

# The pitfalls of duplex scanning in bilateral distal stenosis of the internal carotid artery

## Ograniczenia badania ultrasonograficznego z przepływem kodowanym kolorem (*duplex scan*) w wysokim obuustronnym zwężeniu tętnic szyjnych wewnętrznych

Arkadiusz Migdalski, Arkadiusz Jawień

Chair and Department of General Surgery *Collegium Medicum* in Bydgoszcz, Nicolaus Copernicus University in Toruń, Poland (Katedra i Klinika Chirurgii Ogólnej *Collegium Medicum* w Bydgoszczy, Uniwersytet im. Mikołaja Kopernika w Toruniu)

---

### Abstract

*The duplex scan is the main tool used to diagnose carotid artery stenosis, and there is agreement that it might be the single preoperative diagnostic test. All limitations of carotid duplex scanning should be taken into consideration during qualification to surgical or endovascular treatment. Awareness of these limitations is especially important when neurological symptoms are typical and duplex examination is negative. The authors describe the pitfalls of the duplex scan examination in a symptomatic patient with bilateral severe distal internal carotid artery stenosis.*

**Key words:** duplex scan, carotid stenosis

### Streszczenie

*Ultrasonografia z przepływem kodowanym kolorem (*duplex scan*) jest podstawowym badaniem wykonywanym w diagnozowaniu zwężenia tętnic szyjnych. Jest to uznana metoda diagnostyczna, która w większości przypadków jest jedynym i wystarczającym badaniem obrazowym kwalifikującym do leczenia zabiegowego tętnic szyjnych. Kwalifikując chorego do leczenia chirurgicznego i wewnątrznaczyniowego na podstawie wyniku ultrasonografii z przepływem kodowanym kolorem, należy uwzględnić wszystkie ograniczenia tego badania. Szczególną ostrożność należy zachować, gdy występują typowe objawy niedokrwienia mózgu, a w badaniu *duplex scan* nie wykazuje się istotnych patologii. Autorzy opisują przypadek nieskuteczności tego badania u chorego z nawracającymi objawami niedokrwienia mózgu i wysokim, obuustronnym, krytycznym zwężeniem tętnic szyjnych wewnętrznych.*

**Słowa kluczowe:** ultrasonografia dopplerowska, zwężenie tętnic szyjnych

Acta Angiol 2008; 14: 66–71

---

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

prof. dr hab. med. Arkadiusz Jawień  
Katedra i Klinika Chirurgii Ogólnej Szpital Wojewódzki im. dr. J. Bizuela  
ul. K. Ujejskiego 75, 85–168 Bydgoszcz  
tel: +48 (52) 371 54 82, fax +48 (52) 371 57 82  
e-mail: ajawien@ceti.com.pl

## Introduction

Duplex scanning is recognized as the main tool to diagnose carotid artery stenosis. The majority of carotid interventions are based on ultrasound imaging alone [1–4]. We describe the pitfalls of the duplex scan examination in a patient with typical cerebral ischaemic symptoms which were the reason for delayed carotid endarterectomy.

## Case report

An 80-year-old right-handed male patient with a history of left cerebral hemisphere ischaemic stroke (1990) and recurrent motor aphasia was admitted to the neurology department in April 2005 with prolonged motor aphasia which qualified as transient ischaemic attack (TIA). Hypertension was the only concomitant disease. CT-scan was performed and foci of ischaemia in the parieto-occipital region were found. Wide cardiological examination, including echocardiography, was performed, and the source of the cerebral emboli was not found. Duplex scan examinations performed before April 2005 were negative. An increased intima-media thickness (IMT) and slight concentric atherosclerotic changes inside the common carotid artery (CCA) and carotid bulb were the only findings. The patient was discharged from the hospital, free of neurological symptoms. Short episodes of motor aphasia still appeared. A duplex scan examination performed one year later (April 2006) demonstrated the spread of atherosclerotic changes in the common and internal carotid arteries (ICA) without significant flow disturbances. There was also a suspicion of critical left ICA stenosis. The exact validation of the point of maximal stenosis was not possible because the plaque was located more than 1.5 cm from the bifurcation and the distal margin of the plaque was not visible. Additionally, the high carotid bifurcation made the examination troublesome. A further diagnostic procedure was suggested (angioCT). The patient was sent to the vascular out-patient clinic in which the vascular duplex scan laboratory accuracy is well established (more than 100 carotid examinations performed monthly) to verify the inconsistencies in the carotid duplex scan examinations. The repeated duplex scan examination performed in the semisupine position with extensive back reflection of the head revealed severe highly-located left ICA stenosis (PSV 400 cm/s, EDV 180 cm/s, 80% estimated degree of stenosis) and slight left CCA stenosis (< 40%) (Figure 1). The flow in the left ICA bulb was not substantially altered (spectral broadening, slightly decreased maximal systolic flow) (Figure 2). The examination did

## Wstęp

Ultrasonografia z przepływem kodowanym kolorem (*duplex scan*) jest uznanym i podstawowym badaniem wykonywanym w diagnozowaniu zwężenia tętnic szyjnych. W większości przypadków jest to jedyne badanie obrazowe, na podstawie którego chorego można zakwalifikować do leczenia zabiegowego [1–4]. W pracy opisano przypadek chorego z typowymi objawami niedokrwienia mózgu i krytycznym zwężeniem tętnic szyjnych, u którego w ultrasonografii z przepływem kodowanym kolorem nie uwidoczniiono istniejącej patologii, co było powodem opóźnienia endarterektomii tętnic szyjnych.

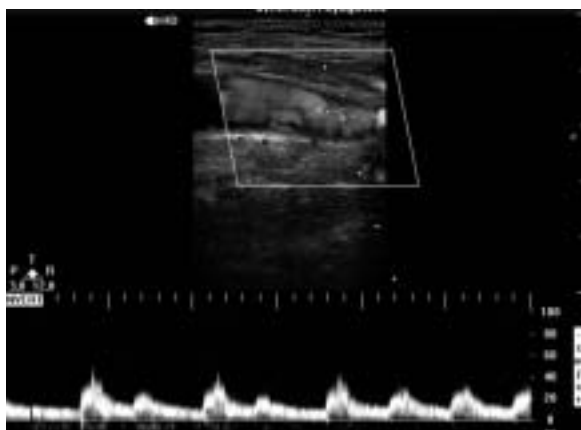
## Opis przypadku

Praworęcznego mężczyznę w wieku 80 lat przyjęto na oddział neurologii w kwietniu 2005 roku ze względu na kolejny epizod nawracającej afazji ruchowej. Chorego leczono z powodu nadciśnienia tętniczego, pacjent przeżył udar niedokrwienno lewej półkuli mózgu w 1990 roku. W wykonanym badaniu tomografii komputerowej głowy stwierdzono ogniska niedokrwienia mózgu w lewej okolicy ciemieniowo-potylicznej. Diagnostyka kardiologiczna z wykonaniem badania echokardiograficznego nie potwierdziła, aby serce było źródłem zatorowania do tętnic mózgu. W powtarzanych badaniach ultrasonografii z przepływem kodowanym kolorem tętnic szyjnych przeprowadzonych do kwietnia 2005 roku nie stwierdzano istotnych hemodynamicznie patologii w obrębie tętnic szyjnych. Jediną opisywaną zmianą było pogrubienie kompleksu błona środkowa–błona wewnętrzna (IMT) oraz niewielkie koncentryczne blaszki miażdżycowe w obrębie opuszki i tętnicy szyjnej wspólnej, które nie upośledzały przepływu krwi. Podczas hospitalizacji objawy neurologiczne ustąpiły i chorego wypisano ze szpitala. Jednak nadal pojawiały się krótkotrwałe objawy afazji ruchowej. W badaniu ultrasonograficznym kodowanym kolorem, które przeprowadzono rok później (kwiecień 2006 roku), stwierdzono rozsiane zmiany miażdżycowe w tętnicach szyjnych wspólnych i wewnętrznych bez istotnych zaburzeń przepływu. Zasygnalizowano również, po raz pierwszy, podejrzenie „wysokiego” krytycznego zwężenia tętnicy szyjnej wewnętrznej lewej. Ze względu na wysokie położenie zmiany (ponad 1,5 cm od rozwidlenia) nie uwidoczniiono jednak punktu maksymalnego zwężenia oraz dystalnej części blaszki miażdżycowej. Wysokie położenie rozwidlenia tętnic szyjnych dodatkowo utrudniało wykonanie badania. Zasygnalizowano rozszerzenie diagnostyki obrazowej o wykonanie angiografii tomografii komputerowej. Chorego skierowano do pracowni ultrasonografii na-



**Figure 1.** Duplex scan. The severe left ICA stenosis (maximal stenosis located more than 1.5 cm from the bifurcation)

**Rycina 1.** Ultrasonografia dopplerowska. Krytyczne zwężenie lewej tętnicy szyjnej wewnętrznej (zwężenie zlokalizowane ponad 1,5 cm od rozwidlenia)



**Figure 2.** Duplex scan. Flow in the left ICA bulb

**Rycina 2.** Ultrasonografia dopplerowska. Krzywa przepływu w początkowym odcinku tętnicy szyjnej wewnętrznej lewej

not demonstrate any clinically important pathology at the level of the right carotid arteries. Vertebral artery flow was bilaterally increased (PSV 100 cm/s). The di-

czyniowej, gdzie miesięcznie wykonuje się ponad 100 badań ultrasonograficznych z przepływem kodowanym kolorem tętnic szyjnych, w celu weryfikacji rozbieżności w dotychczas wykonanych badaniach. W badaniu przeprowadzonym u chorego w pozycji półsiedzącej z maksymalnym odchyleniem głowy ku tyłowi, eksponującą okolicę podżuchwową wykazano wysokie, krytyczne zwężenie tętnicy szyjnej wewnętrznej lewej (maksymalna prędkość skurczowa 400 cm/s, maksymalna prędkość końcoworozkurczowa 180 cm/s, zwężenie określane jako 80%) oraz niewielkiego stopnia zwężenie tętnicy szyjnej wspólnej lewej (< 40% zwężenia) (ryc. 1). Przepływ w opuszcze tętnicy szyjnej wewnętrznej lewej nie był istotnie upośledzony (poszerzenie widma doplerowskiego, niewielkiego stopnia obniżenie maksymalnej prędkości skurczowej) (ryc. 2). W badaniu nie uwidoczniano istotnych patologii w obrębie tętnic szyjnych po prawej stronie. Przepływy w tętnicach kręgowych był obustronnie przyspieszony (maksymalna prędkość skurczowa 100 cm/s). Podobnie jak w poprzednich badaniach ultrasonograficznych kodowanych kolorem nie uwidoczniono dystalnego brzegu blaszki krytycznie przewężającej lewą tętnicę wewnętrzną. Diagnostykę obrazową uzupełniono o angiografię tomografii komputerowej. Za pomocą tomografii potwierdzono obecność krytycznego zwężenia tętnicy szyjnej wewnętrznej lewej, dodatkowo wykazując wysokie, krytyczne zwężenie przeciwległej tętnicy szyjnej wewnętrznej niewidoczne we wszystkich dotychczasowych badaniach ultrasonograficznych (ryc. 3) Proksymalny brzeg blaszki miażdżycowej zwężającej prawą tętnicę szyjną wewnętrzną zlokalizowany był około 2 cm nad rozwidleniem (około 90-procentowe zwężenie) (ryc. 3). Na rycinie 4 schematycznie przedstawiono patologię tętnic szyjnych stwierdzoną u chorego. Chorego zakwalifikowano do leczenia operacyjnego i w maju 2006 roku przeprowadzono endarterektomię tętnic szyjnych po stronie lewej. Nie zanotowano powikłań okołoperacyjnych. Wcześniej występujące dolegliwości neurologiczne ustąpiły (roczna obserwacja).

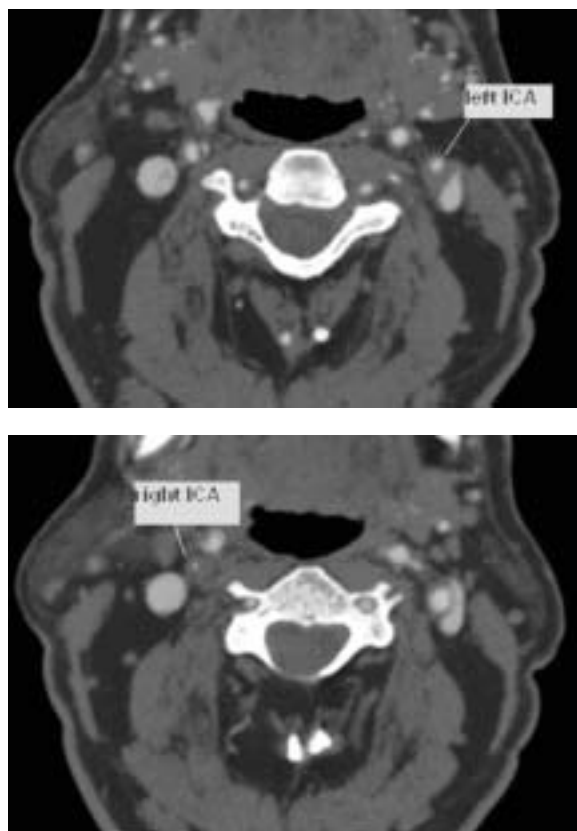
## Dyskusja

Istotne hemodynamiczne zwężenia gałęzi łuku aorty na podłożu miażdżycowym najczęściej lokalizują się w rozwidleniu tętnic szyjnych (38% wszystkich zwężeń). Około 33% z tych zwężeń występuje wewnątrzczaszkowo lub w miejscach niedostępnych chirurgicznie. Pozostałe 67% zwężeń leży w odcinku przedczaszkowym [5]. Około 9% zwężeń tętnic szyjnych rozpoczyna się powyżej rozwidlenia i sięga odcinka wewnątrzczaszkowego tętnicy [6]. Takie blaszki mogą

stal margin of left ICA plaque was still not visible and the decision to perform angioCT was maintained. The results of the angioCT imaging supported the duplex scan findings of severe left ICA stenosis but, additionally, severe high right ICA stenosis was diagnosed which was not even suspected from the results of the duplex scanning (Figure 3). The right ICA stenosis was located nearly 2 cm from the bifurcation (90% estimated degree of stenosis) (Figure 3). The carotid pathology which was finally diagnosed in the patient is shown schematically in Figure 4. The patient was qualified to surgical treatment and a left carotid endarterectomy (CEA) was performed in May 2006. There were no perioperative complications and the patient was free from neurologic symptoms during a one-year follow up period.

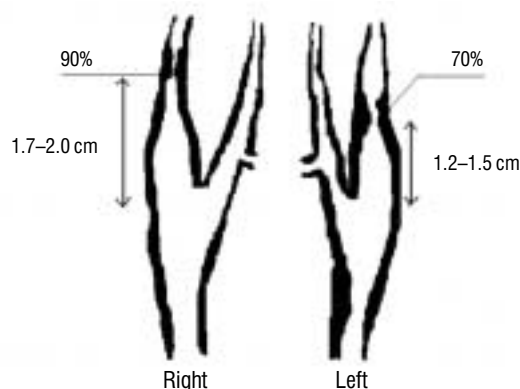
### Discussion

The most common location of significant atherosclerotic lesions in the aortic arch branches is the carotid bifurcation (38% of all lesions). About 33% of these plaques are distributed intracranially or in locations inaccessible for surgical repair. The remaining 67% of lesions are extracranial [5]. About 9% of patients have stenosis located inside the internal carotid artery (ICA), with the plaque originating above the bifurcation [6]. These plaques may not be visible during standard duplex scan examination. When the occlusion is present in the higher parts of the ICA it can be easily diagnosed by duplex scan because the flow at the beginning of the ICA is usually altered. The high-located ICA stenosis might not induce relevant flow disturbances at the level of the visible proximal part of the ICA, so the examiner may not suspect carotid pathology. High-located ICA plaque represents not only a diagnostic, but also a therapeutic and surgical challenge [7–9]. Traditionally, according to most surgeons, atherosclerotic lesions extending superior to a line drawn between the angle of the mandible and the tip of the mastoid process are considered as high stenosis [10]. Such lesions are encountered in 1% to 6.7% of CEA procedures [7–9]. Surgery in high ICA lesions may be associated with an increased risk of cranial nerve injury, so mandibular subluxation was proposed as a technique to provide a sufficient operative field [9, 11]. High carotid bifurcation may additionally decrease the chance of successful cervical block anaesthesia, thereby increasing the need for general anaesthesia, which may itself increase perioperative risk [12, 13]. Over the past decade, carotid artery stenting (CAS) has emerged as an alternative technique in the treatment of carotid stenoses. CAS may be the preferred therapy for certain patients at



**Figure 3.** AngioCT. Severe bilateral ICA stenosis

**Rycina 3.** Angiografia tomografii komputerowej. Obustronne, krytyczne zwężenie tętnic szyjnych wewnętrznych



**Figure 4.** Bilateral carotid pathology

**Rycina 4.** Schemat obustronnych zmian w tętnicach szyjnych

nie być widoczne w badaniu ultrasonograficznym z przepływem kodowanym kolorem. Jeżeli w wyższych odcinkach tętnica szyjna wewnętrzna jest zamknięta, to taką patologię łatwiej jest zdiagnozować w badaniu *duplex scan* ze względu na zazwyczaj występujące zaburzenie przepływu poniżej okluzji. Wysokie zwężenie tętnicy szyjnej wewnętrznej może nie powodować zauważalnych zaburzeń przepływu

**Table I.** Clinical situations in which further evaluation of carotid disease following duplex scan is recommended

**Tabela I.** Sytuacje kliniczne, w których zaleca się poszerzenie diagnostyki obrazowej po wykonaniu badania ultrasonograficznego kodowanego kolorem

Vascular laboratory duplex accuracy is not known (lack of ongoing quality assurance)
Niedoświadczony ośrodek wykonujący badanie <i>duplex scan</i>
Duplex scan is technically inadequate
Badanie trudne technicznie
Vascular internal carotid artery anomalies are present (kinking, loops)
Wady anatomiczne tętnicy szyjnej wewnętrznej
Common carotid artery disease is present
Patologia w obrębie tętnicy szyjnej wspólnej
Distal internal carotid artery significant disease (i.e., not localized to the carotid bifurcation)
Patologia dystalnego odcinka tętnicy szyjnej wewnętrznej
Internal carotid artery occlusion with ipsilateral hemisphere ischaemic symptoms
Niedrożność tętnicy szyjnej wewnętrznej z objawami niedokrwienia półkuli mózgu po tej samej stronie

high risk for complications after carotid endarterectomy. This technique is recommended in high ICA stenosis [14]. Promising data have been presented showing successful angioplasty in very high stenoses involving the petrous or cavernous portion of the internal carotid artery [15].

There is general agreement that the duplex scan might be the single preoperative diagnostic test [1–4]. Situations in which further evaluation is necessary are also well recognized (Table I) [16]. The presented case report demonstrates that in a situation when carotid pathology is highly suspected, even if the duplex scan examination is negative, further examination of the carotid arteries (angioCT, angioMRI) should be encouraged. In the era of evolving carotid angioplasty and stenting (CAS), we should perhaps revise our indication to extended diagnostic evaluation of carotid pathology in patients with typical cerebral ischaemic symptoms. This is not only in order to gain more accurate diagnosis of the potential rare source of emboli but also because the symptomatic distal internal carotid lesions which were recently inaccessible to open surgical procedures may now be eligible to endovascular treatment [5]. One possible, widely-suggested approach is the combination of duplex scanning and angioMRI [17–20].

## Conclusions

Extended diagnostic evaluation (angioCT, angioMRI) is mandatory in the diagnosis of carotid pathology, even

w widocznym, proksymalnym odcinku tętnicy, stąd zmiana może być niemożliwa do zdiagnozowania w badaniu ultrasonograficznym. Tak położone zwężenia tętnicy szyjnej wewnętrznej stanowią wyzwanie nie tylko pod względem diagnostycznym, ale również terapeutycznym [7–9]. Zwyczajowo zwężenia tętnic szyjnych wewnętrznych zlokalizowane powyżej linii wyznaczonej przez połączenie kąta żuchwy z wierzchołkiem wyrostka sutkowatego, zgodnie z opinią większości chirurgów, uważa się za „wysokie” [10]. Tego typu zmiany dotyczą 1–6,7% wszystkich endarterektomii tętnic szyjnych [7–9]. Leczenie operacyjne wysokich zwężeń może wiązać się z większym odsetkiem śródoperacyjnych uszkodzeń nerwów czaszkowych, stąd proponowano manewr podwichnięcia żuchwy w celu poszerzenia pola operacyjnego i ułatwienia dostępu chirurgicznego [9, 11]. Wysokie zwężenie może powodować również zmniejszenie skuteczności znieczulenia regionalnego splotu szyjnego, zmuszając do zastosowania znieczulenia ogólnego, a według niektórych autorów znieczulenie ogólne może samo w sobie zwiększać ryzyko powikłań okołoperacyjnych [12, 13]. W ostatnim dziesięcioleciu stentowanie tętnic szyjnych (CAS) stało się alternatywną metodą leczenia krytycznego zwężenia. Angioplastyka i stentowanie może być metodą z wyboru w leczeniu krytycznego zwężenia tętnic szyjnych u chorych z grupy wysokiego ryzyka powikłań okołoperacyjnych. Tę technikę wewnątrznaczyniową zaleca się również u pacjentów z „wysokim” zwężeniem tętnicy szyjnej wewnętrznej [14]. Obiecujące są wyniki wskazujące na skuteczność angioplastyki tętnicy szyjnej wewnętrznej w jej odcinku biegnącym w części skalistej kości skroniowej i zatoce jamistej [15]. Uznana metodą kwalifikacji do leczenia zabiegowego zwężenia tętnic szyjnych jest ultrasonografia z przepływem kodowanym kolorem, która może być jedynym przedoperacyjnym badaniem obrazowym [1–4]. Ustalono są również sytuacje kliniczne, w których należy poszerzyć diagnostykę obrazową (zawarto je w tabeli I) [16]. Opisany w artykule przypadek wskazuje, że w sytuacji, gdy istnieje uzasadnione podejrzenie zwężenia tętnic szyjnych, nawet gdy w ultrasonograficznym badaniu z przepływem kodowanym kolorem nie stwierdza się patologii, warto poszerzyć badania obrazowe i wykonać angiografię tomografii komputerowej lub rezonansu magnetycznego. W erze rozwoju techniki angioplastyki i stentowania tętnic szyjnych należałoby zweryfikować dotychczasowe wskazania do poszerzenia diagnostyki obrazowej tętnic szyjnych u chorych z typowymi objawami niedokrwienia mózgu. Służyłoby to nie tylko dokładniejszej diagnostyce potencjal-

if the duplex scan examination is negative, in the situation when:

- the duplex scan shows minor atherosclerotic changes in the carotid arteries (and);
- typical cerebral ischaemic symptoms are present (and);
- other sources of cerebral emboli are excluded.

### References

1. Strandness DE Jr (1994) Indications for and frequency of noninvasive testing. *Semin Vasc Surg* 7, 245–250.
2. Strandness DE Jr (1995) Angiography before carotid endarterectomy-no. *Arch Neurol* 52, 832–833.
3. Blaisdell FW, Hall AD, Thomas AN et al (1965) Cerebrovascular occlusive disease: Experience with panarteriography in 300 consecutive cases. *Calif Med*, 103: 321.
4. Hass WK, Fields WS, North RR et al (1968) Joint study of extracranial arterial occlusion: II. Arteriography, techniques, sites, and complications. *JAMA*, 203: 961.
5. Moore WS (2003) For severe carotid stenosis found on ultrasound, further arterial evaluation is unnecessary. *Stroke* 34, 1816–1817.
6. Dawson DL, Zierler RE, Strandness DE Jr et al (1993) The role of duplex scanning and arteriography before carotid endarterectomy: A prospective study. *J Vasc Surg* 18, 673–683.
7. Narins CR, Illig KA (2006) Patient selection for carotid stenting versus endarterectomy: A systematic review. *J Vasc Surg*, 44: 661–672.
8. Simonian GT, Pappas PJ, Padberg FT Jr et al (1999) Mandibular subluxation for distal internal carotid exposure: technical considerations. *J Vasc Surg*, 30: 1116–1120.
9. Ricci MA, Waters M, Peate D (2005) The role of noninvasive studies in the diagnosis and management of cerebrovascular disease. In: Rutherford RB (ed) *Vascular Surgery*. 6<sup>th</sup> ed: 1957–1970.
10. Frim DM, Padwa B, Buckley D, Crowell RM, Ogilvy CS (1995) Mandibular subluxation as an adjunct to exposure of the distal internal carotid artery in endarterectomy surgery. Technical note. *J Neurosurg*, 83: 926–928.
11. Gasparis AP, Ricotta L, Cuadra SA et al (2003) High-risk carotid endarterectomy: fact or fiction. *J Vasc Surg*, 37: 40–6. 10.
12. Hans SS, Shah S, Hans B (1989) Carotid endarterectomy for high plaques. *Am J Surg*, 157: 431–434.
13. Blaisdell WF, Clauss RH, Galbraith JG, Imparato AM, Wylie EJ (1969) Joint study of extracranial arterial occlusion. IV. A review of surgical considerations. *JAMA*, 209: 1889–1895.
14. Illig KA, Sternbach Y, Zhang R et al (2002) EEG changes during awake carotid endarterectomy. *Ann Vasc Surg*, 16: 6–11.

nych rzadkich źródeł zatorowania, ale również rozszerzeniu wskazań do leczenia zabiegowego, gdyż wiele z „wysokich” zwężeń tętnic szyjnych wewnętrznych, dotychczas niedostępnych chirurgicznie, może być z powodzeniem zaopatrywanych wewnątrznaczyńniowo [5]. Jedną z możliwych, zalecanych opcji diagnostycznych jest łączenie ultrasonograficznego badania z przepływem kodowanym kolorem z angiografią rezonansu magnetycznego [17–20].

### Wnioski

W przypadku negatywnego wyniku ultrasonografii z przepływem kodowanym kolorem wskazane jest poszerzenie diagnostyki obrazowej w poszukiwaniu patologii tętnic szyjnych, gdy:

- w badanie ultrasonograficznym z przepływem kodowanym kolorem wykazuje się niewielkiego stopnia zmiany miażdżycowe w obrębie tętnic szyjnych (oraz)
- obecne są typowe objawy niedokrwienia mózgu (oraz)
- wykluczano inne źródła zatorowania domózgowego.

15. Terada T, Tsuura M, Matsumoto H et al (2003) Endovascular therapy for stenosis of the petrous or cavernous portion of the internal carotid artery: percutaneous transluminal angioplasty compared with stent placement. *J Neurosurg*, 98: 491–497.
16. Sternbach Y, Illig KA, Zhang R et al (2002) Hemodynamic benefits of regional anesthesia for carotid endarterectomy. *J Vasc Surg*, 35: 333–339.
17. Back MR, Rogers GA, Wilson JS et al (2003) Magnetic resonance angiography minimizes need for arteriography after inadequate carotid duplex ultrasound scanning. *J Vasc Surg*, 38: 422–431.
18. Borisch I, Horn M, Butz B et al (2003) Preoperative evaluation of carotid artery stenosis: Comparison of contrast-enhanced MR angiography and duplex sonography with digital subtraction angiography. *AJNR Am J Neuroradiol*, 24: 1117–1122.
19. Nederkoorn PJ, Mali WP, Eikelboom BC et al (2002) Preoperative diagnosis of carotid artery stenosis: Accuracy of noninvasive testing. *Stroke* 33, 2003–2008.
20. Turnipseed WD, Kennell TW, Turski PA et al (1993) Combined use of duplex imaging and magnetic resonance angiography for evaluation of patients with symptomatic ipsilateral high-grade carotid stenosis. *J Vasc Surg* 17: 832–840.