

Endowaskularne leczenie niedrożności tętnicy udowej powierzchownej. Nowe możliwości i stare ograniczenia

Endovascular treatment of superficial femoral artery occlusion. New possibilities and old limitations

Wacław Kuczmik, Krzysztof Ziąja

Klinika i Katedra Chirurgii Ogólnej i Naczyni Śląskiej Akademii Medycznej, Katowice (Department of Vascular and General Surgery, Medical University of Silesia, Katowice, Poland)

Streszczenie

Skuteczność angioplastyki (PTA) i implantacji stentów w leczeniu niedrożności tętnicy udowej powierzchownej (TUP) istotnie ogranicza zjawisko restenozy. Aby zmniejszyć ryzyko restenozy, powszechnie stosuje się leki przeciw płytkowe oraz podejmuje próby wykorzystania nowych technologii endowaskularnych: brachyterapii śródnaczyniowej, krioterapii, stentów biodegracyjnych, stentów uwalniających substancje antymitotyczne oraz stent-graftów obwodowych. Duża rozbieżność wyników endowaskularnego leczenia niedrożności tętnicy udowej powierzchownej powoduje trudności w opracowaniu nowych standardów postępowania w takich przypadkach. Ciągle brakuje dostatecznej liczby randomizowanych badań przeprowadzonych z udziałem dużej liczby chorych.

Standardem leczenia krótkich zwężeń pozostaje angioplastyka. W wypadku niepowodzenia PTA oraz przy dłuższych zwężeniach i niedrożnościach (typ B i C wg TASC) koniecznym uzupełnieniem angioplastyki jest implantacja stentów nitinolowych lub stent-graftów obwodowych. Postęp technologiczny umożliwia korzystanie z nowych technik (laser, aterektom), które ułatwiają rekanalizację długich odcinków tętnic. Jednak ciągle przeszło udowo-podkolanowe z wykorzystaniem żyły własnej chorego pozostaje leczeniem z wyboru w przypadku długich okluzji tętnicy udowej powierzchownej (typ D wg TASC) oraz przy niepowodzeniu procedur endowaskularnych.

Słowa kluczowe: tętnica udowa powierzchowna, angioplastyka, stent, restenoza

Abstract

The efficacy of angioplasty (PTA) and stent implantation in the treatment of superficial femoral artery (SFA) occlusion is significantly limited by the phenomenon of restenosis. To decrease the risk of restenosis, antiplatelet drugs are widely used and attempts have been made to use new endovascular technology, such as: endovascular brachytherapy, cryotherapy, biodegradating stents, antimitotic substance eluting stents and peripheral stent-grafts. The high divergence in the results of SFA occlusion endovascular treatment causes difficulties in the improvement of new standards of management with SFA occlusion. There is still an insufficient number of large randomized trials on large groups of patients.

Angioplasty still remains the standard treatment of short stenoses. In cases of PTA failure and in long stenoses or occlusions (type B and C according to TASC), the implantation of nitinol stents or peripheral stent-grafts is necessary to complete the angioplasty. Technological advances enable one to use new techniques (laser, aterectomy), which facilitate long arterial segment recanalization. However, a femoro-popliteal bypass using the patient's own vein still remains the therapy of choice in cases of long SFA occlusions (type D according to TASC) or the failure of endovascular procedures.

Key words: superficial femoral artery, angioplasty, stent, restenosis

Początki chirurgii endowaskularnej sięgają 1964 roku, kiedy Dotter i Judkins po raz pierwszy wykonali przezskórną angioplastykę u 82-letniej chorej z zaawansowaną miażdżycą tętnic kończyn dolnych i owrzodzeniem podudzia [1]. Zabieg polegał na wprowadzaniu współosiowo cewników o coraz większej średnicy do światła tętnicy udowej. Po zabiegu dolegliwości bólowe ustąpiły a owrzodzenie się zagoiło. W kolejnych latach ta metoda leczenia podlegała licznym modyfikacjom, polegającym na zastosowaniu teflonowych cewników temperowanych. Przełomem w rozwoju śródnaczyniowej terapii był 1974 rok, kiedy Grüntzing wprowadził dwukanałowy cewnik balonowy do przezskórnej angioplastyki [2]. Obecnie cewniki balonowe Grüntzinga są powszechnie stosowane w angioplastyce tętnic (PTA, *percutaneous transluminal angioplasty*). Milowym krokiem było wprowadzenie stentów, które utrwały efekt angioplastyki. W 1985 roku Julio Palmaz jako pierwszy zastosował stenty u ludzi [3]. Stent to swoiste metalowe rusztowanie, które podtrzymuje drożność zrekanalizowanego naczynia. Skuteczność angioplastyki i stentów ogranicza zjawisko restenozy. Aby zmniejszyć ryzyko restenozy, powszechnie stosuje się leki przeciwplateletkowe oraz podejmuje próby wykorzystania nowych technologii endowaskularnych: brachyterapii śródnaczyniowej, krioterapii, stentów biodegracyjnych, stentów pokrywanych substancjami antymitotycznymi i stent-graftów obwodowych [4–7].

W 2000 roku opublikowano dokument *TransAtlantic Inter-Society Consensus* (TASC), opracowany przez przedstawicieli 16 towarzystw naukowych skupiających specjalistów zajmujących się leczeniem schorzeń naczyniowych [8]. Przedstawione tam rekomendacje oparto na dostępnych wówczas publikacjach i doświadczeniu własnym autorów dokumentu. Przedstawione standardy obejmują również endowaskularne leczenie niedrożności tętnic odcinka udowo-podkolanowego. Punktem wyjścia do rozważań o postępowaniu w przypadku niedrożności tętnicy udowej powierzchownej jest 4-punktowa morfologiczna klasyfikacja zmian miażdżycowych w tętnicy udowej (tab. I).

Według standardów zaproponowanych w TASC do leczenia endowaskularnego są kwalifikowani chorzy ze zmianami typu A w tętnicy. Natomiast w przypadku zmian typu B oraz C w tętnicy może być podjęte leczenie śródnaczyniowe, jednak konieczne jest duże doświadczenie w wykonywaniu zabiegów przezskórnych. Nadal brakuje randomizowanych dużych badań potwierdzających wyższość leczenia endowaskularnego niedrożności typu B i C. Zdecydowanie przeciwwskazane według TASC jest leczenie wewnątrznaczyniowe w zmianach typu D; w przypadku tak rozległych niedrożności leczeniem z wyboru jest rekonstrukcja chirurgiczna.

Od czasu opublikowania w 2000 roku rekomendacji TASC postęp technologii śródnaczyniowej oraz zdobyte doświadczenie pozwalają coraz częściej kwalifikować do leczenia endowaskularnego nie tylko zmiany typu A, ale również typu B i C, co znalazło potwierdzenie podczas Sympozjum *CharingCross* w Londynie w 2005 roku. Pojawiają się nawet głosy sugerujące, że już wkrótce w nie-

Endovascular surgery has its origins in 1964, when, for the first time, Dotter and Judkins performed a percutaneous angioplasty on an 82-year old patient with high-grade atherosclerosis of the lower extremities of the artery and a lower limb ulcer [1]. The procedure consisted of the coaxial introduction of catheters with enlarging diameters into the lumen of the femoral artery. After the operation, the symptoms subsided and the ulcer healed. During the next few years, this method of treatment was the subject of numerous modifications, which consisted of the use of tempered teflon catheters. The breakthrough in endovascular therapy development was in 1974, when Grüntzing introduced a double-lumen balloon catheter to a percutaneous angioplasty [2]. Currently, Grüntzing's balloon catheters are commonly used in artery angioplasty (PTA). Another milestone was the introduction of stents that preserve the angioplasty's effects. In 1985 Julio Palmaz was the first person to use stents in human beings [3]. A stent is a particular kind of metal scaffolding that supports the patency of recanalized vessel. The efficacy of the angioplasty and stents is limited by the phenomenon of restenosis. To decrease the risk of restenosis, antiplatelet drugs are widely used and the attempts have been made to use new endovascular technology, such as: endovascular brachytherapy, cryotherapy, biodegradable stents, antimitotic substance eluting stents and peripheral stent-grafts [4–7].

Tabela I. Klasyfikacja morfologiczna zmian w tętnicach udowej i podkolanowej według TASC [8]

Table I. Morphological stratification of femoropopliteal lesions — TASC recommendation [8]

Typ A Type A
1. Pojedyncze zwężenie tętnicy udowej powierzchownej o długości < 3 cm <i>Single stenosis < 3 cm of the superficial femoral artery</i>
Typ B Type B
2. Pojedyncze zwężenia o długości 3–10 cm nieobejmujące dystalnego odcinka tętnicy podkolanowej <i>Single stenosis 3–10 cm in length, not involving the distal popliteal artery</i>
3. Mocno uwapnione zwężenia o długości < 3 cm <i>Heavily calcified stenoses up to 3 cm in length</i>
4. Liczne zmiany (zwężenia lub niedrożności) każde < 3 cm <i>Multiple lesions, each less than 3 cm (stenoses or occlusions)</i>
5. Pojedyncze lub mnogie zmiany przy braku ciągłości tętnic poniżej kolana (PTA w celu poprawienia napływu przed operacją wszczęcia pomostów do tętnic na obwodzie) <i>Single or multiple lesions in the absence of continuous tibial runoff to improve inflow for distal surgical bypass</i>
Typ C Type C
6. Pojedyncze zwężenia lub niedrożności o długości > 5 cm <i>Single stenosis or occlusion longer than 5 cm</i>
7. Liczne zwężenia lub niedrożności każde o długości 3–5 cm z nasilonymi zwapnieniami lub bez nich <i>Multiple stenoses or occlusions, each 3–5 cm, with or without heavy calcification</i>
Typ D Type D
8. Całkowita niedrożność tętnicy udowej wspólnej i powierzchownej albo całkowita niedrożność tętnicy podkolanowej i proksymalnego odcinka trójpodziału <i>Complete common femoral artery or superficial femoral artery occlusions or complete popliteal and proximal trifurcation occlusions</i>

drożności typu B i C standardem postępowania będzie leczenie wewnątrznaczyniowe [6].

Najbardziej rozpowszechnioną techniką śródnaczyniowej terapii jest PTA. Angioplastyka przezskórna jest skuteczna, gdy: restenoza pierwotna nie przekracza 20%, nie obserwuje się zjawiska *elastic recoil*, nie doszło do rozwarstwienia zaburzającego przepływ krwi, a gradient ciśnienia śródnaczyniowego w przejściu przez zwężenie wynosi poniżej 10–15 mm Hg.

Wynik leczenia niedrożności i zwężeń tętnicy udowej powierzchownej (TUP) jest uzależniony przede wszystkim od charakteru zmiany w tętnicy (zwężenie, okluzja), jej długości i warunków odpływu do tętnic podudzia. Krótkie zwężenie z dobrym odpływem na podudzie gwarantują wysoki odsetek drożności nawet w odległych obserwacjach. Po 3 latach w tej grupie chorych odsetek drożności po angioplastyce sięga 75%. Jednak gdy warunki odpływu na tętnice podudzia są znacznie upośledzone przy rozległych zmianach w tętnicy udowej powierzchownej — wyniki tylko PTA są znacznie gorsze — po 3 latach drożność utrzymuje się tylko w 20–30% przypadków.

Zbliżone rezultaty angioplastyki tętnicy udowej powierzchownej zaprezentowali Jämsén i wsp. w 2002 roku [9]. W ocenianej przez badaczy grupie obejmującej 173 chorych wykonano PTA w 218 kończynach o średniej długości leczonego odcinka 5,2 cm. W obserwacjach odległych wtórną drożność po roku odnotowano w 63%, po 5 latach w 41%, a po 10 w 22% przypadków.

W 1987 roku Bolia i wsp. zaproponowali modyfikację klasycznej angioplastyki, która została nazwana subintymalną angioplastyką [10]. Subintymalna angioplastyka polega na wprowadzeniu hydrofilnego przewodnika w warstwę ściany tętnicy tuż pod śródbłonek, a następnie przeprowadzeniu zagiętego w pętlę przewodnika w przestrzeni podśródbłonkowej przez cały niedrożny odcinek tętnicy. Po wyprowadzeniu przewodnika do dystalnego światła tętnicy wykonuje się angioplastykę długim cewnikiem balonowym, zabieg na ogół nie wymaga uzupełnienia stentem. Ta interesująca technika znalazła zastosowanie przede wszystkim w leczeniu rozległych niedrożności. Jednak jej skuteczność budzi wiele kontrowersji.

London i wsp. zanalizowali 200 przypadków niedrożności w odcinku udowo-podkolanowym, w których zastosowano subintymalną angioplastykę [11]. Zrekanalizowano 81% przypadków, gdy niedrożność była krótsza niż 10 cm; 83%, gdy wynosiła 11–20 cm i 68% w długiej okluzji powyżej 20 cm. Tylko w 1% przypadków obserwowano powikłania wymagające interwencji chirurgicznej. Drożność zrekanalizowanych tętnic wynosiła po 12 i 36 miesiącach odpowiednio 58% i 48%.

Krytycznie do tej techniki odnoszą się Yilmaz i wsp., prezentując odmienne doświadczenia [12]. Po 12 miesiącach obserwacji pierwotna drożność była zachowana tylko w 22% przypadków subintymalnej angioplastyki tętnicy udowej powierzchownej. Przynajmniej oni wprawdzie, że jest to prosta i bezpieczna technika charakteryzująca się wysoką skutecznością rekanalizacji długich niedrożnych odcinków TUP, jednak odległe wyniki są niezadowolające. Yilmaz i wsp. postulują, by po subintymalnej

In the year 2000 a document known as the Trans-Atlantic Inter-Society Consensus (TASC), worked out by the representatives of 16 scientific societies which brings specialists in vascular disease management together, was published [8]. The recommendations presented in it were based on the available publications and the clinical experience of the document's authors. The proposed standards also included endovascular therapy of femoropopliteal segment occlusion. The starting point of the considerations regarding SFA occlusion management is a 4-point morphological classification of femoral artery atherosclerotic changes (Table I).

In accordance with the standards proposed by the TASC, patients with type A arterial changes are qualified to undergo endovascular therapy. While in type B or C endovascular treatment might be undertaken, a large amount of experience in performing the percutaneous procedures is essential. There are still no large randomized trials confirming the superiority of endovascular therapy in type B and C occlusions. Unquestionably contraindicated, according to TASC, is endovascular treatment in type D changes; in such extensive occlusion surgical reconstruction is the treatment of choice.

Since the publication of the TASC recommendations in 2000, the advances in endovascular technology and the experience which has been acquired more frequently allows one to qualify not only type A, but also type B and C changes in endovascular therapy, which was recently confirmed at the Charing Cross Symposium in London 2005. Even opinions suggesting that soon endovascular treatment will be the standard management in type B and C have emerged [6].

The most widespread endovascular therapy technique is percutaneous angioplasty (PTA). PTA is efficacious when primary restenosis does not exceed 20%, the *elastic recoil* phenomenon is not observed, no dissection disturbing the blood flow arises and the endovascular pressure gradient in the passage through the stenosis is < 10–15 mm Hg. The results of SFA occlusion and stenosis treatment are dependent mainly on the character of the artery changes (stenosis, occlusion), its length and conditions of outflow to the lower limb arteries. Short stenoses with a good outflow to the lower limb guarantee high patency rates even in the long-term follow-up. After 3 years, the patency rate after angioplasty in this group reached 75%. Yet, when the conditions of the outflow to the calf arteries are considerably impaired, with extensive changes in the SFA — PTA alone results are significantly worse — after 3 years patency is maintained in 20–30% of cases only.

Similar SFA angioplasty results were reported by Jämsén *et al.* in 2002 [9]. In a group of 173 patients evaluated by the researchers, PTA was performed at the treated segment mean length of 5.2 cm in 218 extremities. In the long-term follow-up secondary patency was noted in 63% of cases after 1 year, in 41% after 5 years and in 22% after 10 years.

In 1987 Bolia proposed the now-standard angioplasty modification, which was called the subintimal angioplasty [10]. Subintimal angioplasty consists of the introduction

angioplastyce włączyć do leczenia acenokumarol, który może poprawić wyniki odległe tej metody leczenia.

Współcześnie coraz częściej po angioplastyce implantuje się stenty. Powszechnie przyjętymi wskazaniami do implantacji stentów jest nieskuteczna angioplastyka przejawiająca się: odwarstwieniem blaszki miażdżycowej zamykającej światło naczynia lub istotnie utrudniającej przepływ krwi; nawracającym zwężeniem związanym ze sprężystością ściany tętnicy (*elastic recoil*); gradientem ciśnienia powyżej 10–15 mm Hg. Wskazaniami do implantacji stentów są także restenoza po wcześniej wykonanej angioplastyce i przewlekła okluzja (ryc. 1–4). Coraz

of a hydrophilic guide wire into the subendothelial layer of the artery wall and subsequently the passage of a loop-flexed guide wire in the subintimal space through the whole occluded segment of the artery. After bringing the guide wire out through the distal artery lumen, an angioplasty using a long balloon catheter is performed. Usually the procedure does not require a stent complement. This interesting technique has found application mainly in the treatment of extensive occlusions although its efficacy is quite controversial.

London *et al.* analyzed 200 cases of femoropopliteal segment occlusions, in which a subintimal angioplasty



Rycina 1. Niedrożność tętnicy udowej powierzchownej typu B
Figure 1. Occlusion SFA type B



Rycina 2. Po PTA i implantacji stentu
Figure 2. After PTA and stent implantation



Rycina 3. Niedrożność tętnicy udowej powierzchownej typu C
Figure 3. Occlusion SFA type C



Rycina 4. Po PTA i implantacji stentu
Figure 4. After PTA and stent implantation

częściej podejmuje się decyzję o pierwotnym wszczępieniu stentu w przekonaniu, że ten sposób postępowania daje lepsze wyniki odległe. To stanowisko jest uzasadnione licznymi doniesieniami zwłaszcza w przypadkach rozległej lub wielopoziomowej niedrożności [6, 8, 13–15].

Obecnie jest dostępnych kilka rodzajów stentów (tab. II):

- stenty stalowe montowane na cewniku balonowym (Palmaz, Genesis, Express, Saxx, Neptun);
- stenty samorozprężalne stalowe (Wallstent);
- stenty samorozprężalne nitinolowe (Smart, Zilver, Luminexx, Dynalink);
- stenty spiralne (Intracoil, a-Spire);
- stenty samorozprężalne nitinolowe pokryte rapamycyną i paksitaksolem;
- stent-grafy obwodowe (Wallgraft, Viabahn, Hemobahn).

Stenty montowane na balonie były pierwszymi wprowadzonymi do leczenia niedrożności TUP. Do miejsca zwężenia dostarczane są na cewniku balonowym i rozprężane za jego pomocą. Charakteryzują się precyzją implantacji, dużą siłą radialną, w minimalnym stopniu podlegają skracaniu, a jednocześnie są bardzo odporne na zgniatanie.

W badaniach Cejny i wsp., oceniających stenty Palmaz implantowane do tętnicy udowej powierzchownej wykazano, że te stenty nie poprawiły istotnie wyników odległych angioplastyki [16]. Analizie w tej pracy poddano leczenie tylko krótkich zwężeń lub niedrożności poniżej 5 cm.

was performed [11]. 81% of cases was recanalized if the occlusion was shorter than 10 cm, 83% if it was 11–20 cm, and 68% of long occlusion > 20 cm. Complications requiring surgical intervention were observed only in 1% of cases. The recanalized arteries' patency after 12 and 36 months was 58% and 48% respectively.

Yilmaz *et al.* are critical of this technique and present a different experience [12]. After a 12-month follow-up, primary patency was maintained only in 22% of SFA subintimal angioplasty cases. Though the researchers admit that it is a simple and safe technique with a high efficacy in long-segment SFA occlusion recanalization, the long-term results are unsatisfactory. Yilmaz proposes including acenocoumarol in the treatment after a subintimal angioplasty, which may improve the long-term results of this treatment method.

These days, more and more often, the stents are placed after the angioplasty. A unsuccessful angioplasty is manifested by: the detachment of the atherosclerotic lamina occluding the vessels' lumen or hindering the blood flow, a recurrent stenosis related to the elasticity of the artery wall (elastic recoil), and a pressure gradient of > 10–15 mm Hg which is a commonly accepted indication for stent placement. Restenosis after a previously performed angioplasty and chronic occlusion are also indications for stent implantation (Fig. 1–4). More frequently, the decision of primary stent introduction is taken with the belief that

Tabela II. Samorozprężalne stenty dostępne w Polsce
Table II. Self-expanding stents available for sale in Poland

Producent <i>Company</i>	Nazwa stentu <i>Name of device</i>	Materiał <i>Material</i>	Średnica koszulki wprowadzającej <i>Introducer size (F)</i>	Średnica kanału środkowego <i>Endhole [inch]</i>	Średnica stentu [mm] <i>Stent diameter [mm]</i>	Długość stentu [mm] <i>Stent length [mm]</i>	Długość systemu dostawczego [cm] <i>Delivery system length [cm]</i>
Abbott	Xceed	Nitinol	6F	0,035"	5, 6, 7, 8, 10	20, 30, 40, 60, 80, 100, 120	80, 120
Balton	Jaguar	Nitinol	7F	0,035"	4, 6, 7, 8, 9, 10	20, 30, 40, 50, 60, 70	80, 135
Bard	Luminexx	Nitinol	6F	0,035"	6, 7, 8, 9, 10, 12	20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120	80, 135
Biotronik	Astron	Nitinol	6F	0,035"	7, 8, 9, 10	30, 40, 60, 80	70, 120
Boston Scientific	Wallstent	Elgiloy	6F	0,035"	5, 6, 7, 8, 9, 10	18, 20, 3, 24, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 42, 45, 46, 47, 49, 52, 55, 59, 60, 61, 66, 67, 69, 80, 90, 94	75, 135
Boston Scientific	Sentinel	Nitinol	6F	0,035"	5, 6, 7, 8, 9, 10	20, 40, 60, 80	75, 135
Braun	VascuFlex SE	Nitiol	6F	0,035"	6, 7, 8, 9, 10	20, 40, 60, 80, 100	80, 120
Cook	Zilver	Nitinol	6F	0,035"	6, 7, 8, 9, 10, 12, 14	20, 30, 40, 60, 80, 100	80, 125
Cordis	Smart Control	Nitinol	6F	0,035"	6, 7, 8, 9, 10	20, 30, 40, 60, 80, 100	80, 120
Cordis	Long Smart	Nitinol	7F	0,035"	6, 7, 8	120	80, 120
Cordis	Smart Control	Nitinol	7F	0,035"	12, 14	30, 40, 60, 80	80, 120
Guidant	Dynalink	Nitinol	6F, 7F	0,035"	5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14	28, 38, 56, 80, 100, 38, 56, 80	80, 120 55, 80, 120
Invatec	Maris	Nitinol	6F	0,035"	6, 7, 8, 9, 10, 12	30, 40, 60, 80, 100, 120	80, 120
OptiMed	Visual	Nitinol	5F, 6F, 7F	0,035"	4–12	10–150	120
Medtronic	Aurora	Nitinol	6F, 7F	0,035"	6, 7, 8, 9, 10	20, 40, 60, 80	75, 120
Vascular Architects	aSpire	Nitinol	7F	0,018"	6, 7, 8, 9	25, 50, 100, 150	50, 100

Po roku pierwotna drożność leczonego segmentu w wypadku tylko PTA wyniosła 72%, a po implantacji stentu Palmaz 77%, natomiast po dwóch latach odpowiednio 65% i 65%.

Wobec niekorzystnych wyników przerwano implantowanie w odcinku udowo-podkolanowym stentów montowanych na balonie. Wydaje się, że jednym z decydujących czynników niepowodzenia była duża sztywność tego typu stentów, niekorzystna w podlegającej znacznej ruchomości tętnicy udowej powierzchownej.

Obecnie stentami z wyboru w leczeniu niedrożności tętnicy udowej powierzchownej są nitinolowe stenty samorozprężalne wytworzone ze stopu metali (nitinol) o termicznej pamięci kształtu, przybierają one zaprogramowany rozmiar średnicy w temperaturze ludzkiego ciała. Charakteryzują się stosunkowo dużą siłą radialną, łatwo dostosowują się do naturalnego przebiegu tętnic, natomiast ich mankamentem jest tendencja do znacznego skracania się podczas uwalniania.

Muradin i wsp. w metaanalizie zaprezentowali 3-letnie obserwacje po PTA i implantacji stentów samorozprężalnych do tętnicy udowej powierzchownej [17]. Po 3 latach drożność rekanalizowanej tętnicy była utrzymana w 66% przypadków i była ona niezależna od charakteru zmiany w tętnicy (stenozą, okluzją). Natomiast w tym samym czasie po PTA drożność była uzależniona od rodzaju patologii. I tak w zwiększeniu objawowym drożność była zachowana w 52% przypadków; w okluzji objawowej — w 48%; przy zwiększeniu i krytycznym niedokrwieniu kończyny po 3 latach drożnych było 43% tętnic; przy całkowitej niedrożności i krytycznym niedokrwieniu kończyny pozostało drożnych tylko 30% tętnic.

Istotnym mankamentem stentów nitinolowych, na który zwrócono uwagę w publikacjach, jest ryzyko pęknięcia stentów, zwłaszcza długich (10–12 cm). Niektórzy autorzy twierdzą, że problem dotyczy około 15–25% wszczepionych stentów do tętnicy udowej powierzchownej. Zależy on prawdopodobnie od czasu, który upłynął od implantacji, ale także od budowy stentu, jego długości oraz segmentu tętnicy udowej powierzchownej, w którym się znajduje [18, 19]. Pęknięcie stentu może prowadzić do perforacji naczynia, powstania tętniaka rzekomego oraz zakrzepicy w stencie. Wyniki leczenia niedrożności tętnicy udowej powierzchownej przy użyciu stentów wiążą się ze specyficzną lokalizacją tej tętnicy i jej dużą ruchomością związaną z funkcją kończyny. Należy jednocześnie zwrócić uwagę na znajdujące się na odcinku udowym potężne mięśnie zdolne wyzwać duże siły [20, 21]. Ten układ sił działających na tętnicę udową powierzchowną podczas poruszania się jest bardzo zróżnicowany. Są to siły ściskające, rozciągające, zaginające czy wreszcie skręcające naczynia i znajdujący się w nim stent. Właśnie działanie wspomnianych sił jest w głównej mierze odpowiedzialne za pęknięcie wszczepionych do TUP stentów.

Nowy typ stentów wprowadzonych do leczenia to tak zwane stenty spiralne (Intracoil, aSpire). Konstrukcja tych stentów pozwala zachować krążenie oboczne. Wstępne obserwacje po wszczepieniu stentu aSpire do tętnicy udowej powierzchownej sugerują mniejszą częstość re-

this type of treatment gives better long-term results. This view seems to be justified by many reports, especially in cases of extensive or multisegmental occlusion [6, 8, 13–15].

Currently there are a few stent types (Table II):

- metallic stents installed on a balloon catheter (Palmaz, Genesis, Express, Saxx, Neptun);
- self-expanding metallic stents (Wallstent);
- nitinol self-expanding stents (Smart, Zilver, Luminexx, Dynalink);
- spiral stents (Intracoil, a-Spire);
- nitinol self-expanding stents coated with rapamycin and paxitaxol;
- peripheral stent-grafts (Wallgraft, Viabahn, Hemobahn).

Stents installed on a balloon were the first introduced ones in SFA occlusion treatment. They are delivered to the place of the stenosis on a balloon catheter and expanded with its help. They are characterized by implantation precision, a large radial force, minimal shortening and at the same time are very resistant to squashing.

Cejna's *et al.* trial, evaluating Palmaz stents placed into the SFA, showed that these stents had not significantly improved the angioplasty's long-term results [16]. In this study, the treatment of only short stenoses or occlusions < 5 cm was analyzed. After 1 year primary patency of the treated segment in cases of PTA alone was 72% and in cases of Palmaz stent implantation 77%, and after 2 years the corresponding figures were 65% and 65% respectively.

In the presence of unfavourable results, the implantation of the stents placed on a balloon in the femoropopliteal segment was abandoned. It appears, that one of the crucial factors in its failure was the high rigidity of this stent type which is disadvantageous in the very mobile SFA.

Currently, stents of choice in SFA treatment are nitinol self-expanding stents: made of a metallic alloy (nitinol) with a thermal shape memory; they take a programmed diameter size in the temperature of the human body. They are characterized by a relatively large radial force, the easiness of adjustment to the natural artery route. However their drawback is a tendency to considerably shorten during release.

In the metaanalysis, Muradin *et al.* presented a 3-year observation after PTA and self-expanding stent implantations into the SFA [17]. After 3 years the patency of recanalized artery was maintained in 66% of cases and was independent from the character of the changes in the artery (stenosis, occlusion). And at the same time, the patency after PTA was dependent on the pathology type. In symptomatic stenosis, the patency was maintained in 52% of cases; in symptomatic occlusion in 48%; in stenosis and critical limb ischaemia after 3 years 43% of arteries were patent and in total occlusion and critical limb ischaemia only 30% of arteries remained patent.

A significant disadvantage of using nitinol stents, notice of which was taken in the subsequent publications, is the risk of an especially long (10–12 cm) rupture of the stent. Some authors claim that the problem concerns about 15–25% of the stents placed in the SFA. Pro-

że w grupie chorych, u których po 6 miesiącach dochodzi do restenozy, w pierwszych dniach po PTA obserwowano znacznie podwyższone wartości wskaźników reakcji zapalnej, zwłaszcza białka C-reaktywnego [29]. Za te zjawiska odpowiada uszkodzenie śródbłonna i błony środkowej tętnicy zmienionej miażdżycowo. Wywołuje ono reakcję zapalną przejawiającą się hiperplazją śródbłonna, ale również złożoną przebudową ściany tętnicy, w której uczestniczą komórki odpowiedzi zapalnej oraz pobudzone, dzielące się i migrujące komórki mięśniówki gładkiej błony środkowej. Restenoza po PTA pozostaje głównym problemem leczenia endowaskularnego niedrożności naczyń tętniczych. Wskazanie grupy chorych o bardzo dużym ryzyku restenozy, dzięki monitorowaniu białka C-reaktywnego, pozwala zastosować u tych chorych technologie zmniejszające ryzyko restenozy (brachyterapia śródnaczyniowa, stenty uwalniające substancje antymitotyczne, krioterapia).

W celu zminimalizowania ryzyka restenozy konieczne jest działanie wielokierunkowe. Należy wysycić chorego lekami przeciwplateletowymi (kwas acetylosalicylowy, tiklopidyna, klopidogrel) już na kilka dni przed zabiegiem i kontynuować to leczenie po zabiegu w postaci terapii skojarzonej często z heparynami drobnocząsteczkowymi przez okres 4–6 tygodni. Przyjmowanie kwasu acetylosalicylowego w dawce 100–325 mg na dobę zaleca się najczęściej do końca życia pacjenta. Bardzo istotna jest regularna kontrola lekarska z wykonaniem badania dopplerowskiego udrożnionej tętnicy. Badanie USG pozwala wychwycić wczesną restenozę i wykonać ponowną angioplastykę.

Najbardziej obiecującą próbą uporania się ze zjawiskiem restenozy jest zastosowanie substacji antymitotycznych (rapamicyna, paklitaksol) do pokrywania stentów [30]. Po implantacji takiego stentu uwalniana jest miejscowo substancja hamująca proliferację komórek odpowiedzialnych za restenozę przez blokowanie mitozy komórkowej w fazie G1 lub M. W badaniu *Study SIROLimus Coated COrdis Smart nitinol self-expandable stent for treatment of obstructive superficial femoral artery disease* (SIROCCO I) porównywano skuteczność stentów samorozprężalnych pokrytych rapamicyną oraz tradycyjnych stentów w leczeniu rozległych (7–20 cm) zwężeń i niedrożności tętnicy udowej powierzchownej. W badaniu tym po 6-miesięcznej obserwacji w grupie leczonej stentem uwalniającym rapamicynę nie stwierdzono restenozy, natomiast w grupie kontrolnej stwierdzono ją w 23% przypadków [18]. W odległych obserwacjach po 24 miesiącach restenozę wykryto w 40–47% przypadków w obu grupach.

Badanie SIROCCO II zaplanowano jako ocenę stentów pokrywanych u większej liczby chorych i jednocześnie zmniejszono długość niedrożności do 14,5 cm. Na podstawie przedstawionych na Sympozjum TCT (*Transcatheter Cardiovascular Therapeutics*) w Waszyngtonie w 2003 roku wyników nie wykazano istotnej statystycznie różnicy w poziomie restenozy w obydwu grupach badania. Po implantacji stentu uwalniającego rapamicynę po 6 miesiącach nie obserwowano restenozy, jednak w grupie kontrolnej wystąpiła ona tylko w 7,7% przypadków [31].

by the proliferation of muscle cells from the artery wall and less by endothelial cell hyperplasia. Ritter and Schmitz-Rixen take notice of diabetes as an additional factor limiting angioplasty and stent implantation efficacy [28]. There have been attempts to limit the problem of restenosis with the use of: stents coated with antimitotic substances, inflammatory response decreasing drugs, endovascular brachytherapy, and cryotherapy or peripheral stent-grafts. In the pathogenesis of restenosis after an artery angioplasty, the artery wall's inflammatory response to barotrauma, that is, an effect of angioplasty and stent presence, plays the main role. Schillinger *et al.* trial confirmed in a group of patients in whom after 6 months restenosis had appeared, significantly increased inflammatory response markers, especially C-reactive protein, during the first days after PTA [29]. In this phenomenon, the impairment of the endothelium and the middle layer of the arterial wall with atherosclerotic changes is responsible. It results in an inflammatory response that appears as an endothelium hyperplasia, but also a complex arterial wall remodelling in which the inflammatory response cells and the activated, dividing and migrating cells of the middle layer of the smooth muscular coat take part. Restenosis after PTA remains the main problem in the endovascular treatment of arterial vessel occlusions. Distinguishing groups of patients with a very high risk of restenosis, by means of C-reactive protein monitoring, enables one to use in those cases the technologies that decrease the risk of restenosis (endovascular brachytherapy, antimitotic substance eluting stents, cryotherapy).

In order to minimize the risk of restenosis, multidirectional action is necessary. Antiplatelet drugs (acetylsalicylic acid, ticlopidine, clopidogrel) must be administered as early as a few days before the operation and this treatment must be continued after the operation, often in association with LMWH therapy for 4–6 weeks. Acetylsalicylic acid administration in a 100–325 mg dose is usually recommended for the rest of the patient's life. Regular medical examinations with doppler ultrasound scans of the recanalized artery are essential. An ultrasound examination enables one to diagnose early restenosis and to perform a repeated angioplasty.

The most promising attempt to deal with the phenomenon of restenosis is the use of an antimitotic substance to cover the stents [30]. After this type of stent implantation, the substance that inhibits proliferation of the cells responsible for the restenosis, by means of cell mitosis in G1 or M phase blockade, is locally released. The published results of the SIROCCO I trial (*Study SIROLimus Coated Cordis Smart nitinol self-expandable stent for treatment of obstructive superficial femoral artery disease*), in which the efficacy of self-expandable stents coated with rapamycin and traditional stents in extensive (7–20 cm) SFA stenosis and occlusion treatment, was compared. After a 6-month follow-up in the SIROCCO I Study, restenosis was not noted in the group treated with rapamycin eluting stents, whereas in the control group it was noted in 23% of cases [18]. In the

W maju 2005 roku rozpoczęło się kolejne badanie — DESTINY (*Drug-Eluting Stent In The SFA/femoro-popliteal ARTERY*) — oceniające skuteczność stentów samorozprężalnych Zilver pokrytych paklitaksolem. Do tego badania zaplanowano włączenie aż 760 chorych z 50 ośrodków na całym świecie. Planowane są również badania kliniczne stentów uwalniających steroidy (deksametazon) oraz inne substancje mogące hamować proces restenozy.

Innym dość popularnym sposobem zapobiegania restenozie jest brachyterapia śródnaczyniowa. Polega ona na wprowadzeniu do układu tętniczego specjalnego cewnika balonowego wypełnionego radioaktywnym pierwiastkiem, który emituje promieniowanie gamma hamujące podziały mitotyczne komórek mięśniowych w fazie G2 [32]. Przyjmuje się, że skuteczne jest promieniowanie o sile 12–21 Gy.

Przeprowadzone badania Vienna oraz PARIS (*Peripheral Arteries Radiation Investigation Study*) potwierdziły przydatność brachyterapii śródnaczyniowej w profilaktyce restenozy po angioplastyce tętnicy udowej powierzchownej, ale jednocześnie wykazały dużą częstość podostrej i późniejszej zakrzepicy implantowanych stentów. Wyniki badania Vienna II pokazały dużą skuteczność brachyterapii po PTA — w tej grupie chorych po 12 miesiącach drożność tętnicy była zachowana w 63,6% przypadków, natomiast po PTA bez brachyterapii tylko w 35,3% przypadków [33]. W badaniu Vienna V oceniano skuteczność brachyterapii po implantacji stentu: w 16,7% przypadków ujawniono wczesną zakrzepicę stentu, podczas gdy w grupie kontrolnej tylko u 4,3% badanych [34]. Przeprowadzone badania potwierdzają skuteczność brachyterapii zależnej od dawki promieniowania. Mankamentem tej techniki jest stosunkowo duży odsetek późnych zakrzepowych okluzji w okresie 3–6 miesięcy, co prawdopodobnie wiąże się z rozległym uszkodzeniem śródbłonna naczyniowego przez promieniowanie. Proces ten jest obserwowany zwłaszcza w przypadku implantacji stentów, które się nie „wgajają” i nie pokrywają śródbłonkiem. Drugie negatywne zjawisko to tak zwane „*edge stenosis*”, polegające na tendencji do ponownego zwężenia na obu końcach napromienianego odcinka tętnicy, z powodu hiperplazji śródbłonna w tych miejscach [35]. Brachyterapia jest zalecana przy restenozie po PTA, ale również bezpośrednio po pierwotnym PTA oraz w przebiegu restenozy w uprzednio implantowanym stencie.

Coraz większego znaczenia w profilaktyce restenozy nabiera krioterapia [36, 37]. Metoda ta polega na wykonaniu angioplastyki cewnikiem balonowym wypełnionym ciekłym tlenkiem azotu, który schładza ścianę tętnicy do -10°C w ciągu minuty. Istnieją przesłanki, że niska temperatura prowadzi do apoptozy komórek mięśniówki gładkiej ściany tętnicy i na tej drodze zapobiega ich proliferacji i zmniejsza odpowiedź zapalną [38]. W przypadku użycia angioplastyki z niskimi temperaturami obserwuje się znacznie mniej rozwarstwień ściany tętnicy — redukcję zjawiska *elastic recoil*. Obecnie są prowadzone badania, które mogą potwierdzić przydatność tej metody w leczeniu niedrożności tętnic odcinka udowo-

podkolanowego [39].

long-term follow-up after 24 months, restenosis was revealed in 40–47% of cases in both groups.

The SIROCCO II trial was planned as an evaluation of the coated stents in a larger group of patients and at the same time the treated occlusion length was decreased to 14.5 cm. The results presented at a TCT (Transcatheter Cardiovascular Therapeutics) Symposium in Washington 2003 did not show a statistically significant difference in the restenosis level in either of the studied groups. 6 months after the implantation of the rapamycin eluting stent, restenosis was not observed, yet in the control group it was noted only in 7.7% of cases [31].

In May 2005, another trial began called Destiny (*Drug-Eluting Stent In The SFA/femoro-popliteal ARTERY*), assessing the efficacy of self-expandable Zilver stents coated with paxitaxol. It was planned to enroll 760 patients in 50 centres around the world into the study. Also clinical studies of the stents' eluting steroids (dexamethasone) or other substances inhibiting restenosis are being planned.

Another quite widespread method of restenosis prevention is endovascular brachytherapy. It consists of the introduction of a special balloon catheter into the arterial system filled with a radioactive element, that emits gamma radiation inhibiting the mitotic division of muscular cells in phase G2 [32]. It is assumed, that radiation in a dose of 12–21 Gy is efficacious.

The Vienna and PARIS (*Peripheral Arteries Radiation Investigation Study*) trials confirmed endovascular therapy's usefulness in restenosis prophylaxis after SFA angioplasty, but simultaneously revealed a high occurrence rate of subacute or late in-stent thrombosis. The Vienna II study confirmed high brachytherapy efficacy after PTA. In this group of patients after 12 months the artery patency was maintained at 63.6%, whereas after PTA without brachytherapy it was maintained in only 35.3% of cases [33]. In the Vienna V trial, brachytherapy after stent placement efficacy was evaluated; it showed early stent thrombosis at 16.7%, when in the control group it was only 4.3% [34]. All studies confirm the efficacy of a radiation dose-dependent brachytherapy. The relatively high rate of late thrombotic occlusion in a period of 3–6 months is a drawback of this technique and is probably connected with the extensive impairment of the endothelium by radiation, observed especially in case of placement the stents that do not “heal in” and do not endothelialize. Another negative phenomenon is so-called “*edge stenosis*”, consisting of a tendency of restenosis to be present on both ends of the radiated artery segment, because of endothelial hyperplasia in those places [35]. Brachytherapy is recommended after PTA restenosis, but also directly after primary PTA and in the course of restenosis in the previously placed stent.

Of great importance in restenosis prevention is cryotherapy [36, 37]. This method consists of performing the angioplasty using a balloon catheter filled with liquid nitric oxide, which cools the artery wall to -10°C in 1 minute. There are premises, that low temperatures lead to the apoptosis of the smooth muscle cells in the artery wall,

W leczeniu przewlekłych rozległych niedrożności korzysta się również z techniki laserowej. Laser jest wykorzystywany w dwojaki sposób: może on wędrować po przewodniku, który przeprowadzono przez niedrożność albo na zasadzie techniki *step-by-step*, gdzie przewodnik poprzedza laser tylko o około 5 mm. Przyjmuje się, że udrażnianie nie powinno przebiegać szybciej niż 1 mm/s. Dużych nadziei związanych z zastosowaniem udrażniania laserem rozległych niedrożności nie potwierdzają badania randomizowane. W randomizowanym badaniu PELA (*Peripheral Excimer Laser Angioplasty*) porównywano wyniki leczenia z użyciem lasera i bez niego niedrożności tętnicy udowej powierzchownej o długości powyżej 10 cm u chorych z krótkim dystansem chromania przestankowego [40]. Po 12 miesiącach w obydwu grupach chorych nie stwierdzono istotnych różnic, odsetek drożności był identyczny i wynosił 49%.

Inne badanie — *Laser Angioplasty for Critical limb Ischaemia* (LACI II) — objęło chorych z krytycznym niedokrwieniem kończyny, zdyskwalifikowanych z leczenia chirurgicznego [41]. W tej grupie osób, po laserowej rekanalizacji niedrożności w okresie 6 miesięcy po zabiegu w grupie chorych, którzy przeżyli, konieczne było wykonanie amputacji tylko w 7% przypadków.

Innym sposobem udrażniania zamkniętego odcinka tętnicy udowej powierzchownej jest przeszczepna atektomia (rotablator, *silverhawk*) [42, 43]; za pomocą atektomów wycina się blaszki miażdżycowe i usuwa je poza układ naczyniowy, odtwarzając światło tętnicy. Do tej pory atektomy nie znalazły jednak powszechnego zastosowania w rekanalizacji tętnic z powodu znacznego odsetka restenoz. Wiąże się to z odsłanianiem podczas wycinania blaszek miażdżycowych uszkodzonej ściany tętnicy z komórkami mięśniówki gładkiej włącznie, co aktywuje czynniki krzepnięcia oraz płytki krwi prowadząc do zakrzepicy, a jednocześnie uwalnia mechanizmy hiperplazji neointymy [44]. Nowo wprowadzone atektomy Silverhawk na podstawie wyników rejestru TALON (*Treating Peripheral with SilverHawk: Outcomes Collection*) wzbudzają nadzieję na większą przydatność. Podczas Sympozjum TCT w Waszyngtonie w 2004 roku zaprezentowano dane, według których 6 miesięcy po wykonaniu atektomii osiągnięto drożność tętnic w prawie 90% przypadków. Jednak rejestr TALON jest obciążony wieloma wadami utrudniającymi interpretację jego wyników: znalazły się w nim dane dotyczące niedrożności o różnej długości oraz różnej lokalizacji (tętnice: biodrowa, udowa, piszczelowe, strzałkowa), co praktycznie dyskwalifikuje jego wartość. Konieczne są dalsze randomizowane badania, w których wartość atektomu Silverhawk zostanie obiektywnie oceniona.

Rozległe niedrożności udowo-podkolanowe sklasyfikowane według TASC jako typ D, ciągle skutecznie leczą się chirurgicznie [45, 46]. Wyniki wykonywanych rekonstrukcji naczyniowych w odcinku udowo-podkolanowym są znacznie korzystniejsze od zabiegów endowaskularnych. W przypadku chromania przestankowego po 5 latach obserwacji drożnych pozostaje 80% przeszczepów żylnych i 75% z protezy wykonanej z PTFE [45]. Natomiast w przypadkach krytycznego niedokrwienia po tym samym okre-

thereby preventing its proliferation and decreasing the inflammatory response [38]. In cases of angioplasty with low temperature use, much fewer artery wall dissections and "elastic recoil" phenomenon reductions are observed. Currently, some trials are going, which may prove the usefulness of this method in the treatment of femoropopliteal segment artery occlusion is being conducted [39].

In the treatment of chronic, extensive occlusions the laser technique is also used. Laser is used in a twofold way. It can move along on the guide wire, which has been passed through the occlusion or based on the step-by-step technique, where the guide wire precedes the laser for about 5 mm only. It is recommended that recanalization should not proceed quicker than 1 mm/s. The high expectations connected with laser recanalization of extensive occlusions have not been confirmed by the randomized studies. In the PELA (*Peripheral Excimer Laser Angioplasty*) randomized trial, where the results of treatment in SFA occlusions of > 10 cm length in patients with short claudication distance with and without laser use were compared [40]. After 12 months in both groups of patients there were no significant differences, the patency rate was identical and amounted to 49%.

Another trial, LACI II (*Laser Angioplasty for Critical limb Ischaemia*) included patients with critical limb ischaemia not qualified to undergo surgical treatment [41]. In this group of patients 6 months after the laser occlusion recanalization, the performance of an amputation was necessary only in 7% of patients who survived the first operation.

Another method of SFA occluded segment recanalization is percutaneous atherectomy (rotablator, *silverhawk*) [42, 43]. The atherectoms excise atherosclerotic lamina and remove it extravascularly recreating the arterial lumen. However, up to now the atherectoms have not found widespread use in artery recanalization because of their high restenosis rate. This is related to damaged arterial walls, including smooth muscular cells, exposure during atherosclerotic lamina excision, which activates the coagulation factors and platelets leading to thrombosis and at the same time releases the neointima hyperplasia mechanisms [44]. Newly introduced atherectoms, called Silverhawk, on the basis of TALON register results, has risen hopes of its greater usefulness. During a TCT Symposium in Washington 2004 almost 90% artery patency, 6 months after the atherectomy, was presented. The TALON register is burdened with various disadvantages making its interpretation of results interpretation. Occlusions of different lengths and localizations (iliac, femoral, tibial, peroneal artery) are included in it, which practically disqualifies this register's value. Further randomized trials, that will assess Silverhawk's atherectomy value objectively, are necessary.

Extensive femoropopliteal occlusion, qualified according to TASC as type D, are still being treated effectively with surgical intervention [45, 46]. Vascular reconstructions in the femoropopliteal segment are far more favourable than endovascular operations. In cases of in-

sie obserwacji drożnych jest 66% przęseł żylnych i 47% z PTFE. Tymczasem drożność po angioplastyce i stentach implantowanych do tętnicy udowej powierzchownej mieści się w granicach 12–20% w 5-letniej obserwacji [47]. Pewne nadzieje wiąże się ze stent-graftami obwodowymi, jednak dotychczas nie są znane tak odległe obserwacje.

Cheng i wsp. zauważyli, że w odległej obserwacji pierwotna drożność rekanalizowanej śródnaczyniowo tętnicy udowej powierzchownej jest niska w porównaniu z przęsem udowo-podkolanowym [48]. Analizując jednak poziom drożności wtórnej, wyniki PTA z implantacją stentu są do zaakceptowania, zwłaszcza w przypadkach krytycznego niedokrwienia kończyn. Konieczna jest jednak częsta kontrola chorych po interwencji endowaskularnej, aby wyselekcjonować grupę pacjentów z restenozą i wykonać wtórną angioplastykę.

Duża rozbieżność publikowanych wyników rozmaitych metod endowaskularnego leczenia niedrożności tętnicy udowej powierzchownej powoduje trudności w opracowaniu nowych standardów. Duża część publikowanych wyników pochodzi z rejestrów jednośrodkowych o niesprecyzowanych kryteriach włączenia do badania. Ciągłe brak dostatecznej liczby randomizowanych badań przeprowadzonych z udziałem dużej liczby chorych. Nowe randomizowane badania (SUPER-, DURAVEST-, SUPER SL- i SAFE-Tial), oceniające skuteczność implantacji stentów w leczeniu rozległych niedrożności tętnicy udowej powierzchownej, rozpoczęły się w 2005 roku.

Wnioski

Podsumowując, należy podkreślić, że standardem leczenia krótkich zwężeń pozostaje angioplastyka. W wypadku niepowodzenia PTA oraz przy dłuższych zwężeniach i niedrożnościach (typ B i C wg TASC) koniecznym uzupełnieniem angioplastyki jest implantacja stentów nitinolowych lub stent-graftów obwodowych.

Postęp technologiczny umożliwia korzystanie z nowych technik (laser, aterektom) udrażniania długich odcinków tętnic, które ułatwiają ich rekanalizację. Jednak ciągle przęso udowo-podkolanowe z wykorzystaniem żyły własnej chorego pozostaje leczeniem z wyboru w przypadku długich niedrożności tętnicy udowej powierzchownej (typ D) oraz przy niepowodzeniu procedur endowaskularnych.

Piśmiennictwo (References)

1. Dotter CT, Judkins MP. Transluminal treatment of arteriosclerotic obstruction. *Circulation* 1964; 30: 654–670.
2. Grüntzing A, Hopff H. Perkutane rekanalisation chronischer arterieller verschlüsse mit einem neuen dilatationskatheter. Modifikation der Dotter-technik. *Dtsch Med Wochenschr.* 1974; 99: 2502–2510.
3. Palmaz J, Sibbitt R, Reuter S *et al.* Expandable intraluminal graft: a preliminary study. *Radiology* 1985; 156: 72–77.
4. Palmaz JC. Intravascular stents in the last and the next 10 years. *J Endovasc Ther.* 2004; 11 (suppl. II): 200–206.

termittent claudication after 5 years of observation, 80% of the venous bypasses and 75% of the PTFE prosthesis bypasses remained patent [45]. However, in critical ischaemia in the same follow-up period 66% of venous bypasses and 47% of PTFE bypasses were patent. However, patency after angioplasty or the placement of a stent into the SFA ranged from 12 to 20% during a 5-year follow-up [47]. Some expectations are connected with peripheral stent-grafts, yet up to now such long-term observations are not known.

Cheng *et al.* in a long-term follow-up noticed that primary patency of the endovascularly recanalized SFA is low in comparison with a femoropopliteal bypass [48]. When analyzing secondary patency degree, PTA with stent implantation results are acceptable especially in critical limb ischaemia, although often examinations of patients after endovascular interventions are necessary to distinguish groups of patients with restenosis and to perform a secondary angioplasty.

The large divergence in the published results of various endovascular treatment methods of SFA occlusions causes difficulties in the improvement of new standards. A great part of the published results comes from one-centered registers of unspecified inclusion criteria. There is still an insufficient number of randomized trials which have been conducted on large groups of patients. New randomized trials (SUPER-, DURAVEST, SUPER SL- and SAFE-trial) evaluating the efficacy of stent placement in the treatment extensive SFA occlusions have begun in 2005.

Conclusions

To recap, it must be emphasized that angioplasty remains the standard treatment of short stenoses. In cases of PTA failure or in longer stenoses and occlusions (type B and C according to TASC) it is necessary to complete the angioplasty with nitinol stents or peripheral stent-graft implantation.

Technological advances have enabled one to use new techniques (laser, atherectomy) in long-segment artery recanalization, that effectively facilitate its recanalization. However, a femoropopliteal bypass using the patient's own vein still remains treatment of choice in long SFA occlusions (type D) or in cases of the failure of endovascular procedures.

5. Bates MC, AbuRahma AF. An update on endovascular therapy of the lower extremities. *J Endovasc Ther.* 2004; 11 (suppl. II): 107–127.
6. Greenhalgh RM (ed.). Towards vascular and endovascular consensus. BIBA Publishing, London 2005.
7. Peeters P, Bosiers M, Verbist J *et al.* Preliminary results after application of absorbable metal stents in patients with critical limb ischemia. *J Endovasc Ther.* 2005; 12: 1–5.
8. The TASC Working Group. Management of peripheral arterial disease (PAD), TransAtlantic Inter-Society Consensus (TASC). *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2000; 19 (suppl. A): S1–S243.

9. Jämsén TS, Manninen HI, Jaakkola PA *et al.* Long term outcome of patients with claudications after balloon angioplasty of the femoropopliteal arteries. *Radiology* 2002; 225: 345–352.
10. Bolia A, Miles KA, Brennan J *et al.* Percutaneous transluminal angioplasty of occlusions of the femoral and popliteal arteries by subintimal dissection. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 1990; 13: 357–363.
11. London NJ, Srinivasan R, Naylor AR *et al.* Subintimal angioplasty of femoropopliteal artery occlusions: the long-term results. *Eur J Vasc Surg.* 1994; 8: 148–155.
12. Yilmaz S, Singel T, Yegin A *et al.* Subintimal angioplasty of long superficial femoral artery occlusions. *J Vasc Intern Radiol.* 2003; 14: 997–1010.
13. Gordon IL, Conroy RM, Arefi M *et al.* Three-year outcome of endovascular treatment of superficial femoral artery occlusion. *Arch Surg.* 2001; 136: 221–228.
14. Salon RR, Coffman JM, Gooding JM *et al.* Long-term results of ePTFE stent-graft versus angioplasty in the femoropopliteal artery: single center experience from a prospective, randomized trial. *J Vasc Interv Radiol.* 2003; 14: 303–311.
15. Surowiec SM, Davies MG, Eberly SW *et al.* Percutaneous angioplasty and stenting of the superficial femoral artery. *J Vasc Surg.* 2005; 41: 269–278.
16. Cejna M, Thurnher S, Illiasch H *et al.* PTA versus Palmaz stent placement in femoropopliteal artery obstructions: a multicenter prospective randomized study. *J Vasc Intern Radiol.* 2001; 12: 23–31.
17. Muradin GS, Bosch JL, Stijnen T *et al.* Balloon dilation and stent implantation for treatment of femoropopliteal arterial disease: meta-analysis. *Radiology* 2001; 221: 137–145.
18. Duda SH, Pusich B, Richter G *et al.* Sirolimus-eluting stents for the treatment of obstructive superficial femoral artery disease; six-month results. *Circulation* 2002; 106: 1505–1509.
19. Sabeti S, Mlekusch W, Amighi J *et al.* Primary patency of long-segment self-expanding nitinol stents in the femoropopliteal arteries. *J Endovasc Ther.* 2005; 12: 6–12.
20. Arena FJ. Long nitinol stenting in the femoropopliteal system. *Endovasc Today* 2005; 4, 6: 55–59.
21. Smouse BH, Nikanorov A, LaFlash D. Biomechanical forces in the femoropopliteal arterial segment. *Endovasc Today* 2005; 4, 6: 60–66.
22. Laird JR. A new approach to treating SFA disease. *Endovasc Today* 2003; May/June: 38–40.
23. Rosenthal D, Martin JD, Schubart PJ *et al.* Remote superficial femoral artery endarterectomy and distal aSpire stenting: multicenter medium-term results. *J Vasc Surg.* 2004; 40: 67–72.
24. Jahnke T, Voshage G, Mülle-Hulsbeck S *et al.* Endovascular placement of self-expanding nitinol coil stents for the treatment of femoropopliteal obstructive disease. *J Vasc Intern Radiol.* 2002; 12: 23–31.
25. Ahmadi R, Schillinger M, Maca T *et al.* Femoropopliteal arteries: immediate and long-term results with a Dacron-covered stent-graft. *Radiology* 2002; 223: 345–350.
26. Lammer J, Dake MD, Bley J *et al.* Peripheral arterial obstruction: prospective study of treatment with a transluminally placed self-expanding stent-graft. International Trial Study Group. *Radiology* 2000; 217: 95–104.
27. Wiesinger B, Beregi JP, Oliwa VL *et al.* PTFE-covered self-expanding nitinol stents for the treatment of several iliac and femoral artery stenoses and occlusions: final results from a prospective study. *J Endovasc Ther.* 2005; 12: 240–246.
28. Ritter RG, Schmitz-Rixen T. Justification for stents in the femoral artery a surgical point of view. *Hamostaseologie* 2003; 23: 90–96.
29. Schillinger M, Exner M, Mlekusch W *et al.* Vascular inflammation and percutaneous transluminal angioplasty of the femoropopliteal artery; association with restenosis. *Radiology* 2002; 23: 21–26.
30. Machan L. Drug eluting stents in the infrainguinal circulation. *Tech Vasc Intern Radiol.* 2004; 7: 28–32.
31. Duda SH, Bosiers M, Lammer J *et al.* Sirolimus-eluting versus bare nitinol stent for obstructive superficial femoral artery disease the SIROCCO II trial. *J Vasc Interv Radiol.* 2005; 16: 331–338.
32. Dieter RS, Laird JR. Intravascular brachytherapy in lower-extremity PAD. *Endovascular Today* 2003; May/June: 52–55.
33. Minar E, Pokrajec B, Maca T *et al.* Endovascular brachytherapy for prophylaxis of restenosis after femoropopliteal angioplasty: results of a prospective randomized study. *Circulation* 2000; 102: 2694–2699.
34. Wolfram RM, Pokrajec B, Maca T *et al.* Endovascular brachytherapy for prophylaxis against restenosis after long segment femoropopliteal placement of stents; initial results. *Radiology* 2001, 220: 724–729.
35. Walichiewicz P, Piecuch J, Biała B *et al.* Vascular brachytherapy after percutaneous transluminal angioplasty of superficial femoral arteries — one year observation. *Chir Pol.* 2002; 2: 53–60.
36. Fava M, Loyola S, Polydorou A *et al.* Cryoplasty for femoropopliteal arterial disease; results of prospective multi-center registry. *J Vasc Intern Radiol.* 2004; 15: 1239–1243.
37. Joye JD. An overview of cryoplasty. *Endovascular Today* 2004; 3, 9: 54–56.
38. Solloff BL, Nagle WA, Moss AJ *et al.* Apoptosis induced by cold shock in vitro is dependent on cell growth phase. *Biochem Biophys Res Como.* 1987; 145: 876–883.
39. Wiechmann BN, Knight SE. Cryoplasty for treating femoropopliteal occlusive disease. *Endovascular Today* 2005; 4, 6: 76–79.
40. Laird JR. Peripheral excimer laser angioplasty (PELA) Trial results. 14th Annual Scientific Symposium Thrascatheter Cardiovascular Therapeutics 2002, Washington.
41. Laird JR, Reiser C, Biamino G *et al.* Excimer laser assisted angioplasty for treatment of critical limb ischemia. *J Cardiovasc Surg.* 2004; 45: 239–248.
42. Gammon R. Plaque excision treatment of infrainguinal PAD. *Endovascular Today* 2005; 4, 6: 70–74.
43. Zeller T, Krankenberg H, Reimers B *et al.* Initial clinical experience with a new percutaneous peripheral atherectomy device for the treatment of femoro-popliteal stenoses. *Röfo-Fortschr Röntgenstr.* 2004; 176: 70–75.
44. McLean GK. Percutaneous peripheral atherectomy. *J Vasc Interv Radiol.* 1993; 92: 465–479.
45. Hunink MG, Wong JB, Donaldson MC *et al.* Patency results of percutaneous and surgical revascularisation for femoropopliteal arterial disease. *Med Decis Making.* 1994; 14: 71–81.
46. Allen BT, Reilly JM, Rubin BG *et al.* Femoropopliteal bypass for claudication: vein vs PTFE. *Ann Vasc Surg.* 1996; 10: 178–185.
47. Lofberg AM, Karacagil S, Ljungman C. Percutaneous transluminal angioplasty of the femoropopliteal arteries in limbs with chronic critical limb ischaemia. *J Vasc Surg.* 2001; 34: 114–121.
48. Cheng SW, Ting AC, Ho P. Angioplasty and primary stenting of high-grade, long-segment superficial femoral artery disease: is it worthwhile? *Ann Vasc Surg.* 2003; 17: 430–437.

Adres do korespondencji (Address for correspondence):

Dr med. Wacław Kuczmik
Klinika Chirurgii Ogólnej i Naczyni Ślaskiej Akademii Medycznej
ul. Ziołowa 45/47, 40–635 Katowice
e-mail: wkuczmik@interia.pl