

Migracja stent-graftu branchowego podczas implantacji u chorego leczonego z powodu piersiowobrzusznego tętniaka aorty

Migration of a branch stent-graft during implantation in a patient treated for thoracoabdominal aortic aneurysm

Karol Magiera¹, Wiktoria Kuczmik¹, Maria Stec¹, Wadaw Kuczmik²

¹Koło Naukowe Studenckiego Towarzystwa Naukowego przy Katedrze i Klinice Chirurgii Ogólnej, Naczyń, Angiologii i Flebologii Śląskiego Uniwersytetu Medycznego, Katowice (Student Research Group of Student Scientific Society at Department of General Surgery, Vascular Surgery, Angiology and Phlebology, Medical University of Silesia, Katowice, Poland)

²Katedra i Klinika Chirurgii Ogólnej, Naczyń, Angiologii i Flebologii Śląskiego Uniwersytetu Medycznego, Katowice (Department of General Surgery, Vascular Surgery, Angiology and Phlebology, Medical University of Silesia, Katowice, Poland)

Streszczenie

Zabiegi wewnątrznaczyniowej naprawy tętniaków z zastosowaniem rozgałęzionych stent-graftów (bEVAR) u pacjentów ze złożoną budową anatomiczną aorty znajdują rutynowe zastosowanie w praktyce klinicznej. Jednak mogą one prowadzić do licznych powikłań, wśród których wyróżnia się ryzyko wystąpienia migracji i rotacji stent-graftu. W pracy przedstawiono przypadek chorego leczonego z powodu tętniaka aorty piersiowo-brzuszej, u którego w wyniku rotacji stent-graftu odnoga dedykowana tętnicy nerkowej lewej znalazła się w odejściu tętnicy kręzkowej górnej.

Słowa kluczowe: migracja, rotacja; stent-graft branchowy (bEVAR); tętniak piersiowo-brzuszy

Chirurgia Polska 2023, 25, 1–2, 61–65

Abstract

Branched endovascular aneurysm repair (bEVAR) are routinely used in clinical practice in patients with complex aortic anatomy. However, they can lead to a number of complications, notable among which are the risk of stent-graft migration and rotation. We present the case of a patient treated for a thoracoabdominal aortic aneurysm in whom, as a result of stent-graft rotation, the dedicating branch of the left renal artery was located in the exit of the superior mesenteric artery.

Keywords: migration, rotation; branch stent-graft; thoraco-abdominal aneurysm

Chirurgia Polska 2023, 25, 1–2, 61–65

Wstęp

Zabiegi wewnątrznacyniowej implantacji stent-graftów branchowych (bEVAR, *branched endovascular aneurysm repair*) są dedykowane pacjentom, u których klasyczne metody chirurgicznego leczenia tętniaków piersiowobrzusnych lub okołonerkowych aorty nie mogą być zastosowane z powodu istotnych czynników ryzyka, mogących mieć niekorzystny wpływ na wynik leczenia, zwłaszcza na śmiertelność okołozabiegową [1]. Są to zabiegi mniej inwazyjne niż klasyczne zabiegi chirurgiczne. W okresie okołoperacyjnym po bEVAR obserwujemy mniejszą liczbę powikłań okołoperacyjnych, zatem mogą być proponowane większej liczbie pacjentów — również pacjentom z licznymi czynnikami ryzyka, które dyskwalifikowałyby chorych z klasycznej operacji chirurgicznej ze względu na wysokie ryzyko wystąpienia powikłań, w tym wysoką śmiertelnością okołoperacyjną. Niestety technika bEVAR nie eliminuje całkowicie ryzyka powikłań, zarówno podczas zabiegu, jak i w okresie pooperacyjnych. Najczęstszymi powikłaniami są przecieki okołoprotezowe, niedokrwienie rdzenia kręgowego, a także defekty samej protezy bEVAR lub stent-graftów pomostowych.

Do leczenia pacjentów z tętniakami piersiowobrzusnymi ze standardową anatomią aorty są wykorzystywane stent-grafy branchowe zunifikowane, produkowane na „półkę”, jednak w części przypadków o bardziej wymagającej anatomii konieczne jest projektowanie i indywidualne wykonanie stent-graftów dla konkretnego pacjenta [2, 3]. Jednym z technicznych problemów bEVAR jest dostosowanie się stent-graftów do krętego przebiegu aorty. Podczas uwalniania stent-graftu jego potencjalna siła sprężystości w zderzeniu ze złożoną anatomią aorty może doprowadzić do niekontrolowanego przemieszczenia się stent-graftu. Migracja stent-graftu podczas implantacji najczęściej doprowadza do jego przemieszczenia dogłowego, co zwiększa dystans do docelowych naczyń trzewnych. Jednak uwolniony stent-graft może ulec także rotacji, zmieniając swoje położenie na godzinach wokół osi długiej stent-graftu, co istotnie utrudnia kaniulację naczyń trzewnych. Crawford i wsp. wykazali, że ryzyko migracji stent-graftów w stosunku do wstępnych założeń ich ustawienia może sięgać aż 37% [4]. Przyjmuje się, że czynnikami predysponującymi do niekontrolowanego przemieszczenia się stent-graftu są: kręty przebieg tętnic biodrowych oraz aorty, uwapniona ściana tętnic biodrowych i aorta oraz długość samego stent-graftu. Migracja oraz rotacja stent-graftu może doprowadzić do częściowego lub całkowitego zamknięcia naczyń, utrudnienia ich kaniulacji, wydłużenia procedury zabiegowej oraz narażenia pacjenta na większą dawkę promieniowania i kontrastu [5, 6].

Opis przypadku

Do Kliniki Chirurgii Ogólnej, Naczyń, Angiologii i Flebologii SUM w Katowicach został przyjęty planowo 68-letni pacjent z powodu tętniaka aorty piersiowo-brzuszej

typu IV, obejmującego pień trzewny i tętnicę kręzkową górną. Chory obciążony licznymi schorzeniami dodatkowymi: chorobą wieńcową, nadciśnieniem tętniczym, miażdżycą uogólnioną, przewlekłą obturacyjną chorobą płuc (POChP) oraz z ogromną otyłością (BMI: 31,1).

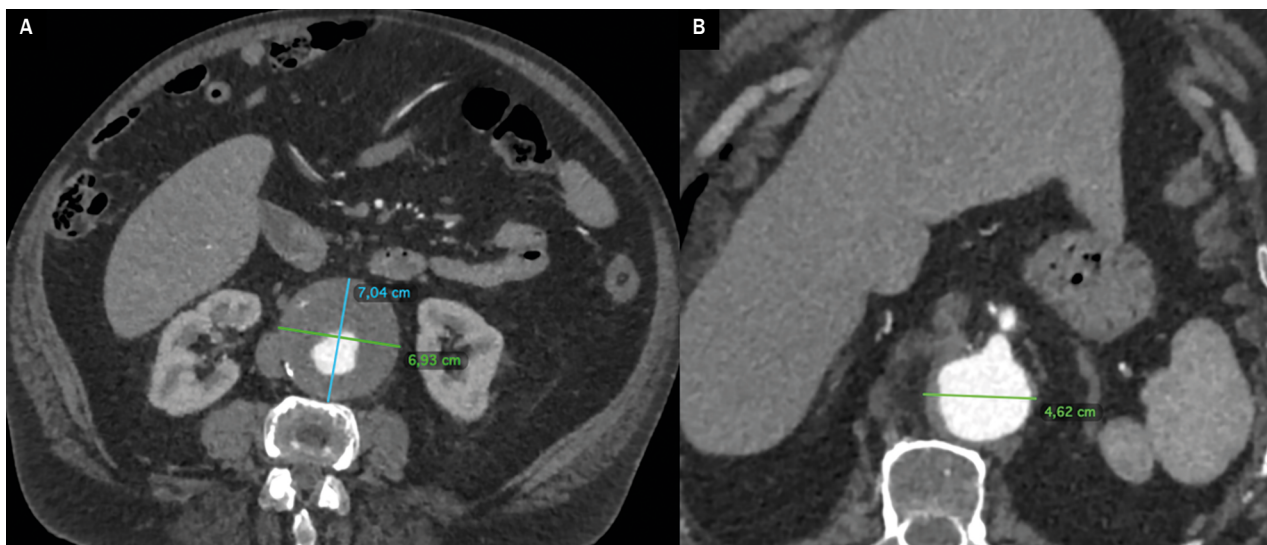
Przy przyjęciu pacjent w dobrym kontakcie logicznym. Akcja serca miarowa 70/min, tony serca czyste. Klatka piersiowa ruchoma symetrycznie, osłuchowo szmer pęcherzykowy symetryczny, pojedyncze furczenia nad polami płucnymi. Brzuch miękki i niebolesny, wysklepiony powyżej poziomu klatki piersiowej wyczuwalny przez powłoki brzuszne tętniący guz. Wokół kostek podudzi obecne obrzęki, tkanka podskórna nadmiernie rozwinięta. Tętno w miejscach typowych na tętnicach kończyn dobrze wyczuwalne.

W badaniu angiografii tomografii komputerowej (Angio-TK) aorty piersiowej i brzusznej uwidoczniono obraz tętniaka aorty brzusznej, obejmującego pień trzewny oraz tętnicę kręzkową górną, na poziomie tętnicy kręzkowej średnica aorty to 48 mm, a maksymalna szerokość tętniaka wynosiła 74 mm (ryc. 1A i 1B).

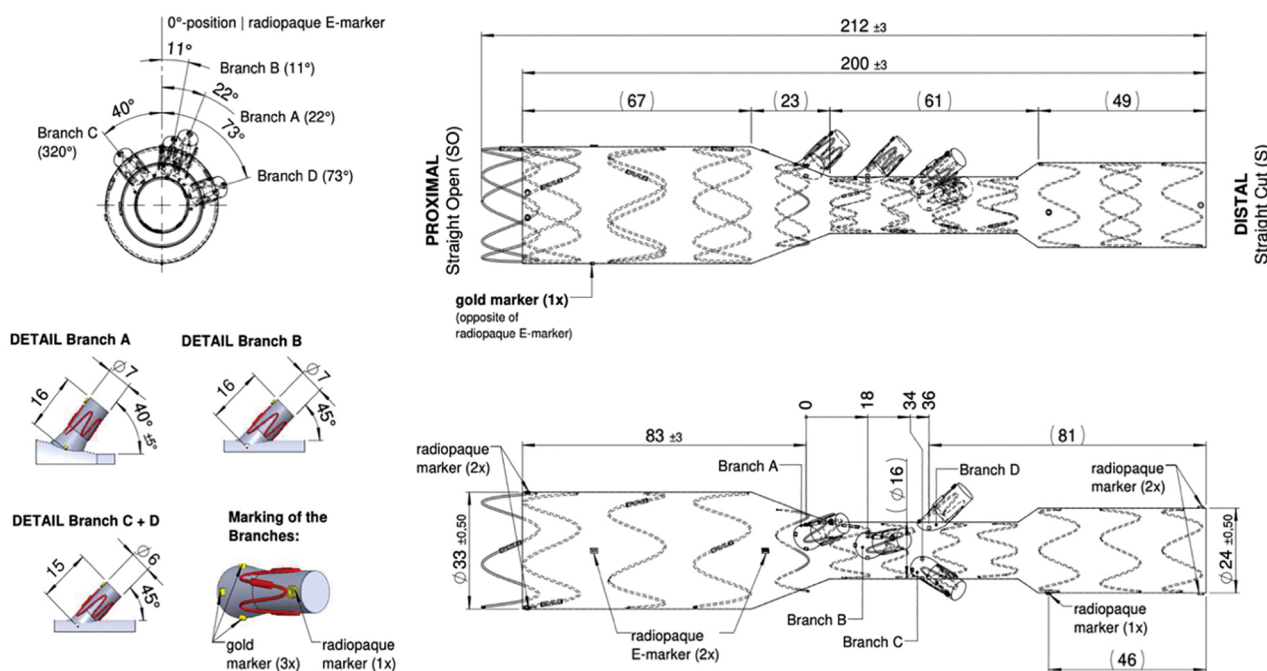
W opinii konsylium konsultantów (kardiolog, pulmonolog, anestezjolog) stwierdzono, że klasyczny zabieg chirurgiczny jest obarczony bardzo istotnym ryzykiem powikłań okołoperacyjnych z powodu choroby wieńcowej oraz POChP z towarzyszącą otyłością, dlatego wybrano technikę mniej inwazyjną, jaką jest zabieg wewnątrznacyniowy.

Po analizie badań obrazowych wykonano indywidualny projekt stent-graftu branchowego, który został zrealizowany przez firmę Jotec/Artivion (ryc. 2). Zdecydowano się na skorzystanie z możliwości indywidualnego zaprojektowania oraz przygotowania stent-graftu bEVAR z powodu nietypowego odejścia tętnicy nerkowej prawej od aorty na godzinie 11.

Po dostarczeniu do Kliniki stent-graftu branchowego chory został ponownie wezwany w celu wykonania zabiegu. Zabieg przeprowadzono w znieczuleniu ogólnym. W pierwszym etapie zabiegu wyeksponowano chirurgicznie prawą i lewą tętnicę udową wspólną oraz lewą tętnicę pachową. Do tętnic wstecznie wprowadzono koszulki nacyniowe. Od prawej tętnicy udowej do lewej tętnicy pachowej przeprowadzono przewodnik hydrofilny, po którym wprowadzono przygotowany stent-graft branchowy. Po wykonaniu angiografii zlokalizowano odejście tętnic nerkowych, które były naczyniami referencyjnymi do pozycjonowania stent-graftu. Markery dystalne rękawków (branchy) stent-graftu zlokalizowano nie więcej niż 1 cm powyżej odejść tętnic trzewnych. Jednocześnie marker godziny 12 umieszczono we właściwej pozycji. Rozpoczęto procedurę implantacji stent-graftu, zwracając uwagę na jego prawidłową pozycję (ryc. 3). W chwili całkowitego uwolnienia stent-graftu zaobserwowano jego przemieszczenie się w kierunku dogłowym oraz znaczną rotację. Stent-graft branchowy przedłużono za pomocą wprowadzonego na zakładkę stent-graftu rozwidłonego — 93MB2913L10-08 (Jotec/Artivion). Stent-graft rozwidłony przedłużono do prawej tętnicy biodrowej wspólnej stent-graftem 93CL1519L09 (Jotec/Artivion). Miejsca łą-



Rycina 1. Tomografia komputerowa ukazująca tętniaka aorty piersiowo-brzuszej. A. Maksymalna średnica tętniaka; B. Średnica aorty na poziomie tętnicy kręzkowej górnej

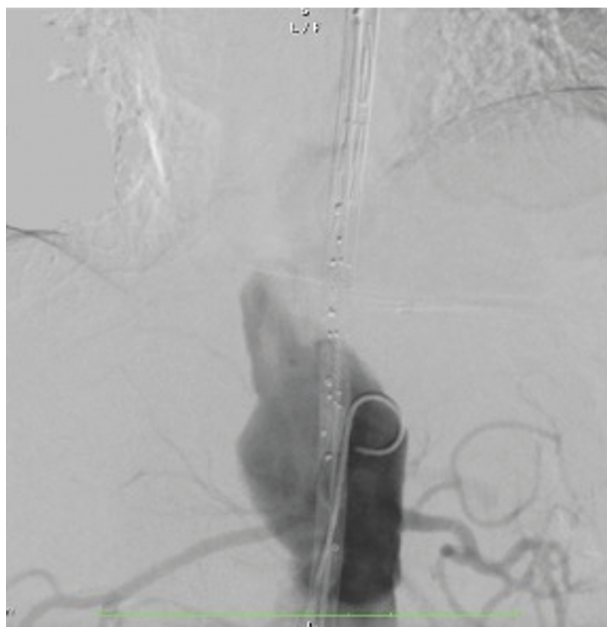


Rycina 2. Projekt stent-graftu branchowego (bEVAR) (Artivion)

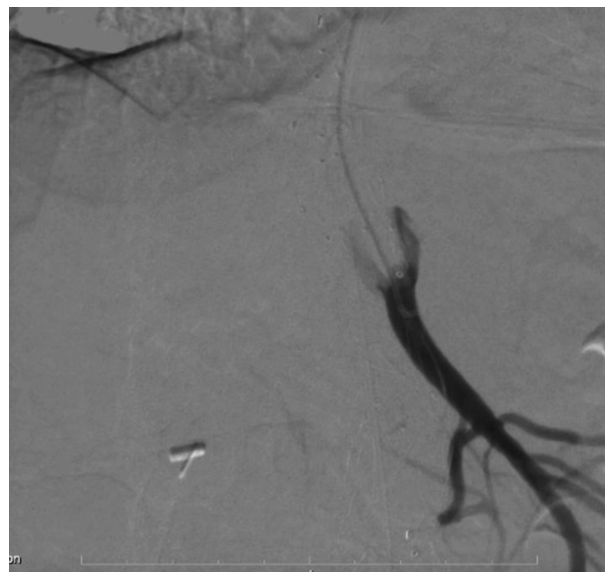
czenia stent-graftu dopięto balonem niskociśnieniowym. Prowadnik trakcyjny przełożono do lewej tętnicy udowej wspólnej.

Z dostępu pachowego zakaniulowano branch i prawą tętnicę nerkową, do której implantowano stent-graft VBX BXA065902E (Gore). Podano kontrast przez cewnik, potwierdzając szczelność brancha do prawej tętnicy nerkowej. Następnie zacewnikowano branch dedykowany lewej tętnicy nerkowej; po podaniu kontrastu okazało się, że tkwi on głęboko w tętnicy kręzkowej górnej (TKG) (ryc. 4). Potwierdziło to niekorzystną rotację stent-graftu

oraz odnogi do tętnicy nerkowej lewej aż o 60° przeciwie do ruchu wskazówek zegara. Rozważono kaniulacje TKG przez znajdujący się w nim branch nerkowy. Jednak, by uniknąć krzyżowania się stent-graftów pomostowych do tętnicy nerkowej lewej oraz TKG, zdecydowano się podjąć próbę „wydobycia” brancha nerkowego z TKG cewnikiem balonowym 6 mm × 10 mm. Balon wprowadzono poniżej markerów brancha, po wyraźnym przemieszczeniu brancha zakaniulowano odnogę do TKG i z niego samą tętnicę kręzkową górną, umieszczając w TKG cewnik balonowy 6 × 20 mm, by zablokować możliwość powrotu



Rycina 3. Angiografia wprowadzenie i pozycjonowanie stent-graftu branchowego



Rycina 4. Angiografia z brancha dedykowanego lewej tętnicy nerkowej znajdującego się w tętnicy kręzkowej górnej

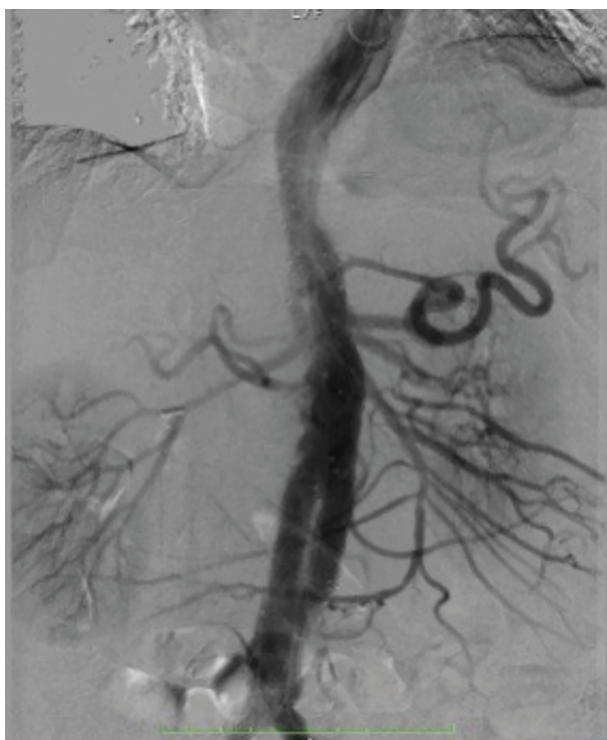


Rycina 5. Angiografia po „wydobyciu” odnogi nerkowej lewej z tętnicy kręzkowej górnej. A. Angiografia po implantacji stent-graftu pomostowego do lewej tętnicy nerkowej z właściwej odnogi bEVAR; B. Angiografia po implantacji stent-graftu pomostowego do tętnicy kręzkowej górnej z właściwej odnogi bEVAR

brancha nerkowego do TKG. Z odnogi dedykowanej lewej tętnicy nerkowej odszukano i zakaniulowano tętnicę nerkową lewą oraz implantowano do niej stent-graft VBX BXA065902E (Gore) (ryc. 5a). Następnie implantowano kolejny stent-graft pomostowy VBX BXA087902E (Gore) do TKG, podano kontrast przez cewnik, potwierdzając szczelność brancha (ryc. 5b). Jako ostatni został zacewninkowany pień trzewny oraz zaimplantowano do niego stent-graft VBX BXA085902E (Gore). Stent-graft rozwi-

dlony przedłużono do lewej tętnicy biodrowej wspólnej stent-graftem 93CL1516L09 (Artivion).

Kontrola angiograficzna przy pomocy cewnika angiograficznego pig-tail zaprezentowała prawidłowy obraz angiograficzny, z zachowaną drożnością naczyń trzewnych (ryc. 6). Usunięto koszule wprowadzające z tętnic udowych oraz pachowej lewej. Zamknięto zaciskami naczyniowymi tętnice, zeszyto otwory w tętnicach szwami naczyniowymi 5-0 Prolen. W okolicy naczyń pozosta-



Rycina 6. Angiografia — prawidłowy obraz po implantacji stent-graftu branchowego do aorty

wiono dreny. Zszyto powłoki skórne. Po zabiegu chory przekazany został na Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii celem dalszego leczenia.

Dyskusja

Ukształtowanie anatomiczne aorty u pacjentów z tętniakiem aorty, a zwłaszcza jej kręty przebieg, wywiera silny wpływ na implantowany stent-graft. Jednocześnie stent-grafy, zwłaszcza nitinolowe, ciasno spakowane w systemie dostawczym, dysponują dużą potencjalną siłą sprężystości, która jest uwalniana podczas procedury implantacji. Wyzwalane siły podczas otwierania stent-graftu są skonfrontowane z anatomią aorty, do której implantowany stent-graft musi się dostosować. Doświadczenie zespołu wykonującego zabieg może w pewnym stopniu korygować niekorzystne zjawisko migracji stent-graftu, jednak nie są to procesy w pełni kontrolowane. Rotacja stent-graftu podczas implantacji, choć nieczęsta, bywa jednak sporym wyzwaniem dla zespołu przeprowadzającego zabieg. Jednym z głównych problemów związanych z implantacją stent-graftu w tętniaku aorty brzusznej pozostaje jego prawidłowe dopasowanie.

Suma krzywizn aorty oraz tętnic biodrowych w istotny sposób modyfikowana jest przez silnie napięty przewodnik, po którym wprowadzany jest stent-graft. Po zrelaksowaniu przewodnika aorta wraca do pierwotnego ukształtowania, dodatkowo przemieszczając stent-graft.

Przedoperacyjna ocena dopasowania stent-graftu do anatomii tętniaka opiera się na badaniach obrazowych

— angiografii tomografii komputerowej lub rzadziej naczyńowego rezonansu magnetycznego. Szczegółowe wymiarowanie anatomiczne oraz dobór i ewentualnie projektowanie stent-graftu wykonywane jest za pomocą specjalistycznych programów komputerowych, które pozwalają na graficzną i przestrzenną rekonstrukcję aorty. Dzięki temu pojawia się możliwość dokładnego określenia wymiarów tętniaka, ale również prognozowania zachowania się stent-graftu w aorcie [7–9]. W przypadku znacznej krętości naczyń lepiej sprawdza się wymiarowanie stent-graftu na podstawie krzywizny naczynia. W przypadku powszechnie stosowanego wymiarowania w osi centralnej pomiar może nie odzwierciedlać faktycznej długości naczynia ze względu na zwinięcie lub zagięcie naczyń [10].

Istnieją również nowoczesne metody tworzenia symulacji zabiegu EVAR na podstawie budowy anatomicznej oraz modelu obliczeniowego w celu przewidywania potencjalnej rotacji i migracji stent-graftu podczas zabiegu [11]. W przeprowadzonym badaniu symulacje wykazały, że rozmieszczenie stent-graftu doprowadzi do rotacji o około 60 stopni. Tak znaczna rotacja jest poważnym wyzwaniem klinicznym, dlatego dobrym rozwiązaniem byłaby możliwość użycia tego typu symulacji jako na etapie przygotowania do zabiegu, co znacząco zmniejszyłoby ryzyko powikłań poprzez wyczulenie operatora na możliwości migracji oraz inne wyjściowo ustawienie stent-graftu.

Kolejnym czynnikiem, który może wpływać na rotację stent-graftów wydaje się być materiał, z którego jest wykonany szkielet stent-graftu — zazwyczaj jest to stal lub nitinol. Wydaje się, że stent-grafy nitinolowe są bardziej podatne na przemieszczenie się podczas procesu implantacji. W nielicznych publikacjach opisywany jest wpływ urządzeń nitinolowych na aortę. Symulacje na modelach komputerowych pokazują, że stent-grafy nitinolowe mogą silnie rozciągać ścianę aorty wywołując jej reakcję, prowadzącą do migracji stent-graftu [12, 13]. W opinii autorów stent-grafy nitinolowe mają większą siłę sprężystości, czego konsekwencją są większe interakcje z anatomią aorty, a co za tym idzie większy potencjał do migracji i rotacji w podczas implantacji.

Decyzja o wykonaniu zabiegu wewnątrznaczyniowego bEVAR powinna uwzględniać takie czynniki jak krętość przebiegu aorty, uwapnienia ściany aorty czy materiał i długość zaprojektowanego stent-graftu. Istniejące obecnie metody symulacji dostarczają wielu prognostycznych informacji, które mogą być pomocne w uniknięciu potencjalnych powikłań wynikających z rotacji i migracji stent-graftu. Wydaje się, że wykonanie przed zabiegiem procedury implantacji w symulacji na modelach 3D, które odzwierciedlają realną anatomię pacjenta, może przyczynić się do poprawy wyników wykonywanych zabiegów, zwłaszcza w przypadkach o złożonej anatomii.

Informacje o artykule

Oświadczenie etyczne

Niniejszym oświadczamy, że pisząc pracę przestrzegaliśmy najwyższych standardów etycznych. Wszystkie

prawa pacjenta były respektowane, a praca powstała zgodnie z zasadami deklaracji helsińskiej. Zapewniona została poufność danych osobowych.

Wkład autorski

Autorzy deklarują równy wkład w pracę.

Podziękowania

Podziękowania dla wszystkich zaangażowanych w utworzenie artykułu.

Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

Piśmiennictwo

1. Timaran DE, Knowles M, Soto-Gonzalez M, et al. Gender and perioperative outcomes after fenestrated endovascular repair using custom-made and off-the-shelf devices. *J Vasc Surg.* 2016; 64(2): 267–272, doi: [10.1016/j.jvs.2016.02.062](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2016.02.062), indexed in Pubmed: [27316411](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27316411/).
2. Graves HL, Jackson BM. The Current State of Fenestrated and Branched Devices for Abdominal Aortic Aneurysm Repair. *Semin Intervent Radiol.* 2015; 32(3): 304–310, doi: [10.1055/s-0035-1558707](https://doi.org/10.1055/s-0035-1558707), indexed in Pubmed: [26327749](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26327749/).
3. Zhou XC, Yang F, Gong XY, et al. New nitinol endovascular stent-graft system for abdominal aortic aneurysm with finite element analysis and experimental verification. *Rare Metals.* 2019; 38(6): 495–502, doi: [10.1007/s12598-019-01250-1](https://doi.org/10.1007/s12598-019-01250-1).
4. Crawford SA, Sanford RM, Doyle MG, et al. Prediction of advanced endovascular stent graft rotation and its associated morbidity and mortality. *J Vasc Surg.* 2018; 68(2): 348–355, doi: [10.1016/j.jvs.2017.11.061](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2017.11.061), indexed in Pubmed: [29395426](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29395426/).
5. Conner MS, Sternbergh WC, Carter G, et al. Secondary procedures after endovascular aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2002; 36(5): 992–996, doi: [10.1067/mva.2002.127966](https://doi.org/10.1067/mva.2002.127966), indexed in Pubmed: [12422089](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12422089/).
6. Daye D, Walker TG. Complications of endovascular aneurysm repair of the thoracic and abdominal aorta: evaluation and management. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2018; 8(Suppl 1): S138–S156, doi: [10.21037/cdt.2017.09.17](https://doi.org/10.21037/cdt.2017.09.17), indexed in Pubmed: [29850426](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29850426/).
7. Lee K, Hossain S, Sabalbal M, et al. Explaining endograft shortening during endovascular repair of abdominal aortic aneurysms in severe aortoiliac tortuosity. *J Vasc Surg.* 2017; 65(5): 1297–1304, doi: [10.1016/j.jvs.2016.09.041](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2016.09.041), indexed in Pubmed: [27876520](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27876520/).
8. Higashiura W, Kichikawa K, Sakaguchi S, et al. Accuracy of centerline of flow measurement for sizing of the Zenith AAA endovascular graft and predictive factor for risk of inadequate sizing. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2009; 32(3): 441–448, doi: [10.1007/s00270-009-9531-9](https://doi.org/10.1007/s00270-009-9531-9), indexed in Pubmed: [19267153](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19267153/).
9. Lee K, Hossain S, Sabalbal M, et al. Endograft conformability and aortoiliac tortuosity in endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Endovasc Ther.* 2014; 21(5): 728–734, doi: [10.1583/14-4663MR.1](https://doi.org/10.1583/14-4663MR.1), indexed in Pubmed: [25290803](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25290803/).
10. Pacewski B, Słowiński P, Madycki G. The phenomenon of stent-graft “shortening” during endovascular stentgraft implantation into an abdominal aortic aneurysm in cases involving significant tortuosity of the aorta and iliac arteries. *Acta Angiologica.* 2022; 28(2): 39–43, doi: [10.5603/aa.2022.0009](https://doi.org/10.5603/aa.2022.0009).
11. Sanford R, Crawford S, Doyle M, et al. PC226 Predicting Stent Graft Rotation in Patient-Specific Abdominal Aortic Aneurysm Repair Using Computational Models. *Journal of Vascular Surgery.* 2017; 65(6), doi: [10.1016/j.jvs.2017.03.378](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2017.03.378).
12. Concannon J, Moerman KM, Hynes N, et al. Influence of shape-memory stent grafts on local aortic compliance. *Biomech Model Mechanobiol.* 2021; 20(6): 2373–2392, doi: [10.1007/s10237-021-01514-9](https://doi.org/10.1007/s10237-021-01514-9), indexed in Pubmed: [34541627](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34541627/).
13. Zhou XC, Yang F, Gong XY, et al. New nitinol endovascular stent-graft system for abdominal aortic aneurysm with finite element analysis and experimental verification. *Rare Metals.* 2019; 38(6): 495–502, doi: [10.1007/s12598-019-01250-1](https://doi.org/10.1007/s12598-019-01250-1).

Adres do korespondencji:

Karol Magiera
Kolo Naukowe Studenckiego Towarzystwa Naukowego przy Katedrze i Klinice Chirurgii
Ogólnej, Naczyń, Angiologii i Flebologii Śląskiego Uniwersytetu Medycznego
ul. Ziołowa 45/47
40–635 Katowice, Poland
e-mail: magierakarol0@gmail.com

Praca wpłynęła do Redakcji: 03.04.2023 r.