

## Endowaskularne leczenie zwężenia tętnicy szyjnej wewnętrznej – ocena wczesnych wyników na podstawie doświadczeń własnych

Endovascular management of internal carotid artery stenosis – evaluation of early results based on own experience

Wacław Kuczmik<sup>1</sup>, Damian Ziąja<sup>1</sup>, Jacek Kostyra<sup>1</sup>, Arkadiusz Leszczyna<sup>1</sup>, Grzegorz Biolik<sup>1</sup>, Tomasz Ludyga<sup>1</sup>, Tomasz Orawczyk<sup>1</sup>,  
Teresa Kowalewska-Twardela<sup>1</sup>, Arkadiusz Krupowies<sup>1</sup>, Bartosz Wnuk<sup>1</sup>, Andrzej Ochała<sup>2</sup>, Daria Wziątek-Kuczmik<sup>3</sup>, Krzysztof Ziąja<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra i Klinika Chirurgii Ogólnej i Naczyń Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach (Department of General and Vascular Surgery, Medical University of Silesia)

<sup>2</sup>III Katedra i Klinika Kardiologii Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach (3<sup>rd</sup> Department of Cardiology, Medical University of Silesia)

<sup>3</sup>Klinika Chirurgii Twarzowo-Szczękowej Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach (Department of Maxillofacial Surgery, Medical University of Silesia)

### Streszczenie

**Wstęp:** W pracy przedstawiono i omówiono okołooperacyjne wyniki endowaskularnego leczenia krytycznych zwężeń tętnicy szyjnej. Wskazano na szczególną użyteczność tej metody u chorych wysokiego ryzyka. Celem pracy była ocena wczesnych wyników angioplastyki i implantacji stentów w leczeniu krytycznego zwężenia tętnicy szyjnej wewnętrznej

**Materiał i metody:** W okresie od stycznia 2001 roku do września 2004 roku w Klinice Chirurgii Ogólnej i Naczyń Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach wykonano 131 zabiegów endowaskularnego poszerzenia tętnicy szyjnej wewnętrznej z implantacją stentu. Podczas zabiegu poszerzano tylko jedną tętnicę szyjną, w przypadku obustronnego zwężenia w pierwszej kolejności wykonywano angioplastykę po stronie zwężenia objawowego lub większego zwężenia. W 78 zabiegach (59,5%) korzystano z neuroprotekcji. W analizowanej grupie chorych było 92 mężczyzn i 39 kobiet w wieku 59–84 lat (średnia wieku — 72 lata). U wszystkich kwalifikowanych do leczenia wewnątrznaczyniowego zwężenie tętnicy szyjnej na podstawie wyniku badania USG przekraczało 70%. Czas zabiegu wynosił 14–45 min (średnio 22 min). Czas hospitalizacji po zabiegu wynosił 2–24 dni (średnio 2,8 dnia). Wszyscy pacjenci zakwalifikowani do endowaskularnego leczenia tętnicy szyjnej charakteryzowali się wysokim ryzykiem.

**Wyniki:** W okresie okołooperacyjnym stwierdzono udar mózgu u 5 chorych (3,8%), w 2 przypadkach (2,5%) z użyciem neuroprotekcji i w 3 bez neuroprotekcji (5,6%). W każdym przypadku był to udar niedokrwienny. Śmiertelność okołooperacyjna wyniosła 0,76%. Zgon był spowodowany rozległym udarem mózgu, który wystąpił podczas zabiegu przeprowadzonego bez neuroprotekcji.

Podczas zabiegów obserwowano niedokrwienie mózgu w 6 przypadkach (4,6%), bradykardia wystąpiła w 10 (7,6%), a hipotonia w 12 przypadkach (9,1%). Bradykardię stwierdzano sporadycznie po rutynowym zastosowaniu atropiny, podanej przed predylatacją zwężenia. U 1 chorego wystąpił zespół hiperperfuzji, na który złożyły się: napady drgawek, bóle głowy oraz zaburzenia świadomości bez cech niedokrwienia mózgu w badaniu tomograficznym. W jeszcze innym przypadku konieczna była konwersja.

**Wnioski:** Angioplastyka i implantacja stentu jest skuteczną i bezpieczną metodą leczenia krytycznego zwężenia tętnicy szyjnych.

**Słowa kluczowe:** tętnica szyjna wewnętrzna, zwężenie, angioplastyka, stent, neuroprotekcja

### Abstract

**Background:** This paper presents the perioperative results of endovascular management for a critical carotid artery stenosis. The authors demonstrate the beneficial effect of the method, particularly in high-risk surgical candidates. Aim of study was an evaluation of the early outcome of angioplasty and stent placement in a critical internal carotid artery stenosis.

**Material and methods:** From January 2001 through September 2004, one hundred and thirty-one endovascular procedures involving internal carotid artery angioplasty and stent placement were performed in the Department of General and Vascular Surgery in Katowice. Only one carotid artery dilatation was attempted; in a case of bilateral lesions, angioplasty was performed on the side of the symptomatic, or more severe, stenosis. In 78 procedures (59.5%) neuroprotection was used. The study group involved 92 male and 39 female patients, aged 59 to 84 years (the mean age was 72 years). All patients who elected to undergo endovascular management were considered to be at high surgical risk and had > 70% carotid artery stenosis as determined by an ultrasound examination. The duration of the procedure was 14 to 45 minutes (mean 22 minutes). Hospital stays ranged from 2 to 24 days (mean 2.8 days).

**Results:** Postoperative ischaemic stroke was observed in 5 patients (3.8%); including 2 procedures with neuroprotection (2.5%), and 3 without neuroprotection (5.6%). Perioperative mortality was 0.76%; a patient died of extensive stroke which occurred during an endovascular procedure without neuroprotection. During the procedure, transient ischaemic attack (TIA) occurred in 6 patients (4.6%), bradycardia in 10 (7.6%) and hypotonia in 12 (9.1%). Bradycardia was sporadic following routine atropin administration prior to stenosis predilatation. One patient developed hyperperfusion syndrome with convulsive attacks, headache, and consciousness level deterioration; no cerebral ischaemia was found on the CT. Conversion to open repair proved necessary in one patient.

**Conclusion:** Angioplasty with stent placement is an effective and safe treatment for a critical carotid artery stenosis.

**Key words:** internal carotid artery, stenosis, angioplasty, stent placement, neuroprotection

## Wstęp

Obecnie nikt nie ma wątpliwości, że optymalną profilaktyką udaru niedokrwiennego mózgu w przypadku krytycznego zwężenia tętnic szyjnych jest endarterektomia [1–5]. Leczenie endowaskularne jest jednak coraz powszechniej akceptowaną metodą leczenia krytycznego zwężenia tętnicy szyjnej wewnętrznej. Kolejne publikacje pokazują, że metoda endowaskularna jest przynajmniej tak samo bezpieczna jak dotychczas stosowane leczenie chirurgiczne [6–10]. Istnieje zgodność, że implantacja stentu w niektórych przypadkach klinicznych jest nawet leczeniem z wyboru [4, 11–13]. Należy do nich niewątpliwie: restenoza po wcześniej wykonanej endarterektomii, zwężenie spowodowane radioterapią, czy też przypadek wcześniejszych operacji w okolicy tętnicy szyjnej, kiedy blizna pooperacyjna może w istotny sposób utrudniać preparowanie tętnicy szyjnej. Do przypadków kwalifikowanych do leczenia śródnaczyniowego można zaliczyć także chorych z tak zwaną krótką szyją oraz z wysoko zlokalizowanym zwężeniem; te przypadki wiążą się z trudnym dostępem chirurgicznym do zwężenia tętnicy szyjnej. Coraz częściej wykonuje się zabiegi endowaskularne w grupie chorych wysokiego ryzyka, do której zalicza się osoby z istotnymi schorzeniami dodatkowymi. Chory charakteryzujący się wysokim ryzykiem to pacjent z: niewydolnością krążenia w III/IV klasie według NYHA, niestabilną lub zaawansowaną chorobą wieńcową (CCS III, IV), przewlekłymi zaawansowanymi chorobami płuc, znacznym nadciśnieniem tętniczym, niewydolnością nerek, po przebytych zawale serca w okresie ostatnich 6 miesięcy, okluzją lub zwężeniem kontralateralnej tętnicy szyjnej wewnętrznej oraz w wieku powyżej 80 lat [7].

Celem pracy była ocena wczesnych wyników leczenia endowaskularnego krytycznego zwężenia tętnic szyjnych w materiale Kliniki Chirurgii Ogólnej i Naczyń Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach.

## Introduction

Nowadays there is no doubt that, in cases of critical carotid artery stenosis, endarterectomy provides the optimum protection against ischaemic stroke [1–5]. However, the use of endovascular management for critical stenosis of the internal carotid has been increasing since numerous recent publications have suggested that the method is as safe and as effective as surgery [6–10]. Moreover, in some clinical cases, stent placement seems to have become the treatment of choice [4, 11–13]; among these are post-endarterectomy restenosis, post-radiotherapy stenosis or previous surgery in the region of the carotid artery when a postoperative scar might hamper dissection. Due to the difficult surgical access to a carotid artery stenosis, *short-neck* patients and those with high stenosis, are also candidates to undergo endovascular management as well as high surgical risk cases with severe concomitant disease. A high-risk surgical candidate is a patient presenting advanced circulatory insufficiency (III or IV NYHA class), unstable or severe coronary artery disease (CCS class III or IV angina), advanced chronic lung disease, severe arterial hypertension, renal failure, history of myocardial infarction in the preceding 6 months, occlusion or stenosis of the contralateral internal carotid artery; also patients over the age of 80 years are considered to be at high risk [7].

Aim of the study was a retrospective review and evaluation of the early outcome of angioplasty and stent placement for critical internal carotid artery stenosis in the clinical material of the Department of General and Vascular Surgery, Silesian Medical University in Katowice.

## Material and methods

From January 2001 through September 2004, one hundred and thirty-one endovascular procedures of internal carotid artery angioplasty and stent placement

## Materiał i metody

W okresie od stycznia 2001 roku do września 2004 roku w Klinice Chirurgii Ogólnej i Naczyń Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach wykonano 131 zabiegów endowaskularnego poszerzenia tętnicy szyjnej z implantacją stentu (ryc. 1, 2). Podczas zabiegu poszerzano tylko jedną tętnicę szyjną, w wypadku obustronnego zwężenia w pierwszej kolejności wykonywano angioplastykę po stronie zwężenia objawowego lub większego zwężenia. W 78 zabiegach (59,5%) korzystano z neuroprotekcji. Zabiegi z neuroprotekcją zaczęto wykonywać w 2002 roku. Wobec niemożności zastosowania neuroprotekcji ze względów finansowych w każdym przypadku, zastosowano ją w przypadkach zwiększonego ryzyka zatorowego. W badaniu USG, przed zabiegiem wewnątrznaczyniowym, oceniano blaszkę miażdżycową zwężenia, jeśli była hipo- lub hiperechogeniczna używano neuroprotekcji podczas zabiegu implantacji stentu. Pomocna w badaniu blaszki miażdżycowej była skala GSM (*grey-scale median*).

W analizowanej grupie chorych było 92 mężczyzn i 39 kobiet, w wieku 59–84 lat (średnia wieku — 72 lata). U wszystkich osób kwalifikowanych do leczenia endowaskularnego zwężenie tętnicy szyjnej na podstawie badania USG przekraczało 70%. Czas zabiegu wahał się w przedziale 14–45 min (średnio 22 min). Czas hospitalizacji po zabiegu wynosił 2–24 dni (średnio 2,8 dnia).

were performed in the Department of General and Vascular Surgery in Katowice (Fig. 1, 2). Only one carotid artery dilation was attempted; in a case of bilateral lesions, angioplasty was performed on the side of the symptomatic, or more severe, stenosis. In 78 procedures (59.5%) neuroprotection was used; the type of procedure was introduced in the year 2002. Due to financial reasons neuroprotection could not be used in all patients. Thus, those with an increased risk of developing embolism were selected based on an ultrasound examination performed prior to the endovascular management, *i.e.*, in cases of hypo- or hyperechogenicity of atherosclerotic plaque, neuroprotection was used during stent positioning. Grey-scale median analysis helped determine the plaque morphology.

The study group involved 92 male and 39 female patients, aged 59 to 84 years (mean age was 72 years). All patients elected to undergo endovascular management were considered to be at high surgical risk and had > 70% carotid artery stenosis as determined by an ultrasound examination. The duration of the procedure was 14 to 45 minutes (mean 22 minutes). Hospital stays ranged from 2 to 24 days (mean 2.8 days).

Prior to electing the patient to undergo percutaneous angioplasty of the internal carotid artery, the following investigations were undertaken: an ultrasound of the carotid arteries, a CT of the head, a carotid angiography, and a Doppler ultrasound for the assessment of intracra-



Rycina 1. Angiografia krytycznie zwężonej tętnicy szyjnej wewnętrznej

Figure 1. Angiography critical stenosis of internal carotid artery



Rycina 2. Angiografia tętnicy szyjnej po angioplastyce i implantacji stentu

Figure 2. Angiography artery carotis after angioplasty and stent implantation

Przed kwalifikacją chorego do zabiegu przezskórnej angioplastyki tętnicy szyjnych wykonywano badania: USG tętnic szyjnych, tomografię komputerową głowy, angiografię tętnic szyjnych oraz oceniano przepływy wewnątrzczaszkowe metodą dopplerowską. Do zabiegu kwalifikował pacjentów zespół specjalistów złożony z chirurga naczyniowego, neurologa oraz kardiologa i radiologa.

Zabieg przeprowadzono techniką opisaną we wcześniejszych doniesieniach [13, 15]. Od 2–4 dni przed zabiegiem chorzy otrzymywali leki przeciwplateletowe, najczęściej kwas acetylosalicylowy oraz tiklopidynę. Zabiegi wykonano z dostępu udowego, poza 2 przypadkami ze współistniejącym zespołem Leriche'a, gdy wykorzystano dostęp przez tętnicę pachową kontrlateralną do leczonej tętnicy szyjnej.

Implantowano przede wszystkim stenty samorozprężalne nitinolowe: SMART 0,018" w 22 przypadkach (16,79%), Precise oraz Precise RX w 68 (51,9%), Protégé w 1 (0,76%); także stenty samorozprężalne stalowe Carotid Wallstent u 38 chorych (29%), a w 2 przypadkach (1,53%) wszczepiono stent montowany na balonie Genesis.

W 78 przypadkach zastosowano neuroprotekcję, używano przede wszystkim neuroprotekcji dystalnej w postaci filtra, najczęściej — u 68 chorych (87%) był to Angioguard lub Angioguard XP.

Wszyscy chorzy zakwalifikowani do endowaskularnego leczenia tętnicy szyjnej charakteryzowali się wysokim ryzykiem. Chorobę wieńcową rozpoznano w 119 przypadkach (91%), 45 pacjentów (35%) przebyło zawał serca, u 103 (79%) stwierdzono nadciśnienie tętnicze, u 54 (41%) miażdżycę zastowową tętnic kończyn dolnych, cukrzycą typu 1 obciążonych było 42 chorych (32%), zaś wadę serca rozpoznano w 12 przypadkach (9,2%); przewlekłe zapalenie oskrzeli w 26 (20%), 49 chorych (37%) przebyło udar mózgu, a u 38 (29%) stwierdzono okluzję kontrlateralnej tętnicy szyjnej wewnętrznej

## Wyniki

W okresie okołoperacyjnym po angioplastyce krytycznego zwężenia tętnicy szyjnej wewnętrznej i implantacji stentu obserwowano nieliczne istotne powikłania. Udar mózgu rozpoznano u 5 chorych (3,8%) — w 2 przypadkach (1,5%) po zabiegu przeprowadzonym z neuroprotekcją i w 3 (2,3%) bez neuroprotekcji. W każdym przypadku był to udar niedokrwieny, 2 chorych wymagało długotrwałej rehabilitacji, mimo to u pacjentów po leczeniu występowały objawy niedowładu oraz afazji. W 2 dalszych przypadkach leczenie neurologiczne oraz rehabilitacja doprowadziły do całkowitego ustąpienia objawów neurologicznych, przy czym u 1 z tych chorych zastosowano śródoperacyjnie lokalne leczenie trombolityczne, uzyskując całkowite ustąpienie objawów niedokrwienia mózgu. Kolejny pacjent z dużym udarem mimo intensywnej terapii neurologicznej zmarł w 21. dobie po zabiegu. W 3 przypadkach objawy udaru mózgu wystąpiły podczas postdylatacji, a w 2 innych kilka godzin po zabiegu (odpowiednio 6 i 10 godzin). Całkowita śmiertelność okołoperacyjna wyniosła 0,76%.

nial arterial flow velocity. The results were then analysed by a team consisting of a vascular surgeon, a neurologist, a cardiologist, and a radiologist.

Endovascular management was performed according to the technique reported in the literature on the subject [13, 15]. All patients were pretreated with antiplatelet preparations, mainly Ticlopidin plus ASA for 2 to 4 days before the procedure. Transfemoral access was employed in all, apart from two patients with Leriche syndrome, in whom the stents were delivered through the axillary artery contralateral to the internal carotid artery being treated.

The types of stents were mainly self-expanding nitinol stents, *i.e.*, 22 (16.79%) SMART 0.018", 68 (51.9%) Precise or Precise RX, and 1 (0.76%) Protégé. In 38 cases (29%) self-expanding steel stents were delivered, and in 2 (1.53%) balloon expandable stents were placed (Genesis).

In total, neuroprotection was used in 78 patients; in 68 (87%) distal protection was provided with an Angioguard- or Angioguard-XP-filter.

All patients elected to undergo endovascular management were high-risk surgical candidates. Coronary disease was diagnosed in 119 (91%), recent myocardial infarction in 45 (35%), arterial hypertension in 103 (79%), obliterative atherosclerosis of the lower limb in 54 (41%), insulin-dependent diabetes in 42 (32%) heart defect in 12 (9.2%) chronic bronchitis in 26 (20%), stroke history in 49 (37%), and contralateral internal carotid occlusion in 38 (29%) of the patients.

## Results

Only few significant complications were observed after the angioplasty with stent placement for a critical stenosis of the internal carotid. Postoperative ischaemic stroke was observed in 5 patients (3.8%); including 2 procedures with neuroprotection (2.5%), and 3 without neuroprotection (5.6%). In 3 cases stroke symptoms were noted in the postdilatation period; in 2 patients at 6 and 10 hours following the procedure. Despite prolonged rehabilitation, two of these patients still presented with symptoms of paresis and aphasia. In two other patients, rehabilitation and neurological treatment resulted in the complete regression of neurological symptoms; one of them received local thrombolytic agents intraoperatively which caused all symptoms of ischaemia to subside. Another patient died of major stroke on postoperative day 21, despite intensive neurological treatment. The total perioperative mortality was 0.76%.

During and after the procedure, transient ischaemic attack (TIA) occurred in 6 patients (4.6%), bradycardia in 10 (7.6%), and hypotonia, requiring the application of pressor amines, in 12 (9.1%). Bradycardia was sporadic following routine atropin administration prior to the stenosis predilation or stent placement, which has become the standard therapy in the Department of General and Vascular Surgery.

One patient (0.76%) developed hyperperfusion syndrome with convulsive attacks, headache, and consciousness level deterioration; no cerebral ischaemia was found on the CT.



W trakcie i po zabiegu endowaskularnego obserwowano przemijające objawy niedokrwienia mózgu (TIA, *transient ischemic attack*) u 6 chorych (4,6%). Po postdylatacji bradycardia wystąpiła w 10 przypadkach (7,6%), a hipotonia tętnicza wymagająca leczenia aminami presyjnymi w 12 (9,1%). Bradykardię stwierdzano sporadycznie po zastosowaniu atropiny, podanej przed predylatacją bądź implantacją stentu, co jest obecnie standardowym postępowaniem w Klinice Chirurgii Ogólnej i Naczyń Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach.

Zespół hiperperfuzji obserwowano w 1 przypadku (0,76%), przejawiał się on napadem drgawek, bólem głowy oraz zaburzeniami świadomości bez cech niedokrwienia mózgu w powtarzanym badaniu tomograficznym.

W 6 przypadkach w przebiegu zabiegu obserwowano kurcz naczyń wywołany zastosowaniem filtra, który ustąpił po podaniu lokalnym nitrogliceryny lub papaweryny. W 5 innych przypadkach, w których zastosowano neuroprotekcję (Angioguard), obserwowano całkowite zatrzymanie przepływu krwi przez filtr wskutek zamknięcia mikroporów przez materiał zatorowy lub skrzeplinę, to zjawisko nie miało jednak żadnych konsekwencji klinicznych.

## Dyskusja

Zabiegi małoinwazyjnego leczenia zwężeń tętnic szyjnych są coraz częściej wykonywane z coraz mniejszą liczbą powikłań. Na stałą poprawę wyników leczenia wpływa wiele czynników, do których należą [16]:

- przestrzeganie przeciwwskazań do wykonywania zabiegu;
- ograniczenie do minimum liczby używanych cewników, jak również ograniczenie manipulacji cewnikami i przewodnikami w obrębie łuku aorty i tętnicy szyjnej;
- stałe płukanie koszulki i cewników;
- zminimalizowanie ilości podanego kontrastu;
- odpowiednio wczesne zastosowanie leków przeciwplatekcyjnych;
- śródoperacyjne podanie atropiny;
- podanie odpowiedniej ilości heparyny w czasie zabiegu;
- znajomość anatomii tętnic szyjnych i jej anomalii oraz umiejętność rezygnacji z zabiegu w wypadku skomplikowanych warunków anatomicznych;
- właściwy wybór rodzaju neuroprotekcji w zależności od anatomicznego ukształtowania tętnicy szyjnej, stopnia zwężenia oraz właściwości blaszki miażdżycowej;
- miniaturyzacja sprzętu wykorzystywanego do zabiegu — obecnie używane stenty, cewniki balonowe oraz neuroprotekcja są skonstruowane na monorailowej platformie 0,014", co umożliwia lepszą kontrolę poszczególnych etapów zabiegu i równocześnie skraca czas zabiegu.

Na podstawie wyników badania *The imaging in carotid angioplasty and risk of stroke* (ICAROS) Biasi i wsp. twierdzą, że największe ryzyko zatorowości mózgu podczas angioplastyki tętnicy szyjnej istnieje, gdy echogeniczność blaszki zwężającej tętnicę szyjną wynosi poniżej 25 w skali szarości GSM. W tych przypadkach auto-

In 6 patients vasospasm caused by filter use was observed, which subsided following local nitroglycerine or papaverine administration. In another 5 neuroprotection cases (Angioguard), complete filter occlusion occurred due to embolic material or a thrombus. However, no clinical consequence was detected.

## Discussion

As it is minimally invasive, endovascular management for carotid artery stenosis is becoming an increasingly popular strategy of carotid intervention. Complication rates have decreased as numerous factors contribute to lower morbidity after the procedure has been performed, among them the following [16]:

- adherence to strict patient selection criteria when considering endovascular management;
- the minimum use of catheters and the prevention of excessive catheter and guidewire manipulation within the aortic arch and carotid artery;
- meticulous catheter and sheath hygiene (flush);
- minimum contrast injection;
- the early administration of antiplatelet medication;
- intraoperative atropin administration;
- adequate heparin infusion during the procedure;
- expertise in the anatomy and possible anomalies of the carotid; conversion from the procedure in the case of complicated anatomical conditions;
- the selection of the most advantageous neuroprotection depending on the anatomy of the carotid artery, grade of stenosis, and characteristics of the atherosclerotic plaque;
- the miniaturization of equipment; stents, balloon catheters, and neuroprotection devices which are currently used are mounted on a monorail 0.014" platform, which allows for better control of particular procedure phases; it also helps shorten procedure duration.

Based on the results of the ICAROS study, Biasi *et al.* [17] maintain that the highest risk of cerebral embolization in carotid angioplasty occurs when carotid plaque echolucency, as measured by GSM, is below 25. The authors observed ischaemic stroke in 7.1% of these patients; thus, neuroprotection seems indispensable in such cases.

Endovascular treatment tends to be successful in 95–99% of patients with a carotid stenosis [18, 19]. Although there is a risk on CNS ischaemia, the stroke rate can be as low as 1–3% in patients with neuroprotection [20]. Our clinical material demonstrated a slightly higher rate, *i.e.*, 6.1%. However, the study group was nonhomogenous; neuroprotection had only been used in 59.5% of the patients, and among those the stroke rate amounted to 3.8%.

TIA occurs in 2.5–5% of patients after a carotid artery stent placement [20]. Other complications include haemorrhagic stroke, hyperperfusion syndrome, arterial hypotonia, bradycardia, arterial spasm, wall dissection, haematoma or pseudo-haematoma at the injection site [6–8, 20, 21].

rzy obserwowali udar niedokrwienny mózgu aż w 7,1% przypadków; wydaje się, że wtedy powinno się bezwzględnie stosować neuroprotekcję [17].

Zabiegi endowaskularne wykonuje się z powodzeniem u 95–99% chorych ze zwężoną tętnicą szyjną [18, 19]. Zabieg wiąże się z ryzykiem niedokrwienia ośrodkowego układu nerwowego, jednak w grupie chorych zabezpieczonych neuroprotekcją udar niedokrwienny zdarza się z częstością 1–3% [20]. W materiale własnym autorzy obserwowali wprawdzie nieco więcej udarów niedokrwiennych ośrodkowego układu nerwowego (6,1%), jednak była to grupa niejednorodna — tylko 59,5% chorych było zabezpieczonych neuroprotekcją i u tych osób udar stwierdzono w 3,8% przypadków.

Niedokrwienie mózgu występuje u 2,5–5% pacjentów poddanych stentowaniu tętnicy szyjnej [20]. Inne możliwe powikłania to: udar krwotoczny, zespół hiperperfuzji, hipotonia tętnicza, bradykardia, kurcz tętnicy, rozwarstwienie ściany naczynia, krwiak i tętniak rzekomy w miejscu wkłucia [6–8, 20, 21].

Spśród odległych powikłań najistotniejsze jest wystąpienie restenozy, według badań Wholeya i wsp. odpowiednio po 1, 2 i 3 latach wynosiła ona 2,7%, 2,6% i 2,4% [22]. Ciekawą i obiecującą formą zapobiegania restenozie jest brachyterapia śródnaczyniowa. Odpowiednio dobrana dawka promieniowania gamma zmniejsza hiperplazję śródbłonna, która stanowi jedną z głównych przyczyn restenozy po zabiegu endowaskularnym. Innym sposobem przeciwdziałania restenozie mogą się stać stenty pokrywane substancjami hamującymi proliferację i migrację komórek mięśni gładkich ściany tętnicy.

Zastosowanie leczenia endowaskularnego tętnic szyjnych jest szczególnie atrakcyjne u pacjentów z powodu chorób serca, nierzadko kwalifikowanymi również do zabiegu angioplastyki tętnic wieńcowej bądź kardiochirurgicznej rewaskularyzacji mięśnia sercowego. Zmniejszenie powikłań kardiologicznych po endowaskularnym leczeniu zwężeń tętnic szyjnych jest do tej pory słabo udokumentowane. Jednak z posiadanych danych wynika, że jest to bardzo istotny powód kwalifikowania pacjentów z chorobą wieńcową do zabiegów endowaskularnego poszerzenia tętnic szyjnych. Powszechnie znany jest fakt, że występowanie choroby wieńcowej i śmiertelność związana z nią rosną u osób w starszym wieku ze zwężeniem tętnic szyjnych. Zawansowana choroba wieńcowa występuje u przynajmniej 35% pacjentów z istotnym zwężeniem tętnicy szyjnej [13].

Zaletą endowaskularnego leczenia tętnic szyjnych może być możliwość połączenia z przezskórną angioplastyką naczyń wieńcowych, przy czym kolejność zaopatrzenia tętnic najczęściej jest uzależniona od stopnia zaawansowania i klinicznego obrazu choroby wieńcowej oraz zwężenia tętnic szyjnych. Gdy chory jest niestabilny kardiologicznie, leczenie rozpoczyna się od przezskórnej angioplastyki naczyń wieńcowych. Gdy natomiast zwężenie tętnicy szyjnej jest objawowe, a stan kardiologiczny chorego stabilny, wtedy kolejność zabiegów jest odwrotna.

Jednym z podstawowych mankamentów tej nowoczesnej metody leczenia w polskiej rzeczywistości jest

Restenosis is the most significant of the late complications; Wholey *et al.* [22] estimate the rates at 2.7%, 2.6%, and 2.4% after 1, 2, and 3 years following the procedure, respectively. Intravascular brachytherapy seems to emerge as an interesting modality to prevent re-closing of the blood vessels. An appropriate gamma radiation dose is delivered to the treatment site, which decreases the endothelial hyperplasia responsible for the post-management restenosis. The introduction of drug-eluting stents able to release antiproliferative compounds may also prevent restenosis.

The use of endovascular management for carotid artery stenosis seems particularly advantageous in surgical candidates with accompanying heart disease, also in those elected to coronary angioplasty or cardiocirculatory revascularization of the myocardium. The decreased amount of cardiac complications following endovascular management for carotid stenosis has not been well-documented so far. However, the available data strongly suggest that it is precisely the fact that there are fewer procedure-related complications which constitutes the reason to select a coronary patient for endovascular, and not open, repair. Coronary artery disease and associated mortality increases in elderly patients with carotid stenosis; advanced coronary disease is found in at least 35% of examined patients [13].

The beneficial aspect of endovascular management of the carotids is the option of simultaneously performing a percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA). The sequence of arterial repair mainly depends on the severity and clinical symptoms of coronary artery disease and carotid stenosis. In a cardiologically unstable patient, the treatment starts with PTCA. A reverse management sequence is used in cases of symptomatic carotid stenosis and a stable cardiologic condition.

One of basic drawbacks of endovascular management in Poland is its high cost, and especially when compared to that of carotid endarterectomy. Also, angioplasty of the internal carotid artery with stent placement remains a controversial procedure. The Leicester Trial, the aim of which was to compare the outcome of endoluminal and surgical treatments for symptomatic carotid artery disease, was discontinued in the preliminary phase due to the significant number of strokes during stent placement [23]. Other trials, *i.e.*: CAVATAS, Lexington, and our own have show that the results of endovascular management are comparable to those of carotid endarterectomy [6, 9, 10]. The SAPHIRE trial was the first to demonstrate that, in the case of a high surgical risk population, endovascular management was a safer alternative to open repair techniques and with a lower periprocedural event rate. Several international-center-based trials are being carried out at present to evaluate the effectiveness and safety of endoluminal therapies [24]; restenosis and CNS embolism rates are being investigated. The results which have been obtained seem comparable to those of surgical management.

Endovascular management itself has naturally originated from the search for minimally invasive procedures

wysoki koszt procedury, zwłaszcza jeśli odnieść go do klasycznej endarterektomii tętnic szyjnych. Zabiegi angioplastyki tętnicy szyjnej wewnętrznej i implantacji stentów nadal budzą wiele kontrowersji — badanie Leicester, którego założeniem było porównanie wyników wewnątrznaczyniowego i chirurgicznego leczenia krytycznego zwężenia tętnicy szyjnej wewnętrznej, zostało przerwane we wstępnej fazie z powodu dużej liczby udarów podczas implantacji stentów [23]. Jednak inne badania: *Carotid and Vertebral Artery Transluminal Angioplasty Study* (CAVATAS) oraz Lexington, jak i badania własne autorów wykazały, że rezultaty leczenia endowaskularnego są porównywalne z osiągniętymi po endarterektomii tętnic szyjnych [6, 9, 10]. Natomiast badanie *Stenting and Angioplasty with Protection in Patients at High Risk of Endarterectomy* (SAPPHIRE) po raz pierwszy wykazało, że wewnątrznaczyniowe leczenie jest bezpieczniejsze i wywołuje znamienne statystycznie mniej istotnych powikłań w okresie okołoperacyjnym niż leczenie chirurgiczne krytycznych zwężeń tętnic szyjnych w grupie chorych wysokiego ryzyka. Obecnie prowadzone są kolejne duże międzynarodowe badania, oceniające skuteczność i bezpieczeństwo leczenia endowaskularnego [24]. Bada się częstość nawrotów zwężenia, a także powikłań, zwłaszcza związanych z zatorowością ośrodkowego układu nerwowego.

Otrzymane do tej pory wyniki są porównywalne z wynikami leczenia chirurgicznego, zaś sam zabieg endowaskularny jest naturalnym poszukiwaniem sposobów małoinwazyjnego rozwiązywania problemów, przed którymi stoi współczesna medycyna. Należy mieć nadzieję, że dalszy postęp technologii oraz powszechne stosowanie udoskonalonych systemów neuroprotekcji poprawi skuteczność i zmniejszy ryzyko zabiegu. Wydaje się, że już w niedalekiej przyszłości możemy być świadkami rewolucji w terapii zwężeń tętnic szyjnych, kiedy to metodą referencyjną leczenia stanie się angioplastyka z implantacją stentu z zabezpieczeniem neuroprotekcją. Już dzisiaj wewnątrznaczyniowe leczenie krytycznego zwężenia tętnic szyjnych należy uznać za skuteczne i bezpieczne.

## Piśmiennictwo (References)

1. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high grade carotid stenosis. *N Engl J Med.* 1991; 325: 445–453.
2. European Carotid Surgery Trialists Collaborative Group. MRC European Carotid Surgery Trial, interim results for symptomatic patients with severe (70–90%) or with mild (0–29%) carotid stenosis. *Lancet* 1991; 337: 1235–1243.
3. Less D, Kwiciniński H, Bogousslavsky J *et al.* Prevention Cerebrovasc Dis. 2004; 17 (supl. 2): 15–29.
4. Adams HP, Adams RJ, Brot T *et al.* Guidelines for the early management of patients with ischemic stroke. *Stroke* 2003; 34: 1054–1083.
5. Hobson RW. Rationale and status of randomized controlled clinical trials in carotid artery stenting. *Semin Vasc Surg.* 2003; 16: 311–316.

to treat challenging conditions. It should be hoped that further technological progress and the common application of neuroprotection devices will improve efficacy and reduce the periprocedural risk. We might soon witness angioplasty with stent placement and neuroprotection setting a *gold standard* in the management of carotid artery disease. Even today, endovascular techniques for symptomatic carotid stenosis provide safe and effective management.

6. Kuczmik W, Ziaja D, Kostyra J i wsp. Porównanie wczesnych i późnych wyników endowaskularnego leczenia objawowego zwężenia tętnicy szyjnej wewnętrznej. *Chir Pol.* 2004; 3: 123–132.
7. Yadav JS, Wholey MH, Kuntz RE *et al.* Protected carotid-artery stenting versus endarterectomy in high-risk patients. *N Eng J Med.* 2004; 351: 1493–1501.
8. Wholey MH., Wholey M, Mathias K *et al.* Global experience in cervical carotid artery stent placement. *Cathet Cardiovasc Intervent.* 2000; 50: 160–167.
9. Endovascular versus surgical treatment in patients with carotid stenosis in the Carotid and Vertebral Artery Transluminal Angioplasty Study (CAVATAS) a randomised trial. *Lancet* 2001; 357: 1729–1737.
10. Brooks WH, McClure RR, Janes MR *et al.* Carotid angioplasty and stenting versus carotid endarterectomy: randomized trial in a community hospital. *J Am Coll Cardiol.* 2001; 38: 1589–1595.
11. Ziada KM, Kapadia SM, Yadav JS. Expanding the indications for carotid stenting: radiation-induced extracranial carotid artery disease. *Carotid Intervention* 2001; 3: 34–38.
12. Lanzino G, Pollina J, Guterman LR *et al.* Carotid intervention for post-endarterectomy restenosis. *Carotid Intervention* 2000; 2: 34–40.
13. Bergeron P, Pietri PA, Piret V *et al.* Management of patients with concomitant carotid and coronary disease: the role of carotid angioplasty and stenting. *Carotid Intervention* 2000; 2: 41–47.
14. Kuczmik W, Urbaneck T, Gniadek J *et al.* Endowaskularne leczenie krytycznego zwężenia tętnicy szyjnej. *Chir Pol.* 2001; 3: 135–141.
15. Kuczmik W, Ziaja D, Kostyra J *et al.* Wczesne wyniki endowaskularnego leczenia krytycznego zwężenia tętnicy szyjnej wewnętrznej. *Chir Pol.* 2002; 4: 175–181.
16. Myla S. Carotid access techniques: an algorithmic approach. *Carotid Intervention* 2001; 3: 2–12.
17. Biasi GM, Froio A, Diethrich EB *et al.* Carotid plaque echolucency increases the risk of stroke in carotid stenting. The imaging in carotid angioplasty and risk of stroke (ICAROS) study. *Circulation* 2004; 110: 756–762.
18. Cremonesi A, Manetti R, Setacci F. Protected carotid stenting. Clinical advantages and complications of embolic protection device in 442 consecutive patients. *Stroke* 2003; 34: 1936–1941.
19. Theiss W, Hermanem P, Mathias K *et al.* Pro-CAS a prospective registry of carotid angioplasty and stenting. *Stroke* 2004; 35: 2134–2139.
20. Reimers B, Schluter M, Castriota F *et al.* Routine use of cerebral protection during carotid artery stenting: results of multicenter registry of 753 patients. *Am J Med.* 2004; 116: 217–222
21. Vitek JJ, Roubin GS, Al-Mubarek N *et al.* Carotid artery stenting: technical considerations. *Am J Neuroradiol.* 2000; 21: 1736–1743.
22. Wholey MH, Al-Mubarak N, Wholey M. Updated review of global carotid artery stent registry. *Catheter Cardiovascular Intern.* 2003; 60: 259–266.

23. Naylor AR, Bolia A, Abbott I *et al.* Randomized study of carotid angioplasty and stenting versus carotid endarterectomy: a stopped trial. *J Vasc Surg.* 1998; 28: 326–334.
24. Rubin GS, Hobson RS, White R *et al.* CREST and CARESS to evaluate carotid stenting: time to get to work! *J Endovasc Ther.* 2001; 2: 107–110.

**Adres do korespondencji (Address for correspondence):**

Dr med. Wacław Kuczmik  
Katedra i Klinika Chirurgii Ogólnej i Naczyń  
Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach  
ul. Ziołowa 45/47  
40–635 Katowice  
e-mail: wkuczmik@interia.pl

Praca wpłynęła do Redakcji: 09.10.2004 r.