

©Borgis

*Anna Drelich-Zbroja¹, Elżbieta Czekańska-Chehab², Monika Miazga¹, Anna Szymańska¹, Andrzej Wolski³, Paweł Bernat³, Tomasz Jargiełło¹

Znaczenie badań obrazowych w monitorowaniu chorych po wewnątrznacyniowym leczeniu tętniaków aorty brzusznej

The utility of various imaging modalities in monitoring patients after endovascular treatment of abdominal aortic aneurysms

¹Zakład Radiologii Zabiegowej i Neuroradiologii, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

Kierownik Zakładu: prof. dr hab. med. Małgorzata Szczerbo-Trojanowska

²Zakład Radiologii i Medycyny Nuklearnej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

Kierownik Zakładu: prof. dr hab. med. Andrzej Drop

³Oddział Chirurgii Naczyniowej, Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny Nr 4 w Lublinie

Kierownik Oddziału: dr hab. med. Andrzej Wolski

Słowa kluczowe

tętniak aorty brzusznej (TAB), stentgrafty aortalne, tomografia komputerowa (TK), ultrasonografia dopplerowska

Keywords

abdominal aorta aneurysms (AAA), aortic stentgrafts, computed tomography, duplex Doppler US

Konflikt interesów

Conflict of interest

Brak konfliktu interesów

None

Adres/address:

*Anna Drelich-Zbroja
Zakład Radiologii Zabiegowej
i Neuroradiologii
Uniwersytet Medyczny w Lublinie
ul. K. Jaczewskiego 8, 20-954 Lublin
tel. +48 (81) 724-41-54
fax +48 (81) 724-48-00
zbroanna@interia.pl

Streszczenie

Wstęp. Wewnątrznacyniowa metoda leczenia tętniaków aorty brzusznej pozwala na leczenie pacjentów, którzy nie kwalifikują się do klasycznej operacji chirurgicznej z powodu wysokiego ryzyka operacyjnego, będącego wynikiem zaawansowanych chorób układu krążenia i oddechowego. Aktualnie już niemal połowa chorych z tętniakami aorty brzusznej leczona jest metodą wewnątrznacyniową, a w pojedynczych ośrodkach odsetek ten sięga nawet 70%. Metoda ta obarczona jest jednak powikłaniami, takimi jak: powiększenie worka tętniaka, zacieki, migracja protezy, niedrożność lub zwężenie ramienia głównego czy odnóg biodrowych. Celem wykluczenia lub potwierdzenia powikłań i oceny częstości ich występowania choroby po implantacji stentgraftu muszą być poddawani obrazowym badaniom kontrolnym.

Cel pracy. Ocena znaczenia badań obrazowych w monitorowaniu chorych po wewnątrznacyniowym leczeniu tętniaków aorty brzusznej.

Materiał i metody. 198 chorych z TAB było leczonych na drodze śródmaczyniowej. U każdego chorego 12 miesięcy po implantacji stentgraftu przeprowadzono badanie kontrolne – najpierw badanie ultrasonograficzne, a następnie badanie TK.

Wyniki. W badaniu kontrolnym po 12 miesiącach zarówno w usg, jak i TK rozpoznano: u 1 chorego zakrzepicę prawej odnogi protezy oraz u 1 chorego zakrzepicę lewej odnogi, ponadto u 2 chorych stwierdzono obecność skrzepliny w ramieniu głównym protezy. Średnia wartość maksymalnego poprzecznego wymiaru worka tętniaka oceniana w badaniu ultrasonograficznym wynosiła $53,18 \pm 12,12$, zaś w badaniu angio-TK – $55,12 \pm 13,03$. U 193 chorych przekrój poprzeczny worka tętniaka zarówno w badaniu usg, jak i TK był owalny, zaś u 5 chorych miał kształt okrągły. W badaniu usg zacieki rozpoznano u 7 chorych: u 2 podtyp I a, u 1 chorego podtyp I b, u 2 chorych podtyp II a oraz u 2 chorych II b. W badaniu angio-TK rozpoznano 15 zacieków krwi do worka tętniaka: u 2 chorych I a, u 2 chorych I b, u 6 II b i u 5 II a.

Wnioski. W badaniu usg oraz angio-TK uzyskano zgodne wyniki: w ocenie morfologii worka tętniaka, jego kształtu, maksymalnego poprzecznego wymiaru i organizacji, ocenie drożności ramion protezy i wykrywania niedrożności odnóg biodrowych. Badanie angio-TK ma wyższą czułość w porównaniu do usg w rozpoznaniu zacieku, szczególnie typu II.

S u m m a r y

Introduction. Endovascular abdominal aortic aneurysm (AAA) repair enables treatment of the patients disqualified from classical surgical repair, due to high procedural risk resulting from considerable circulatory or respiratory disorders. Currently, nearly half of the patients with AAA is treated endovascularly, approaching 70% in single sites. The method may, however, be complicated by: enlargement of the aneurysmal sac, endoleak, endograft migration, occlusion or narrowing of the main body or iliac limb extensions. In order to verify the presence and assess the frequency of possible complications, stentgraft recipients require control imaging studies.

Aim. Evaluation of the utility of various imaging modalities in the follow-up of post-EVAR patients.

Material and methods. 198 patients diagnosed with AAA were treated by means of endovascular stent graft implantation. Control imaging studies were performed in every stent graft recipient at 12 months after the procedure. Initially, ultrasound evaluation was performed, followed by CT examination.

Results. Both the control ultrasound and CT studies performed at 12 months after EVAR revealed: thrombotic occlusion of the right stent graft limb in 1 patient, and of the left stent graft limb in 1 patient as well. In addition, thrombosis of the endograft main body was detected in 2 patients. The mean value of the maximal transverse diameter of the AAA equaled 53.18 ± 12.12 for ultrasound assessment and 55.12 ± 13.03 for CT evaluation. AAA transverse cross sections had elliptical shape in 193 patients, whereas they were round in the remaining 5 patients, as assessed with both ultrasound and CT modalities. Ultrasound examination revealed the presence of endoleaks in 7 patients; 2 cases of I a, 1 case of I b, 2 cases of II a and 2 cases of II b subtype, in particular. However, 15 endoleaks were depicted by means of angio-CT: 2 cases of I a, 2 cases of I b, 6 of II b and 5 cases of II a subtype, respectively.

Conclusions. The results of ultrasound and angio-CT examinations were convergent in terms of AAA morphology and shape, the assessment of maximal transverse diameter and thrombus organization, as well as evaluating the patency and detecting occlusion of the iliac stent graft limbs. Angio-CT presented with higher sensitivity in diagnosing endoleaks, type II in particular.

WSTĘP

W roku 1991 Parodi i wsp. opublikowali doniesienie o pierwszym skutecznym wyłączeniu tętniaka aorty z krążenia na drodze implantacji protezy wewnątrznaczyniowej typu stentgraft (1, 2). Wcześniej jedyną metodą leczenia tej patologii była klasyczna operacja chirurgiczna, opisana przez Oscara Creecha w 1966 roku (3). W Polsce pierwszy zabieg implantacji stentgraftu przeprowadzony został w 1998 roku w Zakładzie Radiologii Zabiegowej i Neuroradiologii Uniwersytetu Medycznego w Lublinie pod kierownictwem prof. Małgorzaty Szczerbo-Trojanowskiej. Obecnie już niemal połowa chorych z tętniakami aorty brzusznej leczona jest metodą wewnątrznaczyniową (4-6), a w pojedynczych ośrodkach odsetek ten sięga nawet 70% (7). Pozwala ona na leczenie pacjentów, którzy nie kwalifikują się do klasycznej operacji chirurgicznej z powodu wysokiego ryzyka operacyjnego będącego wynikiem zaawansowanych chorób układu krążenia i oddechowego (8). Charakteryzuje się ponadto: krótszym czasem trwania w porównaniu do metody klasycznej, skróceniem czasu hospitalizacji oraz mniejszą zachorowalnością i śmiertelnością okołoperacyjną (9-11). Wewnątrznaczyniowa metoda leczenia chorych z tętniakami aorty brzusznej obarczona jest jednak powikłaniami, takimi jak: powiększenie worka tętniaka, zacieki, migracja protezy, niedrożność lub zwężenie ramienia głównego czy odnóg biodrowych. Celem wykluczenia lub potwierdzenia powikłań i oceny częstości ich występowania chorzy po implantacji stentgraftu muszą być poddawani badaniom kontrolnym.

Do niegroźnych powikłań przeznaczeniowego leczenia tętniaków aorty brzusznej zaliczyć należy zespół poimplantacyjny występujący u mniej niż 50% chorych. Stan ten objawia się: podwyższoną temperaturą ciała, leukocytozą, wzrostem akcji serca powyżej 90/min (12-14). Obecność pęcherzyków gazu w angiografii tomografii komputerowej (angio-TK) wokół stentgraftu jest patognomiczne dla protezy zakażonej (15). Do poważniejszych spotykanych powikłań, pomimo w pełni skutecznie przeprowadzonego zabiegu wszczęcia protezy, zaliczane są: pęknięcia, migracje, zagięcia stentgraftu, zacieki do worka tętniaka (ang. *endoleak*), powiększanie się worka

tętniaka (ang. *endotension*), zakrzepice ramienia głównego lub odnóg biodrowych stentgraftu (15, 16). Pęknięcie stentgraftu to jedno z najbardziej dramatycznych powikłań leczenia przeznaczeniowego tętniaków aorty brzusznej (1). Migracja, zakrzepica, niedrożność stentgraftu obecnie są rzadko spotykanymi powikłaniami, pojawiają się u około 4% chorych w ciągu pierwszego roku obserwacji. Znaczne zmniejszenie tych powikłań spowodowane jest powszechnym dostępem do nowej generacji stentgraftów, bardziej zaawansowanych technologicznie z możliwością trwałej nadnerkowej fiksacji protezy (17). Za migrację stentgraftu przyjmuje się jego przemieszczenie względem tętnic nerkowych o ponad 10 mm. Wśród jej przyczyn należy wymienić: nietrwałą fiksację ramienia głównego protezy, zmiany patologiczne w ścianie naczynia przylegającego do stentgraftu, poszerzanie się szyi tętniaka (18). Przyczyną zakrzepicy stentgraftu jest zwykle kątowe zagięcie odnogi biodrowej protezy, a ryzyko wystąpienia tego powikłania wynosi 2,4-11,7%. Podstawowymi czynnikami ryzyka zakrzepicy są zaginanie się stentgraftu oraz znaczące zmiany miażdżycowe w odcinku biodrowym. Zwężenie ramienia głównego lub odnóg biodrowych stentgraftu spotyka się częściej w przypadku krętych tętnic biodrowych lub udowych (15). Jednym z najczęściej spotykanych powikłań jest zacieki krwi do worka tętniaka, pojawiający się w wyniku niecałkowitego wyłączenia worka tętniaka z krążenia (19, 20). Klasyfikuje się je według ich źródła i obecnie znamy pięć typów.

Wśród 5 typów autorzy rozróżniają także podtypy:

- typ I a: zacieki w okolicy bliższego mocowania stentgraftu,
- typ I b: zacieki w okolicy dalszego mocowania stentgraftu,
- typ I c: zacieki w okolicy okludera tętnicy biodrowej,
- typ II a: zacieki z tętnicy kręzkowej dolnej,
- typ II b: zacieki z tętnicy lędźwiowej,
- typ III a: zacieki z powodu rozłączenia części stentgraftu,
- typ III b: zacieki z powodu rozerwania materiału pokrywającego stentgraftu,
- typ IV: zacieki spowodowane porowatością materiału pokrywającego stentgraft,

- typ V: *endotension*, zacieki o nieustalonym źródle pochodzenia.

Chorzy po implantacji stentgraftu wymagają wykonywania badań kontrolnych w celu wychwycenia ewentualnych powikłań.

CEL PRACY

Ocena znaczenia badań obrazowych, tj. badań ultrasonograficznych (usg) i tomografii komputerowej (angio-TK), w monitorowaniu chorych po wewnątrznaczyniowym leczeniu tętniaków aorty brzusznej celem potwierdzenia lub wykluczenia powikłań.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono u 198 chorych leczonych z powodu tętniaka aorty brzusznej metodą przeznaczoną w Zakładzie Radiologii Zabiegowej i Neuroradiologii w Lublinie. W badanej grupie było 166 mężczyzn i 32 kobiety, w wieku od 46 do 90 lat. Wszystkim 198 chorym z tętniakiem aorty brzusznej implantowano stentgrafty w pracowni angiograficznej Zakładu Radiologii Zabiegowej i Neuroradiologii.

Każdemu choremu po leczeniu przeznaczyniowym tętniaka aorty brzusznej przeprowadzono badania kontrolne 12 miesięcy po zabiegu. Najpierw wykonywano badania ultrasonograficzne, po paru dniach badania TK jamy brzusznej z opcją angio.

Badania ultrasonograficzne przeprowadzono w Zakładzie Radiologii Zabiegowej i Neuroradiologii, natomiast badanie angio-TK w Zakładzie Radiologii i Medycyny Nuklearnej Uniwersytetu Medycznego w Lublinie.

Wszystkie badania ultrasonograficzne zostały przeprowadzone przy użyciu aparatu LOGIQ 7 (GE), wyposażonego w głowicę 3,5 MHz z możliwością obrazowania przepływu krwi przy użyciu opcji dopplerowskich (kolor, power) i niedopplerowskich (Bflow). Procedury sonograficzne zostały przeprowadzone w pozycji leżącej chorego, na plecach, z lekko ugiętymi kończynami dolnymi w kolanach, z odsłoniętym brzuchem, bokami oraz obustronnie okolicą pachwin. U większości chorych stosowano dodatkowo ułożenie na prawym lub lewym boku. Dostęp boczny pozwala skutecznie wyeliminować ograniczenia związane z głębokością i krętym przebiegiem naczyń oraz obecnością gazów jelitowych.

Pierwszy etap badania rozpoczynano od obrazowania w prezentacji B, najpierw w poprzecznej, a następnie w podłużnej projekcji, obrazując aortę od poziomu odejścia pnia trzewnego z objęciem tętnicy kręzkowej górnej i tętnic nerkowych, dokładną analizą worka tętniaka, pomiarem jego średnicy, oceną przebiegu odnóg protezy i wreszcie tętnic biodrowych do poziomu więzadła pachwinowego, a nawet tętnic udowych wspólnych. W obrębie skrzepliny, w worku wyłączonożnego z krążenia tętniaka szczególnie analizowano obecność obszarów bezdechowych mogących świadczyć o obecności zacieku. Następny etap obejmował wykorzystanie opcji dopplerowskich (przepływu krwi kodowanego kolorem z uwzględnieniem opcji power) oraz niedopplerowskich (Bflow) w potwierdzeniu/wykluczeniu zacieku w worku tętniaka. U każdego chorego

stosowano po kolei wszystkie wymienione opcje w poszukiwaniu ewentualnych patologii. Następnie przy użyciu zapisu spektralnego notowano parametry przepływu krwi w rozpoznanych zaciękach, oceniając widmo i prędkości.

Po badaniu ultrasonograficznym w odstępie kilkunastu dniowym każdemu choremu wykonywano badanie tomografii komputerowej w Zakładzie Radiologii i Medycyny Nuklearnej Uniwersytetu Medycznego w Lublinie.

Badania zostały przeprowadzone na 64-rzędowym aparacie TK (General Electric LightSpeed Ultra). Aorta brzuszna obrazowana była od poziomu pnia trzewnego do podziału tętnic udowych w protokole szczytowego wysycenia w 30 sekund po podaniu za pomocą strzykawki automatycznej z prędkością 2,5 ml/sek. od 100 do 120 ml jodowego środka cieniującego (Ultravist 370 mg I/ml, Schering). Nominalna grubość warstwy 5 mm, 7,5 mm/sek. przesuw stołu, pitch = 1,5, 2 mm efektywna grubość warstwy.

Szczegółowa ocena stentgraftu była możliwa dzięki wykorzystaniu następujących opcji: rekonstrukcji wielopłaszczyznowych (MPR), rekonstrukcji po krzywej, projekcji minimalnej (MiP) i maksymalnej intensywności (MIP) oraz modelu trójwymiarowego (VR).

Dokonano porównań wyników w badaniach ultrasonograficznych bez podania i z podaniem ultrasonograficznego środka kontrastującego (UŚK) z wynikami angio-TK.

WYNIKI

Na podstawie badań ultrasonograficznych u wszystkich badanych chorych stwierdzono prawidłową drożność ramienia głównego stentgraftu w każdej w wykonanych opcjach, tj. przepływu krwi kodowanego kolorem, z uwzględnieniem Dopplera mocy oraz obrazowania Bflow. Przeprowadzone badanie usg u 1 chorego ujawniło zakrzepicę prawej odnogi protezy oraz u 1 chorego zakrzepniętą lewą odnogę stentgraftu (tab. 1, 2, ryc. 1).

Tab. 1. Ocena drożności prawej odnogi stentgraftu w badaniu ultrasonograficznym

Kategoria	Drożność prawej odnogi stentgraftu	
	N	%
tak	197	99,49495
nie	1	0,50505

N – liczba badanych

Tab. 2. Ocena drożności lewej odnogi stentgraftu w badaniu ultrasonograficznym

Kategoria	Drożność lewej odnogi stentgraftu	
	N	%
tak	197	99,49495
nie	1	0,50505

U pozostałych badanych stwierdzono prawidłową drożność odnóg protezy we wszystkich trzech wykonanych opcjach. U 2 chorych w obrazowaniu w prezentacji B oraz w opcjach przepływu krwi kodowanego kolorem, z uwzględnieniem Dopplera mocy oraz obrazowania Bflow stwierdzono obecność skrzepliny w obrębie głównego ramienia stentgraftu (tab. 3, ryc. 2). U jednego chorego opisywana skrzeplina przechodziła na prawą odnogę protezy i powodowała całkowitą zakrzepicę. U pozosta-

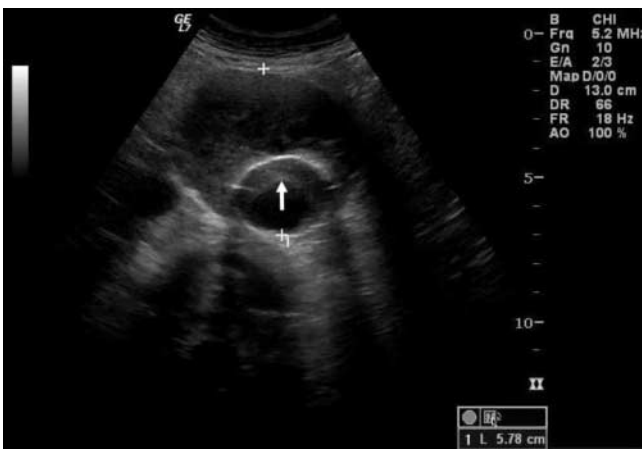


Ryc. 1. Zakrzepica jednej z odnóg stentgraftu (strzałka) w badaniu dopplerowskim z użyciem opcji przepływu krwi kodowanego kolorem – przekrój poprzeczny

tych 196 badanych nie ujawniono obecności skrzepliny. Średnia wartość maksymalnego poprzecznego wymiaru worka tętniaka oceniana w badaniu ultrasonograficznym wynosiła $53,18 \pm 12,12$ (ryc. 3).

Tab. 3. Obecność skrzepliny w ramieniu głównym stentgraftu w badaniu ultrasonograficznym

Kategoria	Skrzeplina w ramieniu głównym stentgraftu	
	N	%
nie	196	98,98990
tak	2	1,01010



Ryc. 2. Skrzeplina w ramieniu głównym stentgraftu, przy ścianie przedniej (strzałka) w badaniu w prezentacji B – przekrój poprzeczny



Ryc. 3. Pomiar średnicy worka tętniaka w prezentacji B – przekrój poprzeczny

U 193 chorych przekrój poprzeczny worka tętniaka był owalny, zaś u 5 chorych miał kształt okrągły (tab. 4).

Tab. 4. Ocena kształtu worka tętniaka w badaniu ultrasonograficznym

Kategoria	Kształt worka tętniaka	
	N	%
okrągły	5	2,52525
owalny	193	97,47475

U 86 chorych w worku tętniaka, szczególnie na obwodzie, stwierdzono obecność dość licznych zwapnień (tab. 5).

Tab. 5. Obecność zwapnień w worku tętniaka w badaniu ultrasonograficznym

Kategoria	Zwapnienia w worku tętniaka	
	N	%
nie	112	56,56566
tak	86	43,43434

U 120 chorych (60,6%) worek tętniaka zawierał organizujące się skrzepliny. W tej grupie u 1 chorego w worku tętniaka rozpoznano obecność bezdechowych stref, dodatkowo o 7 mm wzrost średnicy worka tętniaka.

U 78 chorych (39,4%) worek tętniaka był całkowicie zorganizowany.

Zaciek rozpoznawano, gdy przy optymalnych ustawieniach poszczególnych parametrów (PRF, wzmocnienie, filtry, ognisko) w worku tętniaka, poza granicą stentgraftu stwierdzono obecność sygnału przepływu krwi. Zaciek rozpoznano u 7 chorych (3,5%) w trzech opcjach, tj. przepływu krwi kodowanego kolorem, z uwzględnieniem Dopplera mocy oraz obrazowania Bflow (tab. 6). U żadnego chorego nie rozpoznano zacieku typu III i IV, u 3 chorych stwierdzono obecność zacieku typu I oraz u 4 chorych typu II (tab. 7, ryc. 4, 5). Maksymalne wartości prędkości przepływu krwi notowane w zaciekach wahały się od 18 do 55 cm/s (tab. 8). Poza wartościami prędkości w zacieku oceniano także spektrum i u 1 chorego z zaciekiem typu II stwierdzono przepływ krwi „tam i z powrotem” („to and fro”) wskazujący na obecność tylko jednego naczynia, którym krew napływa do worka tętniaka i wraca. Ten zaciek sklasyfikowano jako typu II „prosty”, dla odróżnienia od zacieku „złożonego”.

Tab. 6. Częstość występowania zacieków w badaniu ultrasonograficznym

Kategoria	Obecność zacieku	
	N	%
nie	191	96,46465
tak	7	3,53535

Tab. 7. Rozpoznane typy zacieków w badaniu ultrasonograficznym

Kategoria	Typ zacieku	
	N	%
I a	2	28,57143
I b	1	14,28571
II a	2	28,57143
II b	2	28,57143

Tab. 8. Wartości prędkości notowane w zaciekach w badaniu ultrasonograficznym

Zmienna	Badania usg przed kontrastem po 12 miesiącach					
	Średnia	Me	Min	Max	SD	V
Vmax w zacieku cm/s	36,14286	32,00000	18,00000	55,00000	14,72445	40,73959



Ryc. 4. Bezechowy obszar w bocznej części worka tętniaka (strzałka) w obrazowaniu w prezentacji B – przekrój poprzeczny



Ryc. 5. Zaciek typu II b w bocznej części worka tętniaka (strzałka) w badaniu z użyciem opcji przepływu krwi kodowanego kolorem – przekrój poprzeczny

W przeprowadzonym badaniu angio-TK u wszystkich badanych chorych stwierdzono prawidłowe wypełnianie się środkiem cieniującym ramienia głównego stentgraftu potwierdzające prawidłową drożność (tab. 9).

Tab. 9. Ocena drożności ramienia głównego stentgraftu w badaniu angio-TK po 12 miesiącach

Kategoria	Drożność ramienia głównego	
	N	%
tak	198	100,0000

U 1 chorego stwierdzono zakrzepicę prawej odnogi protezy oraz u 1 chorego zakrzepicę lewej odnogi (tab. 10, 11, ryc. 6).

U 2 chorych stwierdzono obecność przyściennej skrzepliny w obrębie głównego ramienia stentgraftu (tab. 12, ryc. 7). U jednego chorego opisywana skrzeplina przechodziła na prawą odnogę protezy i powodowała całkowitą zakrzepicę.

Tab. 10. Ocena drożności prawej odnogi stentgraftu w badaniu angio-TK

Kategoria	Drożność prawej odnogi stentgraftu	
	N	%
tak	197	99,49495
nie	1	0,50505

Tab. 11. Ocena drożności lewej odnogi stentgraftu w badaniu angio-TK

Kategoria	Drożność lewej odnogi stentgraftu	
	N	%
tak	197	99,49495
nie	1	0,50505



Ryc. 6. Zakrzepica prawej odnogi stentgraftu w badaniu angio-TK

Tab. 12. Obecność skrzepliny w badaniu angio-TK

Kategoria	Skrzeplina w ramieniu głównym stentgraftu	
	N	%
nie	196	98,98990
tak	2	1,01010



Ryc. 7. Koncentrycznie układające się skrzepliny w ramieniu głównym stentgraftu w badaniu angio-TK

W przeprowadzonym badaniu angio-TK przed podaniem i po podaniu środka cieniującego u żadnego chorego nie obserwowano nieprawidłowych nacieków zapalnych, powiększonych węzłów chłonnych ani krwawiaków wokół stentgraftu. Nie rozpoznano żadnego przypadku pęknięcia protezy naczyniowej.

Srednia wartość maksymalnego poprzecznego wymiaru worka tętniaka oceniana w badaniu angio-TK po 12 miesiącach od implantacji stentgraftu wynosiła $52,38 \pm 12,08$.

W badaniu angio-TK u 193 chorych przekrój poprzeczny worka tętniaka był owalny, zaś u 5 chorych miał kształt okrągły (tab. 13).

Tab. 13. Ocena kształtu worka tętniaka w badaniu angio-TK po 12 miesiącach

Kategoria	Kształt worka tętniaka	
	N	%
okrągły	5	2,52525
owalny	193	97,47475

U 86 chorych w worku tętniaka, szczególnie na obwodzie, stwierdzono obecność dość licznych zwapnień (tab. 14, ryc. 8).

Tab. 14. Obecność zwapnień w worku tętniaka w badaniu ultrasonograficznym przed podaniem USK po 12 miesiącach

Kategoria	Zwapnienia w worku tętniaka	
	N	%
nie	112	56,56566
tak	86	43,43434



Ryc. 8. Zwapnienia w przedniej części worka tętniaka (strzałka). Badanie przed podaniem kontrastu

U 120 chorych (60,6%) worek tętniaka zawierał organizujące się skrzepliny. W tej grupie u 1 chorego stwierdzono o 8 mm wzrost średnicy worka tętniaka.

U 78 chorych (39,4%) worek tętniaka był całkowicie zorganizowany.

W II fazie badania angio-TK po podaniu środka cieniującego rozpoznano 15 zacieków krwi do worka tętniaka (tab. 15). U wszystkich chorych z rozpoznaniem zaciekiem implantowano protezę rozwidloną. Na podstawie obrazów w płaszczyźnie poprzecznej oraz po zastosowaniu dodatkowych rekonstrukcji określono szczegółowo typ zacieku (tab. 16, ryc. 9). W badaniu rozpoznano 4 zacieki typu I oraz 11 zacieków typu II, nie zdiagnozowano żadnego zacieku typu III i IV. Wśród 11 rozpoznanych zacieków typu II w 6 przypadkach źródłem zacieku były udrożnione tętnice lędźwiowe, w 5 przypadkach tętnica kręzkowa dolna. Po zastosowaniu dodatkowych rekonstrukcji stwierdzono pośród zacieków typu II 4 zacieki „proste” oraz 5 zacieków „złożonych”. W pozostałych przypadkach nie udało się dokładnie prześledzić mechanizmu zacieku.

Tab. 15. Częstość występowania zacieków rozpoznanych w II fazie badania angio-TK po 12 miesiącach

Kategoria	Zaciek w badaniu angio-TK 12 msc	
	N	%
nie	183	92,42424
tak	15	7,57576

Tab. 16. Rozpoznane typy zacieków w badaniu angio-TK po 12 miesiącach

Kategoria	Typ zacieku	
	N	%
I a	2	13,33333
I b	2	13,33333
II a	5	33,33334
II b	6	40,00000



Ryc. 9. Zaciek typu I przy górnym mocowaniu stentgraftu (strzałka) w badaniu angio-TK

DYSKUSJA

O tętniaku aorty brzusznej mówimy, gdy jego średnica osiąga lub przekracza 30 mm. Patologia ta występuje z częstością od 4 do 7,6% w populacji po 55.-65. roku życia. Jej częstotliwość rośnie z wiekiem i jest 4-8 razy większa u mężczyzn.

Okolo 95% tętniaków aorty brzusznej lokalizuje się poniżej odejścia tętnic nerkowych. Większość też kończy się przed podziałem aorty, ale zdarza się, że przechodzą na jedną bądź obie tętnice biodrowe wspólne. Najgroźniejszym powikłaniem tętniaka aorty brzusznej jest jego pęknięcie, będące stanem zagrożenia życia, które przede wszystkim zależy od średnicy poszerzonej aorty. Wykazano, że tętniaki aorty brzusznej o średnicy mniejszej niż 5 cm ulegają pęknięciu u 0,5-5% chorych, a gdy średnica jest większa niż 7 cm, pęknięcie występuje u 20-40% chorych w ciągu roku od rozpoznania (21, 22). Przez lata jedyną metodą leczenia była chirurgiczna, która polega na wycięciu tętniaka i zastąpieniu usuniętego odcinka aorty protezą. Od roku 1991 rozpoczęła się nowa era w leczeniu tętniaków aorty brzusznej. Parodi i wsp. opublikowali wówczas doniesienie o pierwszym skutecznym wyłączeniu tętniaka aorty z krążenia na drodze implantacji protezy wewnątrznaczyniowej typu stentgraft (1, 2). Idea leczenia na drodze śródnaczyniowej różni się od klasycznej, chirurgicznej. W tej metodzie tętniak nie jest usuwany, natomiast dąży się do zmniejszenia ciśnienia w jego obrębie poprzez wyłączenie z krążenia i ukierunkowaniu strumienia przepływającej krwi jedynie przez protezę śródnaczyniową, czyli stentgraft.

I choć metoda ta ma coraz więcej zwolenników, nie jest wolna od powikłań, takich jak: zacieki krwi do worka tętniaka, migracje, załamania i zwężenia w obrębie ramion biodrowych stentgraftu, obecność przyściennych skrzeplin w świetle stentgraftu, a także niedrożność protezy. Chorzy z tętniakami aorty brzusznej, u których przeprowadzono zabieg implantacji stentgraftu, muszą być poddawani regularnym badaniom kontrolnym celem oceny skuteczności leczenia i wykluczenia lub potwierdzenia ewentualnych powikłań.

W badanej grupie 198 chorych w badaniach kontrolnych po 12 miesiącach nie odnotowano żadnego przypadku zakrzepicy ramienia głównego protezy. W badaniach kontrolnych po 12 miesiącach u 1 chorego (0,5%) rozpoznano zakrzepicę prawej odnogi protezy oraz u 1 chorego (0,5%) zakrzepicę lewej odnogi protezy. Nie było żadnych rozbieżności w badaniu angio-TK i badaniu ultrasonograficznym w ocenie drożności ramienia głównego i odnóg biodrowych protezy. Występowanie przyściennych okrężnych skrzeplin w świetle stentgraftu jest powikłaniem występującym od 3 do 19% chorych leczonych metodą przeznaczyniową. W naszym materiale we wszystkich wykonanych technikach obrazowych u 2 chorych (1%) stwierdzono obecność skrzepliny w ramieniu głównym protezy. U jednego chorego opisywana skrzeplina przechodziła na prawą odnogę protezy i powodowała całkowitą zakrzepicę, jest to opisany powyżej przypadek 1. U tego chorego stwierdzono dodatkowo wyraźnie kręty przebieg obu odnóg biodrowych protezy. Przyczyną zakrzepicy stentgraftów jest nieprawidłowe odkładanie się fibryny i formowanie się skrzepliny w następstwie zagięcia, skręcenia lub zwężenia stentgraftu, a ryzyko wystąpienia tego powikłania wynosi 2,4-11,7% (23).

Najczęściej dotyczy jednej z odnóg protezy i w większości przypadków występuje w pierwszym roku po zabiegu. Obecność okrężnej skrzepliny w świetle protezy nie zawsze doprowadza do całkowitej niedrożności stentgraftu. W celu zapobiegania zakrzepicy stentgraftów Dorffner i wsp. zalecają ciągłe przyjmowanie leków przeciwzakrzepowych (23-25).

W przedstawionym przez nas materiale nie odnotowano żadnego przypadku pęknięcia protezy wewnątrznaczyniowej, uważanego za jedno z najbardziej dramatycznych powikłań leczenia przeznaczyniowego tętniaka aorty brzusznej (12). Do wystąpienia tego powikłania predysponują: występujące zacieki typu I i typu III, migracje, duże wymiary przedoperacyjnych tętniaków. Pęknięcia obserwowane były po implantacjach stentgraftów i generacji (10). Znaczne zmniejszenie opisanych powyżej powikłań spowodowane jest powszechnym dostępem do nowej generacji stentgraftów, bardziej zaawansowanych technologicznie, a z drugiej strony coraz większym doświadczeniem i umiejętnościami zespołów przeprowadzających takie procedury.

W badaniach kontrolnych po 12 miesiącach średnia wartość maksymalnego poprzecznego wymiaru worka tętniaka oceniana w badaniu ultrasonograficznym wynosiła $53,18 \pm 12,12$. Średnia wartość maksymalnego poprzecznego wymiaru worka tętniaka oceniana w badaniu angio-TK wynosiła $52,38 \pm 12,08$. Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic w pomiarze średnicy worka tętniaka w badaniu ultrasonograficznym i angio-TK. Do podobnych wniosków doszli Arko i wsp., porównując wyniki badań TK i ultrasonograficznych uzyskanych u 201 osób. W analizie nie stwierdzili istotnej różnicy w wynikach pomiaru maksymalnej średnicy aorty między obiema metodami (26). Dodatkowo drożność protez stwierdzili u 99% chorych, bez względu na wybór metody. Raman i wsp. między badaniami TK i ultrasonograficznymi stwierdzili jedynie minimalne różnice w wynikach pomiaru mniejszej średnicy aorty (27). W badaniach ultrasonograficznych oraz angio-TK uzyskano zgodne wyniki w ocenie kształtu i organizacji worka tętniaka. Zarówno w badaniu ultrasonograficznym, jak i w fazie badania angio-TK po 12 miesiącach zwapnienia w worku tętniaka stwierdzono u 86 chorych (43,43%). Celem zróżnicowania pomiędzy zwapnieniem w worku tętniaka a zaciekiem badanie TK należy wykonać przed podaniem, a następnie po podaniu kontrastu na aparacie wielorzędowym. Nowsze aparaty o podwójnej energii wiązki pozwalają na lepsze odróżnienie złogów wapnia od samego kontrastu. Badanie ultrasonograficzne worka tętniaka w prezentacji B poza pomiarem średnicy i potwierdzeniem ewentualnych zwapnień powinno obejmować dokładną ocenę organizacji skrzepliny. Wraz z upływem czasu zmniejszają się wymiary skrzepliny oraz średnica worka tętniaka (28). Obecność bezechowego obszaru w obrębie skrzepliny nasuwa podejrzenie obecności przepływu krwi wskazujących na zacieki.

Mimo coraz bardziej udoskonalonych stentgraftów wprowadzonych na rynek oraz już ogromnego doświadczenia w przeprowadzaniu procedur implantacji stentgraftów, „piętą achillesową” pozostają zacieki. 50% zacieków podlega samoistnemu wykrzepianiu, bez jakichkolwiek interwencji. Ich występowanie może jednak prowadzić do powiększenia worka tętniaka i pęknięcia, które jest zaprzeczeniem podstawowego celu leczenia tej patologii. Zacieki definiuje się jako przepływ krwi w worku tętniaka, wyraźnie poza protezą. Występuje on u 15-32% chorych poddanych implantacji stentgraftów (29-31). Po raz pierwszy zacieki opisał White (32). Klasyfikuje się je według ich źródła i obecnie znamy pięć typów.

Rozpoznawanie zacieków w badaniu ultrasonograficznym wymaga korzystania z najwyższej klasy aparatów i optymalnego ustawienia poszczególnych parametrów, jak: wzmacnienie, ognisko, filtry, PRF, szczególnie dla kolorowego Dopplera. Niewłaściwe ustawienie tego trybu obrazowania może skutkować wynikami fałszywie dodatnimi ze względu na obecność artefaktów koloru (tzw. *flash artifact*) lub kolorowych pikseli (tzw. *bleeding*) w miejscu, gdzie tak naprawdę nie ma koloru. Zbyt wysokie ustawienie wartości prędkości na skali może skutkować przecenieniem zacieku. Pomocne jest także zmniejszenie pola obrazowania w kolorze.

W opisanym powyżej materiale w żadnej z technik obrazowania nie stwierdzono obecności zacieków typu III i IV, a jedynie typu I i II. Spośród 5 typów zacieków znamienne częściej występują zacieki typu II poprzez tętnice łędźwiowe (12, 26, 33). Baum i wsp. opisują 2 rodzaje zacieków typu II: „prosty” i „złożony”. Zaciek „prosty” powstaje w wyniku ponownego udrożnienia się jednej z tętnic odchodzących ze ściany aorty, taki zaciek przypomina pseudotętniak, ponieważ napływ krwi do worka tętniaka odbywa się podczas fazy skurczowej serca, a odpływ w fazie rozkurczowej. W zacieku „złożonym” często obserwowany napływ krwi do worka tętniaka odbywa się poprzez tętnicę kręzkową dolną, a odpływ poprzez tętnicę łędźwiową. W badaniu ultrasonograficznym przepływ typowy dla zacieku jest równomierny, odtwarzalny i nie zanika w rozkurczu (34).

W badaniu ultrasonograficznym wykonanym po 12 miesiącach we wszystkich trzech opcjach, tj. przepływu krwi kodowanego kolorem, z uwzględnieniem Dopplera mocy oraz obrazowania Bflow, zacieki rozpoznano u 7 chorych. U 2 badanych zdiagnozowano zacieki w okolicy górnego mocowania protezy (podtyp I a), u 1 chorego w okolicy dolnego mocowania protezy (podtyp I b). Tętnica kręzkowa dolna była źródłem zacieku u 2 chorych, zaś tętnica łędźwiowa u kolejnych 2 chorych. Skuteczność diagnostyczna badania ultrasonograficznego w rozpoznawaniu zacieków wynosiła 3,5%. Na podstawie notowanego spektrum rozpoznano jeden zacieki typu II „prosty”.

W II fazie badania angio-TK, po podaniu środka cieniującego rozpoznano 15 zacieków krwi do worka tętniaka (7,5%) (tab. 17). U 2 chorych rozpoznano

zacieki w okolicy górnego mocowania protezy (podtyp I a), u 2 chorych w okolicy dolnego mocowania protezy (podtyp I b). Wśród 11 rozpoznanych zacieków typu II w 6 przypadkach źródłem zacieku były udrożnione tętnice łędźwiowe (podtyp II b), w 5 przypadkach tętnica kręzkowa dolna (podtyp II a). Po zastosowaniu dodatkowych rekonstrukcji stwierdzono pośród zacieków typu II 4 zacieki „proste” oraz 5 zacieków „złożonych”. W pozostałych przypadkach nie udało się dokładnie prześledzić mechanizmu zacieku. Otrzymano istotne statystycznie różnice w wykrywaniu zacieków krwi do worka tętniaka w badaniu angio-TK oraz w obrazowaniu ultrasonograficznym.

Tab. 17. Zestawienia zacieków rozpoznanych w badaniu angio-TK po 12 miesiącach

Typ zacieku	Liczba chorych (%)
I	4 (2,0%)
II	11 (5,5%)
III	0 (0%)
IV	0 (0%)

Heilberger i wsp. uważają, że w badaniu ultrasonograficznym z zastosowaniem kolorowego obrazowania można wykryć zacieki spowodowane ponownym udrożnieniem się tętnic łędźwiowych lub tętnicy kręzkowej dolnej, które nie zawsze widoczne są w badaniu angio-TK oraz w arteriografii (35), choć nasze wyniki nie potwierdzają tego spostrzeżenia. Doświadczenia wielu autorów w rozpoznawaniu zacieków w badaniu z użyciem przepływu krwi kodowanego kolorem są różne. AbuRahma i wsp. podają czułość badania dopplerowskiego w rozpoznawaniu zacieków wynoszącą 42% (36, 37). Z kolei Sato i wsp. uważają, że czułość badania dopplerowskiego w wykrywaniu zacieków wynosi 97%, specyficzność 74% w porównaniu z badaniem angio-TK (37). Podobnie Wolf i wsp. podają czułość 81% i specyficzność 95% ultrasonografii dopplerowskiej w porównaniu z badaniem angio-TK w wykrywaniu zacieków krwi (38). Wyniki otrzymane w naszym Zakładzie są zbliżony do tych, które opublikowali AbuRahma i wsp. (31, 36).

WNIOSKI

1. W badaniach ultrasonograficznych oraz angio-TK uzyskano zgodne wyniki w ocenie morfologii worka tętniaka, jego kształtu, maksymalnego poprzecznego wymiaru i organizacji.
2. Badania ultrasonograficzne oraz badania angio-TK były zgodne ze sobą pod względem oceny drożności ramion protezy i wykrywania niedrożności odnóg biodrowych i przyściennych skrzeplin.
3. W badaniu kontrolnym wykonanym po 12 miesiącach po implantacji stentgraftu zacieki wykryto u 3,5% chorych w badaniu ultrasonograficznym oraz u 7,5% chorych w badaniu angio-TK.
4. Badania angio-TK wykazują wyższą czułość w wykrywaniu zacieku w porównaniu z badaniem ultrasonograficznym.

PIŚMIENNICTWO

1. Laborde JC, Parodi JC, Clem MF et al.: Intraluminal bypass of abdominal aortic aneurysm: feasibility study. *Radiology* 1992 Jul; 184(1): 185-190.
2. Parodi JC, Palmaz JC, Barone HD: Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg* 1991 Nov; 5(6): 491-499.
3. Creech O Jr: Endo-aneurysmorrhaphy and treatment of aortic aneurysm. *Ann Surg* 1966 Dec; 164(6): 935-946.
4. Shah H, Kumar SR, Major K et al.: Technology penetration of endovascular aortic aneurysm repair in southern California. *Ann Vasc Surg* 2006 Nov; 20(6): 796-802.
5. Berge C, Haug ES, Romundstad PR et al.: Infrarenal abdominal aortic aneurysm repair: time-trends during a 20-year period. *World J Surg* 2007 Aug; 31(8): 1682-1686. Epub 2007 Jun 15.
6. Hill JS, McPhee JT, Messina LM et al.: Regionalization of abdominal aortic aneurysm repair: evidence of a shift to high-volume centers in the endovascular era. *J Vasc Surg* 2008 Jul; 48(1): 29-36.
7. Schanzer A, Greenberg RK, Hevelone N et al.: Predictors of abdominal aortic aneurysm sac enlargement after endovascular repair. *Circulation* 2011 Jun 21; 123(24): 2848-2855.
8. Cao P, Verzini F, Parlani G et al.: Clinical effect of abdominal aortic aneurysm endografting: 7-year concurrent comparison with open repair. *J Vasc Surg* 2004 Nov; 40(5): 841-848.
9. Bush RL, Johnson ML, Collins TC et al.: Open versus endovascular abdominal aortic aneurysm repair in VA hospitals. *J Am Coll Surg* 2006 Apr; 202(4): 577-587.
10. Matsumura JS, Brewster DC, Makaroun MS, Naftel DC: A multicenter controlled clinical trial of open versus endovascular treatment of abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg* 2003 Feb; 37(2): 262-271.
11. Carpenter JP: Midterm results of the multicenter trial of the powerlink bifurcated system for endovascular aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2004 Nov; 40(5): 849-859.
12. Upchurch GR, Schaub TA: Abdominal aortic aneurysm. *Am Fam Physician* 2006; 73: 1198-1204.
13. Waliszewski K, Słomski R, Oszkinis G, Majewski W: Genetyczne aspekty powstawania tętniaków aorty brzusznej. *Pol Merk Lek* 2005; 18(103): 111-114.
14. Yeung BKF, Pearce WH: Surgical management of abdominal aortic aneurysm. *Vasc Med* 2000; 5: 187-193.
15. Volodos NL, Karpovich IP, Troyan VI et al.: Clinical experience of the use of self-fixing synthetic prostheses for remote endoprosthetics of the thoracic and the abdominal aorta and iliac arteries through the femoral artery and as intraoperative endoprosthesis for aorta reconstruction. *Vasa Suppl* 1991; 33: 93-95.
16. Głowiczki P, Pairolo P, Welch T et al.: Multiple aortic aneurysms: the results of surgical management. *J Vasc Surg* 1990 Jan; 11(1): 19-27; discussion 27-28.
17. Ward AS: Aortic aneurysmal disease. A generalized dilating diathesis. *Arch Surg* 1992 Aug; 127(8): 990-991.
18. Kunecki M, Danilewicz M, Nawrocka-Kunecka A: Usefulness of serum VEGF concentration measurement to estimate aortic aneurysm risk of rupture. *Acta Angiol* 2006; 12(1): 7-15.
19. Wiercicki I, Millo B, Ciechanowski K et al.: Patogeneza tętniaka aorty brzusznej a polimorfizm haptoglobiny i czynnik zapalny. *Wiad Lek* 1999; 52(11-12): 581-586.
20. Ogata T, Shibamura H, Tromp G et al.: Genetic analysis of polymorphisms relevant candidate genes in patients with abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 2005; 41(6): 1036-1042.
21. Lederle FA, Johnson GR, Wilson SE et al.: Veterans Affairs Cooperative Study #417 Investigators: Rupture rate of large abdominal aortic aneurysms in patients refusing or unfit for elective repair. *JAMA* 2002 Jun 12; 287(22): 2968-2972.
22. Szmidi J: Tętniaki aorty brzusznej. [W:] Szmidi J (red.): *Podstawy chirurgii*. Tom I. *Medycyna Praktyczna*, Kraków 2003: 951.
23. Farner MC, Carpenter JP, Baum RA, Fairman RM: Early changes in abdominal aortic aneurysm diameter after endovascular repair. *J Vasc Interv Radiol* 2003; 14: 205-210.
24. Dorffner R, Thurnher S, Polterauer P et al.: Treatment of abdominal aortic aneurysms with transfemoral placement of stent-grafts: Complications and secondary radiologic intervention. *Radiology* 1997; 204: 79-86.
25. Dorffner R: Helical CT after aortic stent-graft implantation. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 172(6): 1690-1691.
26. Arko FR, Filis KA, Heikkinen MA et al.: Duplex scanning after endovascular aortic aneurysm repair: an alternative to computed tomography. *Semin Vasc Surg* 2004 Jun; 17(2): 161-165.
27. Raman KG, Missig-Carroll N, Richardson T et al.: Color-flow duplex ultrasound scan versus computed tomographic scan in the surveillance of endovascular aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2003 Oct; 38(4): 645-651.
28. Henao EA, Hodge MD, Felkai DD et al.: Contrast-enhanced Duplex surveillance after endovascular abdominal aortic aneurysm repair: improved efficacy using a continuous infusion technique. *J Vasc Surg* 2006 Feb; 43(2): 259-264; discussion 264.
29. Heikkinen MA, Arko FR, Zarins CK: What is the significance of endoleaks and endotension. *Surg Clin North Am* 2004 Oct; 84(5): 1337-1352.
30. Ouriel K, Clair DG, Greenberg RK et al.: Endovascular repair of abdominal aortic aneurysms: device-specific outcome. *J Vasc Surg* 2003 May; 37(5): 991-998.
31. AbuRahma AF: Fate of endoleaks detected by CT angiography and missed by color duplex ultrasound in endovascular grafts for abdominal aortic aneurysms. *J Endovasc Ther* 2006 Aug; 13(4): 490-495.
32. White GH, Yu W, May J, Chaufour X, Stephen MS: Endoleak as a complication of endoluminal grafting of abdominal aortic aneurysms: classification, incidence, diagnosis, and management. *J Endovasc Surg* 1997 May; 4(2): 152-168.
33. Soulen MC, Fairman RM, Baum RA: Embolization of the internal iliac artery: still more to learn. *J Vasc Interv Radiol* 2000; 11: 543-545.
34. Baum RA, Carpenter JP, Stavropoulos SW, Fairman RM: Diagnosis and management of type 2 endoleaks after endovascular aneurysm repair. *Tech Vasc Interv Radiol* 2001; 4(4): 222-226.
35. Heilberger P, Schunn Ch, Ritter W et al.: Postoperative color flow duplex scanning in aortic endografting. *J Endovasc Surg* 1997; 4: 262-271.
36. AbuRahma AF, Welch CA, Mullins BB, Dyer B: Computed tomography versus color duplex ultrasound for surveillance of abdominal aortic stent-grafts. *J Endovasc Ther* 2005; 12(5): 568-573.
37. Sato DT, Goff CD, Gregory RT et al.: Endoleak after aortic stent graft repair: diagnosis by color duplex ultrasound scan versus computed tomography scan. *J Vasc Surg* 1998; 28: 657-663.
38. Wolf YG, Johnson BL, Hill BB et al.: Duplex ultrasound scanning versus computed tomographic angiography for postoperative evaluation of endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vascular Surgery* 2000; 32(6): 1142-1148.

otrzymano/received: 02.03.2017
zaakceptowano/accepted: 24.03.2017