

# Przedziurawienie tętnicy szyjnej wewnętrznej podczas korekcji operacyjnej istotnego hemodynamicznie i objawowego zagięcia kąтового – opis przypadku

Internal carotid artery perforation during the surgical treatment of a hemodynamically significant and symptomatic kinking – a case report

**Piotr Słowiński, Grzegorz Madycki, Paweł Dąbek, Walerian Staszkiwicz**

Klinika Chirurgii Naczyniowej i Angiologii Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego, Szpital Bielański w Warszawie (Department of Vascular Surgery and Angiology, Medical Centre of Postgraduate Studies, Bielanski Hospital in Warsaw)

---

### Streszczenie

Powszechnie uważa się, że wskazaniem do leczenia operacyjnego wydłużenia tętnicy szyjnej wewnętrznej jest jej istotne hemodynamicznie objawowe zagięcie kątowe. Bezpieczeństwo i korzyści leczenia operacyjnego tych wad są porównywalne do operacji udrożnienia tętnic szyjnych z powodu zmian miażdżycowych. W pracy przedstawiono przypadek korekcji wady tętnicy szyjnej wewnętrznej u pacjenta, u którego występowała nietolerancja na przerwanie przepływu przez tętnicę podczas jej zaciśnięcia. Podczas próby założenia czasowego przepływu doszło do przedziurawienia tętnicy szyjnej wewnętrznej w „niewygodnym” technicznie miejscu, co zmusiło operatorów do zmiany planowanego zabiegu. Operacja zakończyła się powodzeniem.

**Słowa kluczowe:** zagięcie kątowe tętnicy szyjnej wewnętrznej, endarteriektomia szyjna, czasowy przepływ tętnicy szyjnej

Chirurgia Polska 2011, 13, 2, 154–160

### Abstract

It is widely accepted that surgery is the treatment of choice for a symptomatic and haemodynamically significant carotid artery kinking. The safety and benefit of surgical correction of these lesions is comparable to the surgical treatment of carotid atherosclerotic lesions. In this paper, authors present a case report of a patient undergoing surgical treatment of carotid kinking with a complete intolerance to carotid clamping (resulting in insufficient cerebral blood flow). During the insertion of a carotid shunt, a perforation of the internal carotid artery occurred in a very difficult site, leading to rapid change of surgical procedure. The operation ended with a complete success.

**Key words:** internal carotid artery kinking, carotid endarterectomy, carotid shunt

Polish Surgery 2011, 13, 2, 154–160

---

## Wstęp

Wydłużenie tętnicy szyjnej wewnętrznej może występować pod postacią krętego przebiegu, pętli lub zagięcia kąтового. Zagięcie kątowe występuje najczęściej (80% wszystkich wad), rzadziej spotyka się kręty prze-

## Introduction

Elongation of the internal carotid artery may present as a simply tortuosity of the vessel, looping or kinking. The most common of all is carotid artery kinking (80% of all lesions); carotid looping and tortuosities are much

bieg i pętlę (w sumie ok. 20%) [1]. Zagięcie kątowe (*kinking* — wydłużenie z zagięciem tętnicy powodującym zwężenie jej światła) jest rozpoznawane w 5% przypadków podczas badań obrazowych tętnic dogłowych u pacjentów diagnozowanych z powodu objawów sugerujących zwężenie tętnic szyjnych [1–8]. Najczęściej położone jest ono w bliższej części szyjnego odcinka tętnicy szyjnej wewnętrznej [9].

Pętle i wydłużenia tętnicy szyjnej wewnętrznej w większości przypadków nie wywołują istotnych objawów klinicznych. Natomiast w przypadku zagięć kątowych objawy neurologiczne występują u 4–20% pacjentów, nawet jeśli nie współwystępują zwężenia miażdżycowe tych tętnic [10–12]. Objawy kliniczne występujące u chorych z tą wadą nie różnią się od tych, jakie pojawiają się u osób z miażdżycowymi zwężeniami tętnicy szyjnej wewnętrznej. Jediną istotną różnicą jest występowanie objawów w czasie bądź też zaraz po wykonaniu skrętu głowy i szyi [13].

Wybór optymalnej metody leczenia izolowanego, istotnego hemodynamicznie zagięcia tętnicy szyjnej wewnętrznej od wielu lat jest tematem licznych badań i dyskusji. Główną trudnością jest powiązanie początku neurologicznych objawów klinicznych z zagięciem kątowym [7, 14]. Na podstawie randomizowanego badania klinicznego można stwierdzić, że leczenie operacyjne jest istotnie skuteczniejsze od zastosowania jedynie terapii przeciwplatekowej u pacjentów z objawową pętlą lub zagięciem kątowym tętnicy szyjnej wewnętrznej. U tych chorych leczenie operacyjne znacznie częściej powodowało ustąpienie objawów neurologicznych i zabezpieczało przed zakrzepem tętnicy szyjnej oraz udarem mózgu [15]. W ostatnich latach powstało wiele prac potwierdzających, że operacyjna korekcja zagięcia tętnicy szyjnej wewnętrznej u chorych z objawami neurologicznymi skutecznie zabezpiecza przed wystąpieniem udaru mózgu [5, 9, 11, 16–18]. Jednocześnie autorzy donoszą, że wyniki operacji są dobre, a powikłania wczesne nie różnią się od opisywanych przy udrożnieniu tętnicy szyjnej wewnętrznej.

## Opis przypadku

Mężczyzna, w wieku 56 lat, został skierowany na leczenie operacyjne do Kliniki Chirurgii Naczyniowej i Angiologii Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego z powodu objawowej miażdżycy zarostowej tętnic szyjnych. Dwa miesiące wcześniej chory przeżył niedokrwienny udar mózgu z porażeniem kończyny górnej i niedowładem kończyny dolnej po stronie lewej. Przed ostateczną kwalifikacją do leczenia operacyjnego wykonano w Pracowni Badań Naczyniowych przy Klinice Chirurgii Naczyniowej i Angiologii Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego ponowne badanie ultrasonograficzne. Badanie to pokazało zaawansowane zmiany miażdżycowe w opuszce tętnicy szyjnej wspólnej, które przechodziły na początkowe odcinki tętnicy szyjnej wewnętrznej i zewnętrznej. Istotnie hemodynamicznie zwężenie występowało jedynie w tętnicy szyjnej wewnętrznej (> 90%), natomiast blaszki miażdżycowe

more rarely seen (overall 20%) [1]. Carotid kinking is diagnosed in 5% of all ultrasound examinations of the carotid vessels among patients referred due to symptoms of carotid stenosis [1–8]. The most common site of the lesion is the proximal part of the internal carotid artery [9].

Carotid artery loopings and elongations in the majority of cases do not cause any clinical symptoms. On the contrary, neurological signs may be present in the group presenting internal carotid artery kinking whose incidence reaches up to 4–20% of patients, even if no significant atherosclerotic stenosis is present [10–12]. The clinical symptoms among these patients do not differ from those present among patients with atherosclerotic lesions. The main difference is the association of symptoms with rotational movements of the head and neck [13].

The choice of optimal treatment of carotid artery kinking is has been the subject of many debates and studies. One of the main difficulties in choosing the right one is the problem of detecting the absolute correlation between the presence of neurological symptoms along with the internal carotid artery kinking [7, 14]. Based on randomised studies we may only suggest, that among patients with symptomatic looping and kinking, surgical treatment offers more benefits than the best medical treatment. Surgical treatment among these patients resolves neurological symptoms and offers better protection against neurological signs and internal artery thrombosis [15]. There is a number of papers, published in recent years confirming that surgical correction of carotid kinking among symptomatic patients effectively protects them against the increased risk of stroke [5, 9, 11, 16–18]. Likewise, authors report that the operative results are satisfactory with a low number of complications.

## Case report

The case concerns a 56-year-old man admitted to the Department of Vascular Surgery and Angiology of the Centre for Postgraduate Medical Studies due to symptomatic carotid stenosis related to atherosclerosis. He had suffered an ischaemic stroke 2 months earlier, complicated by upper and lower left extremity ischaemia. Prior to surgery he underwent an additional detailed ultrasound exam in the department, showing extensive atherosclerotic changes in the bulb of the common carotid artery progressing to the origins of the internal and external carotid arteries. A haemodynamically-significant vessel stenosis was noted only in the origin of the ECA (> 90%). Lesions located in the CCA and the ICA did cause stenosis exceeding 50% (< 50% stenosis). Additionally, the ultrasound exam revealed extensive elongation of the ICA with a double kinking — the length of extra elongations was assessed as around 4 cm (Fig. 1). The kinkings were determined as haemodynamically significant (Vmax at first kinking was over 270 cm/s, and over 300 cm/s as recorded at the level of the 2<sup>nd</sup> kinking). On the contralateral side, a duplex ultrasound revealed elongation of the ICA with its kinking and associated atherosclerotic changes with insignificant stenosis (< 50%).

w tętnicach szyjnych wspólnej i zewnętrznej nie powodowały większego zwężenia niż 50%. Dodatkowo podczas badania ultrasonograficznego stwierdzono znaczne wydłużenie odcinka szyjnego tętnicy szyjnej wewnętrznej wraz z podwójnym zagięciem kątowym. Odległość od zagięć oceniono na ponad 4 centymetry (ryc. 1). W badaniu dopplerowskim stwierdzono znaczne przyspieszenie prędkości przepływu krwi przez oba zagięcia, około 270 cm/s przez pierwsze i ponad 300 cm/s przez drugie. Po stronie przeciwnej w badaniu ultrasonograficznym również stwierdzono wydłużenie tętnicy szyjnej wewnętrznej pod postacią zagięć kątowych oraz miażdżycowe zwężenia tętnic szyjnych nieprzekraczające 50% światła naczyń i niepowodujące zaburzeń hemodynamicznych. W miejscu zagięć tętnicy szyjnej wewnętrznej lewej notowano przyspieszenie prędkości maksymalnej przepływu do 300 cm/s.

U chorego nie stwierdzono istotnych przeciwwskazań do leczenia zabiegowego, dlatego został on zakwalifikowany do operacji udrożnienia tętnic szyjnych po stronie prawej oraz korekcji wady tętnicy szyjnej wewnętrznej prawej. Operację przeprowadzono w znieczuleniu miejscowym/przewodowym, monitorując stan neurologiczny oraz przepływ w tętnicy środkowej mózgu za pomocą przezczaszkowego badania dopplerowskiego (TCD, *transcranial doppler*).

Przebieg zabiegu: tętnice szyjne wypreparowano z typowego dostępu, wykonując cięcie na przednim brzegu mięśnia mostkowo-obończykowo-sutkowego. Rozwinięcie tętnicy szyjnej wspólnej położone było stosunkowo nisko, poniżej kąta żuchwy. Umożliwiło to wygodny dostęp do znacznego odcinka tętnicy szyjnej wewnętrznej wraz z wydłużeniem i zagięciami. Wypreparowano tętnicę szyjną wewnętrzną, uwalniając ją całkowicie z otaczających tkanek, jednocześnie nie powodując uszkodzenia nerwów czaszkowych. Podano dożylnie 3000 jednostek heparyny niefrakcjonowanej i po odczekaniu 5 minut zaklemowano próbnie tętnice szyjne. Po 6 sekundach od przerwania przepływu przez tętnicę szyjną wewnętrzną nastąpiła utrata kontaktu słowno-logicznego z operowanym pacjentem. Jednocześnie zanotowano ponad 80-procentowy spadek prędkości przepływu w monitorowanej tętnicy środkowej mózgu. Po puszczeniu klemy nastąpił całkowity powrót świadomości pacjenta i wyjściowej wartości przepływu w TCD. Zdecydowano o zastosowaniu podczas zabiegu czasowego przepływu wewnętrznego. Ponownie założono klemy (utrata kontaktu z chorym, jak poprzednio) na tętnice i nacięto podłużnie tętnicę szyjną wspólną i początkowy odcinek tętnicy szyjnej wewnętrznej. Niezwłocznie próbowano założyć czasowy przepływ (o średnicy 8F), w pierwszej kolejności wprowadzając cewnik do tętnicy szyjnej wewnętrznej. Zmiany miażdżycowe początkowego odcinka tętnicy nie stanowiły przeszkody do wprowadzenia czasowego przepływu, natomiast nie udało się pokonać bezpiecznie drugiego zagięcia kąтового i doszło do przedziurawienia tętnicy szyjnej w tym miejscu. Wymusiło to zmianę planowanego przebiegu operacji. Odcięto tętnicę szyjną wewnętrzną i po wyprostowaniu wprowadzono



**Rycina 1. Obraz z przedoperacyjnego badania usg prawej tętnicy szyjnej wewnętrznej — widoczne zagięcia kątowe**

**Figure 1. An image of preoperative ultrasound examination of right internal carotid artery — kinking**

The kinking coexisted with haemodynamical blood flow changes (increased Vmax up to 300 cm/s).

The patient had no important contraindication to surgical treatment and was qualified to undergo a carotid endarterectomy on the right-hand (symptomatic) side. The procedure was performed under regional anesthesia, with clinical monitoring the neurological status and by using transcranial Doppler.

The procedure was as follows: the carotid arteries were dissected using a standard approach (along the sternocleidomastoid muscle). The bifurcation of the carotid artery was located relatively low — below the mandibular angle. This enabled a relatively comfortable approach to the major part of the ICA, including the elongated section and both kinkings. The internal carotid artery was completely dissected and freed from the surrounding tissues — no trauma to the extracranial nerves was done. Subsequently 3000 units iv of heparin were administered, followed by transient clamping of the carotid arteries. The tolerance time to clamping of ICA was around 6 sec, resulting in complete loss of consciousness. Simultaneously a drop up to 80% of blood flow in the middle cerebral artery (TCD) was observed. Immediate release of carotid clamps resulted in complete removal of neurological symptoms and the patient regained consciousness and all neurological functions. The procedure was then conducted with the use of a temporary intravessel carotid shunt. Following clamping and an arteriotomy, the carotid shunt was inserted — unfortunately complications appeared: the inserted shunt caused a perforation of the ICA at the second kinking. This problem forced the surgeon to change the operative technique. The ICA was completely transected, straightened (as in typical eversion procedure) — the shunt was then inserted distally to the perforated location, the proximal end of the shunt was placed in the CCA. Blood flow in the shunt was checked and the consciousness of the patient was restored. The ICA was narrow all along with diameter below 4 mm. The artery was then transected longitudinally up to the point of perforation, at the same time an endarterectomy of the ICA, CCA and ECA was performed in the standard manner. In the next stage of the opera-

no bezpiecznie czasowy przepływ do tętnicy szyjnej wewnętrznej, a jego bliższy koniec do tętnicy szyjnej wspólnej — przepływ w cewniku zachowany. Po chwili uzyskano dobry kontakt z pacjentem i prawidłowy przepływ w TCD. Tętnica szyjna wewnętrzna na całej długości była wąska, poniżej 4 mm średnicy. Przecięto tętnicę aż do miejsca perforacji i usunięto blaszki miażdżycowe z jej środka oraz z tętnicy szyjnej wspólnej i zewnętrznej. Następnie przecięto podłużnie dogłównie początkowy odcinek tętnicy szyjnej zewnętrznej (ok. 2 cm, do pierwszej boczniczy) i dopasowano go do rozciętej tętnicy szyjnej wewnętrznej. Rozciąta i skróconą tętnicę szyjną wewnętrzną reimplantowano do tętnicy szyjnej zewnętrznej i wspólnej, wykonując długie zespolenie naczyniowe. Pod koniec wykonywania zespolenia usunięto czasowy przepływ wewnętrzny.

W okresie pooperacyjnym nie wystąpiły żadne powikłania, a kontrolne badania obrazowe pokazały drożność operowanych tętnic bez zwężeń i zagięć kąowych. Pacjenta wypisano do domu w 4. dobie pooperacyjnej. Stan neurologiczny przy wypisie był taki sam, jak przy przyjęciu do szpitala. Choremu zalecono kontrolę ambulatoryjną w przyszpitalnej Poradni Naczyniowej i ewentualną kwalifikację do operacji tętnic po stronie przeciwnej za 3 miesiące.

## Dyskusja

W opisanym przypadku głównym wskazaniem do leczenia operacyjnego było istotne hemodynamicznie, objawowe wydłużenie z zagięciem kąowym tętnicy szyjnej wewnętrznej prawej. Dodatkowo występowały miażdżycowe zwężenia wszystkich tętnic szyjnych z dużym zwężeniem tętnicy szyjnej wewnętrznej (> 90%). Zdaniem wielu autorów izolowana wada tętnicy szyjnej wewnętrznej powinna być wskazaniem do leczenia operacyjnego u chorych, u których występuje zagięcie kąowe z ponad 50-procentowym zwężeniem i którzy przebyli niedokrwienie mózgu. Należy pamiętać, że zagięcie kąowe może doprowadzić do powstania tętniaka lub rozwarstwienia tętnicy [19]. Najczęstszą sytuacją kliniczną z jaką spotyka się chirurg jest operacja zwężenia tętnicy szyjnej wewnętrznej z towarzyszącym wydłużeniem tej tętnicy. W zależności od rodzaju wady można wykonać różne operacje, które najprościej można podzielić na resekcyjne i nieresekcyjne. W przypadku istotnego wydłużenia tętnicy najprostszym postępowaniem jest jej skrócenie i ponowne przysycie do tętnicy szyjnej wspólnej (reinsercja) lub zewnętrznej.

Kwalifikacja chorych do leczenia operacyjnego tętnic szyjnych opiera się na badaniach obrazowych. W celu oceny patologii tych tętnic można zastosować liczne badania, na przykład: ultrasonografię dopplerowską z podwójnym obrazowaniem, arteriografię oraz angiografię tomografii komputerowej (ryc. 2) i rezonansu magnetycznego. Najczęściej wykonuje się badanie ultrasonograficzne. W przypadku kwalifikacji chorych do operacji z powodu zwężeń miażdżycowych tętnicy szyjnej wewnętrznej, coraz częściej podnosi się znaczenie morfologii blaszki miażdżycowej, jako czynnika ryzyka wystąpienia udaru



**Rycina 2. Rekonstrukcja 3D przedstawiająca zagięcia kąowe prawej tętnicy szyjnej wewnętrznej**

**Figure 2. 3D reconstruction demonstrating kinking of right internal carotid artery**

tion the proximal fragment of the external carotid artery was longitudinally incised (at the length of approx 2 cm — to the nearest collateral) and prepared for an anastomosis with the internal carotid artery. The ICA was then shortened and prepared, also for an anastomosis to the ECA. The ICA was then reimplanted to the incised ECA and the CCA (a long anastomosis). At the end of the anastomosis, the carotid shunt was removed from the ICA.

The postoperative recovery was swift, with no complications. An ultrasound check-up revealed a very good patency of the reimplanted vessel, with no restenosis and residual kinkings. Patient was discharged home on the day 4 after the operation. Subsequently, he was followed-up in the outpatients' and further qualified to undergo a contralateral endarterectomy following a minimum period of 3 months.

## Discussion

In the case described, the main indication for surgery was the hemodynamically significant kinking of the right ICA. Additionally, atherosclerotic lesions were present in all 3 arteries (CCA, ICA and ECA) — most significantly stenosing the ECA (> 90%). According to many authors, an isolated carotid elongation should be referred to surgical treatment only among patients having suffered cerebral ischaemia and having carotid artery kinking associated with carotid stenosis > 50%. It is also important to stress, that carotid kinking may lead to aneurysm formation and cause a dissection of the artery [19]. The most common clinical situation which a surgeon needs to handle is a carotid endarterectomy associated with the coexistence of a carotid elongation. A variety of opera-

mózgu w trakcie operacji [20]. W celu identyfikacji niestabilnej blaszki miażdżycowej w tętnicy szyjnej coraz częściej wykorzystuje się nowe metody obrazowe oraz biomarkery. Dzięki angiografii tomografii komputerowej, można mierzyć gęstość blaszki, określać takie cechy blaszki, jak obecność wapnia, lipidów i podścieliska włóknistego oraz oceniać nieregularność powierzchni blaszki [21, 22]. Rezonans magnetyczny pozwala wykryć różne elementy blaszki, takie jak rdzeń lipidowo-martwiczy, czapeczka włóknista, krwawienie wewnątrz blaszki lub zakrzep [21, 23]. Natomiast pozytronowa tomografia emisyjna pozwala na wykrywanie aktywności metabolicznej i w ten sposób na identyfikację stanu zapalnego [24]. W przypadku izolowanych (bez zwężeń miażdżycowych) zagięć kątowych tętnic szyjnych wewnętrznych również można zastosować wiele technik diagnostycznych. W badaniach klinicznych najczęściej stosowana była angiografia tomografii komputerowej. Badanie ultrasonograficzne dalszego odcinka tętnicy szyjnej wewnętrznej jest trudniejsze technicznie i wymaga dużego doświadczenia od osoby badającej. Jedynym badaniem obrazowym, wykonanym w opisanym przypadku, przed leczeniem operacyjnym było 2-krotnie wykonane badanie ultrasonograficzne. Badanie to było wykonywane z powodu podejrzenia istotnego zwężenia miażdżycowego tętnicy szyjnej wewnętrznej, a stwierdzone wydłużenie tętnicy z jej zagięciem było dodatkowym znaleziskiem. Wszystkie istotne dane z opisu badania przed zabiegiem potwierdziły się śródoperacyjnie.

Wczesny wynik operacji był dobry. W okresie pooperacyjnym nie wystąpiły żadne typowe dla zabiegów na tętnicach szyjnych powikłania. Mimo braku tolerancji na zacisk tętnic szyjnych przez pacjenta, w badaniu neurologicznym pooperacyjnym nie stwierdzono różnic w porównaniu z badaniem przed zabiegiem. Koreluje to z licznymi obserwacjami klinicznymi prowadzonymi na większych grupach pacjentów. Wyniki przeprowadzonych korekcji wydłużenia tętnic szyjnych są porównywalne pod względem bezpieczeństwa i skuteczności z klasyczną endarteriektomią wykonywaną z powodu zwężenia tętnicy szyjnej wewnętrznej [5, 8, 9, 11, 14, 16–18]. Ponadto w kilku innych badaniach klinicznych z udziałem dużych grup osób zaobserwowano, że równie bezpiecznym i skutecznym leczeniem jest połączenie klasycznej endarteriektomii wykonywanej z powodu zwężenia tętnicy szyjnej wewnętrznej z korekcją tej tętnicy w przypadku jej równoczesnego wydłużenia [12]. Wykonanie jednoczesne tych dwóch zabiegów jest niezbędne z dwóch powodów: po pierwsze, w celu zabezpieczenia w przyszłości przed powstaniem pętli lub zagięcia wydłużonej tętnicy, i po drugie, aby poprawić wynik wykonanej endarteriektomii [12].

Korekcja operacyjna izolowanego zagięcia tętnicy szyjnej wewnętrznej u chorych objawowych jest zabiegiem, który może spowodować ustąpienie objawów neurologicznych oraz zapobiec wystąpieniu udaru niedokrwiennego mózgu. Illuminati i wsp. w badaniu przeprowadzonym z udziałem 83 pacjentów, u których rozpoznano objawowe zagięcie tętnicy szyjnej wewnętrznej, uzyskali doskonałe wyniki leczenia operacyjnego. Ogólny wskaźnik ustąpienia objawów neurologicznych po le-

tion are offered: those with artery resection and without resection of the vessel. The one most commonly performed is an endarterectomy with reimplantation (known as „eversion” technique).

The diagnostics involves a variety of different techniques, such as: duplex ultrasonography, angiography, angio-CT (Fig. 2) and angio-MRI. Usually the final diagnosis is done on the bases of an ultrasound exam. This examination not only allows one to quantify the degree of stenosis, but also enables one to assess the carotid plaque morphology (being stressed as a major factor of an increased risk of stroke) [20]. New diagnostic methods and biomarkers are being applied to identify the features of unstable carotid plaque. Angio-CT enables one to measure carotid plaque density and define such plaque features as presence of calcium, lipid core, thinning of the fibrous cap and plaque surface irregularities [21, 22]. MRI enables one to detect different elements of the plaque such as, lipid/necrotic core, fibrous cap, intraplaque haemorrhage or thrombus [21, 23]. On the other hand, PET allows one to detect differences in metabolic activity, thus identifying inflammation [24]. In the case of isolated (no atherosclerosis) carotid artery kinkings we may apply a variety diagnostic methods. Angio-CT is the one most commonly used in clinical studies. Duplex ultrasound is a (technically) more demanding technique and requires a certain amount of experience from the operator. In our case, the only diagnostic modality used was ultrasound. It is important to underline that the examination was done twice prior to the operations to verify the initial diagnosis. All the important aspects of the examination were confirmed intraoperatively.

The early result of the operations was very good. There were no complications in the postoperative period — i.e. those typical for carotid procedures. The neurological status of the patient was exactly the same as prior to the operation. That correlates with numerous observations gained from larger groups of patients. The results of surgical correction of carotid elongations are comparable to a standard endarterectomy with regard to efficacy and safety [5, 8, 9, 11, 14, 16–18]. Additionally, a few large clinical studies suggest that a combination of classic endarterectomy with simultaneous correction carotid elongation yields very good results [12]. A one-stage operation seems essential for 2 reasons: firstly to protect the artery from future formation of looping or kinking and secondly, to improve the result of the endarterectomy itself [12].

Surgical correction of isolated carotid artery kinking among symptomatic patients may result in relief of their symptoms and protect them against the incidence of stroke. Bluminati *et al.* reported excellent results of surgical treatment of symptomatic carotid artery kinking on their group of 83 patients with the overall index of neurological symptom relief in a 5 year period at  $92 \pm 4\%$ . At the same time, the cumulated survival time was  $71 \pm 6\%$ . In the postoperative observation period 6 patients had restenosis exceeding 60% — all were asymptom-

czeniu operacyjnym wyniósł  $92 \pm 4\%$  w ciągu 5 lat. Jednocześnie skumulowany okres przeżycia w ciągu 5 lat wyniósł  $71 \pm 6\%$ . W ciągu obserwacji pooperacyjnej stwierdzono u 6 pacjentów ponowne zwężenie operowanej tętnicy powyżej 60%, we wszystkich przypadkach było to zwężenie bezobjawowe i żaden z pacjentów nie był kwalifikowany do powtórnego leczenia zabiegowego [10].

Aktualne wytyczne Europejskiego Towarzystwa Chirurgii Naczyniowej (ESVS, *European Society for Vascular Surgery*), dotyczące rodzaju zastosowanego leczenia patologii tętnic szyjnych, opierają się na obecnie największym randomizowanym badaniu klinicznym chirurgiczno-anezjologicznym (GALA, *General Anesthesia v. Local Anesthesia*). Uczestniczyło w nim 3526 pacjentów z 95 ośrodków w 24 krajach [25]. Na podstawie wyników tego badania ESVS dopuszcza stosowanie zarówno znieczulenia miejscowego, jak i ogólnego, jako równie bezpiecznych. Znieczulenie miejscowe może dawać pewne korzyści, zwłaszcza pacjentom z zamknięciem tętnicy szyjnej po przeciwnej stronie (siła zalecenia — A).

W przypadku opisanej operacji zastosowano znieczulenie miejscowe. Taki rodzaj znieczulenia stosuje się w Klinice Chirurgii Naczyniowej i Angiologii Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego u większości chorych podczas zabiegów na tętnicach szyjnych. Dzięki temu chirurg podczas operacji może kontrolować stan neurologiczny pacjenta, niezależnie od innych metod monitorowania niedokrwienia mózgu i w razie potrzeby zastosować czasowy przepływ wewnętrzny. Illuminati i wsp. w opisywanym wcześniej badaniu stosowali znieczulenie ogólne, a okołooperacyjny udar mózgu obserwowano u jednego pacjenta, co stanowiło 1% ogólnej liczby operowanych.

W trakcie operacji tętnic szyjnych można uniknąć chwilowego przerwania przepływu domózgowego krwi, stosując czasowy przepływ (*shunt*) omijający zaciśnięty odcinek tętnicy szyjnej. Takie postępowanie może poprawiać wyniki leczenia, natomiast w badaniach klinicznych nie odnotowano istotnych różnic pomiędzy rutynowym wykorzystaniem czasowego przepływu z jego nie stosowaniem, dotyczących częstości występowania wszystkich udarów, udarów mózgu po stronie leczonej lub zgonu do 30. dnia po zabiegu chirurgicznym [26]. Nie ma dowodów na korzyści płynące z rutynowego stosowania czasowego przepływu wewnętrznego w czasie operacji tętnic szyjnych [26]. Należy zauważyć, że nadal brakuje wystarczających dowodów z randomizowanych, kontrolowanych badań klinicznych potwierdzających lub negujących rutynowe lub wybiórcze stosowanie czasowego przepływu.

W opisanym przez autorów pracy przypadku zastosowano czasowy przepływ wewnętrzny z powodu krótkiej tolerancji pacjenta na zamknięcie przepływu w tętnicy szyjnej wewnętrznej. Założenie czasowego przepływu spowodowało ustąpienie objawów neurologicznych. Mimo zastosowania najcieńszego cewnika do czasowego przepływu, podczas pierwszej próby założenia go doszło do przedziurawienia tętnicy w miejscu zwężenia w okolicy drugiego zagięcia kątownego. Sytuacja ta spowodowała, że początkowo planowana reinsertja tętnicy szyjnej wewnętrznej w miejsce jej odcięcia nie była moż-

atic and none of the patients needed Fortner further surgical assistance [10].

Current recommendations of the European Society of Vascular Surgery (ESVS) regarding the treatment of different carotid pathologies rely on the largest (so far) clinical surgical/anaesthesiological trial (GALA). This trial included 3,526 patients in 95 centers and 24 countries [25]. Based on the results of this study, ESVS allows one to conduct carotid procedures both under regional or general anaesthesia (equally safe). Regional anaesthesia may provide some benefit, particularly among patients with occluded contralateral internal carotid artery (grade of recommendation — A). In our case we used regional anaesthesia and this type of anaesthesia is used in our department for over 99% of carotid procedures. Thanks to this, we are able to monitor the neurological status of the patient independently of other CNS monitoring methods and, if necessary, may quickly decide whether or not to insert carotid shunt. Illuminati *et al.* used general anaesthesia, reporting 1% stroke rate.

One of the critical issues during a carotid endarterectomy is the problem of clamping of the arteries. Interruption of blood flow to the CNS may be avoided by using the above-mentioned carotid shunt. Such manoeuvre improves the overall results, although some large trials reported no difference between routine shunt insertion and insertion only in selected cases with regard to the stroke rate (all stroke), incidence of stroke on the treated side or the 30-day death rate [26]. There is no serious evidence as to the benefit of routine shunt insertion in all patients undergoing carotid surgery [26]. It is worth pointing out that there are no large randomized trials treating this issue.

In our case, shunt insertion was needed following a lack of tolerance of the patient to carotid clamping. Although its insertion resolved all the patients' neurological symptoms, (despite applying the thinnest shunt delicately in „one go”) it also caused perforation of the internal carotid artery at the point of the second kinking. This situation enforced a change in a routine surgical procedure — the initially planned reimplantation of the ICA at the point of transection was impossible because the perforation (after straightening of the ICA) was located at the level of the first collateral (superior thyroid artery). For this reason we decided to incise the ECA longitudinally, and then suturing the shortened ICA to the ECA and CCA (after removing atheromatic changes), having to perform a long suture line.

## Conclusions

The main indication for surgical treatment of carotid elongation is symptomatic, haemodynamically-significant carotid kinking. The aim of such treatment is to relieve the patient of neurological symptoms and to protect him against the increased risk of ischaemic stroke. The safety of the surgical correction of carotid kinking should be comparable to that associated with a standard carotid endarterectomy. It is rare in the available literature to

liwa, ponieważ miejsce perforacji znajdowało się po wyprostowaniu tętnicy na poziomie pierwszej boczniczy tętnicy szyjnej zewnętrznej. Zdecydowano o rozcięciu tętnicy szyjnej zewnętrznej i po usunięciu blaszek miażdżycowych ze wszystkich tętnic, ponownym doszyciu skróconej i również rozciętej tętnicy szyjnej wewnętrznej długim zespoleniem na miejsce arteriotomii tętnicy szyjnej wspólnej i zewnętrznej.

## Wnioski

Wskazaniem do leczenia operacyjnego wady tętnicy szyjnej wewnętrznej pod postacią jej wydłużenia jest objawowe, istotne hemodynamicznie zagięcie tętnicy. Celem leczenia jest ustąpienie objawów neurologicznych i zabezpieczenie pacjenta przed udarem niedokrwiennym mózgu. Bezpieczeństwo operacyjnej korekcji zagięcia kąтового powinno być porównywalne z endarteriektomią tętnicy szyjnej wewnętrznej. W dostępnym piśmiennictwie rzadko wspomina się o problemach technicznych wynikających z uwarunkowań anatomicznych i zmian budowy ściany naczynia w obrębie zagięć kątowych pod postacią tętniakowatych poszerzeń i zwężeń, rozwarstwień oraz zaniku błon sprężystych.

## Piśmiennictwo (References)

- Weibel J, Fields WS. Tortuosity, coiling and kinking of the internal carotid artery. I Etiology and radiographic anatomy. *Neurology* 1965; 15: 7–56.
- Zanetti PP, Rosa G, Cavaneghi D *et al.* Surgical treatment of carotidkinking. *J Cardiovascular Surg.* 1997; 38: 21–6.
- Metz H, Murray-Leslie RM, Bannister RG, Bull JWD, Marshall J. Kinking of the internal carotid artery. *Lancet* 1961; 1: 424–426.
- McKenzie W, Woolf CI. Carotid abnormality and adenoid surgery. *J Laryngol Otol.* 1959; 73: 596–598.
- Quattelbaum JK Jr, Wade JS, Whiddon CM. Stroke associated with elongation and kinking of the carotid artery: long-term follow-up. *Ann Surg.* 1973; 177: 572–579.
- Desai B, Toole JF. Kinks, coils and carotid: a review. *Stroke* 1975; 6: 649–653.
- Perdue GD, Barreca JP, Smith RB III, King OW. The significance of elongation and angulation of the carotid arteries: a negative view. *Surgery* 1975; 77: 5–52.
- Vannix RS, Joergenson EJ, Carter R. Kinking of the internal carotid artery: clinical significance and surgical management. *Am J Surg.* 1977; 134: 82–89.
- Mukherjee D, Inahara T. Management of the tortuous internal carotid artery. *Am J Surg.* 1985; 149: 651–655.
- Illuminati G, Ricco JB, Calio FG, D'Urso A, Ceccanei G, Vietri F. Results in a consecutive series of 83 surgical corrections of symptomatic stenotic kinking of the internal carotid artery. *Surgery* 2008; 143: 134–139.

come across technical problems related to the anatomy of the carotid vessels and morphological changes of the arterial wall at the point of carotid angulations, presented as aneurysmal dilatations, stenoses, dissections and the disappearance of elastic fibers.

- Vollmar J, Nadjafi AS, Stalker CG. Surgical treatment of kinked internal carotid arteries. *Br J Surg.* 1976; 63: 847–850.
- Koskas F, Bahnini A, Walden R, Kiefer E. Stenotic coiling and kinking of the internal carotid artery. *Ann Vasc Surg.* 1993; 7: 530–540.
- Andziak P. Zwężenia tętnic szyjnych wewnętrznych. W: Noszczyk W (red.). *Chirurgia tętnic i żył obwodowych.* Wydawnictwo Lekarskie PZWL 2007: 485–508.
- Mascoli F, Mari C, Liboni A *et al.* The elongation of the internal carotid artery: diagnosis and surgical treatment. *J Cardiovasc Surg.* 1987; 28: 9–11.
- Ballotta E, Thiene G, Baracchini C *et al.* Surgical vs medical treatment for isolated internal carotid artery elongation with coiling and kinking in symptomatic patients: a prospective randomized clinical study. *J Vasc Surg.* 2005; 42: 838–846.
- Fearn SJ, McCollum CN. Shortening and reimplantation for tortuous internal carotid arteries. *J Vasc Surg.* 1998; 27: 936–939.
- Radonic V, Baric D, Giugno L, Buca A, Sapunar D, Marovic A. Surgical management of kinked internal carotid artery. *J Vasc Surg.* 1998; 39: 557–563.
- Wiechowski SW, Mierzecki AM. Surgical treatment of cerebrovascular insufficiency in patients with pathological elongation of the internal carotid artery. *Eur J Vasc Surg.* 1988; 2: 105–110.
- Andziak P. *Chirurgia pozaczaszkowych tętnic mózgowych.* Biblioteka Chirurga i Anestezjologa. PZWL 1996; 34: 150–168.
- 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.
- Maldonado TS. What are current preprocedure imaging requirements for carotid artery stenting and carotid endarterectomy: have magnetic resonance angiography and computed tomographic made the difference? *Semin Vasc Surg.* 2007; 20: 205–215.
- Wintemark M, Jawadi SS, Rapp JH *et al.* High-resolution CT imaging of carotid artery atherosclerotic plaques. *Am J Neuroradiol.* 2008; 29: 875–882.
- Fabiano S, Mancino S, Stefanini M *et al.* High-resolution multi-contrast-weighted MR imaging from human carotid endarterectomy specimens to assess carotid plaque components. *Eur Radiol.* 2008; 18: 2912–2921.
- U-King-Im JM, Tang T, Moustafa RR, Baron JC, Warburton EA, Gillard JH. Imaging the cellular biology of the carotid plaque. *Int J Stroke* 2007; 2: 85–96.
- Lewis SC, Warlow CP, Bodenham AR *et al.* General anaesthesia versus local anaesthesia for carotid surgery (GALA): a multicentre, randomized controlled trial. *Lancet* 2008; 372: 2132–2142.
- Gumerlock Mk, Neuwelt EA. Carotid endarterectomy: to shunt or not to shunt. *Stroke* 1988; 9: 1485–1490.

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

Dr n. med. Piotr Słowiński  
Klinika Chirurgii Naczyniowej i Angiologii CMKP, Szpital Bielański  
ul. Ceglowska 80, 01–809 Warszawa  
e-mail: slowinski.p@wp.pl

Praca wpłynęła do Redakcji: 15.05.2011 r.