Chirurgia Polska 2004, 6, 4, 185–193
ISSN 1507–5524
Copyright © 2004 by Via Medica

Kinking tętnicy szyjnej wewnętrznej — ocena występowania, wskazania do zabiegu operacyjnego oraz ocena odległych wyników leczenia na podstawie wyników badań ultrasonograficznych

Internal carotid artery kinking — actual incidence, indications for surgical treatment and long-term results based on ultrasound evaluation

Grzegorz Madycki, Walerian Staszkiewicz, Agnieszka Wycech, Michał Kuryłowicz
Klinika Chirurgii Naczyń i Angiologii CMKP, Warszawa (Department of Vascular Surgery and Angiology, Centre for Postgraduate Education, Warsaw, Poland)

Streszczenie

Wstęp: Kliniczna ocena skutków elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej pozostaje kontrowersyjna. Współwystępowanie objawów neurologicznych, typowych dla niedokrwienia u niektórych osób z tą patologią, skłania wiele ośrodków do kwalifikacji niektórych chorych do leczenia zabiegowego.
Celem pracy było przedstawienie doświadczeń własnych w diagnostyce i leczeniu zagięć kątowych oraz pętli tętnic szyjnych wewnętrznych („kinking").
Materiał i metody: Analizie poddano częstość rozpoznawania elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej wśród chorych diagnozowanych w Pracowni Badań Naczyniowych Kliniki (lata 1998–2002). Następnie przedstawiono wyniki leczenia chorych kwalifikowanych do zabiegu operacyjnego z powodu objawowej elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej. W okresie 5 lat operowano 76 takich osób — w trakcie zabiegu chorych monitorowano za pomocą spektroskopii w bliskiej podczerwieni (NIRS), przezczaszkowej ultrasonografii dopplerowskiej oraz poprzez ocenę stanu neurologicznego. U 73 z 76 chorych wykonano zabieg reimplantacji i dylatacji tętnicy szyjnej wewnętrznej. W ocenie okołooperacyjnej analizowano zmiany w przepływie w tętnicy szyjnej wewnętrznej (zmiany Vmax oraz indeksu PS ICA/CCA). W ocenie odległej (> 12 miesięcy od zabiegu) oceniano operowane naczynia pod kątem występowania restenoz.
Wyniki: Częstość zjawiska elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej oceniono na podstawie badania USG na 29,6% (1452 spośród 4903 chorych). Do operacji zakwalifikowano 76 chorych. Wyniki zarówno wczesne (powikłania pooperacyjne), jak i późne (hiperplazja i restenoza) oceniono jako bardzo dobre.
Wnioski: Zagięcia kątowe („kinkingi") tętnic szyjnych wewnętrznych występują znacznie częściej niż wynikałoby to z aktualnie powszechnie wykonywanych badań ultrasonograficznych. Z tego powodu przy każdej ocenie ultrasonograficznej tętnic szyjnych należy zawsze obrazować cały pozaczaszkowy odcinek tętnicy szyjnej wewnętrznej (do długości 40–50 mm). Zabieg operacyjny powinien polegać nie tylko na reimplantacji naczynia, ale też na mechanicznym, wewnątrznaczyniowym poszerzeniu tętnicy. Wyniki odległe wykonanych zespoleń są dobre, a szczególną uwagę zwraca minimalna obecność lub nawet brak hiperplazji w zespoleniach po leczeniu elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej.

Słowa kluczowe: tętnica szyjna wewnętrzna, kinking, leczenie operacyjne, ultrasonografia

Abstract

Background: Clinical assessment of the consequences of internal carotid artery elongation remains controversial. Nevertheless, the coexistence of neurological symptoms in some of the patients with this pathology inclines some vascular centers to qualify a number of patients for surgical treatment.
The aim of this study was to present our own experience in US diagnosis and treatment of internal carotid artery elongation.
Material and methods: We analyzed the frequency of ICA elongation among patients diagnosed by our Vascular Examination Lab (period between 1998–2002), and consequently presented treatment results of patients qualified for surgery because of symptomatic ICA elongation. In this 5 year period, 76 patients

were operated on and during surgery the patients where monitored using near infrared spectroscopy (NIRS), transcranial Doppler (TCD) and neurological assessment. In 73 out of 76 patients reimplantation and ICA dilatation was performed. In the perioperative assessment, changes in the flow in the ICA (Vmax and PS ICA/CCA index changes) were analyzed. In the follow up (> 12 months from surgery) the operated vessels were assessed ultrasonographically for restenosis. The authors paid special attention to the techniques of ultrasound examination and surgery.

Results: The frequency of ICA elongation phenomenon was assessed on the basis of 4903 ultrasound examinations in about 29.6% (1452 patients). 76 patients were deemed qualified for operative treatment. Early results (postoperative complications) as well as long term (hyperplasia and restenosis phenomena) were judged as very good.

Conclusions: Kinkings of ICAs occur more frequently than one may think according to common ultrasound examinations. Because of this during every ultrasound examination of the carotid arteries the entire extracranial section of the ICA (40–50 mm) should be visualized. Surgical treatment should not only be limited to vessel re-implantation, but should also consist of mechanical intravascular dilatation of the artery. The long term results of reimplantation are good and special attention should be drawn to the lack or presence of minimal hyperplasia in the anastomosis after ICA elongation surgery.

Key words: internal carotid artery, kinking, surgical treatment, ultrasonography

Wstęp

Kinkingiem tętnicy szyjnej wewnętrznej (ICA, *internal carotid artery*) określa się występowanie ostrego zagięcia kątowego obejmującego przynajmniej jeden lub więcej odcinków badanej tętnicy [1]. Patologia ta może ulegać progresji, tworząc więcej niż jedno zagięcie kątowe lub wręcz pętlę tętnicy szyjnej wewnętrznej (*looping* lub *coiling*). Zjawisko to ogólnie nazywa się elongacją tętnicy szyjnej wewnętrznej. Częstość tego zjawiska nie jest do końca określona, szacuje się ją na 10–16% w populacji dorosłej [2]. W badaniach arteriograficznych częstość tego zjawiska określono na 10–43% [3]. Znaczenie występowania zagięć kątowych tętnicy szyjnej wewnętrznej pozostaje niejasne, a objawy ze strony ośrodkowego układu nerwowego najczęściej występują między 5. a 7. dekadą życia [2, 4]. Mimo wielu doniesień pozytywnie oceniających skuteczność i bezpieczeństwo leczenia operacyjnego tego schorzenia [3, 5–9], zabieg ten nie jest powszechnie stosowany.

Celem pracy jest przedstawienie doświadczeń autorów niniejszego artykułu w diagnostyce i leczeniu zagięć kątowych oraz pętli tętnic szyjnych wewnętrznych (kinkingów).

Materiał i metody

W latach 1998–2002 w Klinice Chirurgii Naczyniowej CMKP wykonano 4903 badania USG tętnic szyjnych. Kinking tętnic szyjnych wewnętrznych rozpoznano u 1452 badanych (29,6%). Ultrasonograficzne kryteria rozpoznania zagięcia tętnicy szyjnej wewnętrznej były następujące: istotne (< 30–60°) morfologiczne zagięcie naczynia z istotną hemodynamicznie zmianą parametrów przepływu (wzrost prędkości Vmax w ICA > 150 cm/s lub wzrost indeksu PS ICA/CCA > 2,2). Chorych z rozpoznaną elongacją tętnicy szyjnej wewnętrznej podzielono na 2 grupy wiekowe: poniżej 50 roku życia i powyżej 50 roku życia.

W okresie 1998–2002 w Klinice Chirurgii Naczyniowej CMKP wykonano 650 operacji tętnic szyjnych. Spośród tych zabiegów w 76 przypadkach (11,7%) operowano objawowe zagięcia kątowe tętnic szyjnych. W po-

Introduction

Kinking of the internal carotid artery (ICA) is defined as an acquired phenomenon of acute angular curvature encompassing at least one or more sections of the examined artery [1]. Progression of this pathology may create more than one angular curvature or even a loop (coil) of the internal carotid artery. This occurrence is then generally termed as elongation of the internal carotid artery (EICA). The frequency of this phenomenon has not been exactly defined but it is estimated at about 10–16% of adult population [2]. In arteriographical examinations its frequency ranges between 10–43% [3]. The importance of the appearance of angular curvatures of the internal carotid artery remains obscure. Symptoms from the CNS appear between 5th and 7th decade [2, 4], but the opinions on treatment (conservative/surgical) are still to be formed. Although several studies positively judging the efficacy and safety of operative treatment of this disease [3, 5–9]) are known, this operation is not commonly employed.

The aim of this study was to present our own experiences on the field of diagnosis and treatment of angular curvatures and looping of the internal carotid artery.

Material and methods

In the period 1998–2002 in the Department of Vascular Surgery of The Center for Postgraduate Education, 4903 ultrasound examinations of carotid arteries were performed. Among the examined patients 1452 (29.6%) kinkings of internal carotid arteries have been diagnosed. The ultrasound criteria to recognize kinking of the ICA were as follows: a relevant (below 30–60°) morphological vessel curvature with an essential hemodynamic change in flow (an increase in the velocity Vmax in ICA >150 cm/s, or an increase in the PS CCA/PS ICA > 2.2 index). Patients with a diagnosed ICA elongation were divided into 2 groups: < 50 years old and > 50 years old.

In the period of 1998–2002 in the Department of Vascular Surgery of the Centre for Postgraduate Education,

zostałych przypadkach wykonano endarteriektomie tętnic szyjnych (CEA, *carotid endarterectomy*).

Wskazaniem do operacji zagięcia kątowego tętnicy szyjnej wewnętrznej były: ultrasonograficzne rozpoznanie zgodnej z przyjętymi kryteriami (istotnej hemodynamicznie) elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej oraz obecność objawów neurologicznych pod postacią niedokrwienia mózgu przy wykluczeniu innych przyczyn niedokrwienia ośrodkowego układu nerwowego.

Zabieg operacyjny rutynowo składał się z 3 etapów:
— **etap I** — wypreparowanie 2 zagięć kątowych;
— **etap II** — mechaniczne poszerzenie tętnicy;
— **etap III** — reimplantacja tętnicy szyjnej wewnętrznej.

Śródoperacyjnie stan chorych monitorowano za pomocą badania TCD (*transcranial doppler*, przezczaszkowa ultrasonografia dopplerowska), spektroskopii w bliskiej podczerwieni (NIRS, *near infra-red spectroscopy*) oraz oceny stanu neurologicznego pacjenta (znieczulenie regionalne).

Ocenę wyników odległych operowanych chorych oparto na wynikach badania ultrasonograficznego. W badaniu tym oceniano: obraz morfologiczny operowanej tętnicy, charakter spektrum przepływu i wybrane parametry wskazujące na restenozy (Vmax, indeks PS ICA/CCA) oraz obecność zjawiska hiperplazji lub jego brak (pod kątem występowania restenoz w miejscu zespolenia).

Aby porównać zjawisko występowania hiperplazji, jako grupę kontrolną przebadano 65 chorych operowanych techniką ewersyjną z powodu miażdżycowego zwężenia tętnicy szyjnej wewnętrznej (w porównywalnym wieku).

Zmiany w parametrach wartości przepływu (Vmax i PS ICA/CCA) oraz zmiany wskaźnika występowania hiperplazji i restenoz oceniono statystycznie (test *t*-Studenta, test χ^2).

Wyniki

U 1452 chorych z 4903 badanych stwierdzono występowanie elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej, co stanowiło 29,6% badanych. Spośród chorych z elongacją tętnicy szyjnej wewnętrznej jedynie 15 osób znalazło się w przedziale wiekowym poniżej 50 roku życia (1,03% osób z elongacją tętnicy szyjnej wewnętrznej). Żadnej z tych osób nie zakwalifikowano do zabiegu operacyjnego. Pozostali chorzy (99,97%) znaleźli się w przedziale wiekowym powyżej 50 roku życia. Średnia wieku dla całej grupy z elongacją tętnicy szyjnej wewnętrznej wyniosła 72,26 ± 15,34 roku. W okresie 5 lat zoperowano 76 chorych (5,2% osób z rozpoznaną elongacją tętnicy szyjnej wewnętrznej).

Kontrolne badania USG wykonano w 2003 roku, okres obserwacji chorych wynosił 2–4 lata (śr. 3,45 roku) i był porównywalny z czasem obserwacji grupy kontrolnej chorych operowanych techniką ewersyjną (leczonych w tym samym okresie, w latach 1999–2001). Podstawowe dane demograficzne przedstawiono w tabeli I.

Stwierdzono, że częstość zagięć kątowych w grupie pacjentów kierowanych na badanie USG tętnic szyjnych jest wysoka i sięga prawie 30% (29,6%). Z grupy tej — w materiale Kliniki Chirurgii Naczyniowej CMKP pacjenci zakwalifikowani do zabiegu operacyjnego tętnic szyjnych (76 chorych) stanowili prawie 11,7% wszyst-

650 operations on carotid arteries were performed. Out of this number in 76 cases (11.7%) symptomatic EICAs were operated on. In other cases a carotid artery endarterectomy (CEA) was carried out.

The indication for surgical treatment of ICA kinking was: an ultrasound diagnosis of kinking, according to the accepted criteria (hemodynamicaly significant) and the appearance of neurological symptoms when other causes of CNS ischemia were excluded.

The operation consisted of three stages:
— **stage I** — dissection of at least 2 angular curvatures;
— **stage II** — mechanical dilatation of the artery;
— **stage III** — reimplantation of the ICA.

Intraoperatively, patients were monitored by TCD, near-infrared spectroscopy (NIRS) and evaluation of patients' neurological condition (regional anesthesia) was carried out.

The assessment of long term results of the patients who underwent operations was based on the results of ultrasound examination. The following elements were taken into account: the morphological picture of the operated artery, the characteristics of the flow spectrum and the chosen parameters indicating a residual stenosis (Vmax, PS ICA/PS CCA index) and the presence or absence of hyperplasia (in order to detect any restenosis at the site of anastomosis).

The control group used to compare the phenomenon of hyperplasia and restenosis constituted 65 patients operated on with the use of the eversion technique because of atherosclerotic stenosis of the ICA (in an age comparable group).

The changes of flow parameters (Vmax and PS ICA/CCA) and incidence of hyperplasia and restenosis were statistically assesed (*t*-Student test, χ^2 test).

Results

In 1452 out of 4903 examined patients, an ICA elongation was diagnosed, which made up about 29.6% of the those examined. Out of those only 15 were in the < 50 years old group (1.03% of people with ICA elongation). None of them was qualified for surgical treatment. The remaining patients (99.97%) were in the > 50 years old group. The average age for the entire ICA elongation group was 72.26 ± 15.34 years. During the 5 year period 76 patients were operated on (5.2% of people with recognised ICA elongation).

Control ultrasound examinations were performed in 2003 with the follow up period ranged between 2–4 years (avr 3.45 years) and was comparable with the control group of patients operated with the use of the eversion technique (treated in the same period 1999–2003). The basic demographic data were placed in Table I.

It was observed, that the frequency of the EICA (kinking) in the group of patients referred for carotid artery ultrasound examination is high and reached almost 30% (29.6%). From this group — in the study by the Department of Vascular Surgery, patients qualified for the carotid artery surgery (76 patients) constituted almost 11.7% of all operations related to carotid surgery. In

Tabela I. Podstawowe dane demograficzne
Table I. Basic demographic data

	Czynniki / *Factors*
Mężczyźni / *Male*	15 (19,74%)
Kobiety / *Female*	61 (80,26%)
Palenie / *Smoking*	19
Nadciśnienie / *Hypertension*	58
Cukrzyca / *Diabetes*	15

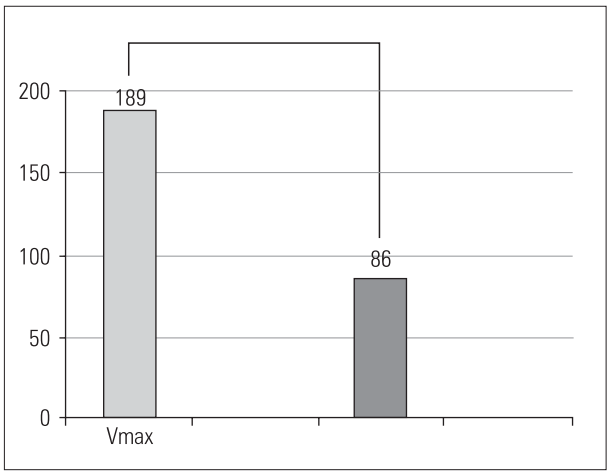
kich operowanych. W 3 przypadkach podczas klemowania ICA wystąpił spadek przepływu w tętnicy środkowej mózgu (MCA, *middle cerebral artery*) z jednoczesną utratą kontaktu słowno-logicznego (czas reakcji na zacisk < 15 s). W przypadkach tych zabieg ograniczono do plastyki zewnętrznej poprzez ufiksowanie ICA, uznając potencjalne ryzyko zabiegu u tych chorych za zbyt wysokie.

Wyniki wczesne tych zabiegów są zachęcające: jedynie u 2 chorych wystąpiły objawy przemijającego niedokrwienia mózgu. W pozostałych przypadkach nie zanotowano powikłań. Średnia przepływu po operacjach reimplantacji (Vmax dla ICA) wyniosła 85,76 ± 25 cm/s, co stanowiło spadek z 189 ± 23 cm/s przed operacją ($p < 0,001$, test *t*-Studenta) (ryc. 1). Indeksy PS ICA/CCA zmieniły się odpowiednio z 4,28 ± 2,14 SD do 1,725 ± ± 1,34 SD ($p < 0,001$) (ryc. 2).

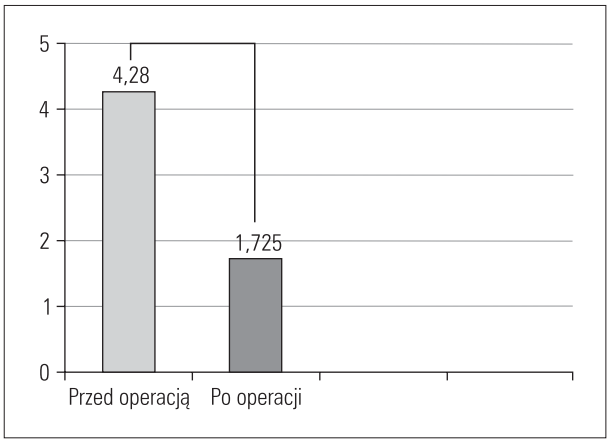
W analizie porównawczej wyników odległych miejsca reimplantacji wykazano brak restenoz w miejscach reimplantacji, co odróżnia tę grupę osób od grupy chorych z naczyniami zmienionymi miażdżycowo, operowanych techniką ewersyjną. Wyniki odległe zespoleń oceniono na bardzo dobre: jak wspomniano wyżej, nie stwierdzono restenoz, w 3 przypadkach na 73 reimplantacje (4,11%) stwierdzono początki hiperplazji neointimy (nieistotne hemodynamicznie zwężenia < 20% wg oceny liczonej z pola przekroju) (ryc. 3). U żadnego z chorych nie stwierdzono kryteriów klasycznej restenozy, a więc zwężenia powyżej 70%, istotnego hemodynamicznie [10]. Różnica w porównaniu z grupą kontrolną była znamienna statystycznie ($p < 0,005$, test χ^2). W porównywalnej grupie chorych leczonych techniką ewersyjną z powodu miażdżycowego zwężenia tętnicy szyjnej wewnętrznej na 65 ocenianych chorych u 7 z nich (10,77%) stwierdzono cechy hiperplazji neointimy lub restenozy (3 z 7 chorych). Restenozę definiowano jako zwężenie powyżej 50–70%, istotne hemodynamicznie [11–13]. W 2 przypadkach chorych z elongacją tętnicy szyjnej wewnętrznej w odcinkach dystalnych tętnicy szyjnej wewnętrznej (> 30 mm od opuszki) stwierdzono turbulencje spektrum przepływu. U pozostałych chorych obraz morfologiczny reimplantowanych tętnic przedstawiał się prawidłowo, a spektrum przepływu dopplerowskiego nie odbiegało od normy.

Dyskusja

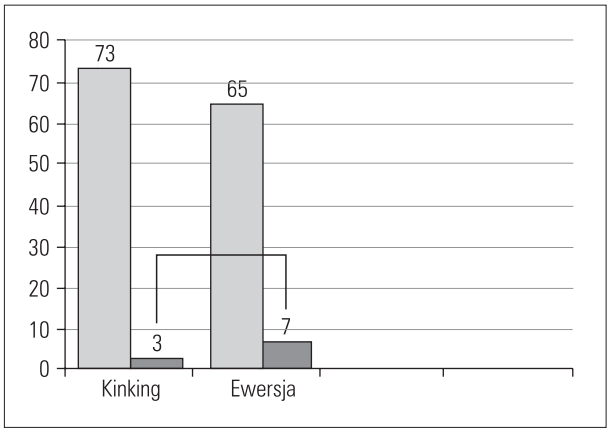
Częstość elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej oceniana się różnie: od 10–43% w badaniach arteriograficznych [3]



Rycina 1. Zmiany średnich wartości Vmax w tętnicy szyjnej wewnętrznej (ICA) przed reimplantacją i po niej ($p < 0,001$, test *t*-Studenta)
Figure 1. The changes in average values of Vmax in ICA before and after reimplantation ($p < 0.001$, student's *t*-test)



Rycina 2. Zmiana wskaźnika PS ICA/CCA przed reimplantacją i po niej ($p < 0,001$, test *t*-Studenta)
Figure 2. Change in PS ICA/CCA Index before and after the reimplantation ($p < 0.001$ student's *t*-test)



Rycina 3. Wskaźnik hiperplazji i restenoz w grupach operowanych z powodu kinkingu (4,11%) i grupie kontrolnej (ewersja) (10,77%) ($p < 0,005$, test χ^2)
Figure 3. The index of hyperplasia in groups operated on because of kinking (4.11%) and in the control group (eversion) (10.77%) ($p < 0.005$, test χ^2)

do 4–16% w obserwacjach innych badaczy [3, 14–16]. Ocenia się, że częstość zabiegów operacyjnych elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej stanowi 1,5–5% wszystkich operacji tętnic szyjnych wewnętrznych [3]. Duża rozbieżność wynika z techniki rozpoznawania tych zmian. Dotychczas rozpoznano je na podstawie oceny arteriograficznej bądź też wyników badań sekcyjnych. Tym należy tłumaczyć stosunkowo niedużą liczbę publikacji poświęconych problemowi oraz stosunkowo małe grupy chorych, wśród których zmiany te były rozpoznawane.

Aktualnie, podstawowym badaniem uznanym za metodę referencyjną w ocenie zmian morfologicznych tętnic szyjnych jest ultrasonograficzne badanie dopplerowskie. Łatwość, powtarzalność i dostępność tego badania paradoksalnie nie zwiększyły rozpoznawalności problemu elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej. Przyczyn należy upatrywać w nieprawidłowej technice badania: zazwyczaj badający ocenia jedynie tętnicę szyjną wspólną, opuszkę oraz początkowy odcinek tętnicy szyjnej wewnętrznej i zewnętrznej (o długości do 25 mm). W ten sposób pomija się istotny element badania — ocenę dystalnego od opuszki odcinka tętnicy szyjnej wewnętrznej w całym jej odcinku pozaczaszkowym (zazwyczaj jest to długość 45–60 mm). Stosując pewne modyfikacje standardowej techniki badania ultrasonograficznego (zmiana ułożenia głowy, zmiana formatu głowicy z liniowego na sektorowy), można w zdecydowanej większości przypadków ocenić przebieg całego odcinka pozaczaszkowego tętnicy szyjnej wewnętrznej. W materiale autorów niniejszego artykułu, w ciągu 5 lat na ponad 4900 badań tętnic dogłowowych u ponad 1450 chorych rozpoznano istotne przypadki elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej, co stanowi 29,6% wszystkich chorych badanych.

Na rycinie 4 przedstawiono przyczyny nierozpoznawania tego problemu przez dużą część osób wykonujących badanie ultrasonograficzne — wynikają one z nieprawidłowej techniki obrazowania.

Wśród głównych przyczyn elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej wymienia się zaburzenia w rozwoju embrionalnym (odpowiadają one za zmiany w wieku dziecięcym) oraz zmiany związane z procesem miażdżycowym i dysplazją włóknisto-mięśniową [17]. Nieustalone pozostaje jednak, czy zjawisko dysplazji włóknisto-mięśniowej jest zjawiskiem pierwotnym, czy wtórnym do powstałej i utrwalonej elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej. Zauważono, że elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej towarzyszą zrosty otaczające przydankę tętnicy — zrosty te są na tyle mocne i istotne, że mogą się przyczyniać same w sobie do istotnych hemodynamicznie zwężeń tej tętnicy. Próbowano nawet wyodrębnić postać dysplazji włóknisto-mięśniowej, jako oddzielnej formy elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej [6]. Deriu i wsp., analizując przebieg elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej, wydzielili trzy postacie jej występowania [18]:

— postać A — tętnica cechuje się łagodnymi krzywymi, które po wypreparowaniu prostują się lub mogą być poddane drobnej plastyce poprzez ufiksowanie;
— postać B — w formie tej naczynia po wypreparowaniu wydają się mieć niezagięte ściany, mimo drobnych zrostów wydają się być niezwężone, posiadają jedynie drobne „wybrzuszenia";

3 cases, during clamping, a decrease in the flow in the medial cerebral artery (MCA) with a concomitant loss of logical contact was noticed (the reaction time for clamping < 15 s). In these situations, the operation was limited to the extramural ICA plasty, by fixation of the vessel, since the potential risk of the procedure in these patients was regarded as too high.

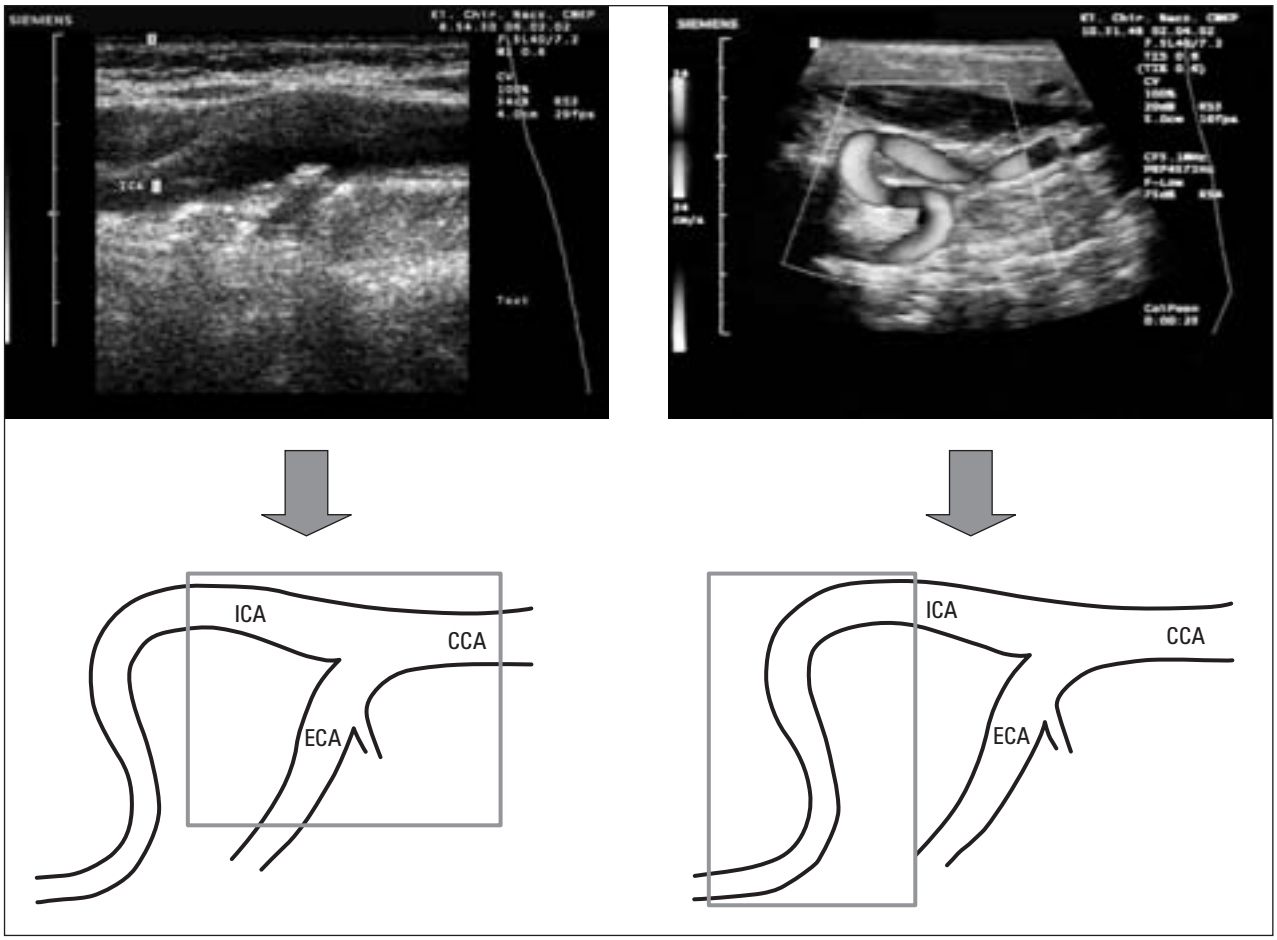
Early results of these operations are encouraging: in only 2 patients did TIA symptoms occur. In the remaining cases, no complications were noticed. The average flow after the reimplanation operation (Vmax for ICA) was 85.76 ± 25 cm/s — the decrease was from 189 ± ± 23 cm/s) before the operation ($p < 0.001$, *t*-Student test) — (Fig. 1). PS ICA/CCA index changed appropriately from 4.28 ± 2,14 STD to 1.725 ± 1.34 STD ($p < 0.001$) (Fig. 2).

A comparative analysis of the long term results of the reimplantation site shows the lack of hyperplasia in the reimplanted loci, which differentiates this group from the that with atherosclerotic vessels, operated on with the use of eversion technique. The long term results of anastomoses were judged as very good — there were no restenoses, in 3 cases out of 73 reimplantations (4.11%) the beginnings of neointima hyperplasia were observed (nonsignificant hemodynamicaly, stenosis < 20% according to a morphological assessment, calculated from the cross-sectional area) — (Fig. 3). None of the patients met the criteria for classic restenosis, defined as > 70% hemodynamically significant [10]. In the comparable group of patients treated with the eversion technique, due to an atherosclerotic ICA stenosis, in 7 (10.77%) out of 65 assessed patients the features of neointima hyperplasia were observed. From this group, in 3 patients the symptoms of the classic restenosis (stenosis > 50–70%, hemodynamically significant) [11—13] were noticed. In 2 cases in the ICA's distal sections (> 30 mm from the bulb) turbulences of the flow spectrum were observed. In other cases the morphological picture and the spectrum of the Doppler ultrasound of the re-implanted arteries were normal.

Discussion

The frequency of ICA elongation occurrence is estimated differently: from 10–43% in arteriographic examinations [3] to 4–16% in evaluations of other researchers [3, 14–16]. It is estimated, that the number of ICA elongation operations makes up about 1.5–5% of all ICA operations [3]. Such significant divergence is a result of the diagnostic technique of these changes. Until now they were based on arteriographic or autopsy examinations. This should explain the relatively small number of publications devoted to this problem, and the relatively short series of patients where they have been recognized.

Currently, the basic examination estimated as a "gold standard" in the assessment of morphological changes of the carotid artery is the Doppler ultrasound. It is a paradox, but the simplicity, redundancy and feasibility of this examination did not alter the diagnostic rate of ICA elongation. The examination's techniques seems to be the reason:



Rycina 4. Obrazowanie I odcinka (opuszki i odejścia tętnicy szyjnej wewnętrznej — ICA) w granicach do 20–25 mm pozwala jedynie na uwidocznienie początkowego odcinka ICA (drobne przyścienne zmiany miażdżycowe), dopiero zamiana formatu głowicy z liniowego na sektorowy umożliwia uwidocznienie dalszego odcinka i rozpoznanie istotnego podwójnego zagięcia kątowego (odcinek II). ICA, *internal carotid artery* — tętnica szyjna wewnętrzna; CCA, *common carotid artery* — tętnica szyjna wspólna; ECA, *external carotid artery* — tętnica szyjna zewnętrzna

Figure 4. Imaging of the 1st section (bulb and ICA beginning) in the range of 20–25 mm, reveals only the initial ICA fragment (minor, perimural atherosclerotic changes), only the change in the probe format from linear to sector allows visualization of the further sections of the ICA and recognition of the substantial double angular curvature (II section)

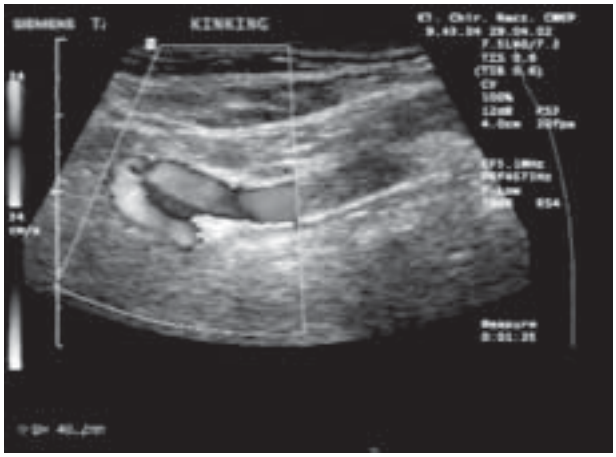
— postać C — forma, w której zrosty z przydanką ściany są tak duże, że sama dylatacja, bez całkowitego uwolnienia tętnicy z otaczających tkanek, jest niewystarczająca.

Wyodrębnione postacie morfologiczne zmian w ścianach tętnicy szyjnej wewnętrznej sugerują, że postać A wymaga jedynie wypreparowania, postać B — dylatacji mechanicznej, a postać C pełnego uwolnienia tętnicy ze zrostów i dylatacji, co równa się reimplantacji tętnicy [17]. Z doświadczeń autorów niniejszej pracy wynika, że każdorazowo w przypadku zakwalifikowania do operacji tętnicy szyjnej należy ją nie tylko reimplantować, ale także dokonywać mechanicznej dylatacji od strony otwartego światła tętnicy. Autorzy zauważyli bowiem, że w przypadku istotnych hemodynamicznie zagięć kątowych, na drugim zagięciu oraz w odcinku dystalnym do niego, dochodzi do istotnych przewężeń (co potwierdzają obserwacje śródoperacyjne). Są one na tyle istotne hemodynamicznie, że występujących w nich zaburzeń przepływu nie można tłumaczyć samą zmianą kąta pomiaru przepływu wynikającą z zagięcia tętnicy (ryc. 5–7).

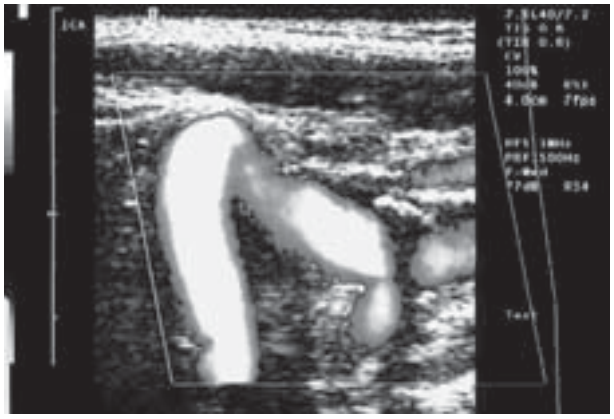
usually, one only assesses the CCA, the bulb and the initial section of ICA and ECA (2.5 cm long). Following this pattern we omit the examination's important part the — the evaluation of the distal to the bulb section of the ICA on it's entire extracranial distance (approximately 45–60 mm). Just by modifying the standard ultrasound examination technique (changes in the head's position, the replacement of the capital format from linear to sectral) we can, in the great majority of cases, visualize the whole extracranial ICA section. In our material (collected during a 5 year period), out of 4900 carotid artery examinations, more than 1450 patients substantial cases of ICA elongation recognized, and that makes about 29.6% of all examined cases.

Figure 4 demonstrates the reasons for skipping the problem in the majority of cases (due to the employed technique of imaging).

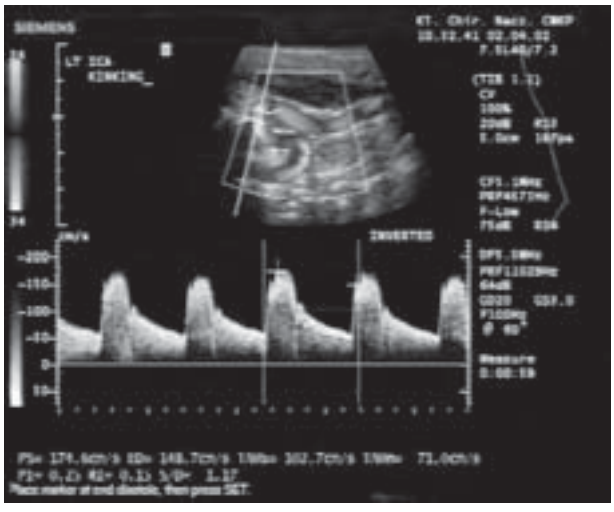
The main reasons of ICA elongation are: disturbances in embryological development (these are responsible for changes in childhood), changes associated with atherosclerosis and fibro-muscular dysplasia [17]. It has not been said whether suspected fibro-muscular dysplasia is a primary



Rycina 5. Ostre (< 30°) zagięcie kątowe u osoby bez zmian miażdżycowych
Figure 5. Acute (< 30°) kinking in a patient without atherosclerotic changes



Rycina 6. Ostre zagięcie kątowe z towarzyszącymi zmianami miażdżycowymi (grupa kontrolna leczona techniką ewersyjną)
Figure 6. Acute kinking with coexisting atherosclerotic changes (control group — treated with the eversion technique)



Rycina 7. Podwójne zagięcie kątowe (30–60°) z istotnym hemodynamicznie przyspieszeniem przepływu (Vmax już na pierwszym zagięciu = 174 cm/s)
Figure 7. Duplex kinking (30–60°) with significant increased flow (Vmax in I-st curve = 174 cm/s)

phenomenon or is it secondary to a new-created and preserved ICA elongation. It has been observed that ICA elongation is associated with adhesions surrounding the adventitia — these adhesions can be strong enough to lead to a clinically significant artery stenosis. There were attempts to isolate the fibro-muscular dysplasia as a separate form of ICA elongation [6]. Deriu *et al.*, through the analysis of ICA elongation, have distinguished 3 forms of its occurrence [18]:

— form A — characterized by mild curvatures, that straighten themselves after preparation, or may be submitted to fine plasty by fixation;
— form B — in this form vessels seem to have noncurved walls after preparation, even though having fine adhesions they do not seem to be stenotic, but only possess small "bumps";
— form C — is a form where adhesions with the artery's adventitia are large enough, that the single dilatation without a full liberation of the artery from surrounding tissues is not satisfactory.

Separated forms of morphological changes in ICA wall suggest that form A only requires preparation, form B mechanical dilatation and form C full liberation of the artery from adhesions and dilatation — which is equivalent with reimplantation of the artery [17]. From our experience, we have come to the conclusion that in each case of a carotid artery qualified for surgical treatment, the vessel should not only be reimplanted but also mechanically dilated from the side of the opened lumen. We have observed that in a situation of haemodynamicaly substantial kinkings, on the 2nd end curve and in the section distal from it, a substantial narrowness occurs (confirmed by intraoperative observations). They are so haemodynamically significant, that the flow disturbances cannot be explained only by the sole change of flow measurement resulting from the angle of the vessels' kinking (Fig. 5–7).

Grego *et al.* [6] reached similar conclusions. Based on Deriu's *et al.* [18] classification they proposed their own modified scale of ICA elongation morphological changes. Their own experiences authorized them to suggest that in form C, intramural changes associated with hypertrophy of adventitial fibers and fibrous strips cause durable enough bulging, that even reimplantation with mechanical dilatation will not ensure full distension of the constricted artery [6]. However their experiences indicate the need for mechanical dilatation and reimplantation as the most radical mode of operation.

In our Department of Vascular Surgery we recommend, that operations for ICA elongation without clamping and arteriotomies with mechanical wasodilatation and consequent reimplantation should not be performed. This view is supported by other authors [19].

Among the reasons commonly mentioned as a risk factor, but not attested, are changes in the cervical vertebral column (regarding its relative shortening). In our study we did not analyze this problem, even though it seems to be interesting.

Establishing indications for surgical treatment of ICA elongation is a clinical problem. Going through recent stu-

Do podobnych wniosków doszli Grego i wsp. [6], którzy na podstawie klasyfikacji Deriu i wsp. [18] zaproponowali własną, zmodyfikowaną skalę zmian morfologicznych elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej. Na podstawie własnych doświadczeń uważają oni, że w postaci C zmiany śródścienne tętnicy związane z przerostem włókien przydankowych i pasemek włóknistych powodują na tyle trwałe wybrzuszenia, że nawet reimplantacja z mechaniczną dylatacją nie zapewnia pełnego rozprężenia tętnicy ze zwężeniami [6]. Doświadczenia ich wskazują jednak na konieczność mechanicznej dylatacji z reimplantacją jako najbardziej radykalnego zabiegu operacyjnego.

Autorzy niniejszej pracy uważają, że zabiegów rekonstrukcji tętnicy szyjnej wewnętrznej z powodu elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej nie powinno się przeprowadzać bez klemowania tętnicy, arteriotomii z wazodylatacją mechaniczną i następową reimplantacją. Podobnego zdania są też inni autorzy [19].

Wśród przyczyn powszechnie wymienianych za czynnik ryzyka, ale nieudokumentowanych, wymienia się też zmiany w odcinku szyjnym kręgosłupa (jego relatywne skracanie). W niniejszej pracy nie analizowano tego aspektu, chociaż wydaje się on ciekawy.

Istotnym problemem jest ustalenie wskazań do leczenia operacyjnego elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej. Przeglądając aktualne doniesienia, autorzy stwierdzili brak jednoznacznych kryteriów kwalifikujących do operacji [2, 4, 20]. Wspólnym mianownikiem pozostaje występowanie objawów neurologicznych ze strony ośrodkowego układu nerwowego przy wykluczeniu innych potencjalnych przyczyn. W klinice autorów wskazaniem do operacji, poza objawami neurologicznymi, są następujące kryteria hemodynamiczne: wzrost prędkości Vmax w ICA powyżej 150 cm/s lub wzrost indeksu PS ICA/CCA powyżej 2,2.

Interesującym zjawiskiem było stwierdzenie braku hiperplazji lub co najwyżej minimalnej jej obecności. Porównując grupę chorych z elongacją tętnicy szyjnej wewnętrznej z grupą chorych z miażdżycowym zwężeniem tętnicy szyjnej wewnętrznej operowanych techniką eversyjną wykazano istotną statystycznie różnicę występowania hiperplazji intimy ($p < 0{,}0001$, test χ^2) na niekorzyść operowanych z miażdżycowym zwężeniem tętnicy szyjnej. Celem niniejszej pracy nie była ocena częstości restenoz [11–13], niemniej zauważalna różnica w zjawisku występowania hiperplazji sugeruje celowość dalszej analizy tego zjawiska.

Wnioski

1. Zagięcia kątowe (kinkingi) tętnic szyjnych wewnętrznych występują znacznie częściej niż wynikałoby to z aktualnie powszechnie wykonywanych badań ultrasonograficznych.
2. Z tego powodu przy każdej ocenie ultrasonograficznej tętnic szyjnych należy zawsze obrazować cały pozaczaszkowy odcinek tętnicy szyjnej wewnętrznej (o długości 40–50 mm).
3. Zabieg operacyjny powinien polegać nie tylko na reimplantacji naczynia, ale także na mechanicznym, wewnątrznaczyniowym poszerzeniu tętnicy.
4. Wyniki odległe wykonanych zespoleń są dobre, a szczególną uwagę zwraca minimalna obecność hiperplazji lub nawet jej brak w zespoleniach po leczeniu elongacji tętnicy szyjnej wewnętrznej.

dies we have noticed a lack of unequivocal criteria qualifying patients for operative treatment [2, 4, 20]. The presence of neurological symptoms, after excluding other potential causes, remains the common denominator. In our clinic the main indications for surgery, apart for neurological symptoms are the following haemodynamical criteria: an increase in the Vmax velocity in the ICA > 150 cm/s, or augmentation of the PS ICA/CCA index > 2.2.

It was interesting to notice the lack or presence of minimal hyperplasia. A comparison of the group of patients with ICA elongation with the group which atherosclerotic stenosis of the ICA, operated on with the eversion technique, shows the statistically significant difference in intima hyperplasia occurrence ($p < 0.0001$, χ^2 test) for the disadvantage of one operated on due to a atherosclerotic ICA stenosis. It was not the aim of this study to assess the frequency of restenosis, although the striking difference in the phenomenon of hyperplasia suggests a reason for further analysis of this phenomenon, which goes beyond the aim of this study [11–13].

Conclusions

1. Kinkings of ICAs occur more frequently, than one may think according to common ultrasound examinations.
2. Because of this, during every ultrasound examination of the carotid arteries, the entire extracranial section of the ICA (40–50 mm) should be visualized.
3. Surgical treatment should not only be limited to vessel reimplantation, but also consist of mechanical, intravascular dilatation of the artery.
4. The long term results of reimplantation are good and special attention should be drawn to the lack or presence of minimal hyperplasia in the anastomosis after ICA elongation surgery.

Piśmiennictwo (References)

1. Leipzig TJ, Dohrmann GJ. Tortuous or kinked carotid artery: pathogenesis and clinical considerations. A historical review. Surg Neurol. 1986; 255: 478–486.
2. Bostrom K, Greitz T. Kinking of the onternal carotid artery: a roentgenologic and histologic study. Acta Radiol (Diagn) (Stockh). 1967; 6: 105–112.
3. Koskas F, Bahnini A, Walden R *et al.* Stenotic coiling and kinking of the internal carotid artery. Ann Vasc Surg. 1993; 7: 530–540.

4. Bakrison HT, Spencer FC, Quattlebaum JK. Surgical treatment of occlusive disease of the carotid artery. Am Surg. 1959; 149: 711–715.
5. Beneš V, Mohapl V. Alternative surgery for the kinked internal carotid artery. Acta Neurochir (Wien). 2001; 143: 1267–1272.
6. Grego F, Lepidi S, Cognolato D *et al.* Rationale of the surgical treatment of carotid kinking. J Cardiovasc Surg. 2003; 44: 79–85.
7. Koskas F, Kieffer E, Kieffer A *et al.* Boucles et plicatures des arteres carotids et vertebrales: indications de la chirurgie. J Mal Vasc. 1994; 19: 51–54.
8. Radonic V, Baric D, Giunio L *et al.* Surgical treatment of kinked internal carotid artery. J Cardiovasc Surg. 1998; 39: 557–563.
9. Wiechowski SW, Mierzecki AM. Surgical treatment of cerebrovascular insufficiency in patients with pathological elongation of the internal carotid artery. Eur J Vasc Endovasc Surg. 1988; 2: 105–110.
10. Alexandrov AV, Brodie DS, McLean A *et al.* Correlation of peak systolic velocity and angiographic measurement of carotid stenosis revisited. Stroke 1997; 28: 339–342.
11. DeGroote RD, Lynch TG, Jamil Z *et al.* Carotid restenosis: long-term noninvasive follow-up after carotid endarterectomy. Stroke 1987; 18: 1031–1036.
12. Kieny R, Seiller C, Petit H. Evolution of carotid restenosis after endarterectomy. Cardiovasc Surg. 1994; 2: 555–560.
13. Liapis CD, Kakisis JD, Kostakis AG. Recurrent carotid artery stenosis: natural history and predisposing factors. A long-term follow-up study. Int Angiol. 2001; 20: 330–336.
14. Andziak P. Zwężenia tętnic szyjnych wewnętrznych. In: Noszczyk W. (ed.) Chirurgia tętnic i żył obwodowych. PZWL, Warszawa 1998; 285–288.
15. Cloffi FA, Medri M, Tomasello F *et al.* Kinking and coiling of the internal carotid artery. Clinical observations and surgical perspectives. J Neurosurg Sci. 1975; 19: 15–22.
16. van Damme H, Gillain D, Desiron Q *et al.* Kinking of the internal carotid artery: clinical significance and surgical management. Acta Chir Belg. 1996; 96: 15–22.
17. Schenk P, Temmel A, Trattnig S *et al.* Aktuelle aspekte in der diagnostik und therapie des karotiskinking. HNO 1996; 44: 178–185.
18. Deriu GP, Frigatti P, Grego F *et al.* Surgical role in the internal carotid elongation and tortuosity. Angiol Vasc Surg. 1995; 151–170.
19. Van Alphen HA. Kinking of the carotid artery: indications for surgery and surgical procedure. Clin Neurol Neurosurg. 1977; 80: 92–99.
20. Derrik JR, Kirksley TD, Estess M *et al.* Kinking of the carotid arteries: clinical consideration. Am Surg. 1986; 32: 503–506.

Adres do korespondencji (Address for correspondence):
Dr med. Grzegorz Madycki
Klinika Chirurgii Naczyń i Angiologii CMKP
Szpital Bielański
ul. Cegłowska 80
01–809 Warszawa
tel.: (0 22) 569–02–85
e-mail: g.madycki@interia.pl

Praca wpłynęła do Redakcji: 13.05.2004 r.