

Pełna trójnaczyniowa rewaskularyzacja wieńcowa z użyciem ultra niskich dawek kontrastu jako strategia zachowania rezydualnej funkcji nerek u chorego z ostrym zespołem wieńcowym

Full triple-vessel coronary revascularization with ultra-low contrast administration as a strategy for preserving residual renal function in patient with acute coronary syndrome

Jerzy Sacha, Piotr Feusette,
Marek Gierlotka

Oddział Kardiologii, Uniwersytecki Szpital Kliniczny
w Opolu, Uniwersytet Opolski

STRESZCZENIE

Nefropatia indukowana kontrastem jest poważnym powikłaniem koronarografii i przezskórnych interwencji wieńcowych (PCI) u chorych z przewlekłymi schorzeniami nerek. Jedyną realną strategią zapobiegawczą przed jej rozwojem jest adekwatne nawodnienie wraz z ograniczeniem objętości stosowanego kontrastu. Ostatnio zaproponowano nowe techniki diagnostyczne i terapeutyczne polegające na stosowaniu ultra niskich dawek kontrastu, co więcej opisano zabiegi PCI bez użycia kontrastu. W niniejszym artykule prezentujemy przypadek dializowanego chorego z ostrym zespołem wieńcowym i ciężką niewydolnością jedynej nerki, ale z zachowaną rezydualną jej funkcją, u którego przeprowadzono diagnostykę i pełną trójnaczyniową rewaskularyzację wieńcową z zastosowaniem jedynie 37 ml kontrastu. Artykuł opisuje aspekty techniczne zabiegów PCI z minimalnym użyciem i bez użycia kontrastu. Prezentowany przypadek pokazuje, iż oba typy zabiegów są możliwe, bezpieczne i skuteczne w utrzymaniu rezydualnej funkcji nerek.

Słowa kluczowe: nefropatia indukowana kontrastem, przezskórna interwencja wieńcowa, przezskórna interwencja wieńcowa bez kontrastu, niewydolność nerek

Kardiol. Inwazyjna 2018; 13 (1), 33–40

ABSTRACT

Contrast induced nephropathy is a serious complication of coronary angiography and percutaneous coronary intervention (PCI) among patients with chronic kidney diseases. The only real preventative strategy against this complication is an adequate hydration along with reduction of contrast volume. Recently, new diagnostic and therapeutic techniques have been proposed which rely on administration of ultra-low contrast volume, furthermore, zero-contrast PCI's have also been described. In this article, we present a case of dialysis patient with a single kidney but preserved its residual function, admitted due to acute coronary syndrome, who underwent a diagnostic angiography and a full triple-vessel coronary revascularization with the administration of only 37 ml of contrast. The article describes technical aspects of PCI with minimal and without contrast usage. The presented case shows that both types of procedures are possible, safe and effective for preserving residual renal function.

Key words: contrast induced nephropathy, percutaneous coronary intervention, zero-contrast percutaneous coronary intervention, renal failure

Kardiol. Inwazyjna 2018; 13 (1), 33–40

Wstęp

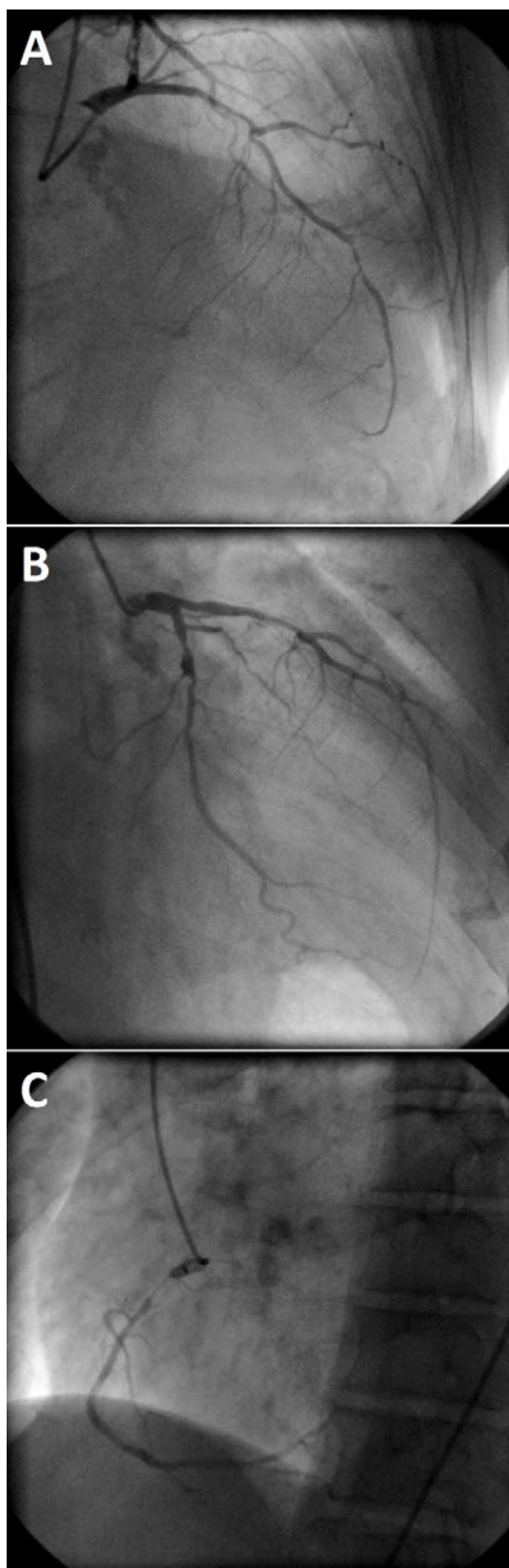
Nefropatia indukowana kontrastem (CIN, *contrast-induced nephropathy*) jest poważnym powikłaniem koronarografii i przezskórnych interwencji wieńcowych (PCI, *percutaneous coronary interventions*), które istotnie obciąża rokowanie chorych z przewlekłymi chorobami nerek (CKD, *chronic kidney disease*) [1]. Niewydolność nerek stosunkowo często towarzyszy chorym hospitalizowanym na oddziałach intensywnej

terapii kardiologicznej, w tym pacjentom z niewydolnością serca na tle niedokrwiennym, u których szczególnie istotna jest pełna rewaskularyzacja w zakresie tętnic wieńcowych zaopatrujących obszary miokardium o potwierdzonej żywotności. Niepokój związany z pokontrastowym pogorszeniem funkcji nerek i koniecznością leczenia nerkozastępczego może ograniczać pełną rewaskularyzację w tej grupie chorych [2]. Co więcej, ochrona nerek i zachowanie ich rezydualnej funkcji ma znaczenie rokownicze również u chorych przewlekle dializowanych [3]. Zidentyfikowano szereg czynników ryzyka rozwoju CIN, jednakże jednym z najbardziej istotnych jest całkowita ilość kontrastu użyta podczas zabiegu [4, 5]. Z tego względu zaproponowano nowe techniki badań i interwencji polegające na zastosowaniu ultra niskich dawek kontrastu [6], a także w ostatnim czasie opisano zabiegi PCI w których w ogóle nie używano kontrastu [7–10]. Okazało się również, że PCI bez kontrastu jest wykonalne i bezpieczne nawet w zakresie pnia lewej tętnicy wieńcowej [11]. W trakcie takich zabiegów, głównym narzędziem obrazowym jest ultrasonografia wewnątrznaczyniowa (IVUS, *intravascular ultrasound*), która umożliwia ocenę zmian w naczyniu wieńcowym i określenie miejsc implantacji stentu. Techniki radykalnie ograniczające dawkę kontrastu stanowią obiecującą metodę w profilaktyce CIN u chorych z CKD, a przy odpowiednim ich rozwoju mogą stać się standardowym postępowaniem również u chorych bez jawnej choroby nerek, ale z czynnikami ryzyka jej rozwoju.

W niniejszej pracy opisano przypadek chorego z przewlekłą niewydolnością serca na tle niedokrwiennym oraz skrajną CKD, przyjętego z objawami ostrego zespołu wieńcowego, u którego w ramach strategii zachowania rezydualnej funkcji jedynej nerki, wykonano koronarografię i pełną trójnaczyńową rewaskularyzację wielonaczyniowej choroby wieńcowej, używając tylko 37 ml kontrastu.

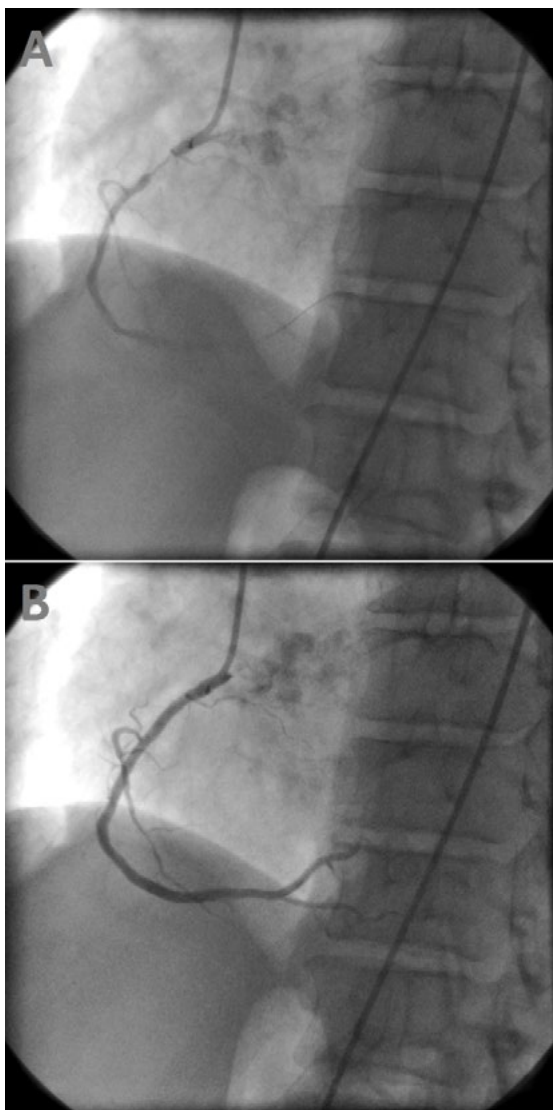
Opis przypadku

Chory, w wieku 63 lat, obciążony przewlekłą niewydolnością serca (NYHA II), nadciśnieniem tętniczym, napadowym migotaniem przedsionków, miażdżycą zarostową tętnic kończyn dolnych, niewydolnością nerek — po usunięciu lewej nerki z powodu nowotworu (2012 rok), dializowany trzy razy w tygodniu, ale z zachowaną rezydualną funkcją prawej nerki (około 1000 ml moczu dziennie) — został przyjęty w trybie pilnym z powodu nasilenia dolegliwości dławicowych i duszności w przebiegu ostrego zespołu wieńcowego. Przy przyjęciu chory nie prezentował spoczynkowych objawów, natomiast badanie przedmiotowe wykazało szmer skurczowy w polu aortalnym (3/6 w skali Levine'a) oraz umiarkowane rżenia w dolnych segmentach płuc. W zapisie EKG był obecny rytm zatokowy, załamki Q



Rycina 1. Koronarografia: **A** — lewa tętnica wieńcowa: zwężenie 80% w części proksymalno-medialnej oraz 90% w części dystalnej LAD; **B** — lewa tętnica wieńcowa: zwężenie 70% w części proksymalnej oraz 80% w części medialnej LCx; **C** — prawa tętnica wieńcowa: zwężenie 99% w części proksymalnej RCA.

w odprowadzeniach dolnych oraz cechy przerostu lewej komory z wtórnymi zmianami ST-T w odprowadzeniach bocznych. W badaniach laboratoryjnych uzyskano następujące najważniejsze wyniki: hemoglobina 9,9 g/dl; hematokryt 33%; kreatynina



Rycina 2. Przeszkórna interwencja na prawej tętnicy wieńcowej: **A** — pierwsze wstrzyknięcie kontrastu po wprowadzeniu przewodnika angioplastycznego do obwodowej części naczynia; **B** — ostatnie wstrzyknięcie kontrastu celem udokumentowania końcowego efektu zabiegu.

4,15 mg/dl; oszacowana filtracja kłębuszkowa (eGFR, *estimated glomerular filtration rate*) 15,55 ml/min/1,73 m²; mocznik 50,6 mg/dl; sód 140 mEq/l; potas 5,28 mEq/l; propeptyd natriuretyczny (proBNP) > 35 000 ng/l; tropnina I 202,8 ng/l — bez typowej dla zawału serca ewolucji. Badanie echokardiograficzne wykazało: upośledzoną globalną funkcję skurczową lewej komory (frakcja wyrzutowa: 37%); zaburzenia kurczliwości odcinkowej w zakresie segmentów dolnych, tylnych i bocznych; przerost mięśnia lewej komory (indeks masy: 304,7 g/m²); umiarkowane zwężenie zastawki aortalnej (maksymalny/średni gradient: 41/24 mmHg; obliczone pole zastawki: 1,2 cm²; indeks pola zastawki: 0,75 cm²/m²; indeks objętości wyrzutowej lewej komory: 55 ml/m²); umiarkowaną niedomykalność zastawki mitralnej i łagodną trójdzielnej oraz małe prawdopodobieństwo nadciśnienia płucnego.

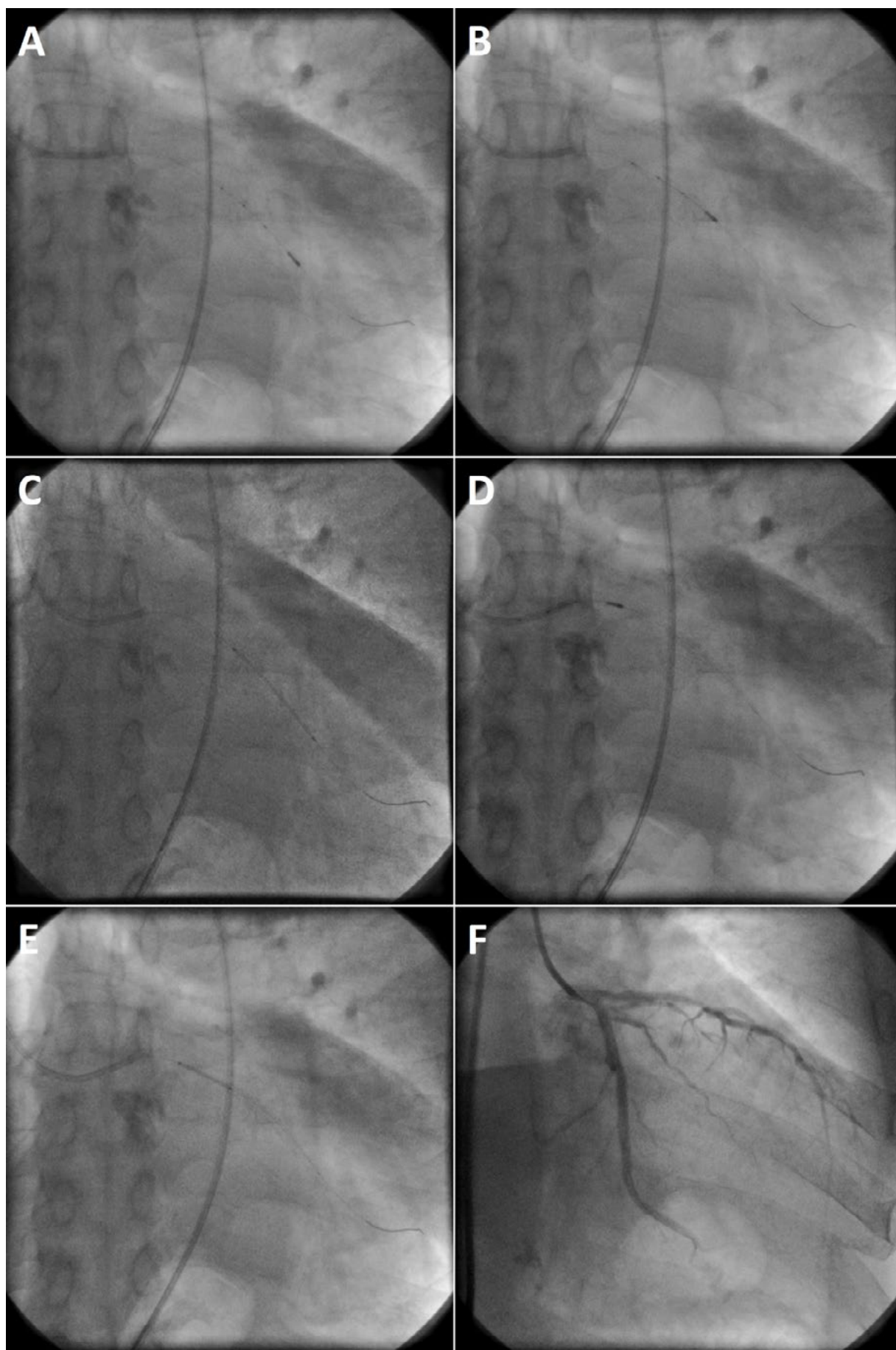
Koronarografię wykonano z dostępu przez prawą tętnicę udową stosując technikę ultra niskich dawek kontrastu [6] — zużyto jedynie 13 ml izosmolarna-

go kontrastu iodixanol (Visipaque, GE Healthcare). Podstawą takiej techniki jest stosowanie wstrzyknięć 2–3 ml kontrastu za pomocą strzykawki o małej objętości (np. 5 ml) oraz wykonywanie ograniczonej ilości akwizycji, najlepiej z wysoką częstością klatek (np. 30 klatek/sek). W badaniu wykazano istotne 80–90% zwężenia w proksymalno-medialnej i dystalnej części tętnicy przedniej zstępującej (LAD, *left anterior descending artery*), 70–80% zwężenia w początkowej i środkowej części gałęzi okalającej (LCx, *left circumflex artery*) oraz ciasne 99% zwężenie bliższej części prawej tętnicy wieńcowej (RCA, *right coronary artery*) (ryc. 1A-C). Pacjenta konsultowano w ramach „Grupy Serca” (*Heart Team*) i zakwalifikowano do leczenia przezskórno za pomocą PCI.

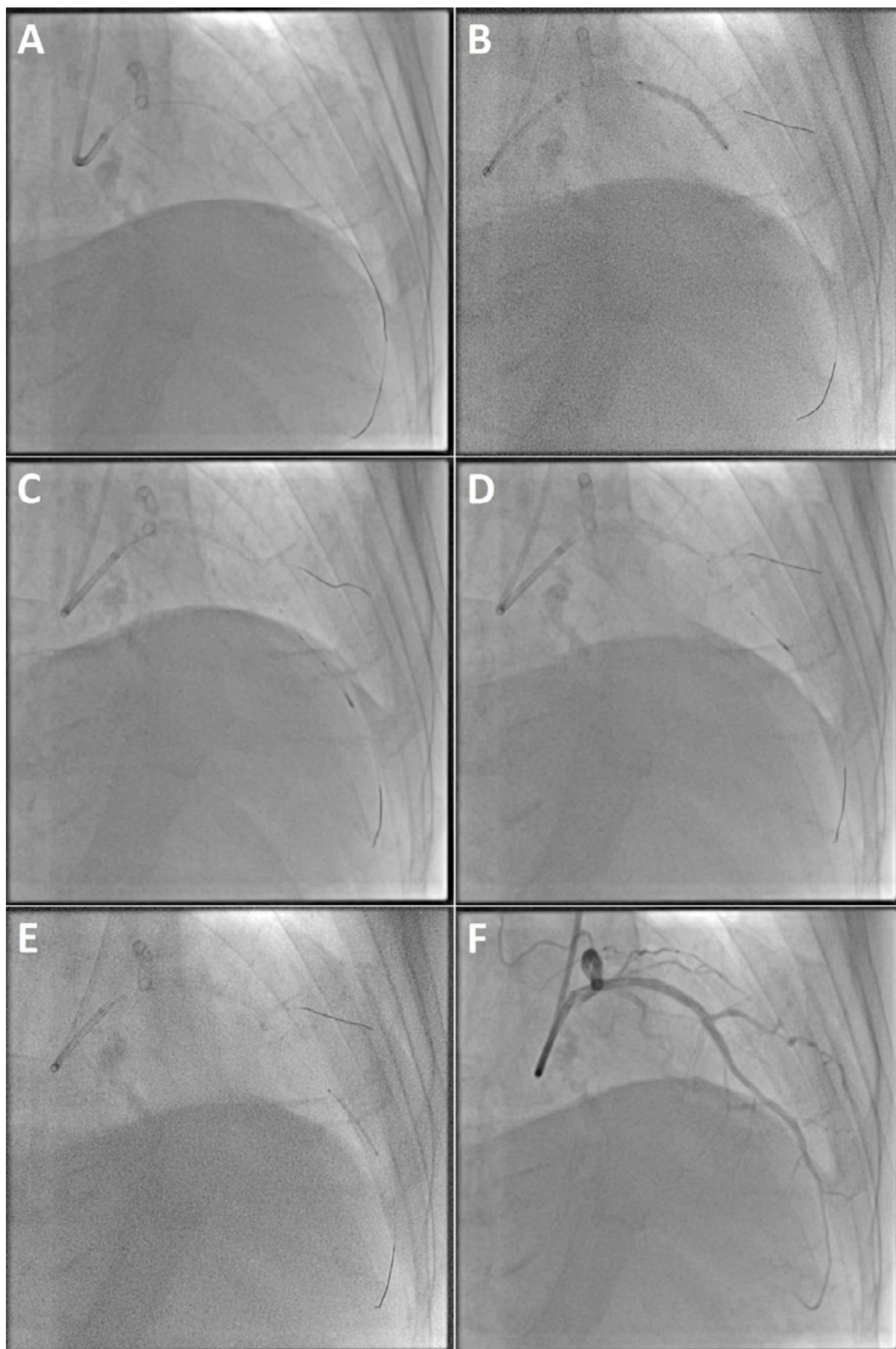
PCI w zakresie RCA i LCx z ultra niską dawką kontrastu

Pierwszy etap rewaskularyzacji wykonano 5 dni po koronarografii. Z dostępu przez lewą tętnicę udową wprowadzono do ujścia RCA prawy cewnik prowadzący Judkins 6F — właściwą pozycję cewnika potwierdzono za pomocą przewodnika angioplastycznego (Pilot 50, Abbott), który następnie wprowadzono do obwodowej części gałęzi lewokomorowej. Stosując technikę ultra niskich dawek kontrastu pierwsze wstrzyknięcie wykonano po wprowadzeniu przewodnika angioplastycznego (ryc. 2A). Po wstępnym poszerzeniu proksymalnej zmiany w RCA za pomocą balonu Trek (Abbott) 2,5/20 mm, wykonano badanie IVUS, które określiło początkowe i końcowe miejsca implantacji stentu oraz odpowiadającą im średnicę naczynia. Następnie implantowano stent uwalniający lek (DES, *drug eluting stent*) Xience (Abbott) 30/28 mm stosując ciśnienie 18 atm. Właściwy efekt zabiegu udokumentowano w badaniu IVUS oraz we wstrzyknięciach kontrastu wykazując jednocześnie brak powikłań (w szczególności dystalnego przebiccia naczynia) (ryc. 2B). Całkowita objętość użytego kontrastu wyniosła 12 ml (Visipaque).

Usunięto prawy cewnik i pod kontrolą skopii, umiejscowiono w ujściu lewej tętnicy cewnik prowadzący EBU 6F. Następnie po jednorazowym wstrzyknięciu 2 ml kontrastu, wprowadzono przewodnik Sion Blue (Asahi) do końcowej części LCx. Po wstępnym poszerzeniu bliższej zmiany w LCx przy użyciu balonu Trek 2,5/20 mm, wykonano badanie IVUS określając średnicę naczynia oraz początkowe i końcowe miejsca implantacji dystalnego stentu w stosunku do rzutującej się przestrzeni międzyżebrowej (ryc. 3AB). Po czym w to samo miejsce implantowano do LCx DES Xience 3,0/38 mm z użyciem ciśnienia 18 atm (ryc. 3C). W badaniu IVUS potwierdzono brak brzegowej dysekcji za stentem oraz określono początkowe miejsce implantacji kolejnego stentu dokumentując pozycję sondy IVUS



Rycina 3. Przeszkórna interwencja na tętnicy okalającej: **A** — identyfikacja dystalnego miejsca implantacji dalszego stentu (koresponduje z dolnym brzegiem przestrzeni międzyżebrowej); **B** — określenie proksymalnego miejsca implantacji stentu (odpowiada górnemu brzegowi przestrzeni międzyżebrowej); **C** — pozycjonowanie stentu w LCx w stosunku do rzutującej się przestrzeni międzyżebrowej; **D** — identyfikacja proksymalnego miejsca implantacji bliższego stentu (należy zwrócić uwagę na pozycję sondy IVUS w odniesieniu do poprzedniego stentu); **E** — pozycjonowanie stentu brzeg do brzegu; **F** — wstrzyknięcie kontrastu celem udokumentowania ostatecznego efektu zabiegu (ze względu na niską objętość kontrastu, pojedyncza klatka nie pokazuje całego naczynia, a pełny obraz tętnicy uzyskuje się śledząc przepływ kontrastu wzdłuż naczynia)



Rycina 4. Przeszkórna interwencja na tętnicy przedniej zstępującej: **A** — dwa prowadniki angioplastyczne wprowadzone do gałęzi LAD, na jednym z nich znajduje się balon Sprinter 1,25/10 mm z centralnym znacznikiem umiejscowionym na poziomie gałęzi diagonalnej, którą zidentyfikowano na podstawie zwapnień; **B** — jeden z prowadników wprowadzono do gałęzi diagonalnej celem jej zabezpieczenia, następnie kierując się pozycją prowadnika w diagonalnej implantowano do LAD stent Xience 3,0/33 mm; **C** — identyfikacja dystalnego miejsca implantacji dalszego stentu (koresponduje z przestrzenią międzyżebrową); **D** — określenie proksymalnego miejsca implantacji stentu (odpowiada górnemu brzegowi żebra); **E** — pozycjonowanie stentu w stosunku do rzutującego się żebra; **F** — jednorazowe wstrzyknięcie kontrastu celem udokumentowania ostatecznego efektu zabiegu

względem pierwszego wszczepionego stentu (ryc. 3D). Brzeg do brzegu wszczepiono drugi DES Xience 3,5/18 mm stosując ciśnienie 18 atm (ryc. 3E) — za pomocą tego samego balonu i ciśnień dopięto pierwszy stent. Badanie IVUS wykazało właściwą apozycję stentów i brak powikłań — prawidłowy stan naczynia potwierdzono również we wstrzyknięciu kontrastu (ryc. 3F). Całkowita objętość zastosowanego kontrastu wyniosła 7 ml (Visipaque).

PCI LAD bez użycia kontrastu

Po dwóch dniach od poprzednich PCI wykonano kolejny etap rewaskularyzacji w zakresie LAD. Po szczegółowym przeanalizowaniu wcześniejszych obrazów angiograficznych wraz z otaczającymi strukturami anatomicznymi, kierując się obrazem skopii wprowadzono do ujścia lewej tętnicy cewnik prowadzący EBU 7F z dostępu przez prawą tętnicę udową. Właściwą pozycję cewnika potwierdzono przewodnikiem angioplastycznego (Pilot 50), który następnie wprowadzono do obwodowej części naczynia kierując się obrazem zwapnień oraz przebiegiem przewodnika odpowiadającym wcześniejszym obrazom angiograficznym. Z uwagi na ciasną uwapnioną zmianę w medialnej LAD i brak możliwości wprowadzenia sondy IVUS jak również standardowego balonu, wprowadzono drugi prowadnik Sion Blue (body wire) i wykonano wstępną angioplastykę za pomocą balonów Sprinter (Medtronic) 1,25/10 mm oraz Solarice (Medtronic) 2,5/20 mm (ryc. 4A). Następnie, celem zabezpieczenia gałęzi diagonalnej, jeden z przewodników wprowadzono do diagonalnej kierując się obrazem zwapnień w naczyniu — dodatkowo prowadnik stanowił punkt orientacyjny do interwencji w zakresie LAD. Wykonano badanie IVUS określając początkowe i końcowe miejsce implantacji stentu, po czym implantowano DES Xience 3,0/33 mm z użyciem ciśnienia 18 atm (ryc. 4B). Następnie, w badaniu IVUS zidentyfikowano zmianę w dystalnej LAD oraz określono referencyjną średnicę naczynia, a także granice dla implantacji stentu w stosunku do obrazu nakładającego się żebra (ryc. 4C, D). Kierując się pozycją żebra poszerzono zmianę za pomocą balonu Solarice 2,0/20 mm, a następnie implantowano DES Resolute Integrity (Medtronic) 2,5/22 mm stosując ciśnienie 16 atm (ryc. 4E). Po kontroli w IVUS, usunięto prowadnik z gałęzi diagonalnej i dopięto bliższy stent balonem NC Trek 3,5/12 mm. W finalnym badaniu IVUS potwierdzono dobry efekt zabiegu — wykonano również pojedyncze wstrzyknięcie 5 ml kontrastu Visipaque dokumentując brak powikłań (ryc. 4F).

Przebieg hospitalizacji i funkcja nerek po zabiegu

Zabiegi na naczyniach wieńcowych przeprowadzono w taki sposób, aby po każdym z nich chory

przechodził hemodializę. Z racji dializ parametry nerkowe pozostawały na stałym poziomie (mocznik w normie), natomiast parametrem świadczącym o braku szkodliwych efektów zabiegów na rezydualną czynność nerek była utrzymująca się na stałym poziomie diureza, tj. 800–1000 ml dziennie. Adekwatne nawodnienie chorego w okresie okołozabiegowym prowadzono na podstawie oceny masy ciała, braku obrzęków obwodowych i diurezy, zgodnie z zaleceniami nefrologa. Ze względu na spadek parametrów morfotycznych krwi po pierwszym etapie rewaskularyzacji (hemoglobina: 7,8 g/dl; hematokryt: 24,5%) oraz zgłaszane przez chorego uczucie osłabienia przetoczono 2 jednostki koncentratu krwinek czerwonych uzyskując wzrost poziomu hemoglobiny do 9,6 g/dl i ustąpienie dolegliwości. Po przeprowadzonej rewaskularyzacji zakwalifikowano chorego do dalszego leczenia zachowawczego rekomendując potrójną terapię przeciwkrzepliwą: dwa leki przeciwplatekcyjne (aspiryna, clopidogrel) i warfaryna z docelowym poziomem INR 2,0–2,5 przez okres 6 miesięcy; następnie clopidogrel z warfaryną przez kolejne 6 miesięcy; po czym monoterapia za pomocą warfaryny. Po kilku tygodniach od hospitalizacji skontaktowano się z chorym telefonicznie, który ocenił swoje samopoczucie jako dobre oraz potwierdził, iż rezydualna czynność nerek (ilość oddawanego moczu) nie uległa zmianie (800–1000 ml dziennie).

Dyskusja

Zaprezentowany przypadek pokazuje, że diagnostyka i przeszłokórne leczenie wielonaczyniowej choroby wieńcowej z użyciem bardzo niskich dawek kontrastu jest wykonalne i bezpieczne — w tym przypadku w trakcie diagnostyki i całego leczenia zużyto jedynie 37 ml izoosmolarnego środka kontrastowego Visipaque. Rewaskularyzacja RCA i LCx zostały przeprowadzone z minimalnymi wstrzyknięciami kontrastu, natomiast w zakresie LAD zabieg wykonano bez użycia kontrastu, a jedyne wstrzyknięcie wykonano celem dokumentacji braku powikłań. Warto wspomnieć, że przy technice wstrzyknięć niskich objętości kontrastu, pełny obraz naczynia otrzymuje się śledząc przepływ kontrastu wzdłuż naczynia, stąd czasami trudno jest uzyskać obraz całego naczynia na pojedynczej klatce (ryc. 3F). W zabiegach z ograniczoną ilością kontrastu nabierają znaczenia szczegóły anatomiczne, na które zwykle operatorzy nie zwracają uwagi. Pozycjonowanie balonów i stentów dokonywane jest w stosunku do rzutujących się żeber i przestrzeni międzyżebrowych (ryc. 3, 4). W tym względzie bezcenną wskazówką są również zwapnienia w naczyniach wieńcowych, które najpełniej ujawniają się przy akwizycji z zastosowaniem 30 klatek/sek. (ryc. 4A, C, D) [9]. Uwzględnienie tych dodatkowych struktur anatomicznych umożliwia bezpieczne wykonanie PCI nawet bez użycia kontrastu (ryc. 4). Zastosowana strategia, pozwoliła zachować

rezydualną czynność jedynej nerki u chorego przewlekle dializowanego, ale ciągle oddającego około 1000 ml moczu dziennie. Celem oszczędzania dostępu promieniowego dla hemodializ, wszystkie zabiegi wykonano z dostępu udowego.

Zachowanie szczątkowej funkcji nerek od zawsze było głównym celem nefrologów zajmujących się chorymi z CKD. Stąd nie ma powodu aby z tego zrezygnować u chorych w 5 stadium niewydolności nerek wymagających hemodializy, co więcej istnieje wiele dowodów na korzyści z utrzymania rezydualnej funkcji nerek po rozpoczęciu dializoterapii [3, 12, 13]. Zachowana rezydualna funkcja nerek nie tylko pomaga w usuwaniu substancji rozpuszczalnych, ale również odgrywa ważną rolę w równowadze płynowej, kontroli poziomu fosforanów, usuwaniu średnich molekuł toksyn mocznicowych oraz wykazuje odwrotną relację z kalcyfikacją zastawek serca i przerostem mięśnia sercowego u chorych dializowanych [14–16]. Zmniejszenie rezydualnej czynności nerek istotnie wpływa na rozwój anemii, procesów zapalnych i niedożywienia, a całkowita utrata tej czynności, szczególnie u chorych leczonych dializą otrzewnową, jest istotnym predyktorem śmiertelności [3, 17–19].

Szereg czynników odgrywa rolę w genezie CIN u chorych poddawanych PCI, stąd pomimo faktu, że czynnikiem sprawczym jest bezpośredni wpływ kontrastu na nerki, należy pamiętać że nie jest to czynnik wystarczający [4]. Aby doszło do rozwoju CIN zwykle konieczne są inne okoliczności obciążające, do których należą: wcześniejsza CKD (im niższe eGFR tym większe ryzyko CIN), zastoinowa niewydolność serca, cukrzyca (zwłaszcza nefropatia cukrzycowa), wiek powyżej 75 lat, towarzyszące zabiegowi PCI niedociśnienie i anemia, a także konieczność użycia wspomaganie krążenia (np. kontrapulsacja wewnątrzaoortalna) [20]. Poza ograniczeniem objętości kontrastu w trakcie zabiegu i stosowaniem kontrastów izosmolarnych w stosunku do osocza, fundamentalne znaczenie w prewencji CIN ma właściwe nawodnienie chorego przed i po zabiegu oraz odstawienie leków nefrotoksycznych [21, 22]. Nadzieje związane ze stosowaniem acetylocysteiny i natrium bicarbonicum prawdopodobnie zostały ostatecznie rozwiane po ogłoszeniu wyników dużego badania PRESERVE, w którym nie obserwowano żadnych korzyści z ich zastosowania w porównaniu z odpowiednim nawodnieniem za pomocą soli fizjologicznej [23]. Zatem, adekwatna wolemia oraz ograniczenie objętości stosowanego kontrastu pozostają jedynymi realnymi środkami zapobiegawczymi przed rozwojem CIN.

Przedstawiony przypadek oraz rosnąca ilość publikacji pokazują, iż zabiegi diagnostyczne i terapeutyczne z ultra niską ilością kontrastu (lub bez użycia kontrastu) stanowią skuteczną i bezpieczną

formę profilaktyki CIN. Dotyczy to również chorych dializowanych, ale z zachowaną rezydualną funkcją nerek, którzy według aktualnych zaleceń, powinni otrzymywać taką samą profilaktykę CIN jak chorzy nie dializowani z tą różnicą, że objętość podawanych płynów należy określić indywidualnie uwzględniając stan kliniczny chorego [24].

Biorąc pod uwagę starzejące się społeczeństwo oraz narastający problem wielochorobowości, zabiegi z ultra niską dawką kontrastu u chorych wysokiego ryzyka rozwoju nefropatii indukowanej kontrastem powinny stać się powszechnym postępowaniem w ośrodkach kardiologii interwencyjnej, przy ścisłej współpracy zespołu intensywnej terapii kardiologicznej z kardiologiem interwencyjnym.

Piśmiennictwo

1. Giacoppo D, Madhavan MV, Baber U, et al. Impact of Contrast-Induced Acute Kidney Injury After Percutaneous Coronary Intervention on Short- and Long-Term Outcomes: Pooled Analysis From the HORIZONS-AMI and ACUITY Trials. *Circ Cardiovasc Interv.* 2015; 8(8): e002475, doi: [10.1161/CIRCINTERVENTIONS.114.002475](https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.114.002475), indexed in Pubmed: 26198286.
2. Charytan D, Mauri L, Agarwal A, et al. The use of invasive cardiac procedures after acute myocardial infarction in long-term dialysis patients. *Am Heart J.* 2006; 152(3): 558–564, doi: [10.1016/j.ahj.2006.02.021](https://doi.org/10.1016/j.ahj.2006.02.021), indexed in Pubmed: 16923431.
3. Wang AYM, Lai KN. The importance of residual renal function in dialysis patients. *Kidney Int.* 2006; 69(10): 1726–1732, doi: [10.1038/sj.ki.5000382](https://doi.org/10.1038/sj.ki.5000382), indexed in Pubmed: 16612329.
4. Dangas G, Iakovou I, Nikolsky E, et al. Contrast-induced nephropathy after percutaneous coronary interventions in relation to chronic kidney disease and hemodynamic variables. *Am J Cardiol.* 2005; 95(1): 13–19, doi: [10.1016/j.amjcard.2004.08.056](https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2004.08.056), indexed in Pubmed: 15619387.
5. Kane GC, Doyle BJ, Lerman A, et al. Ultra-low contrast volumes reduce rates of contrast-induced nephropathy in patients with chronic kidney disease undergoing coronary angiography. *J Am Coll Cardiol.* 2008; 51(1): 89–90, doi: [10.1016/j.jacc.2007.09.019](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2007.09.019), indexed in Pubmed: 18174044.
6. Nayak KR, Mehta HS, Price MJ, et al. A novel technique for ultra-low contrast administration during angiography or intervention. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2010; 75(7): 1076–1083, doi: [10.1002/ccd.22414](https://doi.org/10.1002/ccd.22414), indexed in Pubmed: 20146209.
7. Okura H, Nezuo S, Yoshida K. Successful stent implantation guided by intravascular ultrasound and a Doppler guidewire without contrast injection in a patient with allergy to iodinated contrast media. *J Invasive Cardiol.* 2011; 23(7): 297–299, indexed in Pubmed: 21725127.
8. Karimi Galougahi K, Zalewski A, Leon MB, et al. Optical coherence tomography-guided percutaneous coronary intervention in pre-terminal chronic kidney disease with no radio-contrast administration. *Eur Heart J.* 2016; 37(13): 1059, doi: [10.1093/eurheartj/ehv667](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv667), indexed in Pubmed: 26685137.
9. Ali ZA, Karimi Galougahi K, Nazif T, et al. Imaging- and physiology-guided percutaneous coronary intervention without contrast administration in advanced renal failure: a feasibility, safety, and outcome study. *Eur Heart J.* 2016; 37(40): 3090–3095, doi: [10.1093/eurheartj/ehw078](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw078), indexed in Pubmed: 26957421.

10. Karimi Galougahi K, Mintz GS, Karpaliotis D, et al. Zero-contrast percutaneous coronary intervention on calcified lesions facilitated by rotational atherectomy. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2017; 90(4): E85–E89, doi: [10.1002/ccd.26999](https://doi.org/10.1002/ccd.26999), indexed in Pubmed: [28303645](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28303645/).
11. Sacha J, Feussette P. How should I treat unprotected LM stenosis in a patient with ACS who develops a severe contrast-induced nephropathy after coronary angiography? https://www.pcronline.com/Casesresources-images/Cases/EIJ-HSIT/Treatment-strategy-for-left-main-stenosis-in-patient-with-CIN?auth=true#comments_area (Published, 06 December 2017).
12. Shemin D, Bostom AG, Laliberty P, et al. Residual renal function and mortality risk in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis.* 2001; 38(1): 85–90, doi: [10.1053/ajkd.2001.25198](https://doi.org/10.1053/ajkd.2001.25198), indexed in Pubmed: [11431186](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11431186/).
13. Termorshuizen F. Relative Contribution of Residual Renal Function and Different Measures of Adequacy to Survival in Hemodialysis Patients: An analysis of the Netherlands Co-operative Study on the Adequacy of Dialysis (NECOSAD)-2. *J Am Soc Nephrol.* 2004; 15(4): 1061–1070, doi: [10.1097/01.asn.0000117976.29592.93](https://doi.org/10.1097/01.asn.0000117976.29592.93).
14. Block GA, Hulbert-Shearon TE, Levin NW, et al. Association of serum phosphorus and calcium x phosphate product with mortality risk in chronic hemodialysis patients: a national study. *Am J Kidney Dis.* 1998; 31(4): 607–617, indexed in Pubmed: [9531176](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9531176/).
15. Wang AYM, Wang M, Woo J, et al. A novel association between residual renal function and left ventricular hypertrophy in peritoneal dialysis patients. *Kidney Int.* 2002; 62(2): 639–647, doi: [10.1046/j.1523-1755.2002.00471.x](https://doi.org/10.1046/j.1523-1755.2002.00471.x), indexed in Pubmed: [12110029](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12110029/).
16. Wang AYM, Wang M, Woo J, et al. Cardiac valve calcification as an important predictor for all-cause mortality and cardiovascular mortality in long-term peritoneal dialysis patients: a prospective study. *J Am Soc Nephrol.* 2003; 14(1): 159–168, indexed in Pubmed: [12506148](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12506148/).
17. Panichi V, Maggiore U, Taccola D, et al. Interleukin-6 is a stronger predictor of total and cardiovascular mortality than C-reactive protein in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant.* 2004; 19(5): 1154–1160, doi: [10.1093/ndt/gfh052](https://doi.org/10.1093/ndt/gfh052), indexed in Pubmed: [14993508](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14993508/).
18. Suda T, Hiroshige K, Ohta T, et al. The contribution of residual renal function to overall nutritional status in chronic haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant.* 2000; 15(3): 396–401, indexed in Pubmed: [10692527](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10692527/).
19. Paniagua R, Amato D, Vonesh E, et al. Mexican Nephrology Collaborative Study Group. Effects of increased peritoneal clearances on mortality rates in peritoneal dialysis: ADEMEX, a prospective, randomized, controlled trial. *J Am Soc Nephrol.* 2002; 13(5): 1307–1320, indexed in Pubmed: [11961019](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11961019/).
20. Mehran R, Aymong ED, Nikolsky E, et al. A simple risk score for prediction of contrast-induced nephropathy after percutaneous coronary intervention: development and initial validation. *J Am Coll Cardiol.* 2004; 44(7): 1393–1399, doi: [10.1016/j.jacc.2004.06.068](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2004.06.068), indexed in Pubmed: [15464318](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15464318/).
21. Stacul F, van der Molen AJ, Reimer P, et al. Contrast Media Safety Committee of European Society of Urogenital Radiology (ESUR). Contrast induced nephropathy: updated ESUR Contrast Media Safety Committee guidelines. *Eur Radiol.* 2011; 21(12): 2527–2541, doi: [10.1007/s00330-011-2225-0](https://doi.org/10.1007/s00330-011-2225-0), indexed in Pubmed: [21866433](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21866433/).
22. Kolh P, Windecker S, Alfonso F, et al. European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines, EACTS Clinical Guidelines Committee, Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery, European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions, Authors/Task Force members. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur Heart J.* 2014; 35(37): 2541–2619, doi: [10.1093/eurheartj/ehu278](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu278), indexed in Pubmed: [25173339](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25173339/).
23. Weisbord SD, Gallagher M, Jneid H, et al. PRESERVE Trial Group. Outcomes after Angiography with Sodium Bicarbonate and Acetylcysteine. *N Engl J Med.* 2018; 378(7): 603–614, doi: [10.1056/NEJMoa1710933](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1710933), indexed in Pubmed: [29130810](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29130810/).
24. Rutkowski P, Zapaśnik A, Dębska-Ślizień A, et al. Ostre uszkodzenie nerek po środkach kontrastowych — stanowisko Polskiego Towarzystwa Nefrologicznego. *Forum Nefrologiczne.* 2016; 9: 118–125.

Adres do korespondencji:

Dr hab. n. med. Jerzy Sacha
Uniwersytecki Szpital Kliniczny
Oddział Kardiologii
Al. Witosa 26, 45–401 Opole, Poland
tel. (+48) 77 452 06 60, faks: (+48) 77 452 06 99
e-mail: sacha@op.pl