

Otrzymano: 2005.12.20

Zaakceptowano: 2006.01.12

Endovascular aortal stentgraft implantation – 5-year experience

Śródnaczyniowa implantacja stentgraftów aortalnych – 5 lat doświadczeń

Mirostaw L. Nowicki¹, Piotr Andziak², Adam Mazurkiewicz², Maciej Sybilski², Mariusz Furmanek¹

¹ Zakład Diagnostyki Radiologicznej CSK MSWiA, Warszawa, Polska

² Klinika Chirurgii Ogólnej i Naczyniowej CSK MSWiA, Warszawa, Polska

Adres autora: dr n. med. Mirostaw L. Nowicki, Zakład Diagnostyki Radiologicznej CSK MSWiA. Ul. Wotoska 137. 02-507 Warszawa, e-mail: mln1@wp.pl

Summary

Background:

Presentation of own experience in the field of endovascular treatment of aneurysms and aortal wall damage, as well as comparison of the value of angio-CT and dimensioning angiography imaging of aneurysms in the aspect of qualification for aortal stentgraft implantation procedures

Material/Method:

133 patients (11 females and 121 males) aged 23 - 82 years underwent endovascular stentgraft implantation procedures preformed as treatment for aortal aneurysms, delaminations and post-traumatic damage of the aortal wall. The treated patients were classified as belonging to groups II (35.5%), III (55%) and IV (9.5%) according to ASA. Qualification for endovascular surgery was based on angio-CT and dimensioning angiography.

Results:

21 stentgrafts were implanted into the thoracic and 113 into the abdominal aorta. There was no necessity of perioperative removal of the prosthesis in any case. The overall rate of postoperative complications was 9.7 %. The duration of the surgery ranged from 30 to 120 min.

Conclusions:

Implantation of aortal stentgrafts is a safe method of treatment for aortal aneurysms, delaminations and ruptures. It is also a life-saving procedure in damage of the aortal wall due to trauma.

Computed tomography is an essential imaging modality in the diagnostics of aortal abnormalities. Owing to 3D reconstructions of CT images, the aortal anatomy and the exact site of aortal wall damage can be identified. This is very important for correct selection of the stentgraft parameters and makes it possible to resign from dimensioning angiography.

Key words:

stentgraft • abdominal aortal aneurysm • thoracic aortal aneurysm • transposition of large blood vessels • angio-CT

PDF file:

http://www.polradiol.com/pub/pjr/vol_71/nr_1/8659.pdf

Wstęp

Leczenie tętniaków aorty poprzez wewnątrznaczyniową implantację protez samorozprężalnych (stentgraftów) stało się w ostatnich latach alternatywną metodą w stosunku

do klasycznej operacji chirurgicznej [1]. Wszczepianie stentgraftów jest szczególnie zalecane u pacjentów z licznymi obciążeniami utrudniającymi lub uniemożliwiającymi wykonanie tradycyjnego zabiegu. Metoda ta jest także coraz powszechniej stosowana w przypadkach rozwarstwienia lub pourazowego pęknięcia ściany aorty [2,3,4].

Zastosowanie w latach 90-tych stentgraftów pierwszej generacji związane było ze znaczną liczbą powikłań wymagających ponownych zabiegów. Jednakże już następne typy protez wewnątrznaczyniowych, znacznie bardziej udoskonalone, zmniejszyły ryzyko ich powstania. [5]

Pierwsze wykonane przez nas implantacje stentgraftów dotyczyły leczenia tętniaków aorty brzusznej, a w miarę zdobywania doświadczenia przez zespół radiologów i chirurgów naczyniowych, rozpoczęto wykonywanie zabiegów w obrębie aorty piersiowej (zarówno tętniaków, rozwarstwień ściany aorty oraz pęknięć pourazowych).

Leczenie śródnaczyniowe tętniaków i uszkodzeń ściany aorty jest uzależnione w dużym stopniu od prawidłowej i nowoczesnej diagnostyki. Ma ona zasadniczy wpływ na dobór odpowiedniej protezy, a tym samym na zmniejszenie liczby powikłań [6,7,8].

Cel pracy

1. Przedstawienie własnych doświadczeń w zabiegach wewnątrznaczyniowego leczenia tętniaków i uszkodzeń ściany aorty.
2. Porównanie wartości obrazowania tętniaków za pomocą angioTK i angiografii wymiarującej w aspekcie kwalifikacji do wszczęcia stentgraftów aortalnych.

Materiał i metody

W roku 2000 w Pracowni Badań Naczyniowych Zakładu Diagnostyki Radiologicznej Centralnego Szpitala Klinicznego MSWiA w Warszawie rozpoczęto wykonywanie zabiegów implantacji stentgraftów aortalnych. Do końca roku 2005 zabiegi wszczęcia stentgraftów wykonano u 133 osób: 11 kobiet (8,3%) i 121 mężczyzn (91,7%). Operowani chorzy byli w wieku od 23 do 82 lat.

Średnica operowanych tętniaków wynosiła od 55 do 115 mm (śr. 85 mm).

Table 1. Diagnosed coincident diseases and risk factors.

Tabela 1. Stwierdzone choroby współistniejące i czynniki ryzyka.

L.p.	Choroby i czynniki ryzyka	Ilość	%
1.	Choroba wieńcowa	65	48,9
2.	Przebyty zawał m.sercowego	17	12,7
3.	POCHP	26	19,5
4.	Cukrzyca	15	11,3
5.	Udar mózgu w wywiadzie	9	6,7
7.	Nadciśnienie	70	52,6
8.	Nowotwory (nerki, płuca)	6	4,5
9.	Hyperlipidemia	49	36,8
10.	Otyłość	26	19,5
11.	Nikotynizm	66	49,6

Czas wykonywania zabiegów implantacji wynosił od 30 do 120 min. (śr. 75 min.).

Wskazaniami do wewnątrznaczyniowego leczenia tętniaków aorty brzusznej było stwierdzenie zaawansowanej choroby serca i układu krążenia [9].

Wśród pacjentów poddanych zabiegowi 35,5% stanowiły osoby zakwalifikowane do II grupy wg ASA, 55 % do III, 9,5 % do IV).

Stwierdzone w badaniach przedoperacyjnych choroby współistniejące i czynniki ryzyka przedstawiono w tabeli 1.

Tętniaki aorty piersiowej i jej rozwarstwienia oraz zmiany pourazowe były z założenia leczone poprzez implantację stentgraftów [2,3].

Założono 21 stentgraftów do aorty piersiowej i 113 do aorty brzusznej (w tym 3 typu „uniliac” i 1 stentgraft prosty).

Implantowano następujące typy stentgraftów: Powerlink (Endologix) – 10, Zenith AAA (Cook) – 88, Excluder (Gore) – 12, Zenith TAA (Cook) – 19, Talent TAA (Medtronic) – 3.

Implantacje stentgraftów wykonano w przypadkach stwierdzenia: tętniaków aorty brzusznej, tętniaków (nie powikłanych) aorty piersiowej, rozwarstwienia ściany aorty piersiowej, rozerwania i tętniaka pourazowego aorty piersiowej, pęknięcia tętniaka tętnicy biodrowej oraz penetrującego owrzodzenia ściany aorty piersiowej. W jednym przypadku implantowano stentgraft w celu leczenia rozwarstwionej aorty piersiowej i brzusznej u chorej z zespołem Marfana.

Wszyscy chorzy, u których implantowano stentgraft aortalny, mieli wykonaną (jako podstawowe badanie diagnostyczne i jednocześnie kwalifikujące) tomografię komputerową z kontrastem [6] przy użyciu aparatów: Toshiba Aquilion 16 CFX i GE HeSpeed CT/i. Uzyskane w trakcie akwizycji dane były dodatkowo poddane cyfrowemu przetworzeniu w celu otrzymania rekonstrukcji 2D i 3D (ryc. 1). Na podstawie obrazów

aksjalnych i rekonstrukcji 3D (ryc. 1) oceniano wielkość i dokładną lokalizację tętniaka (średnicę szyi tętniaka, jej długość – odległość od poziomu odejścia tętnic nerkowych, stopień zagięcia, odległość tętniaka od rozwidlenia aorty i odejścia tętnic biodrowych wewnętrznych, średnicę aorty tuż powyżej rozwidlenia, średnicę tętnic biodrowych i udowych).

U 21 pacjentów (z tętniakiem aorty brzusznej – TAB) wykonano dodatkowo arteriografię wymiarującą (ryc. 2) (aparaturę Integris V5000 Philips). Oceniano długość i stopień zagięcia szyi tętniaka, jego światło i stosunek do tętnic biodrowych wewnętrznych.

W obu typach badań diagnostycznych stosowano niejonowe środki kontrastowe w sposób standardowy [6].

U pacjentów z tętniakiem lub uszkodzeniem ściany aorty piersiowej (rozwarstwienie, pęknięcie) głównymi czynnikami radiologicznymi kwalifikującymi do zabiegu była średnica proksymalnego i dystalnego odcinka aorty, odległość zmiany od lewej tętnicy podobojczykowej i od pnia trzewnego. Dane te uzyskane były przede wszystkim na podstawie obrazów angioTK. W przeważającej ilości zabiegów angiografię z użyciem cewnika wymiarującego wykonywano jedynie tuż przed implantacją protezy.

Wyniki

U 133 pacjentów implantowano 134 stentgrafty: 21 piersiowych i 113 brzusznych (w jednym przypadku, u chorej

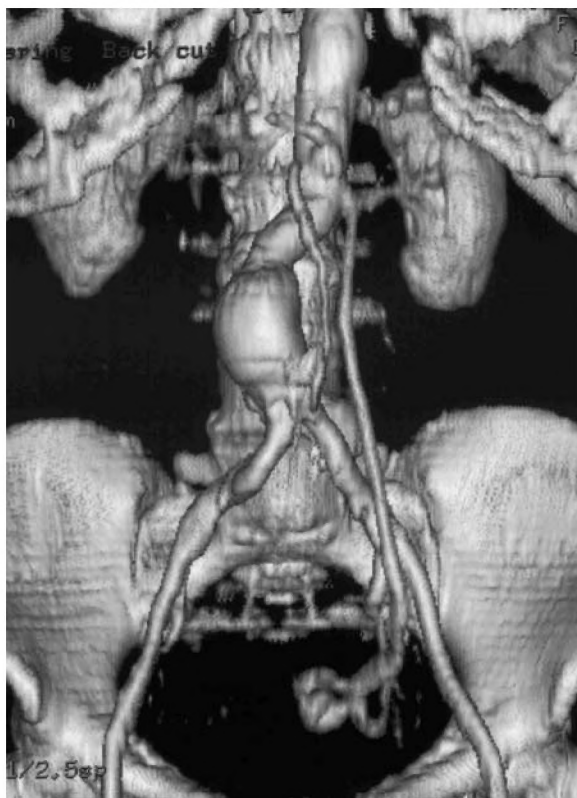


Figure 1. A male patient aged 72. 3D reconstruction of abdominal aorta aneurysm.

Rycina 1. Chory l. 72. Rekonstrukcja 3D tętniaka aorty brzusznej.

z zespołem Marfana, założono stentgraft prosty obejmujący aortę piersiową i brzusznią, z chirurgicznym wykonaniem pomostu biodrowo-trzewnego i nerkowego). Podczas wykonywania zabiegów wewnątrznaczyniowych nie zaszła konieczność chirurgicznego usunięcia protezy (wszystkie stentgrafty prawidłowo rozprężono w aorcie).

Ilości i rodzaje leczonych tętniaków i uszkodzeń ściany aorty przedstawia tab. 2.

Ogółem stwierdzono 13 przypadków (9,7 %) powikłań po implantacji stentgraftów.

Powikłania śródoperacyjne:

– przemieszczenie odnogi stentgraftu do przeciwległej tętnicy udowej wspólnej (Powerlink) wymagające następnego wykonania pomostu udowo-udowego – 1 (0,75%)

Powikłania wczesne:

– przeciek typu I z towarzyszącym klepsydrowatym zniekształceniem proksymalnej części stentgraftu (Powerlink) leczony metodą wewnątrznaczyniową – 1 (0,75%)

– martwica jelita grubego – 1 (0,75%)

– pęknięcie tętniaka tętnicy biodrowej – 1 (0,75%)



Figure 2. A male patient aged 72. Dimensioning angiography of abdominal aorta aneurysm

Rycina 2. Chory l. 72. Angiografia wymiarująca tętniaka aorty brzusznej.

Table 2. Aneurysms and aortal wall damage.**Tabela 2.** Tętniaki i uszkodzenia ściany aorty.

L.p.	Rodzaj zmiany	Ilość	%
1.	Tętniak aorty brzusznej	112	83,6
2.	Tętniak (niepowikłany) aorty piersiowej	9	6,72
3.	Rozwarstwienie aorty piersiowej	7	5,22
4.	Pourazowe rozerwanie/tętniak aorty piersiowej	3	2,23
5.	Pęknięcie tętniaka tętnicy biodrowej	1	0,74
6.	Penetrujące owrzodzenie ściany aorty piersiowej	2	1,49

Powikłania późne:

- przeciek typu II (leczony implantacją przedłużki dolnej) – 3 (2,3%)
- wykrępienie odnogi stentgraftu Zenith (pomost udowodowy) – 3 (2,3%)
- zakażenie stentgraftu (1 i 2 lata po zabiegu) – 2 (1,5 %)
- odcięcie odnogi stentgraftu (po 4 latach) – 1 (0,75%)

Dyskusja

W kwalifikacji do leczenia wewnątrznaczyniowego, poza wskazaniami klinicznymi, zasadnicze znaczenie odgrywa obraz TK tętniaka [10]. Bardzo pomocnymi są rekonstrukcje 3D [13]. Pozwalają one na przestrzenne uwidocznienie aorty oraz odchodzących od niej naczyń, zwłaszcza nerkowych. Dzięki temu, iż możliwa jest ocena tętnic w dowolnej projekcji, dokładniej niż w angiografii, widoczny jest kąt wygięcia aorty. Łatwiej jest też ocenić długość szyi i stopień jej zagięcia oraz ocenić przebieg (krętość) tętnic biodrowych oraz poziom odejścia tętnic biodrowych wewnętrznych.

Nieprecyzyjna ocena stopnia zagięcia szyi tętniaka oraz tętnic biodrowych wiąże się z większymi trudnościami podczas implantacji – bardziej skomplikowaną procedurą cewnikowania naczynia, większym zużyciem środka cieniującego oraz ze zwiększonym narażeniem chorego i personelu na promieniowanie jonizujące. Aczkolwiek, u naszych pacjentów nie zaobserwowano, aby parametry te miały bezpośredni wpływ na ogólną liczbę powikłań, to prawidłowa ocena obrazu tętniaka ułatwia zaplanowanie optymalnego ułożenia protezy w aorcie i tym samym skraca czas implantacji.

Ważnym parametrem w fazie kwalifikacji do zabiegu jest ocena średnicy tętnic biodrowych i udowych. Większość

obecnie stosowanych systemów wprowadzających ma średnicę 22–27 F i w przypadku zbyt wąskich naczyń może zająć konieczność chirurgicznego doszycia rękawa robocznego. Ponieważ obrazy TK odzwierciedlają najczęściej skośny w stosunku do osi długiej przekrój naczynia, również w ich ocenie bardzo pomocnymi okazały się rekonstrukcje 3D. Pozwoliło to na takie zaplanowanie zabiegów, aby dokładnie określić, przez którą tętnicę udową będzie wprowadzany system zawierający stentgraft, a przez którą przeciwwęgła jego odnoga.

W jednym przypadku (bardzo wąskie tętnice udowe < 7 mm) zaszła konieczność (zaplanowanego) doszycia rękawa do tętnicy biodrowej umożliwiające wprowadzenie systemu ze stentgraftem do aorty.

W początkowym okresie w fazie kwalifikacji do zabiegów endowaskularnych wykonywano zarówno badanie TK jak i angiografię wymiarującą.

Korelacja obrazów TK i angiografii z zabiegiem implantacji stentgraftów (ocena TK, dobór protezy i zabieg wykonywane były przez tego samego lekarza) przyczyniła się do zastąpienia wykonywanych angiografii badaniami TK. Fakt ten spowodował skrócenie i zmniejszenie kosztów procesu diagnostycznego, a także zmniejszenie narażenia pacjenta na niekorzystny wpływ środków cieniujących oraz promieniowania jonizującego.

Na podstawie obrazów radiologicznych tętniaków brzusznych w badanej grupie pacjentów stwierdzono, iż najczęściej były to tętniaki zaliczane wg kryteriów Eurostar [12] do grupy C – 34,8% i B – 27,7% (tab. 3). Tętniaki, które pod względem morfologicznym miały długą górną i dolną szyję (> 20 mm) a także te, które przechodziły na obie tętnice biodrowe wspólne obejmując swym zasięgiem odejścia tętnic biodrowych wewnętrznych, operowane były znacznie rzadziej (typ A – 13,4 %, typ E – 9,8 %). Podobne wyniki podają również inni autorzy [10].

Table 3. TAB types (according to EUROSTAR) in the treated patients.**Tabela 3.** Typy TAB (wg EUROSTAR) u leczonych pacjentów.

Typ TAB	A	B	C	D	E
Ilość	15	31	39	16	11
%	13,4	27,7	34,8	14,3	9,8

Dobór poszczególnych typów stentgraftów opierał się na ich parametrach:

- średnica systemu wprowadzającego (stentgraftu i odnogi kontralateralnej)
- typ mocowania – nadnerkowy lub podnerkowy
- obecność haczyków mocujących stentgraft do ściany aorty
- elastyczność odnóg stentgraftu.

U pacjentów z krótką i szeroką szyją tętniaka implantowano najczęściej stentgrafty Zenith ze względu na tzw. nadnerkowy system mocowania oraz obecność haczyków.

Jedną z dodatkowych zalet tego stentgraftu jest sposób jego uwalniania – daje on możliwość bardzo precyzyjnego pozycjonowania w stosunku do poziomu odejścia tętnic nerkowych [10].

Natomiast u pacjentów otyłych, ze znacznie zagiętymi tętnicami biodrowymi obserwowano, iż segmentarna budowa odnóg tego typu stentgraftu przyczyniła się do powstania w nich zakrzepicy.

U pacjentów z wąskimi tętnicami udowymi i biodrowymi zakładano stentgrafty Excluder. Zaletą tego systemu jest bardzo dobra elastyczność odnóg, co ma znaczenie zwłaszcza w przypadku nadmiernego zagięcia tętnic biodrowych.

Podczas implantacji stentgraftów Powerlink stwierdzono, iż ma on tendencję do niewielkiej migracji już podczas jego uwalniania. Również wyjęcie systemu wprowadzającego po rozprężeniu stentgraftu w aorcie było utrudnione w przypadku aorty o zagiętym przebiegu (wymagało to zamiany

sztynnego przewodnika na bardziej elastyczny). U jednego pacjenta, którego leczono za pomocą protezy Powerlink, pojawił się późny przeciek na poziomie tętnicy biodrowej (tętnica biodrowa z zagięciami na swym przebiegu). Wymagało to założenia dodatkowego segmentu przedłużającego protezę. Budowa tego stentgraftu (metalowe rusztowanie wewnątrz, a pokrycie PTFE na zewnątrz) utrudniała jednak jej wprowadzenie.

U pacjentów z tętniakami i uszkodzeniami ściany aorty piersiowej nie zaobserwowano powikłań (w jednym przypadku stentgraft wszczepiony był od poziomu odejścia lewej tętnicy podobojczykowej do pnia trzewnego). Najczęściej (u 19 pacjentów) implantowano stentgraft Zenith. Ponieważ system wprowadzający pokryty jest substancją hydrofilną, jego implantacja jest znacznie ułatwiona nawet w przypadku dużych zmian miażdżycowych zwięzających światło tętnic biodrowych i udowych.

Stentgraft Zenith zastosowano również w leczeniu tętniaka łuku aorty obejmującego odejście głównych pni naczyniowych. W tym przypadku wykonano najpierw (w Klinice Kardiologii – dr M. Garlicki) transpozycję naczyń łuku aorty, a następnie poprzez dojsie od strony prawej tętnicy udowej wszczepiono stentgraft do aorty wstępującej, łuku i części zstępującej (ryc. 3a,b). Obejmował on strefy 0 – 4 [11].

Podczas implantacji stentgraftów piersiowych (np. gdy ściana aorty jest rozwarstwiona (ryc. 4a) lub gdy tętniak jest na szczycie łuku aorty) obserwowano, iż nawet sztywny przewodnik Lunderquist (Cook) nie zawsze umożliwia łatwe przeprowadzenie systemu przez łuk aorty. W dwóch takich przypadkach wykonano wprowadzenie poprzez prawą tętnicę pachową cewnika typu lasso, który zaczepiony został do dystalnej części przewodnika Lunderquist wystającego

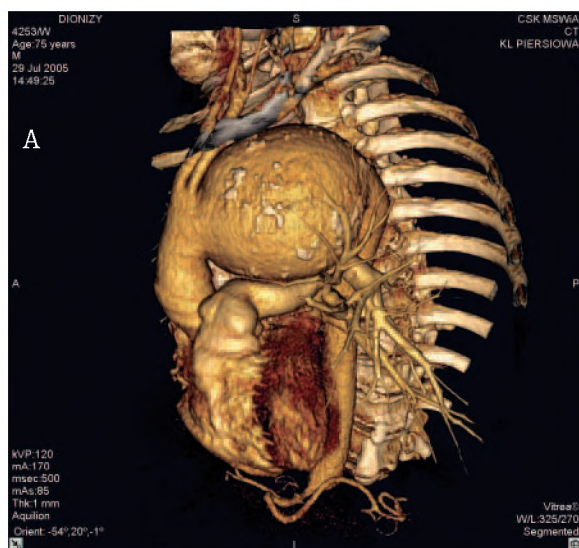


Figure 3a. A male patient aged 76 with a 10 cm aneurysm of the aortal arch involving the area from which the main vascular trunks arise. CT – 3D reconstruction.

Rycina 3a. Chory lat 76 z 10 cm tętniakiem łuku aorty obejmującym odejście głównych pni naczyniowych. Badanie TK- rekonstrukcja 3D.

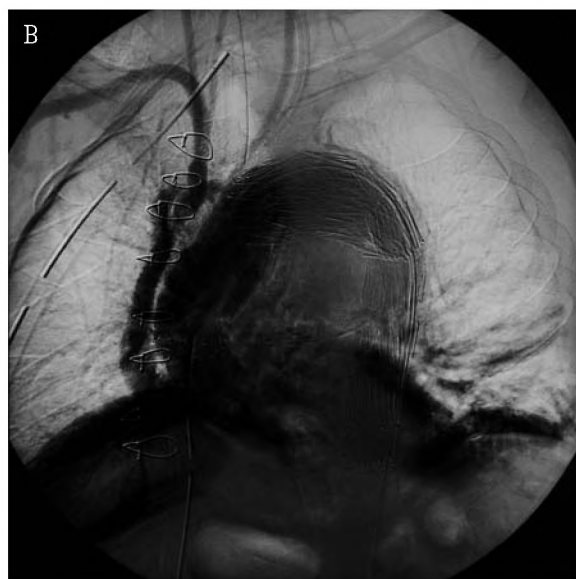


Figure 3b. Intraoperative angiography. Condition after surgical transposition of the aortal arch vessels. A stentgraft implanted into the ascending aorta, aortal arch and descending aorta.

Rycina 3b. Angiografia śródoperacyjna. Stan po chirurgicznej transpozycji naczyń łuku aorty. Implantowany stentgraft do aorty wstępującej, łuku i zstępującej.

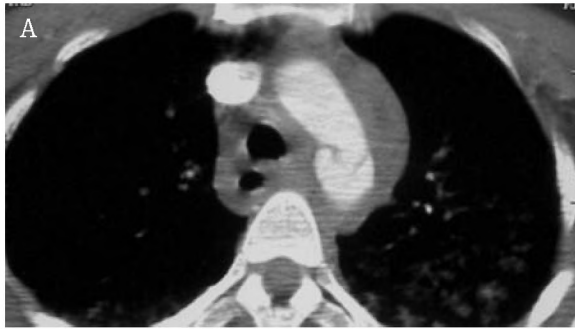


Figure 4a. A female patient aged 23 with posttraumatic rupture of thoracic aorta wall. CT. Delamination of the thoracic aorta and a hematoma in the mediastinum visible.

Rycina 4a. Chora lat 23 z pourazowym rozerwaniem ściany aorty piersiowej. Badanie TK. Widoczne rozwarstwienie aorty piersiowej oraz krwiak w śródpiersiu.

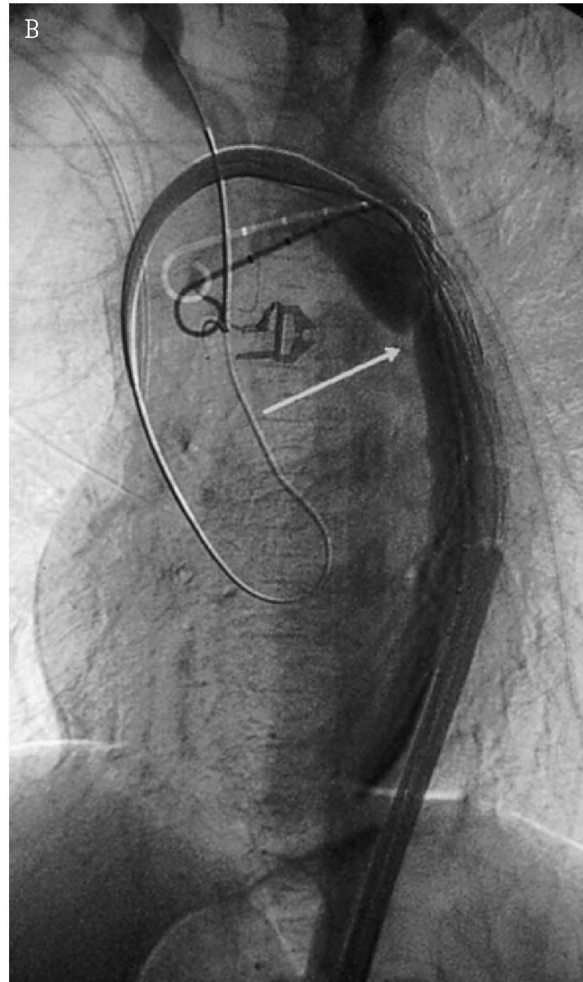


Figure 4b. Intraoperative angiography. The site of thoracic aorta rupture visible (arrow). "Push and pull" method applied during stentgraft implantation.

Rycina 4b. Arteriografia śródoperacyjna. Widoczne miejsce rozerwania aorty piersiowej (strzałka). Metoda „push and pull” podczas implantacji stentgraftu.

nieznacznie z systemu wprowadzającego (ryc. 4b). Jednocześnie pociągano cewnik lasso i wprowadzano stentgraft (tzw. technika „push and pull”). Umożliwiło to szybkie i bezpieczne przeprowadzenie stentgraftu poprzez łuk aorty i dokładne ustawienie protezy przed jej rozprężeniem.

Zabiegi implantacji stentgraftów wykonywane były nie tylko w celu leczenia tętniaków i rozwarstwień aorty, lecz także pourazowego rozerwania jej ściany. Metoda ta jest coraz powszechniej stosowana [13,14,15] jako zabieg ratujący życie.

Implantacja samorozprężalnych protez w celu leczenia tętniaków aorty związana jest jednak z obecnością powikłań. Najczęściej (ok. 3%) stwierdziliśmy obecność przecieków poza światło protezy oraz wykrzepienie jednej z odnóg stentgraftu (2,3 %). Wyniki te podobne są do prezentowanych przez innych autorów [10,14], aczkolwiek podczas naszych zabiegów nie zaszła konieczność chirurgicznego usunięcia protezy.

Piśmiennictwo:

1. Parodi JC. Endovascular repair of aortic aneurysms, arteriovenous fistulas and false aneurysms. *World J Surg.* 1996; 20: 655–663.
2. Nio D, Vos PM et al. Emergency endovascular treatment of thoracic aortic rupture in three accident victims with multiple injuries. *J Endovasc Ther.* 2002; 9: II–60–II–66.
3. Nesser HJ, Eggebrecht H, Baumgart D et al. Emergency stent-graft placement for impending rupture of descending thoracic aorta. *J Endovasc Ther.* 2002; 9: II–72–II–78.
4. Yilmaz N, Peppelenbosch N, Cuypers PWM et al. Emergency treatment of symptomatic or ruptured abdominal aortic aneurysms: The role of endovascular repair. *J Endovasc Ther.* 2002; 9: 449–457.

Również czas przeprowadzenia zabiegów implantacji stentgraftów (śr. 75 min.) nie różni się od innych ośrodków zajmujących się takimi procedurami [10, 15]. Ma to zwłaszcza znaczenie w przypadku leczenia pourazowych uszkodzeń aorty.

Wnioski

Implantacja stentgraftów jest bezpieczną metodą leczenia tętniaków, rozwarstwień i pęknięć aorty. Jest także zabiegiem ratującym życie w przypadku pourazowego rozerwania ściany aorty.

Zasadnicze znaczenie w diagnostyce aorty odgrywa tomografia komputerowa. Dzięki rekonstrukcjom 3D obrazów tomograficznych można dokładnie określić jej anatomię oraz miejsce uszkodzenia ściany. Ma to zasadnicze znaczenie w prawidłowym doborze parametrów stentgraftu oraz umożliwia zrezygnowanie z wykonywania arteriografii wymiarującej.

5. May J, White GH, Waugh R et al. Comparison of first- and second-generation prostheses for endoluminal repair of abdominal aortic aneurysms: a 6-year study with life table analysis. *J. Vasc Surg.* 2000; 32: 124–129.
6. Diehm N, Herrmann P, Dinkel HP. Multidetector CT angiography versus digital subtraction angiography for aortoiliac length measurements prior to endovascular AAA repair. *J Endovasc Ther.* 2004; 11: 527–534.
7. Beebe HG. Imaging modalities for aortic endografting. *J Endovasc Surg.* 1997; 4: 111–123.
8. Broeders IA, Blankensteijn JD, Olree M, et al. Preoperative sizing of grafts for transfemoral endovascular aneurysms management: a prospective comparative study of spiral CT angiography, arteriography and conventional CT imaging. *J. Endovasc Surg.* 1997; 4: 252–261.
9. Keats AS. The ASA classification of physical status—a recapitulation. *Anesthesiology.* 1978; 49: 233–236.
10. Alric P, Hinchliffe R, MacSweeney STR et al. The Zenith Aortic Stent-Graft: a 5-year single-center experience. *J Endovasc Ther.* 2002; 9: 719–728.
11. Kritpracha B, Beebe HG, Comerota AJ. Aortic diameter is an intensive measurement of early aneurysm expansion after endografting. *J Endovasc Ther.* 2004; 11: 184–190.
12. Eurostar Data Registry Centre, Progress Report. March 2002.
13. Mitchell S, Ishimaru S, Ehrlich M et al. First international summit on thoracic aortic endografting. *J Endovasc Ther.* 2002; 9: II-98–II-105.
14. Arko FR, Hill BB, Olcott IV C et al. Endovascular repair reduces early and late morbidity compared to open surgery for abdominal aortic aneurysms. *J Endovasc Ther* 2002; 9: 711–718.
15. Gorich J, Asquan Y, Seifarth H et al. Initial experience with intentional stent-graft coverage of the subclavian artery during endovascular thoracic aortic repairs. *J Endovasc Ther* 2002; 9: II-39–II-43.