

# Miejsce rotablacji w przezskórnych interwencjach wieńcowych

Jarosław Gorol, Mateusz Tajstra, Krzysztof Wilczek,  
 Andrzej Lekston, Mariusz Gąsior, Lech Poloński

III Katedra i Oddział Kliniczny Kardiologii Śląskiego Uniwersytetu  
 Medycznego w Katowicach, Śląskie Centrum Chorób Serca w Zabrzu

## Streszczenie

*Konieczność rewaskularyzacji często silnie uwapnionych tętnic wieńcowych to duże wyzwanie dla kardiologa interwencyjnego. Szansą na skuteczny zabieg w tak zmienionym naczyniu wieńcowym jest wykonanie zabiegu rotablacji (RA), którego istotą jest modyfikacja blaszki miażdżycowej. W pracy omówiono technikę zabiegu RA oraz przeanalizowano duże randomizowane badania kliniczne dotyczące tej metody. (Folia Cardiologica Excerpta 2013; 8, 2: 44–51)*

**Słowa kluczowe: rotablacja, przezskórne interwencje wieńcowe, zwapnienia tętnic wieńcowych**

## Wstęp

Postęp medycyny, w tym szczególnie w diagnostyce i leczeniu schorzeń sercowo-naczyniowych, sprawia, że kontakt z kardiologiem mają najczęściej pacjenci w podeszłym wieku. Z wiekiem wzrasta bowiem stopień uwapnienia tętnic wieńcowych — są one obecne u 50% chorych w wieku od 40 do 49 lat i u 80% osób w wieku od 60 do 69 lat, z obecnością istotnego zwężenia u około 30% chorych w tej grupie wiekowej. Czynniki, które predysponują do powstawania zwapnień, są: płeć męska, otyłość, nadciśnienie tętnicze, cukrzyca, nikotynizm, hiperlipidemia oraz przewlekła choroba nerek [1].

Konieczność rewaskularyzacji często silnie uwapnionych tętnic wieńcowych to duże wyzwanie dla kardiologa interwencyjnego. Charakter zmian często stwarza problemy w czasie przezskórnych interwencji (PCI, *percutaneous coronary interventions*) i w celu zapewnienia lepszego podparcia wymaga zastosowania agresywniejszej techniki, co zwykle wiąże się z większą liczbą powikłań.

Angioplastyka balonowa (POBA, *plain old balloon angioplasty*) twardego, uwapnionego zwężenia często prowadzi do niepełnego poszerzenia, z jednoczesnym zwiększeniem ryzyka poważnego uszkodzenia tętnicy. Uwapniona zmiana może okazać się też poważnym problemem w czasie wprowadzania stentu. Nawet wtedy gdy uda się go wprowadzić, nie zawsze możliwe jest pełne jego rozprężenie, co zwiększa ryzyko zakrzepicy i restenozy, tym samym pogarszając rokowanie [2, 3]. Postdylatacja wysokimi ciśnieniami nie zawsze bywa skuteczna, a niekiedy prowadzi do groźnych powikłań, takich jak rozległa dyssekcja czy perforacja naczynia [4–6].

Szansą na skuteczny zabieg w tak zmienionym naczyniu wieńcowym jest wykonanie rotablacji (RA, *rotational atherectomy*), techniki, której istotą jest modyfikacja blaszki miażdżycowej. Zabieg wykonuje się za pomocą wysokoobrotowego wiertła (boru) pokrytego drobinami diamentu niszczącego nieelastyczną składową blaszki, jednocześnie oszczędzającego elastyczną tkankę ściany naczynia

**Adres do korespondencji:** Lek. Jarosław Gorol, III Katedra i Oddział Kliniczny Kardiologii Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach, Śląskie Centrum Chorób Serca w Zabrzu, ul. Marii Curie-Skłodowskiej 9, 41–800 Zabrze, e-mail: jaroslawgorol@interia.pl

[7, 8]. Drobinę powstałe z fragmentacji zwapniałej blaszki zostają wychwycone przez mikrokrążenie, a ich wielkość w 98% nie przekracza  $10\ \mu\text{m}$  [9].

Ze względu na znaczny stopień trudności i wymagania techniczne, zabiegi RA wykonywane są rzadko. Według danych Rejestru Sekcji Interwencji Sercowo Naczyniowych Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego, RA stanowiła w latach 2009–2010 około 0,2%, a według rejestrów zagranicznych — 2–4% wszystkich zabiegów PCI [10].

### Technika zabiegu

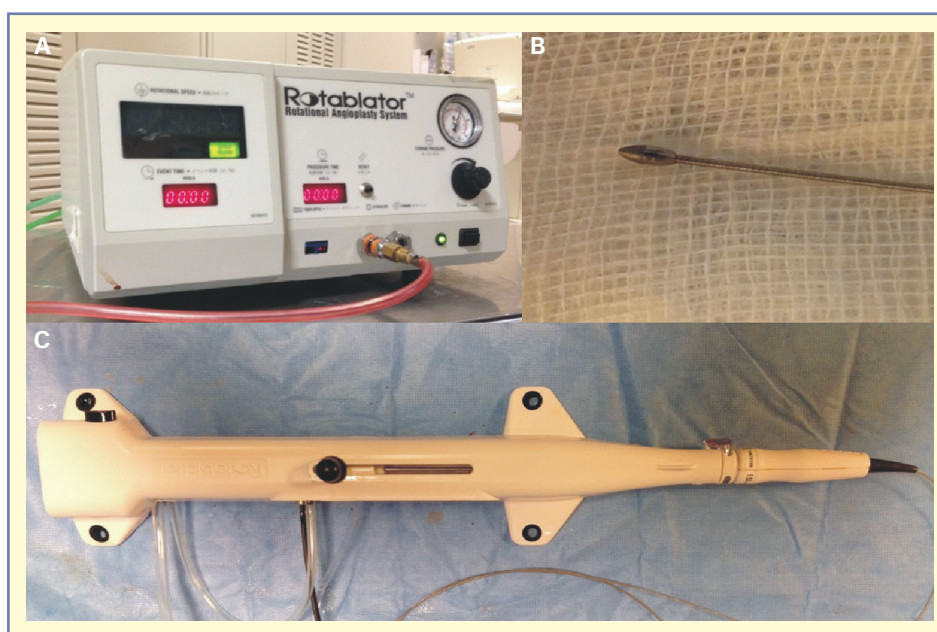
Technikę RA opracował David Auth w latach osiemdziesiątych XX wieku [11]. Po jej udoskonaleniu w 1988 roku po raz pierwszy RA została użyta do angioplastyki naczyń wieńcowych człowieka i przez ponad 20 lat jest wciąż wykorzystywana [12]. System do przezskórnej ateryktomii rotacyjnej składa się z konsoli sterująco-napędowej, tak zwanego *advancera* — suwaka przesuwającego wiertło, specjalnego typu przewodników oraz wiertel diamentowych o zróżnicowanej średnicy (ryc. 1).

Wybierając cewnik prowadzący, należy pamiętać, że jego średnica powinna być 0,004" większa od boru, zwykle cewnik w rozmiarze 7 French pozwala na użycie wiertła o średnicy do 2,0 mm. Zazwyczaj zmianę pokonuje się przewodnikiem do angioplastyki, a następnie z użyciem mikrocewnika wymienia się przewodnik na zakończony 20-milimetrową platynową końcówką przewodnik do RA

(Rotawire). Niekiedy możliwe jest bezpośrednie wprowadzenie przewodnika Rotawire. Następnie wprowadza się wirujący z wysoką prędkością bor w kształcie oliwki. Najczęściej wykorzystuje się końcówki o średnicy 1,25–2,5 mm. Dystalna część wiertła pokryta jest 20–30  $\mu\text{m}$  cząstkami diamentu. Energię obrotową dostarcza turbina napędzana sprężonym powietrzem i napędza wał śrubowy z prędkością do 200 tysięcy obrotów na minutę. Liczba obrotów jest mierzona przez czujnik optyczny i wyświetlana na konsoli, a prędkość obrotową daje się płynnie regulować. Obecnie preferuje się krótkie 15–20-sekundowe sesje z prędkością 140–160 tysięcy obrotów na minutę [13].

Wielkość wiertła dobiera się tak, by jego średnica była mniejsza niż 70% średnicy naczynia, co jest wynikiem doświadczeń z wielośrodkowego badania *Coronary Angioplasty and Rotablator Atherectomy Trial* (CARAT), którego celem była ocena wczesnych i późnych wyników RA z użyciem wiertel różnej wielkości. Zaobserwowano istotnie większą liczbę poważnych powikłań angiograficznych w grupie z większą średnicą boru (12,7% vs. 5,1%) (tab. 1) [14].

Podobne wyniki uzyskano w badaniu *Study to Determine Rotablator and Transluminal Angioplasty Strategy* (STRATAS), w którym randomizowano 500 chorych do grupy z agresywnym leczeniem (stosunek średnicy wiertła do średnicy tętnicy  $> 0,7$ ; samodzielnie lub z inflacją balonu niskim ciśnieniem do 1 atm) oraz do grupy z tradycyjnymi RA i POBA



Rycina 1. Sprzęt do rotablacji: A — rotablator; B — wiertło 1,75 mm; C — advancer

**Tabela 1.** Duże randomizowane badania dotyczące rotablacji w przeskórnych interwencjach wieńcowych

Akronim	Data	Liczba chorych	Cel	Kryteria włączenia	Wyniki
CARAT [14]	2001	222	Ocena wczesnych i późnych wyników RA z użyciem wiertła > 70% i < 70% średnicy światła naczynia	Chorzy z angiograficznie istotnym zwężeniem w natywnym naczyniu, z wyłączeniem chorych z przebyłym zawałem mięśnia sercowego z obecnością patologicznego załamka Q w EKG	Podobny sukces procedury (89,5% vs. 94,4%) i TLR po 6 miesiącach (24,5% vs. 25,4%) Powikłania angiograficzne (duża dyssekcja, <i>no-reflow</i> , perforacja — 12,7% vs. 5,1%, $p < 0,05$ ) Podobny MACE wewnątrzszpitalny (7,7% vs. 8,4%) i po 6 miesiącach (36,3% vs. 32,7%)
STRATAS [15]	2001	500	Porównanie RA z użyciem wiertła/średnicy naczynia > 0,7 z POBA ciśnieniem 1 atm vs. RA z wiertłem/średnicą naczynia $\leq 0,7$ i z POBA $\geq 4$ atm	Dławica piersiowa lub dodatni test czynnościowy z wyłączeniem: CTO, zmian > 20 mm, zmian restenotycznych leczonych wcześniej, zmian z obecnością zakrzepu, zmian w pomostach wieńcowych, chorych z zawałem serca z 3-krotnym wzrostem CK-MB w ciągu ostatnich 7 dni	Angiograficzny sukces procedury 94,7% vs. 95,5% TLR po 6 miesiącach 31% vs. 22% ( $p < 0,05$ ) Okolozabiegowy zawał serca (11% vs. 7%; $p = 0,002$ ) Restenoza 58% vs. 52% ( $p = NS$ )
ERBAC [25]	1997	685	Porównanie izolowanej RA z POBA i ELCA ( <i>excimer laser coronary angioplasty</i> )	Możliwość leczenia zmiany docelowej każdym z badanych sposobów z wyłączeniem: krętych zmian > 60°, zmian na bifurkacjach z koniecznością użycia 2 przewodników, zmian w żylnych pomostach, obecności zakrzepu i CTO, pacjentów z zawałem serca i chorych, którzy w ciągu ostatnich 4 miesięcy przebyli zabieg PCI	Sukces procedury 89% vs. 77% vs. 80% ( $p < 0,01$ ) Poważne powikłania w czasie hospitalizacji 3,2% vs. 4,3% vs. 3,1% ( $p = 0,71$ ) TLR po 6 miesiącach 42% vs. 46% vs. 32% ( $p < 0,05$ )
COBRA [26]	2000	502	Porównanie skuteczności POBA poprzedzonej RA i izolowanej POBA	Chorzy w wieku 20–80 lat z angiograficznie udokumentowaną chorobą wieńcową i objawami klinicznymi dławicy piersiowej; zmiana 70–99% długości $\geq 5$ mm i jedno z poniższych kryteriów: duże zwapnienie, zmiana ostialna lub na bifurkacji	Sukces procedury 84% vs. 73% ( $p < 0,006$ ) TLR po 6 miesiącach 21% vs. 23% Porównywalny MACE Restenoza 49% vs. 51% ( $p = 0,33$ )
DART [27]	2003	446	Porównanie skuteczności POBA poprzedzonej RA i izolowanej POBA	Chorzy z angiograficzną zmianą > 70% średnicy światła naczynia, o długości $\leq 20$ mm w naczyniu wieńcowym o średnicy 2–3 mm bez obecności ciężkich zwapnień; < 3 interwencje wieńcowe na naczyniu docelowym	Bez różnicy w zakresie pierwotnego punktu końcowego badania (zgon, zawał serca z załamkiem Q i konieczność powtórnej rewaskularyzacji zmiany docelowej po 12 miesiącach (30,5% vs. 31,2%; $p = 0,98$ ) Skuteczność procedury 91,6% vs. 94,1% ( $p = 0,36$ ) Restenoza po 8 miesiącach (50,5% vs. 50,5%; $p = 1,0$ ) Bez istotnej różnicy w MLD po 8 miesiącach ( $1,28 \pm 0,63$ mm vs. $1,19 \pm 0,54$ mm, $p = 0,26$ )

cd.→

**Tabela 1.** Duże randomizowane badania dotyczące rotablacji w przezskórnych interwencjach wieńcowych (cd.)

Akronim	Data	Liczba chorych	Cel	Kryteria włączenia	Wyniki
ROTAXUS [33]	2011	240	Porównanie wyników implantacji DES poprzedzonej RA i bez RA	Pacjenci z udowodnioną angiograficznie chorobą wieńcową i dławicą CCS II–IV i/lub zmianami w scyntygrafii lub EKG odpowiadającymi zmianie docelowej. Pierwszorzędowe kryteria angiograficzne: zmiana <i>de novo</i> 70–99% w natywnym naczyniu o średnicy 2,5–4,0 mm z umiarkowanym lub dużym zwapnieniem. Drugorzędowe kryteria: zmiana ostialna, na bifurkacji i/lub > 15 mm. Do włączenia wymagane wszystkie pierwszorzędowe kryteria i 1 drugorzędowe	Po 9 miesiącach późna utrata światła naczynia w stencie wyższa w grupie RA (0,44 ± 0,58 vs. 0,31 ± 0,52, p = 0,04). Wyższy sukces procedury w grupie RA (92,5% vs. 83,3%, p = 0,03). Restenoza w stencie (11,4% vs. 10,6%, p = 0,71). TLR 11,7% vs. 12,5% (p = 0,84). Zakrzepica w stencie 0,8% vs. 0% (p = 1,0). MACE 24,2% vs. 28,3%, (p = 0,46)
ARTIST [35]	2002	298	Porównanie wczesnych i późnych wyników leczenia restenozy w stencie z użyciem RA z POBA ≤ 6 atm vs. POBA	Pacjenci ze stabilną dławicą piersiową, którzy mieli implantowany stent (średnica ≥ 2,5 mm) ≥ 3 miesiące, z udokumentowaną restenozą > 70% na długości 10–50 mm będącą jedyną zmianą wymagającą leczenia i dostępną dla RA	MLD po 6 miesiącach mniejszy w grupie z RA niż w izolowanej POBA (0,45 ± 0,57 vs. 0,67 ± 0,54; p = 0,0019). Restenoza po 6 miesiącach 64,9% vs. 51,2% (p = 0,027). Sukces procedury 89% vs. 88%. TLR 39% vs. 31% (p = NS)
ROSTER [34]	2004	200	Porównanie wczesnych i późnych wyników leczenia restenozy w stencie z użyciem RA z POBA 4–6 atm vs POBA > 12 atm	Angiograficznie potwierdzona restenoza (z oceną IVUS i wykluczeniem chorych z niedopreżonymi stentami) jeśli: restenoza po raz pierwszy, zmiana ≥ 10 mm długości, > 8 tygodni od implantacji stentu > 3,0 mm z użyciem ciśnień > 12 atm	TLR po 9 miesiącach 32% vs. 45% (p < 0,05). Restenoza 38% vs. 75% (p = 0,01). MACE po 12 miesiącach 38% vs. 52% (p = 0,04). Podobny sukces procedury
DOCTORS [36]	2008	266	Ocena skuteczności i bezpieczeństwa modyfikacji blaszki miażdżycowej przed implantacją stentu u chorych z CTO	Chorzy z CTO w natywnych naczyniach, o nieznanym czasie lub szacowanym okresie zamknięcia naczynia > 3 miesiące, z wykluczeniem reokluzji w stencie	MACE po 30 dniach 16% vs. 8,5% (p = 0,07). MACE po 12 miesiącach 27,5% vs. 40% (p = 0,033). Restenoza po 6 miesiącach 23,8% vs. 34,6% (p = 0,072)

RA (*rotational atherectomy*) — rotablacja; TLR (*target lesion revascularization*) — ponowna rewaskularyzacja; MACE (*major adverse cardiac events*) — ryzyko niekorzystnego zdarzenia sercowo-naczyniowego; EKG (*electrocardiogram*) — elektrokardiogram; POBA (*plain old balloon angioplasty*) — angioplastyka balonowa; CTO (*chronic total occlusion*) — całkowita niedrożność naczynia; MLD (*minimal luminal diameter*) — minimalna średnica zwężenia; DES (*drug eluting stent*) — stent uwalnający lek; IVUS (*intravascular ultrasound*) — echo wewnątrznaczyniowe

(stosunek średnicy wiertła do średnicy tętnicy < 0,7; ciśnienia inflacji balonu > 4 atm). Strategia agresywnej RA nie wykazała przewagi nad rutynową

RA, sukces procedury był podobny w obu grupach (93,9% dla strategii agresywnej vs. 93,5% dla rutynowej strategii). Okołożabiegowy zawał serca częś-

ciej obserwowano w grupie, w której zastosowano strategię agresywną (odpowiednio 11% vs. 7%;  $p = 0,002$ ), a w 6-miesięcznej obserwacji istotnie więcej chorych wymagało rewaskularyzacji zmiany docelowej (TLR, *target lesion revascularization*) (31 % vs. 22%;  $p < 0,05$ ) (tab. 1) [15].

W większości przypadków zabieg wykonuje się z nakłucia tętnicy udowej, co wynika z potrzeby użycia większej średnicy cewników. Brak dużych badań porównujących różne dostępy naczyniowe w czasie RA. W mniejszych próbach klinicznych autorzy wskazują na porównywalny sukces, czas zabiegu oraz czas fluoroskopii. Nakłucie tętnicy promieniowej, choć ogranicza użycie cewników o większej średnicy, to wiąże się jednak z mniejszym ryzykiem poważnych krwawień [16].

Przeciwskazaniem bezwzględny do przeprowadzenia RA jest: obecność widocznej skrzepliny, okluzja naczyń z brakiem możliwości jej pokonania przewodnikiem do rotablacji, ostatnie drożne naczynie wraz z upośledzoną funkcją wyrzutową lewej komory. Do przeciwskażeń względnych należą: kręty przebieg naczyń  $\geq 45^\circ$ , obecność dyssekcji, zmiana w pomoście żylnym, choroba wieńcowa z niezabezpieczonym pniem lewej tętnicy wieńcowej, zmiana długości  $\geq 25$  mm, frakcja wyrzutowa lewej komory (LVEF, *left ventricular ejection fraction*)  $< 30\%$ , restenoza w stencie, rozsiana trójnaczyńcowa choroba wieńcowa.

### Farmakoterapia okołozabiegowa

Rotablacja w porównaniu z klasyczną angioplastyką wieńcową zwiększa ryzyko powikłań zakrzepowo-zatorowych, co wiąże się przede wszystkim ze zwiększoną aktywnością płytek [17]. By temu zapobiec, oprócz standardowej farmakoterapii — heparyna, kwas acetylosalicylowy i leki przeciwplatekcyjne blokujące receptor difosforanu adenosyny (ADP, *adenosine diphosphate*) — autorzy sugerują prewencyjne stosowanie w czasie zabiegu inhibitorów receptora glikoproteinowego IIb/IIIa [18]. Bivalirudyna, która w porównaniu z terapią inhibitorami IIb/IIIa i heparyną zmniejsza ryzyko powikłań krwotocznych, może stać się alternatywą, konieczne jest przeprowadzenie kolejnych badań, które potwierdzą jej skuteczność w czasie RA [19]. Obecnie brak doniesień na temat skuteczności blokerów płytkowych receptorów P2Y<sub>12</sub> w czasie RA.

Z uwagi na częste występowanie spazmu naczyniowego wskazane jest stosowanie leków wazodylatacyjnych, takich jak blokery kanału wapniowego, nitroprusydek sodu czy nitrogliceryna. Bardzo ważnym elementem w zapobieganiu

tarcu i utrzymaniu chłodzenia systemu jest jego płukanie specjalnym roztworem fosfolipidowym lub mieszkanką izotonicznego roztworu chlorku sodu z heparyną i lekami wazodylatacyjnymi [13].

### Powikłania

Rotablacja jest zaawansowanym technicznie zabiegiem, a w połączeniu z profilem pacjentów, u których jest wykonywana, stwarza większe ryzyko powikłań okołozabiegowych, zarówno ogólnych, jak i miejscowych. Najczęstszymi z nich są zjawiska określane jako *no-reflow* lub *slow-flow*. Może mieć na nie wpływ upośledzenie mikrokrążenia przez mikrocząsteczki powstałe z fragmentacji blaszki miażdżycowej [20]. Pomimo że zwykle zaburzenia przepływu mają charakter przejściowy, u 6–30% chorych wzrastają enzymy martwicy serca [21, 22]. Z uwagi na możliwość wystąpienia bradyarytmii przed RA prawej tętnicy wieńcowej zaleca się zabezpieczenie chorego czasową elektrodą endokawitarną [21]. W porównaniu z PCI ryzyko perforacji naczyń w przypadku RA wzrasta 4-krotnie [23]. Większa liczba powikłań krwotocznych z miejsca wkłucia wiąże się z użyciem koszulek naczyniowych o większej średnicy, dochodzi do nich w 1–5% przypadków [13]. Zaklinowanie wiertła lub złamanie przewodnika zdarzają się rzadko, lecz stanowią poważne komplikacje, które mogą skutkować potrzebą pilnej interwencji kardiochirurgicznej.

### Rotablacja w próbach klinicznych

Szczyt popularności RA przypadła na początek lat dziewięćdziesiątych. W niektórych ośrodkach RA towarzyszyła prawie 20% wszystkich zabiegów PCI [24]. Pomysł izolowanej RA został porzucony dość szybko, nie wykazano przewagi nad POBA, a ryzyko nawrotu zwężenia w obu przypadkach pozostawało duże [25].

W kolejnych latach w kilku badaniach porównywano skuteczność POBA poprzedzonej RA ze skutecznością izolowanej POBA, lecz wyniki nie przemawiały na korzyść którejś z badanych grup. Jednym z dużych randomizowanych badań, które służyły temu celowi, było badanie *Comparison of Balloon Angioplasty versus Rotational Atherectomy* (COBRA), w którym porównywano odległe wyniki leczenia złożonych zwężeń za pomocą RA lub POBA w grupie 502 chorych i nie wykazano przewagi którejkolwiek z metod. Zabieg przeprowadzono skutecznie częściej z użyciem RA (84% vs. 73%), co nie miało przełożenia na liczbę niekorzystnych zdarzeń sercowych oraz redukcję występowania

restenozy (51% vs. 49%) i ponownych interwencji po 6 miesiącach (21% vs. 23%) [26].

W opublikowanym kilka lat później badaniu *Dilatation vs. Ablation Revascularization Trial Targeting Restenosis* (DART) udział wzięło 446 chorych z angiograficzną zmianą o długości  $\leq 20$  mm w naczyniu wieńcowym o średnicy 2–3 mm. Skuteczność procedury osiągnięto w 91,6% w grupie RA i 94,1% w grupie POBA. Nie osiągnięto istotnej różnicy w zakresie pierwotnego punktu końcowego badania (zgon, zawał serca z załamkiem Q i konieczność powtórnej rewaskularyzacji zmiany docelowej po 12 miesiącach — 30,5% vs. 31,2%) [27]. Nie było także dowodów na skuteczniejszy mechanizm antyrestenotyczny po 8 miesiącach (50,5% vs. 50,5%).

Wraz z pojawieniem się stentów udział RA zmniejszał się. Wprowadzenie stentów metalowych (BMS, *bare metal stent*) zmniejszyło powstawanie restenozy w stosunku do POBA. Implantacja BMS poprzedzona RA dawała dobre wyniki i ograniczyła restenozę do 22,5%, lecz liczba ta nadal nie była satysfakcjonująca [28]. Dopiero nadejście ery stentów uwalniających leki antymitotyczne (DES, *drug eluting stent*) pozwoliło na zdecydowaną redukcję odsetka restenozy i reokluzji leczonej zmiany [29]. Niemniej jednak w silnie zwapniałych naczyniach implantacja DES może stwarzać problem. Próba usilnego pozycjonowania stentu może skutkować uszkodzeniem polimeru i tym samym zmniejszać skuteczność w ochronie przed restenozą. Ryzyko niekorzystnego zdarzenia sercowo-naczyniowego (MACE, *major adverse cardiac events*) i ponownej rewaskularyzacji (TLR, *target lesion revascularization*) u chorych z obecnością zwapnień, u których implantowano DES, jest wyższe niż u chorych bez obecności zwapnień [30]. W związku z podwyższonym ryzykiem nawrotu zwężenia w obrębie zmian silnie zwapniałych powinno rozważyć się RA przed implantacją DES (technika Rota-DES), co zakończyło się sukcesem w kilku mniejszych badaniach [31, 32].

Należy pamiętać jednak, że RA nie jest metodą pierwszego wyboru zalecaną do rutynowego stosowania jako rewaskularyzacja przezskórna. Wyniki badania *Rotational Atherectomy Prior to Taxus Stent Treatment for Complex Native Coronary Artery Disease* (ROTAXUS) wskazują, że użycie RA przed implantacją stentu pokrywanego paklitakselem nie wiąże się z wyższą skutecznością w redukcji późnej utraty światła naczynia w okresie 9 miesięcy od zabiegu w porównaniu ze standardową predylatacją cewnikiem balonowym. W badaniu tym nie wykazano wpływu użycia RA na częstość MACE w obserwacji 9-miesięcznej. Tym samym

użycie RA należy rozważać w określonych przypadkach w celu przygotowania niepodatnej zmiany przed następnymi inflacjami cewnika balonowego i implantacją stentu [33].

Oprócz złożonych zwapniałych zwężeń badano zastosowanie aterektomii rotacyjnej w leczeniu restenozy w stencie, lecz wyniki badań porównujące tą metodę z PTCA są niejednoznaczne.

W badaniu *Rotational Atherectomy Prior to Taxus Stent Treatment for Complex Native Coronary Artery Disease* (ROSTER), po stwierdzeniu restenozy w echu wewnątrznaczyniowym (IVUS, *intravascular ultrasound*) chorych randomizowano do grupy, w której wykonywano RA z POBA niskimi ciśnieniami i grupy POBA wysokociśnieniowej ( $> 12$  atm). U chorych z wynikiem suboptymalnym stosowano stent w stencie. Po 9 miesiącach w pierwszej grupie zmiana docelowa rzadziej wymagała rewaskularyzacji (32% vs. 45%) i rzadziej dochodziło do restenozy [34].

Odmienne wyniki przyniosło europejskie badanie *Angioplasty versus Rotational Atherectomy for Treatment of Diffuse In-Stent Restenosis Trial* (ARTIST), w którym długoterminowe wyniki były znacząco lepsze w grupie chorych poddanych POBA, w której uzyskano większy zysk wyrażony minimalną średnicą zwężenia (MLD, *minimal luminal diameter*), istotnie mniejszy odsetek konieczności ponownej rewaskularyzacji docelowej zmiany (32% vs. 39%) i restenozy (51% vs. 65%) po 6 miesiącach [35].

Badano również bezpieczeństwo i skuteczność leczenia całkowitej niedrożności naczynia (CTO, *chronic total occlusion*) z usunięciem części masy blaszki miażdżycowej przed implantowaniem stentu. Podsumowując badanie *Debulking of Chronic Coronary Total Occlusions with Rotational or Directional Atherectomy Before Stenting* (DOCTORS), można stwierdzić, że zmniejszenie masy blaszki miażdżycowej w przypadku całkowitego zamknięcia naczynia wiąże się z lepszymi wynikami leczenia w obserwacji rocznej, z mniejszą częstością ponownych rewaskularyzacji w porównaniu z grupą, w której nie zmniejszono masy blaszki [36]. W innej pracy stwierdzono, że u 7% chorych z CTO po przejściu przewodnikiem przez zmianę występuje brak możliwości wprowadzenia cewnika balonowego. Użycie RA daje szansę na skuteczne przeprowadzenie zabiegu u tych pacjentów [37].

Obecnie technika RA przeżywa renesans, a opublikowane w 2010 roku Wytyczne Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego zalecają wykonanie RA tętnic wieńcowych dla przygotowania masywnie zwapniałej lub zwłókniałej zmiany

w przypadku braku możliwości wprowadzenia cewnika balonowego w zwężone miejsce lub właściwego rozprężenia balonu przed planowanym założeniem stentu (klasa zaleceń IC). Amerykańskie wytyczne z 2011 roku dotyczące rewaskularyzacji zalecają RA w tych samych sytuacjach, lecz w niższej klasie zaleceń (IIaC) [38].

### Podsumowanie

Rotablacja jest metodą służącą modyfikacji blaszki miażdżycowej, umożliwiającą doprowadzenie i wszczępienie stentu (z wyboru DES) i znalazła zastosowanie u chorych ze zwapniałymi tętnicami wieńcowymi, u których POBA lub implantacja stentu z uwagi na charakter zmian jest nieskuteczna. Technika RA znana od ponad 20 lat, początkowo była przyjmowana z wielkim entuzjazmem, jednak wraz z nastaniem i rozkwitem ery stentów jej udział stopniowo zmniejszył się, głównie ze względu na wysoki odsetek restenoz o charakterze proliferacyjnym. Dopiero w erze stentów uwalniających leki antymitotyczne ponownie ma miejsce powrót do tej technologii.

Wydaje się, że zastosowanie aterektomii rotacyjnej może stanowić skuteczną metodę leczenia pacjentów ze złożonymi zwężeniami, zwłaszcza z obecnością zwapnień, pod warunkiem że zabieg będzie wykonywał doświadczony lekarz, najlepiej w ośrodku z zapleczem kardiochirurgicznym. W chwili obecnej RA zajmuje niewątpliwie niszową pozycję w kardiologii interwencyjnej, choć jej rola wydaje się stopniowo wzrastać w miarę coraz częstszych konfrontacji operatorów ze zmianami złożonymi, zaawansowanymi, niepoddającymi się klasycznym zabiegom angioplastyki z implantacją stentu.

### Piśmiennictwo

1. Wexler L., Brundage B., Crouse J. i wsp. Coronary artery calcification: pathophysiology, epidemiology, imaging methods, and clinical implications. A statement for health professionals from the American Heart Association. Writing Group. *Circulation* 1996; 94: 1175–1192.
2. Wilensky R.L., Selzer F., Johnston J, et al. Relation of percutaneous coronary intervention of complex lesions to clinical outcomes (from the NHLBI Dynamic Registry). *Am. J. Cardiol.* 2002; 90: 216–221.
3. Hoffmann R., Mintz G.S., Popma J.J. i wsp. Treatment of calcified coronary lesions with Palmaz-Schatz stents. An intravascular ultrasound study. *Eur. Heart J.* 1998; 19: 1224–1231.
4. Prati F., Di Mario C., Moussa I. i wsp. In-stent neointimal proliferation correlates with amount of residual plaque burden outside the stent: intravascular ultrasound study. *Circulation* 1999; 99: 1011–1014.
5. Mintz G.S., Popma J.J., Pichard A.D. i wsp. Intravascular ultrasound predictors of restenosis after percutaneous transcatheter coronary revascularization. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1996; 27: 1678–1687.
6. Moses J.W., Carlier S., Moussa I. Lesion preparation prior to stenting. *Rev. Cardiovasc. Med.* 2004; 5(supl. 2): S16–S21.
7. Mintz G.S., Potkin B.N., Keren G. i wsp. Intravascular ultrasound evaluation of the effect of rotational atherectomy in obstructive atherosclerotic coronary artery disease. *Circulation* 1992; 86: 1383–1393.
8. Kovach J.A., Mintz G.S., Pichard A.D. i wsp. Sequential intravascular ultrasound characterization of the mechanisms of rotational atherectomy and adjunct balloon angioplasty. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1993; 22: 1024–1032.
9. Farb A., Roberts D., Pichard A. i wsp. Coronary artery morphologic features after coronary rotational atherectomy: Insight into mechanisms of lumen enlargement end embolization. *Am. Heart J.* 1995; 120: 1058–1067.
10. Wojtczak M., Kubler P., Ferenc M. i wsp. Rotablacja tętnic wieńcowych u pacjentów po nieskutecznej klasycznej angioplastyce — obserwacja wewnątrzszpitalna i sześciomiesięczna. *Postępy Kardiol. Inter.* 2012; 8: 85–90.
11. Ahn S.S., Auth D., Marcus D.R., Moore W.S. Removal of focal atheromatous lesions by angioscopically guided high-speed rotary atherectomy. Preliminary experimental observations. *J. Vasc. Surg.* 1988; 7: 292–300.
12. Fourrier J.L., Bertrand M.E., Auth D.C., Lablanche J.M., Gommeaux A., Brunetaud J.M. Percutaneous coronary rotational angioplasty in humans: preliminary report. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1989; 14: 1278–1282.
13. Zimarino M., Corcos T., Bramucci E., Tamburino C. Rotational atherectomy: A “survivor” in the drug-eluting stent era. *Cardiovasc. Rev. Med.* 2012; 13: 185–192.
14. Safian R.D., Feldman T., Muller D.W. i wsp. Coronary Angioplasty and Rotablator Atherectomy Trial (CARAT): immediate and late results of a prospective multicenter randomized trial. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2001; 53: 213–220.
15. Whitlow P.L., Bass T.A., Kipperman R.M. i wsp. Results of the study to determine rotablator and transluminal angioplasty strategy (STRATAS). *Am. J. Cardiol.* 2001; 87: 699–705.
16. Watt J., Oldroyd K.G. Radial versus femoral approach for high-speed rotational atherectomy. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2009; 74: 550–554.
17. Williams M., Collier B., Vaananen H. i wsp. Activation of platelets in platelet-rich plasma by rotablation is speed dependent and can be inhibited by abciximab. *Circulation* 1998; 98: 742–748.
18. Kini A., Reich D., Marmur J. i wsp. Reduction in peri-procedural enzyme elevation by abciximab after rotational atherectomy of type B2 lesions: results of the rota ReoPro randomized trial. *Am. Heart J.* 2001; 142: 965–969.
19. Gurm H.S., Rajagopal V., Bhatt D.L., Ellis S.G., Lincoff A.M. The safety of a bivalirudin-based approach in patients undergoing rotational atherectomy. *J. Invasive Cardiol.* 2007; 19: 225–228.
20. Waksman R., Ghazzal Z.M., Baim D.S. i wsp. Myocardial infarction as a complication of new interventional devices. *Am. J. Cardiol.* 1996; 78: 751–756.
21. Bertrand M.E., Van Belle E. Rotational atherectomy. W: *Text Book of Interventional Cardiology* (red. E. Topol). Saunders, Philadelphia 2003: 549–557.

22. Farb A., Roberts D.K., Pichard A. i wsp. Coronary artery morphologic features after coronary rotational atherectomy: Insight into mechanism of lumen enlargement end embolization. *Am. Heart J.* 1995; 120: 1058–1067.
23. Villanueva E.V., Wasiak J., Petherick E.S. Percutaneous transluminal rotational atherectomy for coronary artery disease. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2012; 12: CD003334.
24. Corcos T., Favereau X., Guerin Y. i wsp. Multi-instrumental revascularization adjusted to coronary lesions (MIRACLE). Current role of new technologies. *Arch. Mal. Coeur Vaiss* 1995; 88: 1445–1451.
25. Reifart N., Vandormael M., Krajcar M. i wsp. Randomized comparison of angioplasty of complex coronary lesions at a single center. Excimer Laser, Rotational Atherectomy, and Balloon Angioplasty Comparison (ERBAC) Study. *Circulation* 1997; 96: 91–98.
26. Dill T., Dietz U., Hamm W. i wsp. A randomized comparison of balloon angioplasty versus rotational atherectomy in complex coronary lesions (COBRA study). *Eur. Heart J.* 2000; 21: 1759–1766.
27. Mauri L., Reisman M., Buchbinder M. i wsp. Comparison of rotational atherectomy with conventional balloon angioplasty in the prevention of restenosis of small coronary arteries: results of the Dilatation vs. Ablation Revascularization Trial Targeting Restenosis (DART). *Am. Heart J.* 2003; 145: 847–854.
28. Moussa I., Di Mario C., Moses J. i wsp. Coronary stenting after rotational atherectomy in calcified and complex lesions. Angiographic and clinical follow-up results. *Circulation* 1997; 96: 128–136.
29. Stone G.W., Ellis S.G., Cox D.A i wsp. TAXUS-IV Investigators. A polymer-based, paclitaxel-eluting stent in patients with coronary artery disease. *N. Engl. J. Med.* 2004; 350: 221–231.
30. Kawaguchi R., Tsurugaya H., Hoshizaki H., Toyama T., Oshima S., Taniguchi K. Impact of lesion calcification on clinical and angiographic outcome after sirolimus-eluting stent implantation in real-world patients. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2008; 9: 2–8.
31. Clavijo L.C., Steinberg D.H., Torguson R i wsp. Sirolimus-eluting stents and calcified coronary lesions: clinical outcomes of patients treated with and without rotational atherectomy. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2006; 68: 873–878.
32. Mezilis N., Dardas P., Ninios V., Tsikaderis D. Rotablation in the drug eluting era: immediate and long-term results from a single center experience. *J. Interv. Cardiol.* 2010; 23: 249–253.
33. Khattab A.A., Otto A., Hochadel M i wsp. Drug-eluting stents versus bare metal stents following rotational atherectomy for heavily calcified coronary lesions: late angiographic and clinical follow up results. *J. Interv. Cardiol.* 2007; 20: 100–106.
34. Sharma S.K., Kini A., Mehran R., Lansky A., Kobayashi Y., Marmur J.D. Randomized trial of Rotational Atherectomy Versus Balloon Angioplasty for Diffuse In-stent Restenosis (ROSTER). *Am. Heart J.* 2004; 147: 16–22.
35. vom Dahl J., Dietz U., Haager P.K. Rotational atherectomy does not reduce recurrent in-stent restenosis: results of the angioplasty versus rotational atherectomy for treatment of diffuse in-stent restenosis trial (ARTIST). *Circulation* 2002; 105: 583–588.
36. Tsuchikane E., Suzuki T., Asakura Y. i wsp. Debulking of chronic coronary total occlusions with rotational or directional atherectomy before stenting: final results of DOCTORS study. *Int. J. Cardiol.* 2008; 125: 397–403.
37. Pagnotta P., Briguori C., Mango R i wsp. Rotational atherectomy in resistant chronic total occlusions. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2010; 76: 366–371.
38. Levine G.N., Bates E.R., Blankenship J.C. ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention: Executive Summary. A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. *JACC* 2011; 58: 2550–2583.