

Wykorzystanie protez impregnowanych solami srebra w leczeniu infekcji protez naczyniowych

The usage of silver-impregnated prostheses in the treatment of vascular prosthesis infections

Tomasz Urbanek, Marcin Kucharzewski, Damian Ziaja, Wacław Kuczmik, Przemysław Nowakowski, Piotr Piesik, Arkadiusz Krupowies, Dariusz Stańczyk, Henryka Chmurzewska, Krzysztof Ziaja

Klinika Chirurgii Ogólnej, Naczyń i Angiologii Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach (Department of General and Vascular Surgery and Angiology, Medical University of Silesia, Katowice)

Streszczenie

Wstęp: Infekcja protezy naczyniowej stanowi jedno z najgroźniejszych powikłań po zabiegach naczyniowych. Mimo dostępności wielu sposobów leczenia, brak nadal idealnej metody terapii tego rodzaju zakażenia. W pracy przedstawiono własne doświadczenia z wykorzystaniem protez impregnowanych solami srebra w rewaskularyzacji w środowisku zakażonym.

Materiał i metody: W latach 2003–2007 leczono operacyjnie 37 chorych z infekcją protezy naczyniowej, u których usunięto zakażoną protezę i dokonano rewaskularyzacji sposobem *in situ* za pomocą protezy impregnowanej solami srebra (Intergard Silver). Średni wiek chory wynosił 61 lat i 2 miesiące (47–90 lat). Przy przyjęciu do szpitala czynną protezę naczyniową stwierdzono u 36 chorych (97%). Zakażenie dotyczyło w 28 przypadkach protezy wszczepionej uprzednio w odcinku aortalno-biodrowo-udowym (w tym u 13 chorych protezy rozwidłonej), w 4 przypadkach protezy pozaanatomicznej oraz 5 przypadkach protezy wszczepionej w odcinku udowo-podkolanowym.

Wyniki: W okresie wczesnej obserwacji pooperacyjnej zmarło 7 z 37 operowanych chorych z zakażeniem protezy naczyniowej (19%). Nie obserwowano zgonów w grupie pacjentów, u których dokonano wymiany protezy udowo-podkolanowej. W przypadku 4 chorych po wcześniejszym pomostowaniu pozaanatomicznym zmarło 2 pacjentów, wśród 8 chorych po częściowej wymianie protezy aortalno-udowej zanotowano 1 zgon. Pozostałe 4 zgony (20%) dotyczyły grupy chorych poddanych rekonstrukcji anatomicznej w odcinku aortalno-biodrowo-udowym. W okresie obserwacji wczesnej i odległej wystąpienie reinfekcji stwierdzono u 11 z 37 operowanych pacjentów (29%), z czego 3 przypadki powikłane były zgonem chorego.

Wnioski: Zastosowanie protezy nasączanej solami srebra stwarza szansę rewaskularyzacji chorego w przypadku zakażenia uprzednio wszczepionej protezy naczyniowej, nie gwarantuje jednak 100% wyleczenia infekcji.

Brak nadal idealnej metody leczenia pacjentów z zakażeniami protezy naczyniowej, a na wyniki leczenia chorego w istotny sposób wpływa zarówno obecność schorzeń współistniejących, jak i przedoperacyjny stan pacjenta.

Słowa kluczowe: chirurgia naczyń, infekcja, powikłania, proteza srebrzona

Chirurgia Polska 2008, 10, 141–149

Abstract

Background: Vascular prosthesis infection poses one of the most dangerous complications following vascular procedures. Despite the availability of a number of treatment methods, there is still a shortage of a perfect method of treatment concerning these kinds of infections. In this report, our own experience regarding the usage of silver-impregnated prostheses in revascularization procedures within an infected field are presented.

Material and methods: Between the years 2003 and 2007 37 patients were admitted presenting infection of a vascular prosthesis and were treated with surgical procedures in which the infected graft was

removed and revascularization was performed with the *in situ* method, using a silver-impregnated prosthesis (InterGard Silver). The mean age of patients was 61 years and 2 months (47–90 years). On admission to hospital, a patent vascular prosthesis was present in 36 patients (97%). Infection concerned 28 cases in which a vascular prosthesis had been implanted previously in the aorto-ilio-femoral segment (including 13 patients with a bifurcated prosthesis). As well as this, there were 4 cases of extra-anatomic bypasses and 5 patients who presented a prosthesis from the femoro-popliteal segment.

Results: During the early postoperative period, 7 (19%) of the 37 patients died. No death occurred in patients that had undergone replacement of a vascular prosthesis in the femoro-popliteal segment. In 4 patients who had previously undergone an extra-anatomic by-pass grafting, 2 patients died, while among 8 cases who had undergone a partial replacement of an aorto-femoral prosthesis 1 death was noted. The other 4 deaths (20%) concerned a group of patients that underwent an anatomic reconstruction in the aorto-ilio-femoral segment. During the early and late observation periods, reinfection occurred in 11 of the 37 patients who underwent surgery (29%), while 3 of these cases resulted in death.

Conclusions: The usage of silver-impregnated prostheses opens a window of opportunity for revascularization in cases of infection of previously implanted vascular prostheses, but does not guarantee a 100% complete recovery. There is still a lack of a perfect treatment method in patients with vascular prosthesis infection while the result of treatment is significantly dependent on both the presence of concomitant diseases and the patient's preoperative general condition.

Key words: vascular surgery, infection, complications, silver-impregnated prosthesis

Polish Surgery 2008, 10, 141–149

Wstęp

Zakażenie protezy naczyniowej jest nadal dużym wyzwaniem terapeutycznym, w szczególności, jeśli problem ten dotyczy działającego pomostu naczyniowego [1–3]. Mimo postępu technologicznego, okołoperacyjnej profilaktyki antybiotykowej oraz coraz doskonalszej techniki chirurgicznej, powikłania infekcyjne po operacjach naczyniowych dotyczą wciąż 1–10% operowanych chorych, a w 1–3% przypadków zakażenie ma związek bezpośrednio z wszczepioną protezą naczyniową [4, 5].

Pomimo licznych badań prowadzonych nad ustaleniem optymalnego sposobu postępowania w przypadku tego groźnego powikłania, nadal brakuje idealnego sposobu leczenia infekcji protezy naczyniowej. Ewakuacja zakażonej protezy, rekonstrukcja pozaanatomiczna czy też *in situ* w miejscu po usuniętej zakażonej protezie wiąże się często z dużym ryzykiem powikłań (w tym powikłań śmiertelnych) i amputacji [6, 7]. Przyczyną tej sytuacji jest zarówno ciężki wyjściowy stan pacjenta (w szczególności dotyczy to chorych z powikłaniami krwotocznymi infekcji protezy naczyniowej), obecność schorzeń współistniejących, jak i rozległość koniecznego do wykonania zabiegu. Czynnikiem dodatkowo utrudniającym wykonanie skutecznego zabiegu operacyjnego jest także rewaskularyzacja w zakażonym polu operacyjnym [1, 8, 9].

Większość badaczy zajmujących się problemem powikłań infekcyjnych po zabiegach naczyniowych podkreśla konieczność usunięcia zakażonej protezy naczyniowej. W przypadku ograniczonej infekcji wszczepionego przęsła podejmowane są czasami próby usunięcia jedynie fragmentu zakażonej protezy. Postępowanie to ma jednak ograniczoną skuteczność i wiąże się ze znacznym ryzykiem nawrotu zakażenia w miejscu wykonanej rewaskularyzacji [10–12].

Introduction

Vascular prosthesis infection is still a great medical challenge, in particular when the problem concerns a patent vascular by-pass [1–3]. Despite technological progress, perioperative antibiotic prophylaxis and evermore perfect surgical techniques, infectious complications after vascular operations occur in 1–10% of patients undergoing surgery. Moreover, 1–3% of infections directly concern implanted vascular prostheses [4, 5].

In spite of numerous studies attempting to establish the optimal treatment management strategy in cases of such a dangerous complication, there is still lacking a perfect treatment method for vascular prosthesis infection. Moreover, evacuation of the infected prosthesis and extra-anatomic or *in situ* revascularization in the place of the removed infected prosthesis often presents a high risk of complication (including fatal complications) and amputation [6, 7]. The reason for the above-mentioned situation is both the patient's poor general condition on admission (especially concerning patients with hemorrhagic complications of vascular prosthesis infection), the presence of concomitant diseases, as well as the degree of necessity to perform surgery. Another factor that additionally obstructs the performance an effective surgical procedure is revascularization within an infected operative field [1, 8, 9].

The majority of researchers concerned with the problem of infectious complications after vascular procedures emphasize the necessity of removal the infected vascular prosthesis. In cases of limited and regional infection of an implanted by-pass, attempts are sometimes made to remove only the infected part of such a prosthesis. This method has, however, a limited effectiveness and is connected with a significant risk of reinfection within the area of a previously performed revascularization [10–12].

Z koniecznością usunięcia zakażonej protezy łączy się problem rewaskularyzacji w zakażonym polu operacyjnym. Proponowane od lat pomostowanie pozaanatomiczne po usunięciu zainfekowanego przęsta jest jedną z opcji leczenia [2, 4, 13, 14]. W przypadku dużego zaawansowania zakażenia obejmującego zespolenia protezy naczyniowej lub też braku możliwości przeprowadzenia protezy naczyniowej z dala od miejsca zakażenia postępowanie to może być jednak bardzo ryzykowne i nieskuteczne. Dodatkową niedogodnością tej metody leczenia jest ryzyko zakażenia kolejnej wszczepianej protezy oraz ograniczona skuteczność w obserwacji odległej [9].

Dyskusyjne wyniki oraz trudności związane z rewaskularyzacją pozaanatomiczną skłaniają do rozważenia rekonstrukcji sposobem *in situ* w miejscu po usuniętej protezie naczyniowej. Problemem pozostaje w tym przypadku oporny na infekcję materiał wykorzystywany do odtworzenia krążenia w zakażonym polu operacyjnym [15–17].

Doniesienia ostatnich dwóch dekad udowadniają wysoką skuteczność rekonstrukcji z wykorzystaniem żyły własnej chorego, w tym w szczególności żyły udowej powierzchownej [15]. Zarówno ograniczona długość możliwych do wykorzystania segmentów autologicznej żyły, jak i czas trwania i rozległość zabiegu stanowić mogą jednak istotny problem w rutynowym stosowaniu powyższej metody (w szczególności u chorych, u których ze względu na krwawienie z zakażonej protezy istnieje konieczność wykonania doraźnego zabiegu operacyjnego). Alternatywne wykorzystanie allograftu zarówno mrożonego, jak świeżego, także nie jest wolne od powikłań [16]. Opisywane w literaturze powikłania krwotoczne, pęknięcia oraz (rzadkie, ale obecne) reinfekcje w okresie wczesnym oraz zmiany degeneracyjne w obrębie przeszczepu w obserwacji odległej nakazują ostrożność w stosowaniu tej metody leczenia [6, 7, 16, 18]. Dodatkowym problemem może być ograniczona dostępność allogenicznych, zgodnych grupowo tętnic.

Od lat trwają poszukiwania materiału syntetycznego wykazującego oporność na reinfekcję pozwalającą na wykorzystanie tego rodzaju protezy w rekonstrukcji naczyniowej w zakażonym polu operacyjnym. Wykorzystanie protez nasączanych antybiotykiem (np. rifampicyną) lub też impregnowanych solami srebra to najczęściej opisywane w literaturze opcje leczenia [19–21].

Stosunkowo niewielkie grupy chorych, różny stopień zaawansowania infekcji i zjadliwości obecnych patogenów, a także zróżnicowany wyjściowy stan operowanych pacjentów istotnie utrudniają porównanie poszczególnych sposobów leczenia. W pracy podjęto próbę oceny wczesnych i odległych wyników leczenia infekcji protezy naczyniowej przy wykorzystaniu protez impregnowanych solami srebra.

Materiał i metody

W okresie od stycznia 2003 roku do grudnia 2007 roku w Klinice Chirurgii Ogólnej i Naczyń Śląskiego Uniwersy-

Accompanying the necessity of removing the infected prosthesis is the problem of revascularization within an infected field. Extra-anatomic bypassing after the removal of the infected graft has long been in use and is one of available treatment options [2, 4, 13, 14]. In cases of a serious progression of infection involving vascular anastomoses or, in cases where possibilities are limited to lead the vascular prosthesis far from the infected area, such an action may be very risky and ineffective. An additional disadvantage of the above-mentioned method is the risk of infection concerning another implanted prosthesis and its limited effectiveness, as seen in the late observation period [9].

The controversial results and difficulties connected with extra-anatomic revascularization induce one to consider reconstruction using the *in situ* method within the area after the removal of the infected vascular prosthesis. The problem in this case is the material resistant to infection that may be used for revascularization within an infected operative field [15–17].

Reports from the last two decades have proved the high effectiveness of reconstruction with the usage of the patient's own veins, including especially the usage of the superficial femoral vein [15]. Limited length of possible to use parts of autologous vein. However, the duration and extent of a surgical procedure may pose a significant problem in the routine performance of the above-described method (especially in patients who need an emergency operation due to a haemorrhage from an infected prosthesis). Although another alternative is the usage of an allograft, either frozen or fresh, it is also not free of complications [16]. Hemorrhagic complications, ruptures and (rare but present) reinfections during the early postoperative period, as well as degenerative changes within the graft during the late observation period all of which have been described in the literature, order one to show caution with this method of treatment [6, 7, 16, 18]. Additional problems may be posed by the limited availability of allogenic and blood group compatible arteries.

The search for a synthetic material that is resistant to reinfection and could be implanted within an infected area for revascularization has lasted for years. The usage of antibiotic-impregnated (e.g. with rifampicin) or silver-impregnated prostheses are the most commonly described treatment options in the literature [19–21].

Various factors significantly obstructing the comparison of particular methods of treatment include; the relatively small groups of patients, the various degrees of progression of the infection, the virulence of the pathogens present, as well as the differing initial general condition of patients. Thus, this study was an attempt to evaluate the early and late results of treatment of infections of vascular prostheses using silver-impregnated prostheses.

Material and methods

Between January 2003 and December 2007 in the Department of General and Vascular Surgery and An-

Tabela I. Objawy infekcji

Table I. Symptoms of infection

Objawy infekcji <i>Symptoms of infection</i>	
Przetoka ropna lub ropienie rany w pachwinie <i>Purulent fistula or wound suppuration in groin</i>	19 (51%)
Tętniak rzekomy w przebiegu protezy <i>False aneurysm within the course of prosthesis</i>	9 (24%)
Ropień w pachwinie <i>Abscess in groin</i>	3 (8%)
Zatkanie protezy / powodowane oderwaniem protezy od zespolenia <i>Occlusion of the prosthesis / caused by abruption of prosthesis from anastomosis</i>	1 (3%)
Przetoka protezowo-jelitowa <i>Graft-enteric fistula</i>	6 (16%)

tetu Medycznego leczono operacyjnie 37 chorych z infekcją protezy naczyniowej, u których usunięto zakażoną protezę i dokonano rewaskularyzacji sposobem *in situ* pomocą protezy impregnowanej solami srebra (Intergard Silver firmy Intervascular). Średni wiek chory wynosił 61 lat i 2 miesiące (47–90 lat). W grupie badanej było 5 kobiet i 32 mężczyzn. Przy przyjęciu do szpitala czynną protezę naczyniową stwierdzono u 36 chorych (97%). Zakażenie dotyczyło w 28 przypadkach protezy wszczepionej uprzednio w odcinku aortalno-biodrowo-udowym (w tym u 13 chorych protezy rozwidlonej), w 4 przypadkach protezy pozanatomicznej oraz w 5 przypadkach protezy wszczepionej w odcinku udowo-podkolanowym. Objawy infekcji protezy przedstawiono w tabeli I.

Trzech chorych (8%) przyjęto do szpitala z objawami krwawienia z protezy naczyniowej, w tym jednego (3%) z objawami wstrząsu hipowolemicznego powodowanego masywnym krwawieniem. W 6 przypadkach zdiagnozowano przetokę protezowo-jelitową. U 65% chorych przed planowanym zabiegiem operacyjnym stwierdzono chorobę wieńcową, 30% operowanych przebyło co najmniej jeden zawał serca. Choroby współistniejące przedstawiono w tabeli II.

U wszystkich chorych wykonano badanie USG duplex Doppler okolicy protezy naczyniowej, u 48% chorych wykonano tomografię komputerową. W przypadkach podejrzenia przetoki protezowo-jelitowej wykonywano badanie endoskopowe z oceną dystalnego odcinka dwunastnicy.

Zgodnie z przyjętym w klinice algorytmem postępowania w każdym przypadku dążono do ewakuacji zakażonej protezy oraz rewaskularyzacji sposobem *in situ*. W większości przypadków — 81% (30 chorych) usunięto całą zainfekowaną protezę naczyniową. W 8 przypadkach (21,6%) dokonano ewakuacji jedynie fragmentu protezy, co uzasadniano złym ogólnym stanem chorego oraz cechami klinicznymi zlokalizowanej infekcji protezy naczyniowej. We wszystkich przypadkach dokonano rewaskularyzacji, wszczepiając *in situ* protezę impregnowaną solami srebra (Intergard — Intervascular). Wszystkich chorych poddano odległej obserwacji, oceniając powi-

Tabela II. Choroby współistniejące

Table II. Concomitant diseases

Choroba wieńcowa <i>Coronary artery disease</i>	24 (65%)
Zawał serca <i>Myocardial infarction</i>	11 (30%)
Przewlekła choroba płuc <i>Chronic lung disease</i>	4 (11%)
Choroba wrzodowa żołądka lub dwunastnicy <i>Gastric or duodenal ulcer disease</i>	5 (14%)
Cukrzyca <i>Diabetes</i>	6 (16%)
Nadciśnienie tętnicze <i>Arterial hypertension</i>	22 (59%)

giology at our hospital, 37 patients were admitted presenting infection of a vascular prosthesis and were treated with surgical procedures in which the infected graft was removed and revascularization was performed with the *in situ* method using a silver-impregnated prosthesis (InterGard Silver made by Intervascular Corporation). The mean age of patients was 61 years and 2 months (47–90 years). On admission to hospital, a patent vascular prosthesis was present in 36 patients (97%). Infection concerned 28 cases in which a vascular prosthesis had been implanted previously in the aorto-ilio-femoral segment (including 13 patients with a bifurcated prosthesis). As well as this, there were 4 cases of extra-anatomic bypasses and 5 patients who presented a prosthesis from the femoro-popliteal segment. The symptoms of infection are listed in Table II.

Three of the patients (8%) were admitted to hospital due to haemorrhage from a vascular prosthesis while one of them (3%) had symptoms of hypovolaemic shock caused by massive haemorrhage. In six cases graft-enteric fistula was diagnosed. Before the scheduled surgical procedure, in 65% of patients coronary artery disease was observed while 30% had had at least one myocardial infarction. The concomitant diseases are shown in Table II.

A colour Duplex Doppler ultrasound examination was performed on all patients regarding the tissues surrounding the vascular prosthesis while in 48% of cases a computed tomography examination was also carried out. An endoscopic examination with an evaluation of the distal part of duodenum was always performed in cases of suspected graft-enteric fistula.

In accordance with management procedures established in our department, in all cases an attempt was made to have an infected prosthesis removed and revascularized "in situ". In most patients — 81% (31 cases) the entire infected prosthesis was removed. A partial evacuation of the prosthesis was carried out in 8 cases (21,6%) and was justified by the patient's poor general condition and the clinical features of a limited infection of the vascular graft. In all cases, *in situ* revascularization was performed using a silver-impreg-

kłania okresu okołoperacyjnego oraz wyniki odległe. Przedstawiony materiał uwzględnia jedynie informacje na temat leczenia chorych za pomocą protezy impregnowanej solami srebra. Informacje na temat innych stosowanych w klinice sposobów leczenia (homograft, autologiczna żyła udowa powierzchowna) są tematem innych doniesień.

Wyniki

Wyniki wczesne

W okresie wczesnej obserwacji pooperacyjnej zmarło 7 z 37 operowanych chorych z zakażeniem protezy naczyniowej (19%).

Nie obserwowano zgonów w grupie pacjentów, u których dokonano wymiany protezy udowo-podkolanowej. W przypadku 4 chorych po wcześniejszym pomostowaniu pozaanatomicznym zmarło 2 pacjentów, wśród 8 chorych po częściowej wymianie protezy aortalno-udowej zanotowano 1 zgon. Pozostałe 4 zgony (20%) dotyczyły grupy chorych poddanych rekonstrukcji anatomicznej w odcinku aortalno-biodrowo-udowym.

W okresie do 30. doby po zabiegu zaistniała konieczność wykonania jednej dużej amputacji kończyny dolnej u pacjenta po wszczepieniu protezy impregnowanej solami srebra w lokalizacji pozaanatomicznej.

Wyniki odległe

Obserwacji odległej poddano 23 chorych w okresie 9–63 miesięcy (średni czas obserwacji — 26,3 miesiąca). Całkowita śmiertelność uwzględniająca zgony w okresie okołoperacyjnym oraz zgony w trakcie obserwacji odległej wyniosła 35% (13/37 chorych). Całkowity odsetek amputacji (wczesny i odległy okres obserwacji) wyniósł 16% (6/37): w okresie obserwacji odległej amputację wykonano u jednego pacjenta po re-przeszczepieniu aortalno-dwuudowym, u 3 chorych po częściowej ewakuacji protezy i u jednego chorego po przeszczepieniu pozaanatomicznym (w grupie poddanej obserwacji odległej).

Reinfekcja protezy naczyniowej

W okresie obserwacji wczesnej i odległej wystąpienie reinfekcji stwierdzono u 11 z 37 operowanych pacjentów (29%), z czego 3 przypadki powikłane były zgonem chorego, a u jednego chorego po ponownej wymianie protezy aortalno-dwuudowej doszło do ponownej infekcji protezy, którą wymieniono na homograft.

Dyskusja

Infekcja protezy naczyniowej to nadal duże wyzwanie dla chirurga naczyniowego, a wiele stosowanych sposobów leczenia sugeruje, że nadal brak idealnego sposobu leczenia tego rodzaju infekcji. Istotnym problemem w odniesieniu do możliwości oceny i porównania wyników leczenia jest zróżnicowany obraz kliniczny i różny wyjściowy stan chorych trafiających niejednokrotnie do szpitala w stanie wstrząsu krwotocznego lub wstrząsu septycznego

nated prosthesis (InterGard — Intervascular). All patients underwent a late observation which estimated complications during the perioperative period and late results. This presented material takes into consideration only information about treatment with the usage of silver-impregnated prostheses. Information regarding other methods of treatment also performed in our department (homograft, autologous superficial femoral vein) are the subject of other reports.

Results

Early results

During the early postoperative period, 7 (19%) of the 37 patients died.

No death occurred in patients that had undergone replacement of a vascular prosthesis in the femoro-popliteal segment. In 4 patients who had previously undergone an extra-anatomic by-pass grafting, 2 patients died, while among 8 cases who had undergone a partial replacement of an aorto-femoral prosthesis 1 death was noted. The other 4 deaths (20%) concerned a group of patients that underwent an anatomic reconstruction in the aorto-ilio-femoral segment.

Within a period of 30 days since the treatment, the necessity of one large amputation of a lower extremity occurred in the case of a patient following the implantation of a silver-impregnated prosthesis using the extra-anatomic method.

Late results

Twenty three patients underwent late observation during a follow-up lasting from 9 to 63 months (the mean time was 26.3 months). Total mortality, including deaths during the perioperative and late observation periods, amounted to 35% (13/37 patients). The total percentage of amputations (early and late observation periods) was 16% (6/37): during the late observation period amputations were performed in one patient who had undergone an aorto-bifemoral re-by-pass, in three patients after a partial evacuation of the prosthesis and, in one case, after an extra-anatomic bypass (within the group that underwent late observation).

Reinfection of the vascular prosthesis

During the early and late observation periods, reinfection occurred in 11 of the 37 patients who underwent surgery (29%), while 3 of these cases resulted in death. In one patient, after a second replacement of an aorto-bifemoral graft, a new reinfection took place. Following this, the prosthesis was replaced by a homograft.

Discussion

The infection of a vascular prosthesis still poses a great challenge for the vascular surgeon and the wide range of applied methods of treatment suggest that a perfect method of treatment regarding these kinds of

go [3, 10, 11]. Dodatkowym problemem w ocenie skuteczności leczenia jest obecność schorzeń współistniejących i wynikające z nich powikłania.

Większość badaczy zgadza się, że zasadniczym sposobem walki z infekcją jest usunięcie zakażonej protezy naczyniowej [7, 9, 14, 16]. Problemem pozostaje revascularizacja w środowisku zakażonym. Od wielu lat trwają poszukiwania materiału, który w przypadku braku autogennych naczyń pacjenta mógłby zostać wykorzystany w przypadku tego rodzaju zabiegów. Wprowadzenie protez impregnowanych solami srebra zwiększającymi istotnie oporność na ewentualną reinfekcję to jedna z ważnych prób zmierzających do uzyskania tego rodzaju biomateriału [19–22]. Niestety, mimo relatywnie wysokiej skuteczności we wczesnym okresie pooperacyjnym, także ten sposób leczenia nie jest wolny od powikłań. Batt i wsp., oceniając wyniki leczenia infekcji protez naczyniowych implantowanych w odcinku aortalnym u 24 chorych, zanotowali 21% zgonów — późne reinfekcje wszczepionej protezy impregnowanej solami srebra dotyczyły 15,7% operowanych [20]. W naszym materiale odsetek nawrotów infekcji wyniósł 29%, z czego w trzech przypadkach nawrót infekcji zakończył się zgonem chorego. Obserwacje te wskazują na konieczność poddania operowanych chorych wnikliwej kontroli i to zarówno bezpośrednio po zabiegu, jak i w okresie obserwacji odległej. Równocześnie wskazują na konieczność poszukiwania nowych, skuteczniejszych rozwiązań.

Korzystne działanie srebra na hamowanie miejscowego rozwoju infekcji znane jest od wielu lat. Przeniesienie powyższych doświadczeń do obszaru leczenia chirurgicznego zakażeń protez naczyniowych przyczyniło się do stworzenia protez o zwiększonej oporności na zakażenie [19–21]. Niestety, także w modelach doświadczalnych stosowanie protez impregnowanych solami srebra nie daje 100-procentowej oporności na wystąpienia powikłań infekcyjnych, w szczególności w przypadku obecnie coraz częściej rozpoznanych infekcji MRSA [21, 23, 24]. Podobne spostrzeżenia wynikają z obserwacji klinicznych [20, 25].

Opcją terapeutyczną zwiększającą oporności wszczepianego biomateriału na reinfekcję jest również wykorzystanie protez nasączanych roztworami antybiotyków [22, 26]. Bandyk i wsp., wykorzystując w leczeniu infekcji protez naczyniowych te nasączone roztworem rifampicyny, w grupie 28 pacjentów zanotował 8% zgonów i 2 przypadki reinfekcji [27]. Także badania doświadczalne wykonane na zwierzętach wydają się potwierdzać wysoką, jednak ciągle niewystarczającą oporność tego typu protez na reinfekcję (wg niektórych badaczy także oporność na kolonizację MRSA, co zostało jednak potwierdzone jedynie w części wykonanych badań) [19, 22, 26].

Mimo postępu technologicznego w chirurgii naczyniowej wyniki wykonanych w ciągu ostatnich trzech dekad badań dotyczących skuteczności leczenia infekcji protez naczyniowych dowodzą, że nadal brakuje materiału syntetycznego wystarczająco opornego na reinfekcję w przypadku implantacji w środowisko zakażone. Zgodnie w wieloletnimi obserwacjami największą skuteczność w zapobieganiu nawrotowi infekcji protezy naczyniowej

infections is still not available. A significant problem with reference to possibility of an evaluation and comparison of the results of treatment is the diverse clinical image, as well as the differing initial general condition of patients admitted to the hospital many times in haemorrhagic or septic shock [3, 10, 11]. An additional problem concerning the estimation of the treatment's effectiveness is the presence of concomitant diseases and the complications resulting from them.

The majority of researchers agree that the most essential method of fighting infection is the removal the infected vascular prosthesis [7, 9, 14, 16]. However, the problem still remains of revascularization within the infected area. For many years, research has been conducted to find a material which could be used for revascularization in such procedures, in cases of a shortage of autologous patient vessels. The introduction of silver-impregnated prostheses has significantly increased resistance to possible reinfection and is one of the most important attempts in the drive to obtain this kind of biomaterial [19–22]. However, despite its relatively high effectiveness in the early postoperative period, unfortunately this method is also not free of complications. Batt *et al.* estimated the treatment results regarding the infections of vascular prosthesis implanted in the aortic segment in 24 patients and discovered deaths in 21%. Moreover, late reinfections of implanted silver-impregnated prostheses concerned 15.7% of patients following surgery [20]. In our material the percentage of reinfections amounted to 29%, including three cases in which the recurrence of infections led to death. These observations point towards the necessity of placing patients under a regime of careful check-ups, both directly after the surgical procedure and during the late observation period. At the same time, they indicate the necessity of searching for new and more effective solutions.

The favorable effect of silver on local inhibition of the development of infection has been known for many years. The transmission of the above-mentioned experiences to the field of surgical treatment of infections of vascular prostheses has contributed to the development of prostheses with a high resistance to infection [19–21]. Unfortunately, also in experimental models, the usage of silver-impregnated prosthesis does not give a 100% rate of resistance to the occurrence of infectious complications, especially in cases of more frequent currently diagnosed MRSA infections [21, 23, 24]. Similar conclusions result from clinical observations [20, 25].

Another treatment option increasing the resistance of implanted biomaterial to reinfection is the usage of an antibiotic-impregnated prostheses [22, 26]. Bandyk used such vascular prosthesis grafts impregnated with rifampicin in the treatment of infections and, in group of 28 patients, obtained 8% mortality and 2 cases of reinfections [27]. Moreover, research carried out on animal models seems to confirm a high, but still insufficient, resistance of such prostheses to reinfections (ac-

zapewnia wykorzystanie materiału autogennego [15, 28]. Żyłą odpiszczelową czy też inne żyły układu powierzchownego od lat znajdują zastosowanie w leczeniu infekcji w odcinku udowo-podkolanowym. Wprowadzenie do arsenału metod leczenia żył udowych powierzchownych jako materiału do wykonania rekonstrukcji naczyniowej w odcinku aortalnym i aortalno-biodrowo-udowym przyniosło istotny postęp w badaniach nad poszukiwaniem idealnego materiału do wykorzystania w zakażonym polu operacyjnym [15]. Mimo korzystnych wyników leczenia, wszczepienie żyły udowej powierzchownej wiąże się jednak z szeregiem powikłań i niedogodności, w szczególności w przypadku konieczności wykonania doraźnej operacji u chorego z masywnym krwawieniem w przebiegu infekcji protezy naczyniowej. Czas konieczny do wypreparowania żyły układu głębokiego, jak również ograniczony do wykorzystania odcinek żyły udowej powierzchownej to podstawowe ograniczenia związane ze stosowaniem tej metody. W literaturze opisywane są również miejscowe powikłania rozległej dyssekcji układu żylnego pod postacią przewlekłego obrzęku i zakrzepicy żylny. Mimo powyższych niedogodności, wzrasta jednak ciągle liczba publikacji dotyczących wykorzystania powyższej metody w omawianym wskazaniu, a w wielu ośrodkach zastępuje ona dotychczas stosowane metody, w tym stosowanie przeszczepów alogenicznych [15, 28–30].

Stosowanie allograftu tętniczego zarówno świeżego, jak i poddanego procesowi krioprezervacji to kolejna cena metoda leczenia powikłań infekcyjnych po zabiegach naczyniowych. Niestety, ze względu na trudności związane z ograniczoną dostępnością, jak również wczesne (pęknięcie allograftu) i odległe (zmiany degeracyjne) powikłania miejscowe, także ten na pewno skuteczny sposób leczenia nie jest wolny od powikłań [16, 31–33].

Mimo wspomnianego ryzyka nawrotu zakażenia, niewątpliwą zaletą protez impregnowanych solami srebra jest dostępność, jak również możliwość wykorzystania w przypadku konieczności wykonania doraźnej operacji, na przykład u chorego z masywnym krwawieniem wymagającym natychmiastowego zaciśnięcia naczyń tętniczych lub też doraźnego usunięcia uprzednio wszczepionej protezy. Wszycie protezy o zwiększonej oporności na reinfekcję stwarza w tym przypadku szansę nie tylko na wyleczenie, ale i stosunkowo najmniej obciążający chorego zabieg. Ze względu na ryzyko nawrotu zakażenia, konieczne są jednak dalsze badania mające na celu zdefiniowanie grupy chorych odnoszących największe korzyści z tego rodzaju postępowania. Obecna technologia nie daje bowiem wyników na tyle satysfakcjonujących, by zrezygnować ze stosowania auto- i alogenicznych przeszczepów naczyniowych w leczeniu infekcji protez naczyniowych w każdym z leczonych przypadków.

Wnioski

1. Zastosowanie protezy nasączonej solami srebra stwarza szansę rewaskularyzacji chorego w przypadku

cording to some researchers also for MRSA colonization — although this has been confirmed in only part of studies) [19, 22, 26].

Despite the technological progress in vascular surgery, the results of research performed during last three decades concerning the effectiveness of the treatment of infections regarding vascular prostheses prove that there is still a lack of a synthetic material resistant enough to reinfections in cases of its implantation within infected area. According to long-term studies, the highest effectiveness in preventing the reinfection of vascular prosthesis is assured by the usage of an autogenous material [15, 28]. The great saphenous vein or some other vein from the superficial system, have, for many years, found an application in the treatment of infections located within the femoro-popliteal segment. The introduction of superficial femoral veins to the arsenal of treatment methods as a suitable material for vascular reconstruction within the aortic and aorto-ilio-femoral segments has brought significant progress in the search for the perfect material for usage within an infected area [15]. Despite the beneficial results of the treatment, implantation of the superficial femoral vein involves, however, a number of complications and inconveniences, especially in cases of the necessity to perform an emergency operation in patients with massive haemorrhage in the course of an infection of the vascular prosthesis. The time that is necessary to dissect the vein from the deep system, as well as the limited segment of the superficial femoral vein which may be used, show the basic limitations concerned with the application of this method. In the literature there are also local complications concerning the extensive dissection of the vein system described in the form of chronic oedema and vein thrombosis. In spite of all the above-mentioned disadvantages, the number of publications concerning the usage of this method in the indication being discussed is still increasing. Moreover, in many centers it has replaced previously-performed methods, including the usage of allogenic grafts [15, 28–30].

The usage of an arterial allograft, either fresh and cryopreserved, is another valuable method in the treatment of infectious complications after vascular procedures. Unfortunately, due to difficulties connected with their limited availability and also early (the rupture of the homograft) and late (degenerative changes) regional complications, this undoubtedly effective method of treatment is also not free of complications [16, 31–33].

Despite the above-mentioned risk of reinfection, the unquestionable advantage of the silver-impregnated prosthesis is its availability and also possibility to use in cases where it is necessary to perform an emergency operation e.g. in a patient with a massive haemorrhage requiring immediate clamping of the arteries or temporary removal the previously implanted prosthesis. Sewing in a prosthesis with a high resistance to reinfection

zakażenia uprzednio wszczepionej protezy naczyniowej, nie gwarantuje jednak 100-procentowego wyleczenia infekcji.

2. Nadal brakuje idealnej metody leczenia pacjentów z zakażeniami protezy naczyniowej, a na wyniki leczenia chorego w istotny sposób wpływają zarówno obecność schorzeń współistniejących, jak i przedoperacyjny stan pacjenta.

Piśmiennictwo (References)

1. Swain TW 3rd, Calligaro KD, Dougherty MD. Management of infected aortic prosthetic grafts. *Vasc Endovascular Surg.* 2004; 38: 75–82.
2. Herscu G, Wilson SE. Prosthetic infection: lessons from treatment of the infected vascular graft. *Surg Clin North Am.* 2009; 89 (2): 391–401.
3. O'Connor S, Andrew P, Batt M, Becquemin JP. A systematic review and meta-analysis of treatments for aortic graft infection. *J Vasc Surg.* 2006; 44: 38–45.
4. Oderich GS, Bower TC, Cherry KJ Jr. *et al.* Evolution from axillofemoral to in situ prosthetic reconstruction for the treatment of aortic graft infections at a single center. *J Vasc Surg.* 2006; 43: 1166–1174.
5. Soetevent C, Klemm PL, Stalenhoeft AF, Bredie SJ. Vascular graft infection in aortoiliac and aortofemoral bypass surgery: clinical presentation, diagnostic strategies and results of surgical treatment. *Neth J Med.* 2004; 62: 446–452.
6. Teebken OE, Pichlmaier MA, Brand S, Haverich A. Cryopreserved arterial allografts for in situ reconstruction of infected arterial vessels. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2004; 27: 597–602.
7. Gabriel M, Pukacki F, Dzieciuchowicz Ł, Oszkinis G, Chęciński P. Cryopreserved arterial allografts in the treatment of prosthetic graft infections. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2004; 27: 590–596.
8. Kieffer E, Gomes D, Chiche L, Fléron MH, Koskas F, Bahnini A. Allograft replacement for infrarenal aortic graft infection: early and late results in 179 patients. *J Vasc Surg.* 2004; 39 (5): 1009–1017.
9. Chiesa R, Astore D, Frigerio S. *et al.* Vascular prosthetic graft infection: epidemiology, bacteriology, pathogenesis and treatment. *Acta Chir Belg.* 2002; 102: 238–247.
10. Oderich GS, Panneton JM. Aortic graft infection. What have we learned during the last decades? *Acta Chir Belg.* 2002; 102: 7–13.
11. Ten Raa S, Van Sambeek MR, Hagens T, Van Urk H. Management of aortic graft infection. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2002; 43: 209–215.
12. Mirzaie M, Schmitto JD, Tirilomis T. *et al.* Surgical management of vascular graft infection in severely ill patients by partial resection of the infected prosthesis. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2007; 33: 610–613.
13. Rabbani A, Moini M, Rasouli MR. Obturator bypass as an alternative technique for revascularization in patients with infected femoral pseudoaneurysms. *Arch Iran Med.* 2008; 11: 50–53.
14. Soetevent C, Klemm PL, Stalenhoeft AF, Bredie SJ. Vascular graft infection in aortoiliac and aortofemoral bypass surgery: clinical presentation, diagnostic strategies and results of surgical treatment. *Neth J Med.* 2004; 62: 446–452.
15. Daenens K, Fourneau I, Nevelsteen A. Ten-year experience in autogenous reconstruction with the femoral vein in the treatment of aortofemoral prosthetic infection. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2003; 25: 240–245.
16. Kieffer E, Gomes D, Chiche L, Fléron MH, Koskas F, Bahnini A. Allograft replacement for infrarenal aortic graft infection: early and late results in 179 patients. *J Vasc Surg.* 2004; 39: 1009–1017.
17. Pupka A, Skóra J, Janczak D. *et al.* The treatment of massive prosthetic grafts infections with the use of silver/collagen-coated dacron vascular prosthesis. *Polim Med.* 2003; 33: 41–45.
18. Brown KE, Heyer K, Rodriguez H, Eskandari MK, Pearce WH, Morasch MD. Arterial reconstruction with cryopreserved human allografts in the setting of infection: A single-center experience with midterm follow-up. *J Vasc Surg.* 2009; 49: 660–666.
19. Schneider F, O'Connor S, Becquemin JP. Efficacy of collagen silver-coated polyester and rifampin-soaked vascular grafts to resist infection from MRSA and *Escherichia coli* in a dog model. *Ann Vasc Surg.* 2008; 22: 815–821.
20. Batt M, Jean-Baptiste E, O'Connor S. *et al.* In-situ revascularization for patients with aortic graft infection: a single centre experience with silver coated polyester grafts. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2008; 36: 182–188.
21. Ricco JB. InterGard Silver Study Group: InterGard silver bifurcated graft: features and results of a multicenter clinical study. *J Vasc Surg.* 2006; 44: 339–346.
22. Schmacht D, Armstrong P, Johnson B. *et al.* Graft infectivity of rifampin and silver-bonded polyester grafts to MRSA contamination. *Vasc Endovascular Surg.* 2005; 39: 411–420.
23. Hardman S, Cope A, Swann A, Bell PR, Naylor AR, Hayes PD. An *in vitro* model to compare the antimicrobial activity of silver-coated versus rifampicin-soaked vascular grafts. *Ann Vasc Surg.* 2004; 18: 308–313.
24. Goëau-Brissonnière OA, Fabre D, Leflon-Guibout V, Di Centa I, Nicolas-Chanoine MH, Coggia M. Comparison of the resistance

creates, in this case, the chance not only for healing but for relatively the least extensive operation for the patient. However, with regard to the risk of reinfection further research is necessary in order to define the group of patients which derives the greatest benefits resulting from this kind of management. Current technology does not give one enough satisfying results in order to resign from using autogenous and allogenic vascular grafts in the treatment of vascular prosthesis infections in all treated cases.

Conclusions

1. The usage of silver-impregnated prostheses opens a window of opportunity for revascularization in cases of infection of previously implanted vascular prostheses, but does not guarantee a 100% complete recovery.
2. There is still a lack of a perfect treatment method in patients with vascular prosthesis infection while the result of treatment is significantly dependent on both the presence of concomitant diseases and the patient's preoperative general condition.

- to infection of rifampin-bonded gelatin-sealed and silver/collagen-coated polyester prostheses. *J Vasc Surg.* 2002; 35: 1260–1263.
25. Pupka A, Skóra J, Janczak D. *et al.* The treatment of massive prosthetic grafts infections with the use of silver/collagen coated dacron vascular prosthesis. *Polim Med.* 2003; 33: 41–45.
26. Hernández-Richter T, Schardey HM, Wittmann F. *et al.* Rifampin and Triclosan but not silver is effective in preventing bacterial infection of vascular dacron graft material. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2003; 26 (5): 550–557.
27. Bandyk DF, Novotney ML, Johnson BL, Back MR, Roth SR. Use of rifampin-soaked gelatin-sealed polyester grafts for in situ treatment of primary aortic and vascular prosthetic infections. *Surg Res.* 2001; 95: 44–49.
28. Reilly L. Aortic graft infection: evolution in management. *Cardiovasc Surg.* 2002; 10: 372–377.
29. Valentine RJ, Clagett GP. Aortic graft infections: replacement with autogenous vein. *Cardiovasc Surg.* 2001; 9: 419–425.
30. Cardozo MA, Frankini AD, Bonamigo TP. Use of superficial femoral vein in the treatment of infected aortoiliac femoral prosthetic grafts. *Cardiovasc Surg.* 2002; 10: 304–310.
31. Sierra J, Kalangos A, Faidutti B, Christenson JT. Aorto-enteric fistula is a serious complication to aortic surgery. Modern trends in diagnosis and therapy. *Cardiovasc Surg.* 2003; 11: 185–188.
32. Verhelst R, Lacroix V, Vraux H. *et al.* Use of cryopreserved arterial homografts for management of infected prosthetic grafts: a multicentric study. *Ann Vasc Surg.* 2000; 14: 602–607.
33. Lavigne JP, Postal A, Kolh P, Limet R. Prosthetic vascular infection complicated or not by aortoenteric fistula: comparison of treatment with and without cryopreserved allograft (homograft). *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2003; 25: 416–423.

Adres do korespondencji (Address for Correspondence):

Dr hab. n. med. Tomasz Urbanek
Klinika Chirurgii Ogólnej i Naczyń
Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach
ul. Żołowa 45/47, 40–635 Katowice
e-mail: urbanek.tom@interia.pl

Praca wpłynęła do redakcji: 15.08.2008 r.