

Angioplastyka objawowych zwężeń tętnic kręgowych z zastosowaniem stentów konwencjonalnych i pokrytych lekiem antymitotycznym

Symptomatic vertebral artery stenting with the use of bare metal and drug eluting stents

Piotr Paluszek¹, Piotr Pieniążek¹, Piotr Musiałek¹, Tadeusz Przewłocki¹, Anna Kabłak-Ziembicka¹, Rafał Motyl², Łukasz Tekieli¹, Agata Leśniak-Sobelga¹, Krzysztof Żmudka³, Wiesława Tracz¹

¹ Klinika Chorób Serca i Naczyń, Instytut Kardiologii, Uniwersytet Jagielloński *Collegium Medicum*, Krakowski Szpital Specjalistyczny im. Jana Pawła II, Kraków

² Ośrodek Diagnostyki, Prewencji i Telemedycyny z Pododdziałem Szybkiej Diagnostyki, Krakowski Szpital Specjalistyczny im. Jana Pawła II, Kraków

³ Centrum Interwencyjnego Leczenia Chorób Serca i Naczyń z Pododdziałem Kardiologii Interwencyjnej, Krakowski Szpital Specjalistyczny im. Jana Pawła II, Kraków

Post Kardiol Interw 2009; 5, 1 (15): 1-6

Streszczenie

Cel: Analiza bezpośrednich i odległych wyników klinicznych i angiograficznych zabiegów angioplastyki objawowych (udar z tylnego kręgu unaczynienia, zaburzenia widzenia, nasilone zawroty głowy, nagłe upadki) zwężeń tętnic kręgowych z zastosowaniem konwencjonalnych stentów metalowych (BMS) i stentów uwalnających leki antymitotyczne (DES).

Metody: Badaniem objęto 52 chorych (42 mężczyzn, 10 kobiet, wiek $65,9 \pm 8,8$ roku) hospitalizowanych z powodu objawowego zwężenia tętnicy kręgowej. Wszyscy chorzy po konsultacji neurologicznej zostali zakwalifikowani do zabiegu stentowania zwężenia. Efekt angioplastyki oceniano w badaniu angiograficznym i klinicznie bezpośrednio po zabiegu, klinicznie po 30 dniach oraz klinicznie i angiograficznie po średnio 12 (9–14) miesiącach.

Wyniki: Zwężenia zlokalizowane były u 30 chorych w lewej tętnicy kręgowej, a u 22 w prawej. Implantowano 26 BMS i 26 DES. W wyniku zabiegu zmniejszono procent redukcji światła naczynia (ang. *diameter stenosis*) w miejscu zwężenia z $85,4 \pm 9\%$ do $4,3 \pm 5,7\%$ ($p < 0,01$). W 30-dniowej obserwacji u 47 (90,4%) chorych nie stwierdzono nawrotu objawów. Skuteczność kliniczna zabiegu utrzymała się u 40 (80%) chorych po 12 miesiącach. W badanej grupie w ciągu 12 miesięcy od zabiegu nie wystąpił udar mózgu lub mózdzku; wystąpiły natomiast 2 zgony wieńcowe. Po roku odsetek restenozy wynosił 23,1% w BMS vs 8,5% w DES.

Wnioski: Angioplastyka tętnic kręgowych z implantacją stentu jest zabiegiem bezpiecznym i skutecznym pod względem redukcji objawów. Nasze wyniki pokazują, że stosowanie DES może się wiązać z istotną redukcją odsetka restenozy w obserwacji odległej. Konieczne jest przeprowadzenie dużego badania z randomizacją oceniającego skuteczność DES w porównaniu z BMS w leczeniu objawowych zwężeń tętnic kręgowych.

Słowa kluczowe: objawowe zwężenie tętnic kręgowych, stenty metalowe, stenty powlekane lekiem antymitotycznym

Abstract

Aim: To prospectively evaluate short and long-term clinical and angiographic outcome of vertebral artery stenting (VAS), with bare metal or drug eluting stents (BMS/DES) for symptomatic (vertebro-basilar stroke, drop attacks, severe vertigo, haemianopia or cortical blindness) vertebral artery stenosis.

Methods: The study involved 52 patients (mean age 65.9 ± 8.8 years, 42 men) with symptomatic vertebral artery stenosis. All were seen by an independent neurologist prior to VAS (referral), and after VAS (at 24 h, 1 and 12 months). Conventional angiography was performed at baseline, immediately after VAS and at 12 (9–14) months.

Adres do korespondencji/Corresponding author: lek. med. Piotr Paluszek, Klinika Chorób Serca i Naczyń Instytutu Kardiologii, Uniwersytet Jagielloński *Collegium Medicum*, Krakowski Szpital Specjalistyczny im. Jana Pawła II, ul. Pędznicza 80, 31-202 Kraków, tel. +48 12 614 20 00, faks +48 12 614 22 66, e-mail: pipal@poczta.onet.pl
Praca wpłynęła 8.01.2009, wersja poprawiona wpłynęła 10.03.2009, przyjęta do druku 11.03.2009.
Praca realizowana w ramach programu KBN nr P05B09330/2006

Results: The lesion location was left vertebral artery in 30 and right vertebral artery in 22. Twenty-six BMS and 26 DES were implanted. Stenosis severity (quantitative angiography diameter stenosis) was reduced from $85.4 \pm 9\%$ to $4.3 \pm 5.7\%$ ($p < 0.01$). At 30 days, 47 (90.4%) patients were asymptomatic, and 40 (80%) remained asymptomatic at 12 months (the only remaining symptoms were vertigo/dizziness). At 12 months there were no strokes, but there were 2 cardiac deaths. 12-month angiographic binary restenosis rate was 23.1 vs. 8.5% (BMS vs. DES).

Conclusions: The VAS for symptomatic vertebral artery stenosis is safe and effective in symptom relief. Our results indicate that the use of DES may lead to a significant reduction of restenosis rate at 12 months. Thus a large, randomized trial with DES vs. BMS for the treatment of symptomatic VAS is needed.

Key words: symptomatic vertebral artery stenosis, bare metal stents, drug eluting stents

Wstęp

Zwężenie tętnicy kręgowej jest istotnym czynnikiem ryzyka udaru niedokrwienego mózgu, mózdzku lub pnia mózgu [1]. Najczęstszym mechanizmem niedokrwienia jest niewydolność perfuzji w obszarze dystalnym do krytycznego zwężenia lub niedrożności tętnicy kręgowej. Zwężenie miażdżycowe może być również źródłem materiału zatorowego (fragmenty blaszki miażdżycowej, skrzepiny) powodującego zamknięcie tętnic położonych w dystalnej części odgałęzień tętnic kręgowych.

Tętnice kręgowe odchodzą zazwyczaj od jednoimiennych tętnic podobojczykowych (w 5% odejście od łuku aorty), przechodzą przez otwory w wyrostkach poprzecznych kręgów szyjnych, a następnie wchodzi do czaszki. Wyróżniamy 4 segmenty: V1 – od ujścia do poziomu C5–C6, V2 – odcinek śródkręgowy, V3 – podstawno-czaszkowy, oraz V4 – wewnątrzczaszkowy. Tętnice kręgowe prawa i lewa łączą się na poziomie mostu w tętnicę podstawną mózgu, która ostatecznie rozgałęzia się na dwie tętnice tylne mózgu. Cały ten układ jest nazywany tylnym kręgiem unaczynienia i odpowiada za perfuzję pnia mózgu, mózdzku oraz częściowo płatów skroniowych i potylicznych.

Niedokrwienie ww. obszarów mózgowia powoduje szereg objawów i zespołów klinicznych. Najczęściej występują: zawroty głowy, nudności, wymioty, oczopląs, zaburzenia równowagi, ataksja (niezborność), podwójne widzenie, izolowane niedowidzenie połowicze lub ślepotą korowa, a także zaburzenia mowy i połykania. Może występować obustronny deficyt ruchowy i/lub czuciowy, przejściowa całkowita niepamięć lub nagłe upadki (ang. *drop attacks*).

Diagnostyka zwężeń tętnic kręgowych jest utrudniona ze względu na stosunkowo słabe zdefiniowanie objawów z zakresu tylnego kręgu unaczynienia, skąpoobjawowość, lekceważenie najczęstszych objawów (zawroty głowy, zaburzenia równowagi) oraz zwyczajowe przypisywanie ich zmianom zwyrodnieniowym kręgosłupa szyjnego. Z tego powodu tak ważna w procesie diagnostycznym jest każdorazowo współpraca z doświadczonym neurologiem.

Obecnie diagnostyka nieinwazyjna zwężeń tętnic kręgowych opiera się na ultrasonografii metodą duplex dopler (użyteczność ograniczona ze względu na trudną oce-

nę odejścia tętnic kręgowych wymagającą dużego doświadczenia ultrasonografisty) oraz angiografii tomografii komputerowej lub rezonansu magnetycznego. Złotym standardem nadal pozostaje klasyczna angiografia.

Dane z literatury wskazują, że angioplastyka krytycznej zwężonej tętnicy kręgowej jest zabiegiem bezpiecznym i skutecznym [2–4], także u chorych wysokiego ryzyka [5].

Angioplastyka balonowa w lokalizacji ostialno-kręgowej jest obarczona bardzo wysokim ryzykiem restenozy (do 100% w badaniu Cloud i wsp. [6]). Stosowanie stentów konwencjonalnych (ang. *bare metal stents*, BMS) wiąże się wysokim (do 43% w badaniu SSYLVA [7]) ryzykiem restenozy. Wydaje się, że stosowanie stentów powlekanych lekiem antymitotycznym (ang. *drug eluting stents*, DES) zmniejsza odsetek restenozy, chociaż wyniki nie są jednoznaczne (od 7% w obserwacji 4-miesięcznej w badaniu Gupty i wsp. [8] do 62,5% w obserwacji 6-miesięcznej w badaniu Lugmayra i wsp. [9]).

Aktualne wskazania do angioplastyki tętnic kręgowych obejmują [10]:

- 1) objawowe obustronne zwężenie $> 60\%$ niereagujące na leczenie farmakologiczne (konsultacja neurologa),
- 2) objawowe zwężenie $> 60\%$ dominującej tętnicy kręgowej,
- 3) bezobjawowe krytyczne zwężenie tętnicy kręgowej u chorego z niedrożnościami w zakresie tętnic szyjnych (poprawa krążenia obocznego),
- 4) sytuacje, gdy zwężenie można wiązać z incydentami zakrzepowo-zatorowymi w tylnym kręgu unaczynienia mózgu.

Materiał i metody

Badaniem objęto chorych hospitalizowanych w latach 2004–2008 z powodu istotnego angiograficznie ($\geq 70\%$), objawowego zwężenia tętnicy kręgowej. Zabiegi angioplastyki tętnicy kręgowej wykonano u 52 chorych w wieku 48–81 lat (średnia wieku 65,9), w tym 10 kobiet w wieku 66–79 lat (średnia wieku 70,6) oraz 42 mężczyzn w wieku 48–81 lat (średnia wieku 64,8). Wśród czynników ryzyka dominowały: nadciśnienie tętnicze (98,1%), hiperlipidemia (88,5%), palenie tytoniu (67,3%), cukrzyca lub nietolerancja glukozy (25%). Dodatkowo

u 76,9% osób stwierdzono chorobę wieńcową potwierdzoną koronarografią, u 65,4% miażdżycę tętnic szyjnych lub podobojczykowych oraz u 30,8% miażdżycę tętnic kończyn dolnych. Każdy chory został zakwalifikowany do zabiegu angioplastyki (ang. *percutaneous transluminal angioplasty*, PTA) w wyniku konsultacji neurologicznej. Lokalizację zwężeń przedstawiono na rycinie 1.

Zabiegi wykonano z wykorzystaniem BMS – 26 (50%) chorych, DES uwalniających paklitaksel (PES) – 6 (12%) chorych, lub sirolimus (SES) – 20 (38%) chorych (ryc. 2). Użyto BMS o średnicy 2,75–7,0 mm (średnio 4,2 mm) lub DES 2,25–3,5 mm (średnio 3,1 mm).

W jednym przypadku wykorzystano DES do leczenia restenozy w BMS w tętnicy kręgowej (ryc. 3.–5.)

Efekt angioplastyki oceniano w badaniu angiograficznym i ultrasonograficznym (USG) oraz klinicznie bezpośrednio po zabiegu, klinicznie po 30 dniach, klinicznie i angiograficznie po średnio 12 (9–14) miesiącach. Angiografię w obserwacji odległej wykonano u wszystkich chorych w grupie DES, w grupie BMS natomiast jedynie w razie podejrzenia nawrotu zwężenia – wystąpienia objawów neurologicznych lub niejednoznacznych wyników badań obrazowych [USG lub angiografii metodą tomografii komputerowej (angio-CT) tętnic dogłowych]. Wykonywanie angiografii u wszystkich chorych z DES, a u chorych z BMS tylko w grupie z podejrzeniem restenozy (klinicznie lub w USG) wynikało z faktu, iż w związku z brakiem danych dotyczących implantacji DES w tętnicach kręgowych chorzy ci wymagali – zgodnie z założeniem badania – rutynowej kontroli do oceny bezpieczeństwa tej nowej metody leczenia (DES w tętnicach kręgowych). Stopień zwężenia tętnicy kręgowej przed i po zabiegu oceniano metodą angiografii ilościowej (QA – redukcja średnicy światła naczynia; ang. *diameter stenosis*) za pomocą oprogramowania Quantcor

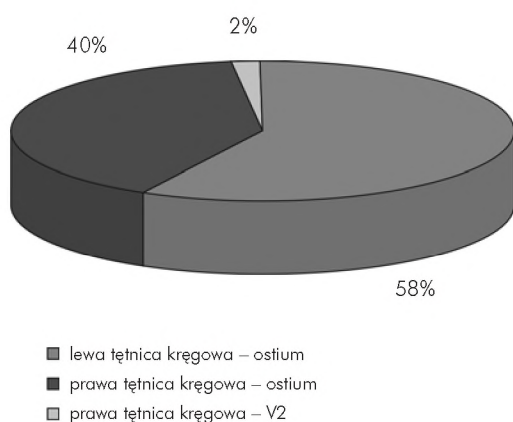
(Quantitative Evaluation of Vascular Anatomy, Siemens). Restenozę definiowano jako QA > 50%. W obserwacji klinicznej brano pod uwagę obecność objawów neurologicznych oraz wystąpienie udaru mózgu lub zgonu. Wszyscy chorzy otrzymywali kwas acetylosalicylowy (1 × 75 mg) na stałe oraz tienopirydynę (tiklopidyna 2 × 250 mg lub kłopidogrel 1 × 75 mg) – w grupie BMS przez miesiąc, w grupie SES i PES początkowo przez odpowiednio 3 i 6 miesięcy – do 2006 r., a po 2006 r. przez 12 miesięcy.

Wyniki

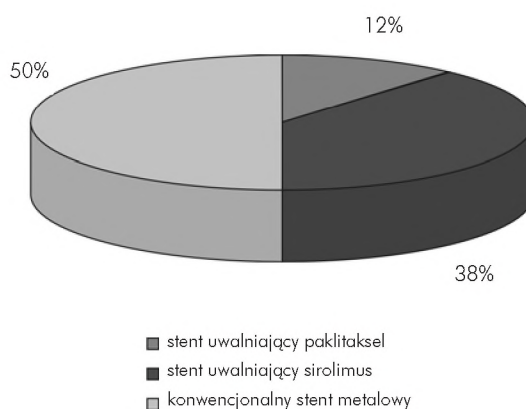
U 69,2% chorych zastosowano metodę stentowania bezpośredniego. U wszystkich chorych zabieg był skuteczny angiograficznie (zwężenie rezydualne po PTA < 20%). Około zabiegowo nie obserwowano zgonu, udaru mózgu, zawału serca ani epizodów przejściowego niedokrwienia mózgu (TIA), u jednego chorego wystąpił natomiast krwiak w miejscu nakłucia tętnicy udowej wymagający przetoczeń krwi. Stopień zwężenia przed PTA wynosił 70–99%, średnio $85,4 \pm 9\%$, a po PTA 0–20%, średnio $4,3 \pm 5,7\%$ ($p < 0,01$ w stosunku do stanu przed PTA).

Obecność objawów klinicznych przed zabiegiem, 30 dni oraz 12 miesięcy po zabiegu przedstawiono w tabeli 1.

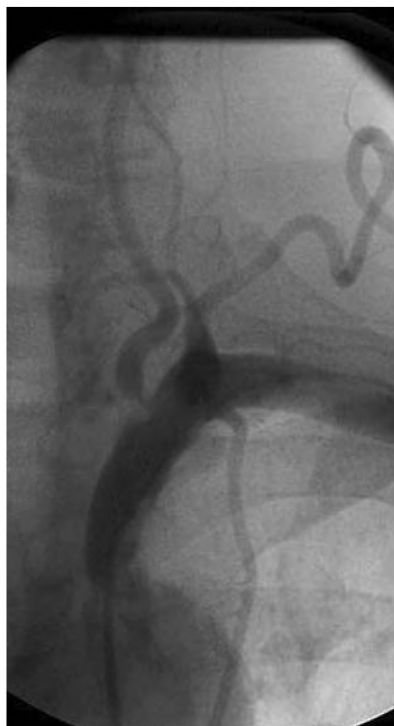
U 10 chorych nastąpił nawrót objawów w postaci zawrotów głowy, natomiast tylko u 5 z nich stwierdzono restenozę. U 3 chorych z potwierdzoną angiograficznie restenozą nie obserwowano nawrotu objawów neurologicznych. Wydaje się, że brak objawów restenozy (przy obecności objawów zwężenia przed PTA) w łóżysku tętnic kręgowych jest zjawiskiem podobnym do braku objawów restenozy obserwowanego u części chorych z restenozą w stencie w tętnicach wieńcowych czy szyjnych. Zjawisko to można tłumaczyć w części powolnym nara-



Ryc. 1. Lokalizacja zwężeń
Fig. 1. Localization of stenoses



Ryc. 2. Stenty użyte do PTA
Fig. 2. Stents used for PTA



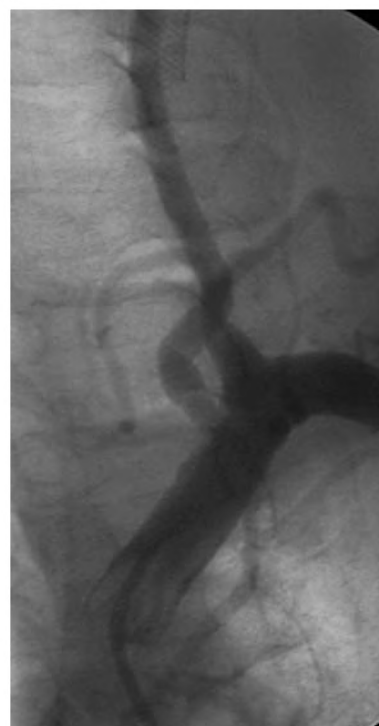
Ryc. 3. Restenoza w stencie Express 4,0 × 12 mm implantowanym 2,5 roku wcześniej

Fig. 3. In-stent restenosis in BMS Express 4.0 × 12 mm implanted 2.5 years ago



Ryc. 4. Angiografia bezpośrednio po implantacji stentu DES Cypher 3,5 × 8 mm

Fig. 4. Angiographic outcome after DES Cypher 3.5 × 8 mm implantation



Ryc. 5. Kontrolna angiografia 12 miesięcy po PTA

Fig. 5. Twelve-month angiographic outcome

stanem zwężenia w stencie przy równoległym rozwoju krążenia obocznego.

W obserwacji klinicznej do 12 (9–14) miesięcy nie stwierdzono udaru mózgu ani TIA, wystąpiły natomiast 2 zgony wieńcowe (3,8%).

W kontrolnej angiografii w grupie chorych z DES (24 chorych) restenozę stwierdzono w jednym (4,3%) przypadku – gdy DES został użyty podczas zabiegu stentowania rozgałęzienia naczyń (*T-stenting*: DES w tętnicy kręgowej, BMS w tętnicy podobojczykowej). Chory był skutecznie leczony metodą plastyki balonowej. U jednego (4,3%) chorego stwierdzono natomiast niedrożność w stencie 6 miesięcy po implantacji długiego DES – 2,25 × 28 mm. Chory ten,

wbrew zaleceniom, przestał przyjmować tienopirydynę po 3 miesiącach od PTA. W pozostałej grupie nie stwierdzono istotnej angiograficznie (> 50%) restenozy. Średni stopień zwężenia wyniósł 8,3 ± 12,9% (0–100%). W sumie w grupie DES łączny odsetek restenozy wyniósł 8,5% (ryc. 6., 7.).

W grupie po implantacji BMS angiografię wykonano u 11 (42,3%) chorych, u pozostałych chorych restenoza została wykluczona w badaniach nieinwazyjnych (USG, angio-CT tętnic dogłowych). Średni stopień zwężenia w grupie 11 chorych wyniósł 56 ± 38,4% (10–99%). Potwierdzony angiograficznie odsetek restenozy (> 50%) w grupie 11 chorych wyniósł 54,5% (6 chorych), natomiast sumarycznie w grupie BMS – 23,1%.

Tabela 1. Obecność objawów klinicznych

Table 1. Clinical symptoms

	Przed PTA (n = 52)	30 dni po PTA (n = 52)	12 miesięcy po PTA (n = 50)
Udar mózgu (tylny krąg unaczynienia)	3 (5,3%)	0%	0%
TIA	4 (7,7%)	0%	0%
Zawroty głowy	43 (82,6%)	5 (9,6%) p < 0,001	10 (20%) p < 0,001
Zaburzenia widzenia	6 (11,5%)	0%	0%
Nagłe upadki (ang. drop attacks)	5 (9,6%)	0%	0%



Ryc. 6. Typowe ostialne zwężenie prawej tętnicy kręgowej
Fig. 6. Typical right vertebral artery stenosis at the ostium



Ryc. 7. Angiografia bezpośrednio po zabiegu implantacji stentu DES Cypher 3,5 × 18 mm
Fig. 7. Angiographic outcome after DES Cypher 3.5 × 18 mm implantation

Wydaje się mało prawdopodobne, aby brak rutynowej kontroli angiograficznej u wszystkich chorych z BMS miał wpływ na wyniki badania (tj. zmienił istotnie wartość odsetka restenozy w tej grupie). Porównanie badania USG z kontrolną angiografią u chorych w grupie DES wykazuje brak angiograficznej restenozy u chorych, u których nie była ona podejrzewana na podstawie USG.

Dyskusja

Zwężenie tętnicy kręgowej może być przyczyną zgonu lub ciężkiego udaru mózgu. Nasze badania potwierdzają bezpieczeństwo samego zabiegu oraz wysoki stopień redukcji objawów klinicznych. W 30-dniowej obserwacji u żadnego chorego nie wystąpiły nagłe upadki ani korowe zaburzenia widzenia, stwierdzono ponadto istotnie statystycznie ($p < 0,001$) zmniejszenie częstości występowania zawrotów głowy (82,6 vs 9,6%). U znakomitej większości chorych (40/50–80%) skuteczność kliniczna zabiegu utrzymała się po 12 miesiącach. Wydaje się, iż wykorzystanie DES może znacząco zmniejszać odsetek restenozy (8,5% w obserwacji 12-miesięcznej). Podobny wynik (restenoza w DES 7%) raportowali niedawno Gupta i wsp. [8]. Wydaje się zatem, że stosowanie DES w zabiegach PTA tętnic kręgowych powinno być preferowane.

Ponieważ obserwowane w badaniu zgony (w przebiegu zawału serca) nie są związane z komplikacjami neurologicznymi, ale z miażdżycą tętnic wieńcowych, słuszne wydaje się wykonanie każdorazowo koronarografii u chorych ze zwężeniem tętnic kręgowych [11]. Należy podkreślić, że ważnym elementem dobrych odległych wyników stentowania tętnic kręgowych jest równoległe agresywne leczenie choroby wieńcowej przy zastosowaniu nowoczesnych środków farmakologicznych oraz ewentualnie zabiegów interwencyjnych [12].

W naszej grupie chorych z objawowym zwężeniem tętnic kręgowych choroba niedokrwienna serca występowała u 77% osób, a miażdżycą tętnic szyjnych u 65%. Zalecane jest w tych subpopulacjach wykonywanie przesiewowych nieinwazyjnych badań diagnostycznych oraz konsultacja neurologiczna w celu diagnostyki zwężenia tętnic kręgowych [13].

Kwestią dyskusyjną pozostaje konieczność użycia systemów neuroprotekcji podczas zabiegów PTA tętnic kręgowych. W świetle niektórych doniesień ryzyko bezobjawowej dystalnej embolizacji jest stosunkowo duże (do 29%) [14, 15]. Nasza dotychczasowa strategia obejmuje stosowanie systemów neuroprotekcji jedynie przy angioplastyce zwężeń wysokiego ryzyka, obejmujących rozgałęzienie tętnicy podobojczykowej i tętnicy kręgowej [16].

Restenoza w grupie DES wystąpiła u jednego chorego, u którego DES implantowano przez oka stentu metalowego wszczepionego do tętnicy podobojczykowej – jest to swego rodzaju stentowanie bifurkacji, które predysponuje do nawrotu zwężenia w bocznic. W drugim przypadku okluzja stentu DES była najprawdopodobniej wynikiem zbyt krótkiego stosowania podwójnej terapii przeciwplatekowej (kwas acetylosalicylowy plus tienopirydyna). Obecnie u wszystkich chorych po implantacji stentu DES do tętnicy kręgowej tienopirydyna jest stosowana przez 12 miesięcy po zabiegu, a kwas acetylosalicylowy przewlekle.

Wnioski

Angioplastyka tętnic kręgowych z implantacją stentu jest zabiegiem bezpiecznym i dlatego powinna być rozważona u każdego chorego z objawowym zwężeniem tętnic kręgowych. Nasze wyniki stanowią podstawę do przeprowadzenia dużego badania z randomizacją oceniającego skuteczność DES w porównaniu z BMS w leczeniu objawowych zwężeń tętnic kręgowych.

Piśmiennictwo

1. Cloud GC, Markus HS. Vertebral Artery Stenosis. *Curr Treat Options Cardiovasc Med* 2004; 6: 121-127.
2. Eberhardt O, Naegele T, Raygrotzki S i wsp. Stenting of vertebrobasilar arteries in symptomatic atherosclerotic disease and acute occlusion: case series and review of the literature. *J Vasc Surg* 2006; 43: 1145-1154.
3. Hawth EA, Gissler HM, Drescher R i wsp. Angioplasty or stenting of extra- and intracranial vertebral artery stenoses. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2004; 27: 51-57.
4. Lin YH, Juang JM, Jeng JS i wsp. Symptomatic ostial vertebral artery stenosis treated with tubular coronary stents: clinical results and restenosis analysis. *J Endovasc Ther* 2004; 11: 719-726.
5. Akins PT, Kerber CW, Pakbaz RS. Stenting of vertebral artery origin atherosclerosis in high-risk patients: bare or coated? A single-center consecutive case series. *J Invasive Cardiol* 2008; 20: 14-20.
6. Cloud GC, Crowley F, Clifton A i wsp. Vertebral artery origin angioplasty and primary stenting: safety and restenosis rates in a prospective series. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003; 74: 586-590.
7. SSVLVIA Study Investigators. Stenting of Symptomatic Atherosclerotic Lesions in the Vertebral or Intracranial Arteries (SSVLVIA): study results. *Stroke* 2004; 35: 1388-1392.
8. Gupta R, Al-Ali F, Thomas AJ i wsp. Safety, feasibility, and short-term follow-up of drug-eluting stent placement in the intracranial and extracranial circulation. *Stroke* 2006; 37: 2562-2566.
9. Lugmayr H, Kastner M, Fröhler W i wsp. Sirolimus-eluting stents for the treatment of symptomatic extracranial vertebral artery stenoses: early experience and 6-month follow-up. *Rofo* 2004; 176: 1431-1435.
10. Pieniżek P. Zalecenia dotyczące angioplastyki pozaczaszkowych odcinków tętnic kręgowych. *Kardiolog* 2007; 65: (Supl. 1.) 9-11.
11. Pieniżek P, Musiałek P, Kablak-Ziemicka A i wsp. Carotid artery stenting with patient- and lesion-tailored selection of the neuroprotection system and stent type: early and 5-year results from a prospective academic registry of 535 consecutive procedures (TARGET-CAS). *J Endovasc Ther* 2008; 15: 249-262.
12. Coward LJ, McCabe DJ, Ederle J i wsp. CAVATAS Investigators. Long-term outcome after angioplasty and stenting for symptomatic vertebral artery stenosis compared with medical treatment in the Carotid And Vertebral Artery Transluminal Angioplasty Study (CAVATAS): a randomized trial. *Stroke* 2007; 38: 1526-1530.
13. Zavala-Alarcon E, Emmons L, Little R i wsp. Percutaneous intervention for posterior fossa ischemia. A single center experience and review of the literature. *Int J Cardiol* 2008; 127: 70-77.
14. Canyigit M, Arat A, Cil BE i wsp. Distal embolization after stenting of the vertebral artery: diffusion-weighted magnetic resonance imaging findings. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2007; 30: 189-195.
15. Jaeger HJ, Mathias KD, Drescher R i wsp. Diffusion-weighted MR imaging after angioplasty or angioplasty plus stenting of arteries supplying the brain. *AJNR Am J Neuroradiol* 2001; 22: 1251-1259.
16. Pieniżek P, Musiałek P, Motyl R i wsp. Use of the Parodi Anti-Emboli System and transient subclavian steal for cerebral protection during emergent vertebral artery recanalization. *J Endovasc Ther* 2004; 11: 511-516.