

*Anna Drelich-Zbroja, Monika Miazga, Tomasz Jargiełło, Katarzyna Wojtal, Michał Sojka, Małgorzata Szczerbo-Trojanowska

Znaczenie ultrasonograficznych środków kontrastujących w diagnostyce zacieków u chorych po implantacji stent-graftu

The value of ultrasound contrast agents in diagnosis endoleaks in patients after stent-graft implantation

Zakład Radiologii Zabiegowej i Neuroradiologii Uniwersytetu Medycznego w Lublinie
Kierownik Zakładu: prof. dr hab. med. Małgorzata Szczerbo-Trojanowska

Streszczenie

Wstęp. Ocena przydatności ultrasonograficznych środków kontrastujących w rozpoznawaniu zacieku do worka tętniaka u chorych po śródnaczyniowym leczeniu tętniaków aorty brzusznej.

Materiał i metody. W okresie 3 lat ultrasonograficzne badanie dopplerowskie konwencjonalne oraz po podaniu ultrasonograficznego środka kontrastującego (SonoVue – Bracco) wykonane zostało u 196 chorych po implantacji stent-graftów. Badanie ultrasonograficzne przed, a następnie po podaniu SonoVue oraz badanie tomografii komputerowej TK przeprowadzono 12 miesięcy po zabiegu. Oceniano obecność zacieku do worka tętniaka.

Wyniki. W konwencjonalnym badaniu dopplerowskim zacieki typu I rozpoznano u 3 chorych, zacieki typu II rozpoznano u 9 chorych, u 6 chorych od tętnicy lędźwiowej (LA) oraz u 3 chorych od tętnicy kręzkowej dolnej (IMA). Badanie usg z zastosowaniem SonoVue ujawniło obecność zacieku typu I u 4 chorych i typu II u 15 chorych: u 9 chorych od LA oraz u 6 chorych od IMA oraz pokazało mechanizm zacieków: rozpoznano 4 zacieki złożone oraz 11 zacieków prostych. W badaniu TK u 5 chorych rozpoznano zacieki typu I oraz u 7 chorych typu II od IMA, potwierdzono zacieki typu II od IMA u 6 chorych wcześniej rozpoznany w badaniu usg z użyciem SonoVue oraz zdiagnozowano u 1 chorego dodatkowo zacieki typu II od IMA nierozpoznany w badaniu usg. W badaniu TK ponadto rozpoznano jedynie u 8 chorych zacieki typu II od LA. W badanej grupie u 1 chorego wystąpił zacieki typu II od LA zdiagnozowany w badaniu usg po podaniu SonoVue, nierozpoznany w TK.

Wnioski. Zastosowanie SonoVue zwiększa skuteczność diagnostyczną badania dopplerowskiego w rozpoznawaniu zacieku typu I i II. Badanie to jest porównywalne z TK w rozpoznawaniu zacieku typu II, dodatkowo badanie ultrasonograficzne z zastosowaniem SonoVue pokazuje mechanizm zacieku, kierunek i prędkość przepływu krwi.

Słowa kluczowe: tętniak aorty brzusznej (TAB), stentgrafty aortalne, tomografia komputerowa (TK), ultrasonografia dopplerowska, ultrasonograficzne środki kontrastujące

Summary

Introduction. To assess efficacy of contrast-enhanced ultrasound in detecting endoleaks to aneurysmal sac after EVAR.

Material and methods. During the period of 3 years standard and contrast-enhanced ultrasound with the use of SonoVue were performed in 196 patients who underwent Endovascular aortic aneurysm repair (EVAR). Ultrasound examinations and spiral CT were done 12 months after EVAR. The evidence of endoleak was evaluated.

Results. In conventional Doppler study type I endoleaks were diagnosed in 3 patients and type II in 9 patients: 6 from lumbar arteries (LA) and 3 from inferior mesenteric artery (IMA). Contrast-enhanced ultrasound examinations revealed type I endoleaks in 4 patients and type II endoleaks in 15: 9 from LA and 6 from IMA and showed mechanism of endoleaks: 4 complex type II endoleaks and 11 simple endoleaks were diagnosed. CT examinations detected type I endoleaks in 5 patients and type II from IMA in 7 patients and confirmed 6 endoleaks from IMA diagnosed with the use of SonoVue and indicated one additional endoleak from IMA. CT examinations showed only 8 type II endoleaks from LA. There was one more endoleak from LA diagnosed with the use of SonoVue, not detected at CT.

Conclusions. The use of ultrasound contrast agents increased diagnostic efficacy of Doppler examinations for detecting type I and II endoleaks. This examination has comparable to CT value in detecting type II endoleaks, but additionally ultrasound examinations with the use of SonoVue show mechanism of endoleak and direction and velocities of blood flow.

Key words: abdominal aorta aneurysms (AAA), aortic stentgrafts, computed tomography, duplex Doppler US, ultrasound contrast agents

WSTĘP

Tętniaki aorty brzusznej mogą być leczone na drodze chirurgicznej i śródnaczyniowej. Operacja metodą tradycyjną tj. chirurgiczną znana od lat 50. ubiegłego stulecia, polega na zastąpieniu zmienionej tętniakowato aorty protezą naczyniową wykonaną z materiału sztucznego tj. dakronu lub politetrafluoroetyleny (PTFE). Rekonstrukcje aorty można przeprowadzać przy użyciu protezy prostej lub rozwidłonej, z dostępu zaotrzewnowego lub przezotrzewnowego.

W roku 1991 Juan Parodi dokonał wyłączenia z krążenia tętniaka aorty brzusznej, używając do tego celu rozprężonego na balonie stentu typu Palmaz przymocowanego do dzianej protezy dakronowej (1-4). Równolegle pojawiły się doniesienia Volodosa o leczeniu tętniaków aorty brzusznej i piersiowej metodą przeznaczyńniową (5).

W Polsce pierwszy zabieg implantacji stentgraftu do tętniakowato zmienionej aorty brzusznej przeprowadzono w 1998 roku w Zakładzie Radiologii Zabiegowej i Neuroradiologii Uniwersytetu Medycznego w Lublinie.

Metoda śródnaczyniowego leczenia tętniaków aorty brzusznej okazała się być skuteczna, bezpieczna i w pełni konkurencyjna dla konwencjonalnego zabiegu chirurgicznego – nie jest jednak pozbawiona powikłań. Wysoki odsetek sukcesu technicznego zabiegu przy niskiej śmiertelności został opublikowany w wielu doniesieniach (6, 7, 8, 9). Do poważniejszych spotykanych powikłań, pomimo w pełni skutecznie przeprowadzonego zabiegu wszczepienia protezy zaliczymy: pęknięcie, migrację, zagięcie stentgraftu, obecność zacieków do worka tętniaka (ang. *endoleak*), powiększanie się worka tętniaka (ang. *endotension*), zakrzepicę ramienia głównego lub ramion biodrowych stentgraftu (10, 11). Pęknięcie stentgraftu to jedno z najbardziej dramatycznych powikłań leczenia przeznaczyńniowego tętniaków aorty brzusznej (2). 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 (12). 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 bardziej zaawansowanych technologicznie stentgraftów (13). Za migrację stentgraftu przyjmuje się jego przemieszczenie względem tętnic nerkowych o ponad 10 mm. Wśród jej przyczyn należy wymienić nietrwałe umocowanie ramienia głównego protezy, zmiany patologiczne w ścianie naczynia przylegającego do stentgraftu, poszerzanie się szyi tętniaka (14). Przyczyną zakrzepicy stentgraftu jest zwykle kątowe zagięcie ramienia biodrowego protezy a ryzyko wystąpienia tego powikłania wynosi 2,4-11,7%. Zwężenie ramienia głównego lub ramion biodrowych stentgraftu spotyka się częściej w przypadku krętych tętnic biodrowych lub udowych (11, 12).

Jednym z najczęściej spotykanych powikłań jest zacieki krwi do worka tętniaka, pojawiający się w wyniku

niecałkowitego wyłączenie worka tętniaka z krążenia (15, 16).

Najczęstsze typy zacieków po leczeniu przeznaczyńniowym przedstawiono poniżej (10):

- Typ I a: zacieki w okolicy bliższego mocowania stentgraftu
- Typ I b: zacieki w okolicy dalszego mocowania stentgraftu
- Typ I c: zacieki z 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 spowodowany porowatością materiału pokrywającego stentgraft
- Typ V: endotension, zacieki o nieustalonym źródle pochodzenia.

U niektórych chorych obserwuje się dalsze powiększanie się worka tętniaka przy braku ewidentnego zacieku, jest to zjawisko endotension (17). Przyczyny jego powstawania nie są do końca poznane, istnieje hipoteza mówiąca o nieprawidłowo przenoszonym ciśnieniu wzdłuż skrzepliny poza światło stentgraftu lub o małym zacieku, który jest niewidoczny w badaniach obrazowych. Powiększanie się worka tętniaka po implantacji stentgraftu przy braku możliwości skutecznego leczenia wewnątrznaczyńniowego jest wskazaniem do operacji chirurgicznej (10, 16, 18, 19).

Nowe bardziej udoskonalone stentgrafty spowodowały, że wskazania kwalifikujące chorych do leczenia przeznaczyńniowego, opierające się głównie na anatomii tętniaka znacznie się poszerzyły. Wszystko to sprawia, że wzrasta liczba chorych z tętniakami aorty brzusznej poddawanych leczeniu przeznaczyńniowemu poprzez wszczepienie stentgraftu. Ze względu na brak długoterminowych wyników leczenia oraz możliwości wystąpienia powikłań w okresie odległym, chorzy po implantacji stentgraftów wymagają kontrolnych badań obrazowych zarówno w tomografii komputerowej, jak i w ultrasonografii dopplerowskiej. Tomografia komputerowa z opcją angio uważana jest za „złoty standard”, w monitorowaniu chorych po leczeniu, pomimo konieczności podania jodowego środka cieniującego i narażenia chorego na promieniowanie jonizujące. Obecnie stosowana jest już trzecia generacja stentgraftów. Dzięki ulepszonej, coraz nowocześniejszej technologii udało się wyeliminować wiele niepowodzeń oraz powikłań, związanych z techniczną stroną zabiegu implantacji stentgraftu aortalnego. W dalszym ciągu występują jednak powikłania, a najczęściej spotykane są: zacieki krwi do worka tętniaka, powiększanie się worka tętniaka bez widocznego zacieku (ang. *endotension*).

CEL PRACY

Celem pracy była ocena znaczenia ultrasonograficznych środków kontrastujących w diagnostyce zacieków u chorych po implantacji stent-graftu.

MATERIAŁ I METODY

W okresie 3 lat ultrasonograficzne badanie dopplerowskie konwencjonalne oraz po podaniu ultrasonograficznego środka kontrastującego (SonoVue – Bracco) wykonane zostało u 196 chorych po implantacji stent-graftów. Procedury ultrasonograficzne przed, a następnie po podaniu SonoVue oraz badanie TK przeprowadzono 12 miesięcy po zabiegu. Oceniano obecność zacieku do worka tętniaka.

Wszystkie badania ultrasonograficzne zostały wykonane przy użyciu aparatu ESAOTE (My Lab 25) wyposażonego w głowicę 3,5 MHz z możliwością obrazowania przepływu w postaci krzywej prędkości przepływu (duplex Doppler) oraz przepływu kodowanego kolorem (kolor i power Doppler). Aparat ten jest dostosowany do badań z podaniem ultrasonograficznego środka kontrastującego, wyposażony jest w obrazowanie harmoniczne oraz oprogramowanie pozwalające na pracę ultrasonografu przy niskim indeksie mechanicznym (MI od 0,01-0,02). Kontrolne badania ultrasonograficzne zostały przeprowadzone na czczo, w pozycji leżącej, z lekko ugiętymi kończynami dolnymi w kolanach. Pierwszy etap badania ultrasonograficzne wykonano bez podania środka kontrastującego. Drugi etap badania obejmował podanie do żyły łokciowej ultrasonograficznego środka kontrastującego (SonoVue, Bracco) w dawce 2,4 ml. Po zmieszaniu proszku z 0,9% roztworem chlorku sodu do wstrzykiwań uzyskiwano zawiesinę zawierającą mikropęcherzyki gazu – sześćciofluorku siarki. Każdy z tych pęcherzyków jest mniejszy niż czerwona krwinka. Pęcherzyki odbijają wiązkę ultradźwięków i zapewniają lepszy sygnał niż tkanki ciała. Czas efektywnego przebywania tego środka w układzie krążenia jest rzędu kilkunastu minut.

Podczas badania ustawiono aparat na następujące optymalne wartości pracy dla ultrasonograficznego środka kontrastującego tj. 3,5 MHz przy niskim indeksie mechanicznym (MI 0,01-0,02) przy wysokich ustawieniach PRF i filtrów Dopplerowskich z wykorzystaniem obrazowania harmonicznego. Obrazowanie harmoniczne przy niskim MI zapobiega szybkiej destrukcji mikropęcherzyków gazu. Po podaniu SonoVue w pojedynczej dawce 2,4 ml i ustąpieniu okresu szumów mechanicznych przystępowano do badania. Wykorzystano ten sam protokół badania przy i bez środka kontrastującego.

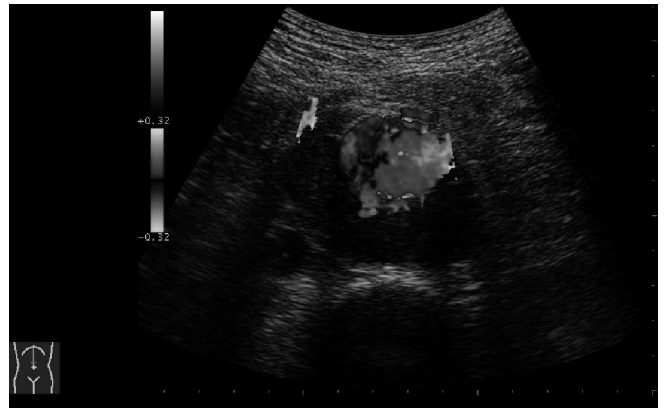
Badania tomografii komputerowej zostały przeprowadzone przy użyciu 64-rzędowego aparatu (General Electric LightSpeed Ultra). Aorta brzuszna obrazowana była od poziomu pnia trzewnego do podziału tętnic udowych w protokole szczytowego wysycenia w 30 sekund po podaniu za pomocą strzykawki automatycznej 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 wie-

łopłaszczyznowych (MPR), rekonstrukcji po krzywej, projekcji minimalnej (MiP) i maksymalnej intensywności (MIP) oraz modelu trójwymiarowego (VR).

WYNIKI

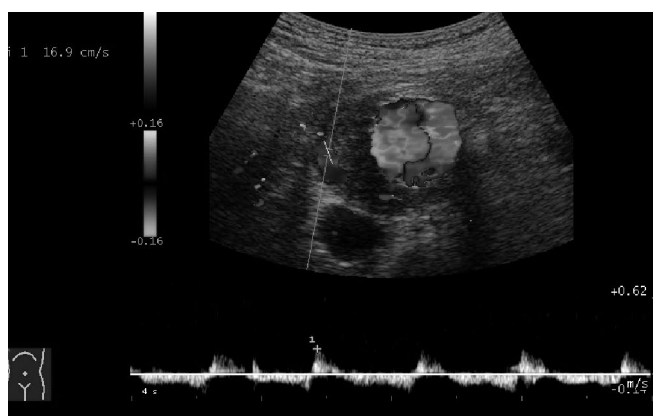
W konwencjonalnym badaniu dopplerowskim zacieku typu I rozpoznano u 3 chorych, zacieku typu II rozpoznano u 9 chorych, u 6 chorych od tętnicy lędźwiowej (LA) (ryc. 1, ryc. 2, ryc. 3) oraz u 3 chorych od tętnicy kręzkowej dolnej (IMA). Badanie usg z zastosowaniem SonoVue ujawniło obecność zacieku typu I u 4 chorych i typu II u 15 chorych: u 9 chorych od LA oraz u 6 chorych od IMA, oraz pokazało mechanizm zacieków: rozpoznano 4 zacieki złożone oraz 11 zacieków prostych. W badaniu TK u 5 chorych rozpoznano zacieki typu I oraz u 7 chorych typu II od IMA, potwierdzono zacieki II typu od IMA u 6 chorych wcześniej rozpoznany w badaniu usg z użyciem SonoVue oraz zdiagnozowano u 1 chorego dodatkowo zacieku typu II od IMA nierozpoznany w badaniu usg. W badaniu TK ponadto rozpoznano jedynie u 8 chorych zacieku typu II od LA (ryc. 4, ryc. 5). W badanej grupie u 1 chorego wystąpił zacieku typu II od LA zdiagnozowany w badaniu usg po podaniu SonoVue, nierozpoznany w TK.



Ryc. 1. Konwencjonalne badanie usg z użyciem opcji kolorowego Dopplera – brak cech zacieku.



Ryc. 2. Badanie ultrasonograficzne z zastosowaniem środka kontrastującego. Widoczny jest zacieku krwi do worka tętniaka (o średnicy 6,6 mm) poprzez tętnicę lędźwiową.



Ryc. 3. Badanie ultrasonograficzne z zastosowaniem środka kontrastującego. Prędkość napływającej krwi do worka tętniaka wynosi V_{max} 16,9 cm/sec.



Ryc. 4. Badanie angio-TK. W rekonstrukcjach MIP widoczny jest na tylno-bocznej ścianie obszar wynaczynionego środka cieniującego (strzałka) w obrębie skrzepliny worka tętniaka odpowiadający złożonemu zaciekowi poprzez tętnice lędźwiowe.



Ryc. 5. Badanie angio-TK. W rekonstrukcjach 3D przykręgosłupowo widoczny jest zacieki pochodzący z tętnic lędźwiowych.

DYSKUSJA

Określenie zacieki (ang. *endoleak*) po raz pierwszy opisał White ponad 10 lat temu i termin ten oznacza ciągle napływ krwi do worka tętniaka między ścianą stentgraftu a workiem tętniaka. Powikłanie to występuje w grupie chorych po implantacji stentgraftu z częstością od 5 do 47%, przy czym ponad połowa przypadków nie wymaga ponownej interwencji ze względu na niskie ryzyko powiększenia się worka tętniaka i jego następnego pęknięcia (20, 21). Niewielkie zacieki często ulegają samoistnemu wyleczeniu. Najpoważniejsze są zacieki typu I powstające wskutek braku szczelnego przylegania stentgraftu do ściany aorty lub tętnic biodrowych i wymagają leczenia w większości przypadków. Powstawanie i kliniczne następstwa zacieków typu II nie są do końca poznane, wiadomo jednak, że zagrożenie pęknięciem w tych stanach jest niewielkie. Oceniając naczynia doprowadzające i odprowadzające krew do worka tętniaka, Baum dzieli zacieki typu II na: proste i złożone. Prosty zacieki typu II oznacza, że to samo naczynie doprowadza krew do i z worka tętniaka. Taki zacieki przypomina pseudotętniak, gdyż napływ i odpływ krwi do worka tętniaka jest zależny od pracy serca. Inaczej, jest w zacieku złożonym, gdzie innym naczyniem odbywa się napływ krwi do, a innym odpływ krwi z worka tętniaka. W praktyce klinicznej najczęściej spotykany jest napływ poprzez tętnicę kręgową dolną lub jedną z tętnic lędźwiowych a odpływ poprzez inną tętnicę lędźwiową (10). Obecnie „złotym standardem”, w monitorowaniu chorych po implantacji stentgraftu aortalnego jest spiralna TK. Zgodnie z zaleceniami EUROSTAR kontrolne badania powinny być wykonywane w okresie 1, 3, 6, 12, 18, 24 miesięcy po implantacji stentgraftu oraz każdego następnego roku (22). Należy jednak pamiętać, że częste badania TK narażają chorego na promieniowanie jonizujące i konieczność podania jodowego środka cieniującego. Dużą wartość diagnostyczną w wykrywaniu zacieków krwi do worka tętniaka przypisuje się ultrasonograficznemu badaniu dopplerowskiemu zarówno bez jak i z zastosowaniem ultrasonograficznych środków kontrastujących (16, 20, 22). Nieprawidłowy sygnał przepływającej krwi w obrębie worka tętniaka oceniany jest jako zacieki. Jest on równomierny, odtwarzalny i nie zanika w rozkurczu (23, 24). Heilberger i wsp. uważają, że w badaniu ultrasonograficznym z zastosowaniem kolorowego obrazowania można wykryć zacieki spowodowane ponownym udrożnieniem się tętnic lędźwiowych lub tętnicy kręgowej dolnej, które nie zawsze widoczne są w badaniu angio-TK oraz w arteriografii (25). Obecnie wielu autorów uważa, że w monitorowaniu chorych po implantacji protezy wewnętrzznacyniowej zamiennie z TK z dużym powodzeniem może być stosowana ultrasonografia dopplerowska, w szczególności z podaniem ultrasonograficznych środków kontrastujących (26, 27). Jest to badanie szeroko dostępne, nieinwazyjne oraz stosunkowo tanie, wymaga jednak dużego doświadczenia badającego i odpowiedniego przygotowania chorego. Thompson

wykazuje dużą (prawie 80%) zgodność pomiędzy ultrasonografią dopplerowską, a badaniem TK w wykrywaniu zacieków (28, 29). Dużą zaletą badań usg według Arko, jest możliwość uzyskania informacji o dynamice napływu krwi do worka tętniaka. Szczególnie chodzi tutaj o ocenę prędkości i kierunku przepływu krwi naczyniami zaopatrującymi zacieki, a podanie środka wzmacniającego sygnał dopplerowski dodatkowo wzmacnia czułość badania dopplerowskiego w wykrywaniu zacieków do poziomu porównywalnego z badaniem TK (25, 30). Ważną rolę w przypadku stwierdzonego zacieku odgrywa badanie ultrasonograficzne z wyznaczeniem krzywej prędkości przepływającej krwi, ponieważ odzwierciedla kierunek i prędkość napływającej krwi do worka tętniaka. Wielu autorów zgodnie podziela opinię, że na podstawie badania dopplerowskiego można wykryć zacieki, zidentyfikować tętnice odżywiające zacieki z wyznaczeniem krzywej prędkości przepływającej krwi. Dodatkowo można podzielić zacieki na: wolnoprzepływowe i szybko przepływowe, tym samym odpowiedzieć na pytanie, jakie zacieki mogą ulec spontanicznemu wy-

krzepieniu a jakie będą wymagały dalszej przeczyniowej interwencji (15, 16, 25, 31). Uważa się, że zacieki wolno przepływowe (ang. *low-velocity leaks*) o małej prędkości napływającej krwi < 80 cm/sec mogą spontanicznie ulec wykrzepieniu w odróżnieniu od szybko przepływowych tj. > 100 cm/sec (23, 32).

WNIOSKI

1. Badania ultrasonograficzne z zastosowaniem ultrasonograficznych środków kontrastujących, wzmacniających sygnał dopplerowski zwiększa czułość badania usg w rozpoznawaniu zacieku typu I i II u chorych po implantacji stentgraftu.
2. Badanie to jest porównywalne z TK w rozpoznawaniu zacieku typu II, dodatkowo badanie ultrasonograficzne z zastosowaniem SonoVue pokazuje mechanizm zacieku, kierunek i prędkość przepływu krwi.
3. W monitorowaniu chorych po implantacji stentgraftu badanie ultrasonograficzne z podaniem środka kontrastującego może być rozważane jako badanie zamiennie z angio-TK.

PIŚMIENNICTWO

1. Katzen BT, MacLean AA: Past, present, and future endograft devices. *Tech Vasc Interv Radiol* 2005; 8, 1: 16-21.
2. Kaufman JA, Geller SC, Brewster DC et al.: Endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *AJR* 2000; 175: 289-302.
3. Nicholson A: Endovascular stent grafting of abdominal aortic aneurysms: a radiologist's view on a new potential issue in renovascular disease. *Journal of Renovascular Disease* 2003; 2: 34-36.
4. Veith FJ, Martin ML, Cynamon J et al.: Parodi, Montefiore, and the first abdominal aortic aneurysm stent graft in the United States. *Ann Vasc Surg* 2005; 19: 749-751.
5. Zubilewicz T: Ponowne zabiegi u chorych leczonych na tętniaka aorty brzusznej stentgraftami wewnątrznaczyniowymi. *Praca habilitacyjna. Akademia Medyczna w Lublinie* 2003; 9-92.
6. Bargellini I, Cioni R, Petruzzi P et al.: Endovascular repair of abdominal aortic aneurysms: analysis of aneurysm volumetric changes At mid-term follow-up *Cardiovascular Interventional Radiology* 2005; 28: 426-433.
7. Zarins CK, White RA, Moll FL et al.: The AneuRx stent graft: Four-years results and worldwide experience 2000. *J Vasc Surg* 2001; 33(2 Suppl): 135-145.
8. Marin ML, Hollier LH, Ellozy SH et al.: Endovascular stent graft repair of abdominal and thoracic aneurysms: A ten-year experience with 817 patients. *Ann Surg* 2003; 238: 586-593.
9. Lee WA, Carter JW, Upchurch G et al.: Perioperative outcomes after open and endovascular repair of intact abdominal aortic aneurysms in the United States during 2001. *J Vasc Surg* 2004; 39: 491-496.
10. Baum RA, Carpenter JP, Stavropoulos SW et al.: Diagnosis and management of type 2 endoleaks after endovascular aneurysm repair. *Tech Vasc Interv Radiol* 2001; 4, 4: 222-226.
11. Becquemain JP, Allaire E, Desgranges P et al.: Delayed complications following EVAR. *Tech Vasc Interv Radiol* 2005; 8, 1: 30-40.
12. Pasiński T: *Angiologia*. Warszawa PZWL 2004; 215-220.
13. Fogarty TJ, Arko FR, Zarins CK: Endograft technology: highlights of the past 10 years. *J Endovasc Ther* 2004; 11(Suppl II): 192-199.
14. Magennis R, Joekes E, Martin J et al.: Complications following endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *The British Journal of Radiology* 2002; 75: 700-707.
15. Napoli V, Bargellini I, Sardella SG et al.: Abdominal aortic aneurysm: contrast-enhanced US for missed endoleaks after endoluminal repair. *Radiology* 2004; 233, 1: 217-225.
16. Wilson SE, Gelfand D, White GH: Clinical significance of type II endoleaks occurring after endovascular aortic aneurysm repair. *Ann Vasc Surg* 2006; 20, 1: 69-74.
17. Cho JS, Dillavou ED, Rhee RY et al.: Late abdominal aortic aneurysm enlargement after endovascular repair with the Excluder device. *J Vasc Surg* 2004; 39, 6: 1236-1241.
18. Gilling-Smith G: Freedom from endoleak after endovascular aneurysm repair does not equal treatment success. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2000; 19, 4: 421-425.
19. Heikkinen MA, Arko FR, Zarins CK: What is the significance of endoleaks and endotension. *Surg Clin North Am* 2004; 84, 5: 1337-1352.
20. Tummala S, Powell A: Imaging of endoleaks. *Tech Vasc Interv Radiol* 2001, Dec 4 (4), 208-212, Review.
21. Chan CLH, Ray SA, Taylor PR et al.: Endoleaks following conventional open abdominal aortic aneurysm repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2000; 19: 313-317.
22. McWilliams RG, Martin J, White D et al.: Detection of endoleak with enhanced ultrasound imaging: Comparison with biphasic computed tomography. *J Endovasc Ther* 2002, 9: 170-179.
23. Arko FR, Filis KA, Heikkinen MA et al.: Duplex scanning after endovascular aneurysm repair: an alternative to computed tomography. *Seminars in Vascular Surgery* 2004; 17, 2: 161-165.
24. Farner MC, Carpenter JP, Baum RA et al.: Early changes in abdominal aortic aneurysm diameter after endovascular repair. *J Vasc Interv Radiol* 2003; 14: 205-210.
25. Heilberger P, Schunn Ch, Ritter W et al.: Postoperative color flow duplex scanning in aortic endografting. *J Endovasc Surg* 1997; 4: 262-271.
26. Uflacker R, Robinson JG, Brothers TE et al.: Abdominal aortic aneurysm treatment: Preliminary results with talent stent-graft system. *JVIR* 1998; 9: 51-60.

27. Matsumura JS, Moore WS: Clinical consequences of periprothestic leak after endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg* 1998; 27: 606-613.
28. Golzarian J, Dussaussois L, Struyven J: Imaging of abdominal aortic aneurysm after endoluminal repair. *Seminars in Ultrasound, CT, and MRI* 1999, Vol. 20, No 1 (February), 16-24.
29. Thompson MM, Boyle JR, Hartshorn T et al.: Comparison of computed tomography and duplex imaging in assessing aortic morphology following endovascular aneurysmal repair. *Br J Surg* 1998; 85: 346-350.
30. Arko FR, Filis KA, Siedel SA et al.: Intrasac flow velocities predict sealing of type II endoleaks after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *Journal of Vascular Surgery* 2002; Vol. 37: number 1, 8-14.
31. Greenfield AL, Halpern EJ, Bonn J et al: Application of duplex US for characterization of endoleaks in abdominal aortic stent-grafts: report of five cases. *Radiology* 2002; 225, 3: 845-851.
32. Heikkinen MA, Arko FR, Zarins CK: What is the significance of endoleaks and endotension. *Surg Clin North Am* 2004; 84, 5: 1337-1352.

otrzymano/received: 08.03.2012

zaakceptowano/accepted: 14.04.2012

Adres/address:

*Anna Drelich-Zbroja

Zakład Radiologii Zabiegowej i Neuroradiologii UM w Lublinie

ul. Jaczewskiego 8, 20-954 Lublin

tel: +48 (81) 742-55-11, fax: 742-56-66

e-mail: zbroanna@interia.pl