

PCI wysokiego ryzyka w przebiegu ostrej niedokrwiennej niewydolności serca na wsparciu ECMO oraz IABP

High-risk PCI procedure in acute ischemic heart failure with ECMO and IABP support

Grzegorz Słonka¹, Michał Hawranek¹,
Łukasz Siedlecki¹, Tomasz Hrapkowicz²,
Łukasz Pyka¹, Mariusz Gąsior¹,
Marek Gierlotka¹

¹III Katedra i Oddział Kliniczny Kardiologii, Wydział Lekarski z Oddziałem Lekarsko-Dentystycznym w Zabrze, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Śląskie Centrum Chorób Serca w Zabrze

²Katedra i Oddział Kliniczny Kardiologii, Transplantologii, Chirurgii Naczyniowej i Endowaskularnej, Wydział Lekarski z Oddziałem Lekarsko-Dentystycznym w Zabrze, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Śląskie Centrum Chorób Serca w Zabrze

STRESZCZENIE

Zabiegi przezskórnej interwencji wieńcowej (PCI) u pacjentów ze złożonymi zmianami tętnic wieńcowych obarczone są dużym ryzykiem powikłań okołozabiegowych. Klinicznymi czynnikami zwiększającymi ryzyko najczęściej są wstrząs kardiogeny, zaawansowana niewydolność serca oraz komorowe zaburzenia rytmu. Poprawa rokowania pacjentów poddawanych zabiegom PCI wysokiego ryzyka możliwa jest dzięki zastosowaniu systemów do mechanicznego wspomagania krążenia. Przedstawiono przypadek wielonaczyniowej przezskórnej interwencji wieńcowej wysokiego ryzyka w przebiegu ostrej niedokrwiennej niewydolności serca u 72-letniej chorej ze złożonymi zmianami w tętnicach wieńcowych. Z uwagi na wysokie ryzyko zabiegu, zabieg wykonano w zabezpieczeniu ECMO wraz ze stosowaną u pacjentki od kilku dni kontrapulsacją wewnątrzaoortalną. Opis przypadku uzupełniono omówieniem zastosowania wspomagania krążenia podczas zabiegów PCI wysokiego ryzyka.

Słowa kluczowe: PCI wysokiego ryzyka, ostra niewydolność serca, mechaniczne wspomaganie krążenia, ECMO, IABP

Kardiol. Inwazyjna 2017, 12 (1), 21–26

ABSTRACT

Percutaneous coronary interventions (PCI) in patients with complex coronary lesions are associated with the higher risk of complications during the procedure. Cardiogenic shock, severe heart failure or ventricular arrhythmias are the most common clinical factors that additionally increase the risk. To improve prognosis, during high risk PCI procedures mechanical circulatory system can be used. We present a case of multivessel percutaneous coronary intervention in high-risk acute ischemic heart failure in 72-year-old woman with complex coronary artery lesions. Due to the high risk, PCI procedure was performed with the ECMO support on the top of intra-aortic balloon pump treatment. A case report was supplemented by a discussion on the use of mechanical circulatory support during high-risk PCI procedures.

Key words: high-risk PCI, acute heart failure, mechanical circulatory support, ECMO, IABP

Kardiol. Inwazyjna 2017, 12 (1), 21–26

Wprowadzenie

Populacja chorych wymagających rewaskularyzacji za pomocą przezskórnej interwencji wieńcowej (PCI, *percutaneous coronary intervention*) staje się coraz trudniejsza. Pacjenci charakteryzują się wysokim ryzykiem klinicznym i zaawansowaną miażdżycą tętnic wieńcowych. Tym samym coraz częściej pacjenci, którzy z uwagi na złożoność zmian miażdżycowych powinni być kierowani do leczenia chirurgicznego, są poddawani PCI z uwagi na wysokie ryzyko kliniczne operacji. Ogromny postęp, jaki dokonał się w kardiologii inwazyjnej w ostatnich latach umożliwił bezpieczne wykonywanie zabiegów PCI również w tej populacji chorych. Niemniej, takie zabiegi nadal wiążą się z wyższym ryzykiem powikłań w okresie okołozabiegowym [1]. Choć nie

wpracowano dotychczas powszechnie przyjętej definicji zabiegów PCI wysokiego ryzyka, jak również skali pozwalającej oszacować to ryzyko, to znanych jest wiele czynników wpływających na zwiększenie ryzyka zabiegów PCI. Można podzielić je na czynniki kliniczne, takie jak między innymi wstrząs kardiogeny, zastoinowa niewydolność serca, istotnie upośledzona frakcja wyrzutowa lewej komory (LVEF, *left ventricular ejection fraction*) poniżej 30–35%, groźne komorowe zaburzenia rytmu, odporne na leczenie niedokrwienie mięśnia sercowego, zawał serca z uniesieniem odcinka ST (STEMI, *ST-elevation myocardial infarction*), oraz anatomiczne, do których zalicza się przede wszystkim angioplastykę niezabezpieczonego pnia lewej tętnicy wieńcowej, angioplastykę jedyne go drożnego naczynia, zaawansowaną chorobę wielonaczyniową oraz SYNTAX *score* ≥ 33 [2]. U wielu pacjentów występuje więcej niż jeden z wymienionych czynników ryzyka, co dodatkowo pogarsza rokowanie. Zwiększone ryzyko kliniczne wykonywania PCI u tych chorych związane jest z wyjściowo obniżoną rezerwą wieńcową oraz ze współistnieniem istotnych chorób towarzyszących, między innymi niewydolności nerek, niedokrwistości czy miażdżycy tętnic obwodowych. Dodatkowo złożony profil zmian miażdżycowych wymaga często stosowania skomplikowanych technik zabiegowych, co może skutkować wydłużeniem zabiegu, dłuższym okresem niedokrwienia, na przykład wskutek konieczności wielokrotnej lub przedłużonej inflacji balonu, a także zwiększonym ryzykiem zatorowości obwodowej. Interakcja wymienionych czynników może doprowadzić do wystąpienia groźnych powikłań, w tym wstrząsu kardiogenego oraz złośliwych, komorowych zaburzeń rytmu, które są wyjątkowo niebezpieczne w tej populacji chorych.

Potencjalnie skuteczną metodą zmniejszenia ryzyka, a tym samym poprawy rokowania w zabiegach PCI wysokiego ryzyka jest zastosowanie w ich trakcie jednego z systemów mechanicznego wspomagania krążenia (MCS, *mechanical circulatory support*). Podstawowym zadaniem MCS jest zabezpieczenie stabilności hemodynamicznej poprzez podtrzymanie lub zwiększenie przepływu krwi w krążeniu wieńcowym i systemowym oraz zapewnienie pojemności minutowej serca wystarczającej do podtrzymania adekwatnej perfuzji narządowej. Niektóre systemy MCS działają również kardioprotekcyjnie, poprzez odbarczenie lewej komory lub redukcję jej obciążenia wstępnego, co prowadzi do zmniejszenia ciśnienia końcowo-rozkurczowego w lewej komorze oraz szczytowego naprężenia ściany lewej komory i w następstwie do zmniejszenia zużycia tlenu przez mięsień sercowy. Aktualnie można wyróżnić pięć systemów MCS możliwych do założenia metodą przezskórną: kontrapulsację wewnątrzaoortalną (IABP, *intra-aortic balloon pump*), Impella (Abiomed Inc., Danvers, Massachusetts), HeartMate PHP (St. Jude Medical,

St. Paul, Minnesota), TandemHeart (CardiacAssist, Inc., Pittsburgh, Pennsylvania) oraz pozaustrojowe utlenowanie krwi (ECMO, *extracorporeal membrane oxygenation*).

Opis przypadku

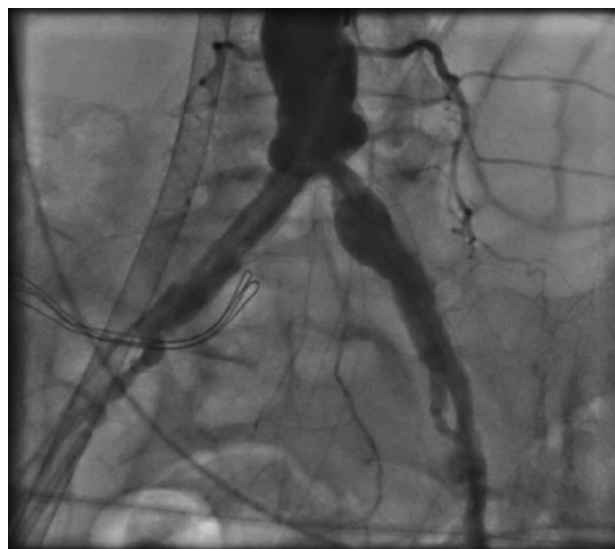
Chora, w wieku 72 lat, obciążona nadciśnieniem tętniczym, przewlekłą obturacyjną chorobą płuc, po przebytych w przeszłości zawałach ściany dolnej i przedniej została w maju 2015 roku przyjęta na regionalny Oddział Kardiologii z powodu niestabilnej dławicy piersiowej. W wykonanej koronarografii stwierdzono obraz wielonaczyniowej choroby wieńcowej z zajęciem pnia lewej tętnicy wieńcowej. Pacjentkę przekazano na Kliniczny Oddział Kardiologii Chirurgii Śląskiego Centrum Chorób Serca w Zabrzu (ŚCCS) celem pomostowania aortalno-wieńcowego w trybie pilnym. Zabieg wykonano bez użycia krążenia pozaustrojowego metodą OPCAB (*off-pump coronary artery bypass*). Śródoperacyjnie stwierdzono zaawansowaną miażdżycę aorty (aorta porcelanowa) oraz tętnic wieńcowych z bardzo wąskimi obwodami naczyń. W związku z powyższym nie było możliwe wykonanie pełnej rewaskularyzacji — chorej wszczepiono pomost LIMA → LAD → OM1 (pomost żylny do OM został doszyty do pomostu tętniczego LIMA → LAD). W przebiegu pooperacyjnym nie obserwowano istotnych powikłań i w 8. dobie po zabiegu chorą wypisano do domu w stanie ogólnym dobrym.

W listopadzie 2015 roku chorą ponownie przyjęto na regionalny Oddział Kardiologii z objawami niestabilnej dławicy piersiowej. W wykonanej koronarografii stwierdzono obraz wielonaczyniowej choroby wieńcowej z istotnymi zwężeniami pnia (LM, *left main*), gałęzi przedniej zstępującej (LAD, *left anterior descending*) i gałęzi okalającej (Cx, *circumflex*) lewej tętnicy wieńcowej, przewlekłą okluzję prawej tętnicy wieńcowej (RCA, *right coronary artery*) oraz niedrożny pomost LIMA–LAD (*left internal mammary artery–left anterior descending*). W trakcie pobytu obserwowano cechy ostrej niewydolności serca, w związku z powyższym dołączono do leczenia wlew dopaminy i dobutaminy oraz założono IABP, uzyskując stabilizację stanu klinicznego. Z uwagi na ciężki stan kliniczny chorej oraz wysokie kliniczne i angiograficzne ryzyko rewaskularyzacji, w porozumieniu z referencyjnym ośrodkiem kardiologiczno-kardiologicznym, chorą przekazano do III Katedry i Oddziału Klinicznego Kardiologii SCCS w Zabrzu.

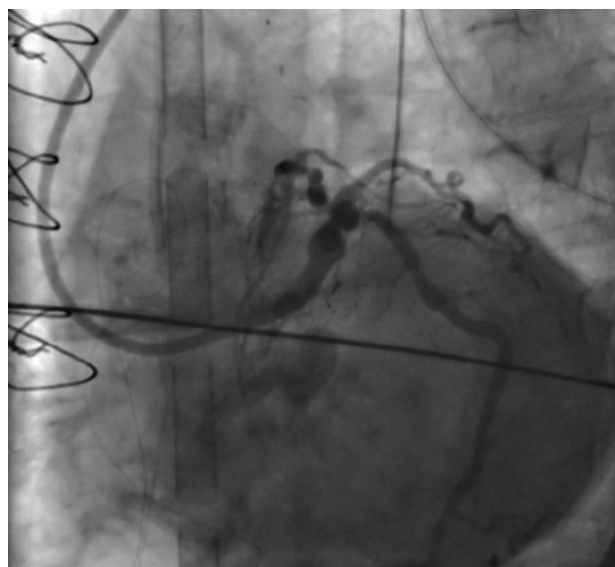
W chwili przyjęcia do SCCS pacjentka była przytomna, wydolna oddechowo, na wsparciu układu krążenia wlewem 2 amin presyjnych (dopaminy w dawce 8,1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ i dobutaminy w dawce 2,5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$) oraz IABP, z ciśnieniem tętniczym 120/60 mm Hg. W badaniu echokardiograficznym potwierdzono znacznego stopnia upośledzenie

funkcji skurczowej lewej komory (EF 25%) z akinezą ściany dolnej oraz segmentów koniuszkowych lewej komory, bez istotnych hemodynamicznie wad zastawkowych. W badaniach laboratoryjnych stwierdzono prawidłowe wartości morfologii krwi, nieznaczne podwyższenie stężenia troponiny T hs (0,068 ng/ml), upośledzone parametry funkcji nerek z eGFR (*estimated glomerular filtration rate*, szacunkowy współczynnik filtracji kłębuszkowej) 43 ml/min/1,73 m² i podwyższone stężenie NT pro-BNP (3460 pg/ml). Pacjentkę konsultowano w ramach Kardio Grupy i z uwagi na skrajnie wysokie ryzyko zabiegu (Euroscore II 64,48%) oraz stwierdzoną podczas poprzedniego zabiegu porcelanową aortę, zdyskwalifikowano z ponownego pomostowania aortalno-wieńcowego. Chorą zakwalifikowano do pilnej angioplastyki wieńcowej, a z uwagi na stan kliniczny chorej i anatomie tętnic wieńcowych zdecydowano o konieczności wykonania zabiegu w zabezpieczeniu ECMO.

W 7. dobie od przyjęcia, w znieczuleniu ogólnym, w pracowni hemodynamiki założono ECMO (kaniulę tętniczą do lewej tętnicy udowej oraz żylną do prawej żyły udowej) z parametrami wsparcia na poziomie 4 l/min (rzut serca). Dodatkowo chora pozostawała na wsparciu IABP (prawa tętnica udowa). Zabieg wykonano z dostępu z prawej tętnicy udowej (wkłucie obok koszulki IABP). W pierwszej kolejności wykonano angioplastykę z implantacją stentu DES w zakresie Cx. Następnie po wielokrotnej predylatacji balonowej implantowano na zakładkę 3 stenty DES o łącznej długości 99 mm od dystalnego odcinka naczynia aż po ostium w zakresie LAD oraz implantowano, na zakładkę, kolejny stent DES od ostium LM, uzyskując pełne poszerzenie wszystkich istotnych zwężeń. Z uwagi na stabilny stan kliniczny po zabiegu PCI zdecydowano o usunięciu ECMO w warunkach pracowni hemodynamiki oraz pozostawieniu IABP. W okresie pozabiegowym chora nadal wymagała wsparcia układu krążenia IABP oraz wlewu adrenaliny (maks. 4,8 µg/min). Po usunięciu balonu do kontrapulsacji w 3. dobie po zabiegu wystąpił u pacjentki obrzęk płuc opanowany leczeniem inotropowym (adrenalina), forsowaną diurezą i wentylacją nieinwazyjną maską CPAP (*continuous positive airway pressure*, stałe dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych). W dalszych dobach pobytu obserwowano poprawę stanu ogólnego, pozwalającą na odstawienie amin presyjnych (w 5. dobie po zabiegu) i dożylnych diuretyków. Dalszy przebieg pozabiegowy był ponadto powikłany krwawieniem z rany w pachwinie (po założeniu ECMO), które opanowano miejscowym uciskiem, bez konieczności leczenia chirurgicznego. W kontrolnym badaniu UKG obserwowano wzrost frakcji wyrzutowej lewej komory z 25 do 30%. Po zakończeniu leczenia chorą w stanie wyrównania krążenia, bez stenokardii, z prawidłowymi wartościami ciśnienia tętniczego wypisano do domu.



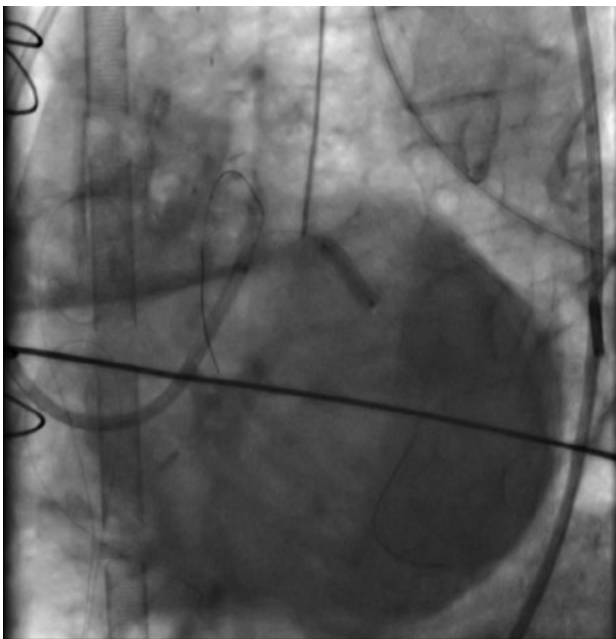
Rycina 1. Arteriografia tętnic biodrowych. Widoczna kaniula żylna ECMO, cień balonu do kontrapulsacji w prawej osi biodrowej oraz cewnik *pig-tail* w lewej osi biodrowej



Rycina 2. Koronarografia. Widoczne krytyczne zwężenie wynoszące 90% w dystalnym odcinku pnia lewej tętnicy wieńcowej, zwężenie 80% w bliższej części tętnicy okalającej oraz zwężenie 90% w ostialnym odcinku tętnicy przedniej zstępującej



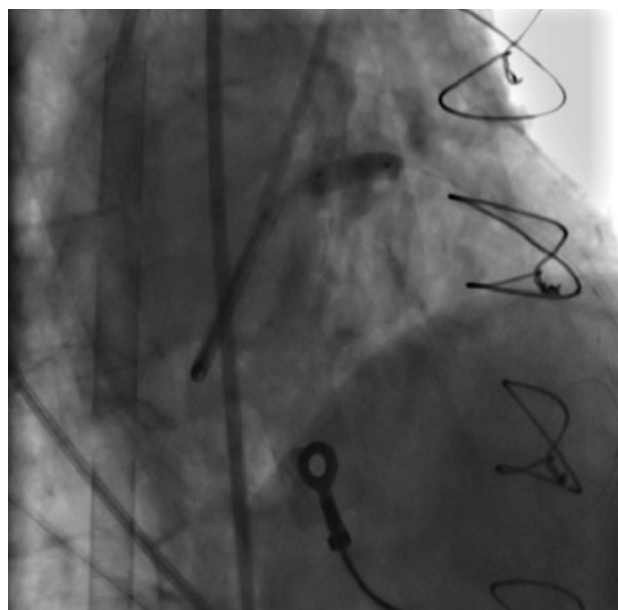
Rycina 3. Rozsiane krytyczne zwężenia tętnicy przedniej zstępującej



Rycina 4. Bezpośrednia implantacja stentu do tętnicy okalającej



Rycina 5. Implantacja pierwszego stentu w tętnicy przedniej zstępującej



Rycina 6. Implantacja stentu w pniu lewej tętnicy wieńcowej

Chorą ponownie przyjęto do III Katedry i Oddziału Klinicznego Kardiologii SCCS po 4 miesiącach w trybie planowym w celu ustalenia wskazań do wszczęcia kardiowertera–defibrylatora (ICD, *implantable cardioverter–defibrillator*) w ramach prewencji pierwotnej nagłego zgonu sercowego. W badaniu echokardiograficznym stwierdzono upośledzoną funkcję skurczową lewej komory z frakcją wyrzutową 30%, bez istotnych hemodynamicznie wad zastawkowych. Wykonano zabieg wszczęcia ICD. Zabieg i okres okołozabiegowy przebiegał bez powikłań.

Omówienie

Pozaustrójowe utlenowanie krwi (ECMO) jest w swej istocie zmodyfikowanym systemem krążenia pozaustrojowego, który w odróżnieniu od modeli wykorzystywanych w zabiegach kardiologicznych umożliwia przedłużone stosowanie u chorego, to znaczy w okresie kilku dni, a nawet tygodni. Istnieją dwa główne rodzaje ECMO: żylny–żylny i żylny–tętniczny. Jedynie ECMO żylny–tętniczny umożliwia wsparcie hemodynamiczne układu krążenia i jest stosowane jako zabezpieczenie zabiegów PCI wysokiego ryzyka [3]. System ten wymaga założenia dwóch kaniul o dużej średnicy przez żyłę i tętnicę udową. Krew pobierana z układu żylnego przechodzi przez oksygenator (gdzie dochodzi do utleniania krwi i usunięcia dwutlenku węgla), a następnie jest oddawana do układu tętniczego. ECMO jako jedyny z MCS umożliwia oprócz skutecznego wsparcia hemodynamicznego układu krążenia (zwiększa rzut minutowy serca o $> 4,5$ l/min) również zabezpieczenie wymiany gazowej, a ponadto jego optymalne działanie jest niezależne od obecności stabilnego rytmu serca. Dlatego też skutecznie zabezpiecza funkcje życiowe również u chorych z zatrzymaniem natywnego krążenia. ECMO skutecznie wspomaga układ krążenia również u chorych z niewydolnością prawej komory.

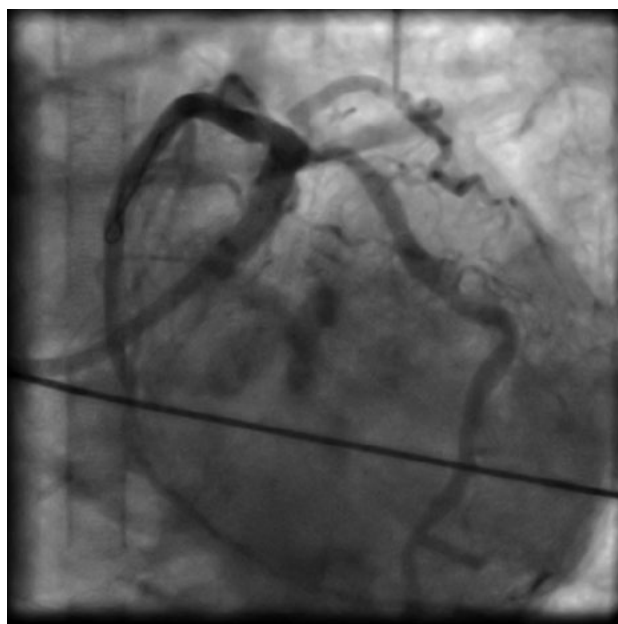
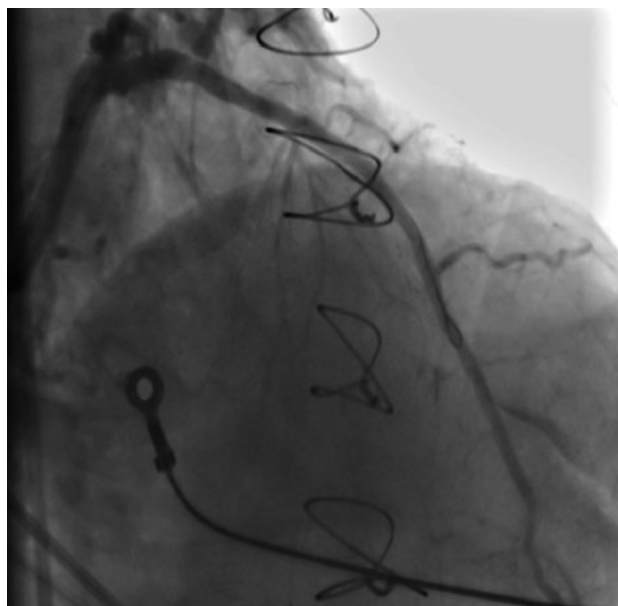
Dane dotyczące wpływu stosowania ECMO na rokowanie chorych poddawanych zabiegom PCI wysokiego ryzyka są ograniczone, w szczególności brak randomizowanych badań klinicznych i metaanaliz dotyczących tego zagadnienia. Dotyczy to stosowania ECMO zarówno ze wskazań nagłych, jak i planowych. Sheu i wsp. stwierdzili istotnie niższą śmiertelność w grupie chorych ze STEMI powikłanym głębokim wstrząsem kardiogenym (definiowanym jako skurczowe ciśnienie tętnicze < 75 mm Hg, mimo wsparcia układu krążenia IABP i lekami inotropowymi) leczonych ECMO w porównaniu z historyczną kohortą pacjentów, u których nie stosowano takiego leczenia [4]. Również Tsao i wsp. wykazali istotnie niższą jednoroczną śmiertelność chorych w głębokim wstrząsie kardiogenym leczonych zarówno IABP i ECMO w porównaniu z chorymi leczonymi w okresie, gdy terapia ECMO nie była dostępna

(24 v. 63,6%; $p = 0,001$). W badaniu tym na szczególną uwagę zasługuje porównywalna śmiertelność chorych obciążonych lub nieobciążonych opornymi na leczenie częstoskurczami komorowymi/migotaniem komór w okresie stosowania ECMO [5]. Opublikowano również wiele wyników jednoośrodkowych badań obserwacyjnych i opisów przypadków wskazujących na efektywność ECMO [3, 6–9]. Niemniej, ze względu na ograniczoną liczbę danych klinicznych, aktualne wytyczne ESC dotyczące rewaskularyzacji mięśnia sercowego nadal podają niską klasę zaleceń i poziom wiarygodności danych odnośnie stosowania systemów mechanicznego wspomagania krążenia. U pacjentów z ACS we wstrząsie kardiogennym można rozważyć krótkoterminowe mechaniczne wspomaganie krążenia (IIbC) [10].

ECMO w zabezpieczeniu zabiegów PCI może być stosowane profilaktycznie (z pełną inicjacją systemu przed zabiegiem) lub w trybie „gotowości” („standby” — przed PCI zabezpiecza się dostęp naczyniowy dla ECMO cewnikami o małej średnicy, a pełna inicjacja systemu następuje jedynie w przypadku konieczności klinicznej). W dużym rejestrze obejmującym łącznie 569 chorych z 23 ośrodków nie obserwowano różnic w śmiertelności chorych między tymi dwoma trybami, z istotnie większym odsetkiem powikłań naczyniowych w trybie profilaktycznym; jednak w podgrupie chorych z LVEF $\leq 20\%$ obserwowano istotnie większą śmiertelność w przypadku pacjentów, u których ECMO stosowano w trybie „gotowości” (4,8% v. 18,8%, $p < 0,05$) [11].

Oprócz licznych zalet system ECMO ma również swoje ograniczenia. Należą do nich stosunkowo duża złożoność systemu, wymagającego zakładania i obsługi przez wysoko wykwalifikowany personel. Często są również powikłania leczenia, zwłaszcza przy przedłużonym stosowaniu ECMO, takie jak niedokrwienie kończyn, powikłania krwotoczne zarówno w miejscu dostępu naczyniowego, jak i niezwiązane z dostępem (wynikające z konieczności intensywnej antykoagulacji w połączeniu z małopłytkowością i koagulopatią ze zużycia), niewydolność nerek i uogólniona reakcja zapalna. Osobnym problemem związanym z terapią ECMO jest, wynikające z wtórnego przepływu krwi w aorcie, zwiększenie obciążenia następczego, co może prowadzić do zwiększonego zapotrzebowania mięśnia sercowego na tlen, nasilenia niedokrwienia mięśnia sercowego oraz zastoju w krążeniu płucnym. Niektóre doniesienia wskazują, że korzystne w takich przypadkach może być połączenie terapii ECMO z systemem umożliwiającym odbarczenie lewej komory, jak IABP lub Impella [12–14], dostępne dane nie są jednak jednoznaczne [15].

Podsumowując, należy stwierdzić, że ECMO może skutecznie poprawiać rokowanie u chorych poddawanych zabiegom PCI wysokiego ryzyka, jednak ze względu na złożoność systemu i możliwe powikłania



Rycina 7. Końcowy efekt zabiegu

jego zastosowanie jest raczej ograniczone do wybranych chorych leczonych w wysokospecjalistycznych ośrodkach.

Piśmiennictwo

1. Brennan JM, Curtis JP, Dai D, et al. Enhanced Mortality Risk Prediction With a Focus on High-Risk Percutaneous Coronary Intervention. *JACC: Cardiovascular Interventions*. 2013; 6(8): 790–799, doi: [10.1016/j.jcin.2013.03.020](https://doi.org/10.1016/j.jcin.2013.03.020).
2. Myat A, Patel N, Tehrani S, et al. Percutaneous circulatory assist devices for high-risk coronary intervention. *JACC Cardiovasc Interv*. 2015; 8(2): 229–244, doi: [10.1016/j.jcin.2014.07.030](https://doi.org/10.1016/j.jcin.2014.07.030), indexed in Pubmed: [25700745](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25700745/).
3. Tomasello SD, Boukhris M, Ganyukov V, et al. Outcome of extracorporeal membrane oxygenation support for complex high-risk elective percutaneous coronary interventions: A single-center experience. *Heart Lung*. 2015; 44(4): 309–313, doi: [10.1016/j.hrtlng.2015.03.005](https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2015.03.005), indexed in Pubmed: [25913808](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25913808/).
4. Sheu JJ, Tsai TH, Lee FY, et al. Early extracorporeal membrane oxygenator-assisted primary percutaneous

- coronary intervention improved 30-day clinical outcomes in patients with ST-segment elevation myocardial infarction complicated with profound cardiogenic shock. *Crit Care Med.* 2010; 38(9): 1810–1817, doi: [10.1097/CCM.0b013e3181e8ac77](https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3181e8ac77), indexed in Pubmed: [20543669](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20543669/).
5. Tsao NW, Shih CM, Yeh JS, et al. Extracorporeal membrane oxygenation-assisted primary percutaneous coronary intervention may improve survival of patients with acute myocardial infarction complicated by profound cardiogenic shock. *J Crit Care.* 2012; 27(5): 530.e1–530.11, doi: [10.1016/j.jcrc.2012.02.012](https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2012.02.012), indexed in Pubmed: [22591567](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22591567/).
 6. Dardas P, Mezilis N, Ninios V, et al. ECMO as a bridge to high-risk rotablation of heavily calcified coronary arteries. *Herz.* 2012; 37(2): 225–230, doi: [10.1007/s00059-011-3489-5](https://doi.org/10.1007/s00059-011-3489-5), indexed in Pubmed: [21732095](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21732095/).
 7. Arlt M, Philipp A, Voelkel S, et al. Early experiences with miniaturized extracorporeal life-support in the catheterization laboratory. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2012; 42(5): 858–863, doi: [10.1093/ejcts/ezs176](https://doi.org/10.1093/ejcts/ezs176), indexed in Pubmed: [22555310](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22555310/).
 8. Shammas NW, Roberts S, Early G. Extracorporeal membrane oxygenation for unprotected left main stenting in a patient with totally occluded right coronary artery and severe left ventricular dysfunction. *J Invasive Cardiol.* 2002; 14(12): 756–759, indexed in Pubmed: [12454340](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12454340/).
 9. Ricciardi MJ, Moscucci M, Knight BP, et al. Emergency extracorporeal membrane oxygenation (ECMO)-supported percutaneous coronary interventions in the fibrillating heart. *Catheter Cardiovasc Interv.* 1999; 48(4): 402–405, indexed in Pubmed: [10559824](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10559824/).
 10. Windecker S, Kolh P, Alfonso F, et al. Grupa Robocza Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego (ESC), Europejskie Stowarzyszenie Chirurgii Serca i Klatki Piersiowej (EACTS) do spraw rewaskularyzacji mięśnia sercowego, European Association for Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). [2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization]. *Kardiol Pol.* 2014; 72(12): 1253–1379, doi: [10.5603/KP.2014.0224](https://doi.org/10.5603/KP.2014.0224), indexed in Pubmed: [25524605](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25524605/).
 11. Teirstein PS, Vogel RA, Dorros G, et al. Prophylactic versus standby cardiopulmonary support for high risk percutaneous transluminal coronary angioplasty. *J Am Coll Cardiol.* 1993; 21(3): 590–596, indexed in Pubmed: [8436739](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8436739/).
 12. Petroni T, Harrois A, Amour J, et al. Intra-aortic balloon pump effects on macrocirculation and microcirculation in cardiogenic shock patients supported by venoarterial extracorporeal membrane oxygenation*. *Crit Care Med.* 2014; 42(9): 2075–2082, doi: [10.1097/CCM.0000000000000410](https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000000410), indexed in Pubmed: [24810530](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24810530/).
 13. Ma P, Zhang Z, Song T, et al. Combining ECMO with IABP for the treatment of critically ill adult heart failure patients. *Heart Lung Circ.* 2014; 23(4): 363–368, doi: [10.1016/j.hlc.2013.10.081](https://doi.org/10.1016/j.hlc.2013.10.081), indexed in Pubmed: [24219845](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24219845/).
 14. Koeckert MS, Jorde UP, Naka Y, et al. Impella LP 2.5 for left ventricular unloading during venoarterial extracorporeal membrane oxygenation support. *J Card Surg.* 2011; 26(6): 666–668, doi: [10.1111/j.1540-8191.2011.01338.x](https://doi.org/10.1111/j.1540-8191.2011.01338.x), indexed in Pubmed: [22122379](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22122379/).
 15. Cheng R, Hachamovitch R, Makkar R, et al. Lack of Survival Benefit Found With Use of Intraaortic Balloon Pump in Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Pooled Experience of 1517 Patients. *J Invasive Cardiol.* 2015; 27(10): 453–458, indexed in Pubmed: [26208379](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26208379/).

Adres do korespondencji:

Dr n. med. Grzegorz Słonka
 III Katedra i Oddział Kliniczny Kardiologii SUM
 Śląskie Centrum Chorób Serca w Zabrzu
 ul. M. Curie-Skłodowskiej 9, 41–800 Zabrze
 tel.: (+48 32) 373 38 60
 e-mail: gslonka@poczta.onet.pl