Tất cả bệnh nhân trong nghiên cứu của chúng tôi đều có tổn thương mạch vành phức tạp, là tổn thương nặng tại vị trí thân chung động mạch vành trái hoặc tổn thương cả 3 nhánh động mạch vành. Điểm SYNTAX trung bình của bệnh nhân là 27,44 ± 3,18. Kết hợp với tuổi trung bình tỷ lệ các yếu tố nguy cơ tim mạch cao và phân số tống máu thấp cho thấy nhóm đối tượng trong nghiên cứu có nguy cơ suy sụp huyết động trong quá trình can thiệp động mạch vành rất lớn, và việc sử dụng thiết bị hỗ trợ huyết động ở những bệnh nhân này là cần thiết và phù hợp.

Trong thời kỳ đầu, việc đặt IABP được thực hiện từ động mạch đùi bằng phương thức phẫu thuật mở mạch. Hiện nay với sự cải tiến của thiết kế bóng và kỹ thuật chọc mạch Seldinger cho phép đưa bóng vào qua da. Động mạch đùi được sử dụng nhiều nhất bởi kích thước mạch lớn và khả năng tiếp cận thuận lợi. Trong nghiên cứu của chúng tôi, 100% thủ thuật đặt IABP được thực hiện thành công. Đa số bệnh nhân được đặt IABP từ động mạch đùi trái, do một tỷ lệ lớn bệnh nhân trong nghiên cứu được thực hiện can thiệp vị trí thân chung động mạch vành trái thông qua đường vào từ động mạch đùi phải. Thời gian hỗ trợ trung bình của IABP là 3,48 ± 6,68 giờ. Sau khi quá trình can thiệp kết thúc, nếu huyết động của bệnh nhân ổn định và không phải dùng thêm vận mạch, bóng được rút ngay tại phòng can thiệp. Nếu tình trạng huyết động vẫn cần được hỗ trợ, bóng sẽ được duy trì hoạt động, di chuyển cùng bệnh nhân về phòng hồi sức để theo dõi, và được rút bỏ khi huyết động được cải thiện. Sử dụng IABP làm gia tăng có ý nghĩa thống kê huyết áp trung bình

của bệnh nhân trong nghiên cứu, từ 77,67±7,20 mmHg lên 88,31±7,39 mmHg, p=0,001; đồng thời làm giảm có ý nghĩa thống kê tần số tim trung bình từ 83,93±12,66 chu kỳ/phút xuống 80,75±9,84 chu kỳ/phút, p=0,007. Sự thay đổi này được ghi nhận ở các nghiên cứu về hoạt động của IABP (7), từ đó giúp giảm hậu gánh và sức căng thành thất trái, giảm nhu cầu tiêu thụ oxy cơ tim.

Các biến chứng liên quan đến việc sử dụng IABP gồm các biến chứng mạch máu (rách mạch, giả phình, thông động tĩnh mạch, thiếu máu chi dưới cấp bên đặt IABP) và các biến chứng không mạch máu (chảy máu, tai biến mạch não, giảm tiểu cầu, vỡ bóng… Một đánh giá trên 17000 bệnh nhân đặt IABP từ năm 1996 đến năm 2000 cho thấy tỷ lệ biến chứng là 7%, tuy nhiên tỷ lệ biến chứng nặng chỉ xảy ra ở 2,6% bệnh nhân, và tỷ lệ tử vong liên quan đến bóng đối xung chỉ là 0,5%. Với 16 bệnh nhân được tiến hành đặt IABP trong nghiên cứu của chúng tôi, chỉ 1 bệnh nhân (6,25%) có biến chứng giả phình động mạch đùi chung sau khi can thiệp. Tuy nhiên, kích thước khối giả phình bé, theo dõi sau 5 ngày được huyết khối hoá và bé dần nên không cần xử trí thêm. 1 bệnh nhân trong nghiên cứu tử vong trong thời gian nằm viện. Bệnh nhân nam, 74 tuổi, được chẩn đoán nhồi máu cơ tim không ST chênh lên – viêm phổi, phân số tống máu thất trái 32%, kết quả chụp động mạch vành tổn thương nặng 3 nhánh động mạch vành. Bệnh nhân được can thiệp đặt 2 stent RCA, sau can thiệp dòng chảy TIMI 3 và huyết động tốt. Bệnh nhân được rút bóng đối xung ngay tại phòng can thiệp và chuyển về phòng điều trị. Sau can thiệp 5 ngày, bệnh nhân xuất hiện rung thất ngừng tuần hoàn. Rối loạn nhịp thất là nguyên nhân gây tử vong cao ở các bệnh nhân nhồi máu cơ tim, đặc biệt khi kèm theo rối loạn chức năng thất trái nặng (8). Biến cố xảy ra sau can thiệp 5 ngày và không liên quan tới bóng đối xung động mạch chủ. Sau can thiệp, chức năng thận của bệnh nhân được duy trì, thể hiện qua chỉ số creatinin trung bình trước và sau can thiệp không có sự thay đổi có ý nghĩa thống kê.

HẠN CHẾ CỦA NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu của chúng tôi còn một số hạn chế. Đầu tiên, cỡ mẫu của nghiên cứu còn khiêm tốn, do tiêu chuẩn chọn đối tượng khắt khe và thời gian nghiên cứu ngắn. Thứ hai, nghiên cứu chưa có nhóm bệnh nhân đối chứng gây khó khăn cho việc đưa ra các kết luận có ý nghĩa.

KẾT LUẬN

Bóng đối xung động mạch chủ nên được sử dụng để hỗ trợ can thiệp với các bệnh nhân bệnh động mạch vành nguy cơ cao nằm cải thiện huyết động trong lúc làm can thiệp, cụ thể làm tăng huyết áp trung bình và làm giảm tần số tim có ý nghĩa so với trước khi đặt bóng.

ABSTRACT

Results of using Intra-aortic Balloon Pump during High-risk percutaneous coronary intervention

Background:

Objective: (1) To describe clinical and subclinical characteristics of patients with high-risk percutaneous coronary intervention (PCI), (2) Evaluate results of using intra-aortic balloon pump (IABP) during high-risk PCI.

Materials and method: From August 2020 to September 2021, we conducted the study on 16 patient with high-risk coronary diseases in whom PCI using IABP was performed.

Results: Sixteen patients (eleven males and five females) underwent PCI with IABP support (mean age 72,5±8,14 years). Common cardiovascular risk factors were hypertention (62,5%), smoking (50%) and diabetes (43,75%). The mean left ventricular ejection fraction was 33,12±6,48%. The mean SYNTAX score was 27,44±3,18 Leff main PCI was performed in nine patients (56,25%). All IABP procedures were successful. The mean blood pressure after IABP support was significantly higher than baseline (88,31±7,39 mmHg vs 77,67±7,2 mmHg, p=0,001). The mean heart rate after IABP support was significantly lower than baseline (80,75±9,84 vs 83,93±12,66, p=0,007). One patient had femoral pseudoaneurysms, one patient died because of ventricular arrihythmias which unrelated to IABP and PCI procedure.

Conclusion: IABP should use to support for high-risk PCI.

Keywords: high-risk PCI, intra-aortic balloon pump.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Rihal CS, Naidu SS, Givertz MM, Szeto WY, Burke JA, Kapur NK, et al. 2015 SCAI/ACC/HFSA/STS Clinical Expert Consensus Statement on the Use of Percutaneous Mechanical Circulatory Support Devices in Cardiovascular Care: Endorsed by the American Heart Assocation, the Cardiological Society of India, and Sociedad Latino Americana de Cardiologia Intervencion; Affirmation of Value by the Canadian Association of Interventional Cardiology-Association Canadienne de Cardiologie d'intervention. J Am Coll Cardiol. 2015 May 19;65(19):e7–26.

2. Perera D, Stables R, Thomas M, Booth J, Pitt M, Blackman D, et al. Elective intra-aortic balloon counterpulsation during high-risk percutaneous coronary intervention: a randomized controlled trial. JAMA. 2010 Aug 25;304(8):867–74.

3. Briguori C, Sarais C, Pagnotta P, Airoldi F, Liistro F, Sgura F, et al. Elective versus provisional intra-aortic balloon pumping in high-risk percutaneous transluminal coronary angioplasty. Am Heart J. 2003 Apr;145(4):700–7.

4. Mishra S, Chu WW, Torguson R, Wolfram R, Deible R, Suddath WO, et al. Role of prophylactic intra-aortic balloon pump in high-risk patients undergoing percutaneous coronary intervention. Am J Cardiol. 2006 Sep 1;98(5):608–12.

5. Pan W-H, Yeh W-T. How to define obesity? Evidence-based multiple action points for public awareness, screening, and treatment: an extension of Asian-Pacific recommendations. Asia Pac J Clin Nutr. 2008;17(3):370–4.

6. Keelan PC, Johnston JM, Koru-Sengul T, Detre KM, Williams DO, Slater J, et al. Comparison of in-hospital and one-year outcomes in patients with left ventricular ejection fractions <or=40%, 41% to 49%, and >or=50% having percutaneous coronary revascularization. Am J Cardiol. 2003 May 15;91(10):1168–72.

7. Kern MJ, Aguirre F, Bach R, Donohue T, Siegel R, Segal J. Augmentation of coronary blood flow by intra-aortic balloon pumping in patients after coronary angioplasty. Circulation. 1993 Feb;87(2):500–11.

8. Al-Khatib SM, Stevenson WG, Ackerman MJ, Bryant WJ, Callans DJ, Curtis AB, et al. 2017 AHA/ACC/HRS guideline for management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: Executive summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. Heart Rhythm. 2018 Oct;15(10):e190–252.