

Porównanie zmian w tomografii emisyjnej pojedynczego fotonu i tomografii komputerowej głowy u chorych ze zwężeniem tętnicy szyjnej przed endarterektomią i po zabiegu

Computed tomography and Single Photon Emission CT imaging before and after endarterectomy in carotid artery stenosis

Małgorzata Pięta¹, Stanisław Ochudło¹, Grzegorz Opala¹, Jan Gniadek², Krzysztof Ziaja², Ewa Piętka³, Anna Zymon-Zagórska⁴

¹Katedra i Klinika Neurologii Wieku Podeszłego Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach

²Katedra i Klinika Chirurgii Ogólnej i Naczyń Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach

³Katedra i Zakład Diagnostyki Izotopowej Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach

⁴Zakład Radiodiagnostyki Lekarskiej Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach

Streszczenie

Celem pracy jest porównanie wyników badań tomografii komputerowej (CT) głowy i tomografii emisyjnej pojedynczego fotonu (SPECT) u chorych ze zwężeniem tętnicy szyjnej wewnętrznej przed endarterektomią i po zabiegu. Badanie SPECT mózgu wykonano gamma kamerą firmy Siemens typu DIACOM GANTRY NM, podając dożylnie preparat HMPAO znakowany jodem ^{99m}Tc. Badanie CT głowy wykonano aparatem ART firmy Siemens wiązką promieni X biegnącą równolegle do płaszczyzny oczodołowo-usznej przy napięciu prądu 120 kV i ładunku 70 mAs. Grubość warstwy i przesuw wynosi 10 mm i 5 mm w celu uwidocznienia struktur tylnojamowych. Zarówno w badaniu SPECT mózgu, jak i w CT głowy oceniano wielkość oraz lokalizację ognisk niedokrwiennych. Analizie poddano grupę 16 chorych, w tym 6 kobiet i 10 mężczyzn w wieku 50–72 lat. W 6 przypadkach rozpoznano RIND, a u 2 chorych — incydenty TIA, które występowały w okresie 3–10 miesięcy przed zastosowanym leczeniem chirurgicznym. U 1 pacjenta nie zaobserwowano objawów zwężenia ICC, natomiast odnotowano wyraźny szmer naczyniowy. U wszystkich badanych pacjentów za pomocą badania dopplerowskiego stwierdzono zwężenie ICA w zakresie 75–85% szerokości naczynia. Analizowano procent wychwytu radioznacznika w obrębie poszczególnych ognisk niedokrwiennych i całych płatów, porównując z bliźniaczym obszarem strony przeciwnej. Przed wykonaniem endarterektomii w badaniu CT głowy wykazano obecność zmian u 7 chorych, zaś w badaniu SPECT uwidoczniło zaburzenia przepływu mózgowego we wszystkich przypadkach. Po ponownym przeprowadzeniu zabiegu w badaniu SPECT wykazano istotną poprawę przepływu mózgowego, potwierdzając przydatność tego badania w monitorowaniu regionalnego przepływu mózgowego u pacjentów poddanych endarterektomii.

Słowa kluczowe: endarterektomia, udar mózgu, tomografia emisyjna pojedynczego fotonu (SPECT), tomografia komputerowa (CT)

Abstract

The purpose of this paper is to present comparison between classical head computed tomography (CT) and Single Photon Emission CT (SPECT) imaging in patients with internal carotid artery stenosis before and after of endarterectomy. Single Photon Emission CT examinations were performed using gamma camera (Siemens), model DIACOM GANTRY NM, with intravenous application of HMPAO with ^{99m}Tc.

Computed tomography examinations were performed using Siemens ART. Slice thickness was 10 mm and 5 mm for posterior fossa imaging. A group of 16 patients was analysed. There were 6 females and 10 males aged 49–71 years (mean 58.5). Six patients had ischemic cerebral stroke and 2 patients had TIA incidents during last 3–10 months before surgical treatment. One patient had asymptomatic stenosis of ICC with pronounced murmur. In all patients stenosis of ICA of 75–85% was seen in doppler examination.

Computed tomography examinations performed before endarterectomy showed changes in 7 cases of stroke. Single Photon Emission CT examinations performed before surgery in all cases showed focal disturbances of cerebral blood flow (reduced uptake or cumulation defect of ^{99m}Tc-HMPAO). Examinations repeated after endarterectomy showed improvement of cer-

Adres do korespondencji:

Lek. med. Małgorzata Pięta

Katedra i Klinika Neurologii Wieku Podeszłego

PS Centralny Szpital Kliniczny Śl. AM

ul. Medyków 14, 40–752 Katowice

tel.: +48 (0 32) 252 50 04, faks: +48 (0 32) 204 61 64

e-mail: neurowp@infomed.slam.katowice.pl

Praca wpłynęła do Redakcji: 15 listopada 2000 r.

Zakceptowano do druku: 20 stycznia 2002 r.

ebreal blood flow with increased marker uptake. Single Photon Emission CT is a successful method for monitoring cerebral blood flow changes as a result of endarterectomy.

Key words: endarterectomy, cerebral stroke, single photon emission computed tomography (SPECT), computed tomography (CT)

Wstęp

Udar niedokrwienny mózgu u około 40% chorych współwystępuje z miażdżycowymi zmianami w tętnicach przedczaszkowych, najczęściej zwężeniem początkowego odcinka tętnicy szyjnej wewnętrznej (ICA, *internal carotid arterial*). Wielu autorów uważa, że zmiany te są przyczyną udaru [1]. Zwężenie ICA może przebiegać w sposób objawowy i bez objawów klinicznych. U chorych z objawami wystąpił udar mózgu lub przemijające incydenty niedokrwienne (TIA, *transient ischemic attack*). W międzynarodowym randomizowanym badaniu ECST (*European Carotid Symptomatic Trial*) oraz NASCET (*North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial*) wykazano, że endarterektomia, czyli chirurgiczne usunięcie zmian miażdżycowych powodujących zwężenie, jest skuteczniejsza niż leczenie zachowawcze w przypadku zwężeń tętnicy szyjnej objawowych i przekraczających 70% światła naczynia [2–7]. Endarterektomia zmniejsza również ryzyko powtórnego niedokrwienia mózgu u chorych ze zwężeniem ICA średniego stopnia (50–69%) [8, 9], jednak nie wykazuje przewagi nad leczeniem farmakologicznym u chorych z objawowym zwężeniem mniejszym niż 30% [2, 3].

Znajomość ewolucji zmian niedokrwiennych mózgu w okresie okołoudarowym ma duże znaczenie praktyczne. Uważa się, że w przypadkach dokonanego zawału w związku z możliwością ukrwotocznienia, w ciągu 6 tygodni istnieją przeciwwskazania do udroźnienia tętnicy szyjnej. Również obecność zmian niedokrwiennych u pacjentów

z TIA znacznie zwiększa ryzyko wczesnego leczenia chirurgicznego [9, 10]. W celu oceny morfologii mózgowia u chorych z chorobami naczyniowymi metodami z wyboru są tomografia komputerowa (CT, *computed tomography*) i magnetyczny rezonans jądrowy (MRI, *magnetic resonance imaging*). Natomiast najlepszym i dostępnym badaniem oceny wczesnej fazy zaburzeń regionalnego krążenia mózgowego (rCBF, *regional cerebral blood flow*) jest tomografia emisyjna pojedynczego fotonu (SPECT, *single photon emission computed tomography*) [11–13].

Celem tej pracy jest analiza zmian morfologicznych mózgu oraz regionalnego mózgowego przepływu krwi u chorych przed endarterektomią i bezpośrednio po wykonaniu zabiegu oraz ocena przydatności tych metod badawczych do monitorowania efektów leczenia operacyjnego. Przedstawione doniesienie jest wstępną prezentacją dotychczas uzyskanych wyników.

Materiał i metody

Badaniu poddano 16 chorych ze zwężeniem tętnicy szyjnej w zakresie 75–85% szerokości światła naczynia, stwierdzonym za pomocą ultrasonograficznego dopplerowskiego badania przepływu krwi metodą kodowania kolorem (Acuson Computed Sonography 128 XP/10c). W grupie chorych było 6 kobiet i 10 mężczyzn w wieku 49–71 lat (średnia wieku 58,5 lat). Analizie poddano 16 pacjentów z miażdżycowym zwężeniem tętnicy szyjnej wewnętrznej, 6 kobiet i 10 mężczyzn w wieku 50–72 lat (średnia wieku 58,5 lat). Opis badanej grupy przedstawiono w tabeli I. W 15 przy-

Tabela I. Opis grupy pacjentów włączonych do badania

Table I. Group of patients included to study

Liczba pacjentów <i>Number of patients</i> (n)	Kobiety <i>Female</i> (n)	Mężczyźni <i>Male</i> (n)	Wiek zakres (lat) <i>Age range</i> (years)	Wiek średnia (lat) <i>Age mean</i> (years)	Incident naczyniowy w wywiadzie; liczba pacjentów <i>Ischaemic incident in case history;</i> <i>number of patients</i>				
					RIND	RIND + TIA	TIA	AF	Bez objawów <i>With-out</i>
13	5	8	50–72	58,5	6	2	2	2	1

RIND (*reversible ischemic neurological deficit*) — zespół odwracalnego niedokrwiennego deficytu neurologicznego; TIA (*transient ischemic attack*) — przemijający incydent niedokrwienny; AF (*amaurosis fugax*) — nagłe zaniewidzenie

padkach stwierdzono incydent naczyniowy, który wystąpił 3–10 miesięcy przed zastosowanym leczeniem operacyjnym. U 8 chorych wystąpił udar, w 3 przypadkach — udar i TIA, w 2 przypadkach — TIA, a w kolejnych 2 przypadkach — naczyniowy incydent nagłego zaniewiedzenia (AF, *amaurosis fugax*). Tylko u 1 pacjenta nie zaobserwowano objawów zwężenia tętnicy szyjnej, natomiast odnotowano wyraźny szmer naczyniowy nad podziałem tętnicy szyjnej wspólnej. W grupie obserwowanych chorych występowały następujące czynniki ryzyka udaru mózgu: nadciśnienie tętnicze, hipercholesterolemia, cukrzyca i choroba serca (migotanie przedsionków, choroba niedokrwienna serca, przeżyty zawał serca). Opis czynników ryzyka przedstawiono w tabeli II. We wszystkich przypadkach wykonano tomografię komputerową głowy oraz badanie regionalnego przepływu mózgowego techniką SPECT przed endarterektomią i 7 dni po zabiegu.

U pacjentów znajdujących się w pozycji leżącej na plecach wykonano tomografię komputerową aparatem ART firmy Siemens, wiązką promieni X, biegnącą równolegle do płaszczyzny oczodołowo-usznej przy napięciu prądu 130 kV i ładunku 70 mAs. Grubość warstwy i przesuw wynosiły standartowo 10 mm i 5 mm w celu uwidocznienia struktur tylnojamowych.

Badanie SPECT mózgu wykonano gamma kamerą firmy Siemens typu DIACOM GANTRY NM, podając dożylnie radioznacznik heksametylopropylenoaminooksym (HMPAO) znakowany ^{99m}Tc . Rekonstrukcji obrazu dokonywano za pomocą komputerowej analizy zmniejszenia regionalnego przepływu mózgowego w wybranych obszarach. Wskaźnik redukcji przedstawiono jako procent odpowiedniego symetrycznego obszaru referencyjnego. Analizowano zaburzenia przepływu w poszczególnych ogniskach niedokrwiennych oraz w obrębie całych płatów, w których zlokalizowane były obszary niedokrwienne.

Analizę statystyczną przeprowadzono na podstawie testu χ^2 .

Wyniki

Nieprawidłowy obraz tomografii komputerowej wykonanej przed zabiegiem stwierdzono w 9 przypadkach, były to naczyniopochodne zmiany hipodensyjne, lokalizacyjnie odpowiadające neurologicznej symptomatologii klinicznej, u 7 chorych obraz CT był prawidłowy. Zmiany w CT obserwowano u 2 pacjentów z zespołem odwracalnego niedokrwiennego deficytu neurologicznego (RIND, *reversible ischemic neurological deficit*) i TIA, u 6 chorych z RIND oraz u 1 chorego z AF. W porównawczej ocenie obrazu CT, przed endarterektomią i po wykonaniu zabiegu, w 14 przypadkach (87,5%) nie stwierdzono różnic, w jednym przypadku wystąpiło nasilenie zmian hipodensyjnych, a u jednego chorego — poprawa obrazu radiologicznego, wynikająca najprawdopodobniej z redukcji lokalnego obrzęku mózgu.

Badanie SPECT wykonane przed zabiegiem endarterektomii wykazywało ogniskowe zmniejszenie regionalnego przepływu mózgowego w postaci osłabionego wychwytu radioznacznika we wszystkich badanych przypadkach. Badanie wykonane po zabiegu obrazujące redukcję deficytu przepływu mózgowego należy interpretować jako korzystny efekt endarterektomii, czyli poprawę regionalnego przepływu mózgowego. Zjawisko takie obserwowano u 11 chorych (68,7%), zaś u 5 (31,3%) nie odnotowano poprawy rCBF (tab. III). W analizie porównawczej przepływu przed endarterektomią i po wykonaniu zabiegu w poszczególnych obszarach niedokrwiennych wykazano statystycznie znamiennej poprawę przepływu w obszarach zlokalizowanych w płatach czołowych: 16,75% przed zabiegiem i 12,83% po zabiegu ($p < 0,05$), skroniowych: 14% przed zabiegiem i 9,83% po zabiegu ($p < 0,05$) oraz ciemieniowych odpowiednio: 23,25% i 11,8% ($p < 0,001$). Nie wykazano takiej poprawy w przypadku obszarów niedokrwiennych zlokalizowanych w płatach potylicznych. Ocena zmian przepływu krwi w całych płatach, w obrębie których znajdowały się obszary niedokrwiennych, wykazuje poprawę globalnego

Tabela II. Czynniki ryzyka w grupie badanych pacjentów (n)

Table II. Risk factors in study group (n)

Nadciśnienie tętnicze <i>Hypertension</i>	Hipercholesterolemia <i>Hypercholesterolaemia</i>	Cukrzyca <i>Diabetes mellitus</i>	Zawał serca <i>Myocardial infarction</i>	Choroba niedokrwienna serca <i>Myocardial ischaemic disease</i>	Migotanie przedsionków <i>Atrial fibrillation</i>	Brak czynników ryzyka <i>No risk factors</i>
10	4	4	2	2	1	1
77%	30,8%	30,8%	15,5%	15,4%	7,7%	7,7%

Tabela III. Zmiany regionalnego przepływu mózgowego przed endarterektomią i po zabiegu

Table III. Changes in local cerebral perfusion before and after endarterectomy

Liczba pacjentów <i>Number of patients</i>	Zmiany w SPECT przed endarterektomią <i>Changes in SPECT before endarterectomy</i>	Zmiany w SPECT po endarterektomii <i>Changes in SPECT after endarterectomy</i>	
		Poprawa regionalnego przepływu mózgowego <i>Improvement of local cerebral blood flow</i>	Brak poprawy regionalnego przepływu mózgowego <i>No changes of local cerebral blood flow</i>
16	16 100%	11 68,7%	5 31,3%

przepływu w płatach skroniowych: 7,28% i 3,57% ($p < 0,001$), ciemieniowych: 10,37% i 4,14% ($p < 0,001$) oraz potylicznych: 11,75% i 6,14% ($p < 0,001$), a także niewielki trend poprawy w płatach czołowych (tab. IV). Stwierdzana redukcja deficytu przepływu regionalnego w obrębie obszarów niedokrwienia była istotna statystycznie z wyjątkiem obszarów niedokrwienia występujących w obrębie płata potylicznego. Natomiast porównanie przepływu w całych płatach wykazało istotną

statystycznie poprawę we wszystkich obszarach z wyjątkiem płata czołowego.

W grupie chorych ($n = 9$), u których stwierdzono zmiany hipodensyjne w CT, odnotowano poprawę regionalnego przepływu w SPECT w 4 przypadkach (44%), natomiast u chorych, u których nie stwierdzono zmian w CT, poprawę obserwowano w 7 przypadkach, co stanowi 100% ogólnej liczby chorych w tej grupie (tab. V).

Dyskusja

Leczenie chirurgiczne znacznych zwężeń ICA ma znaczenie profilaktyczne — zmniejsza ryzyko wystąpienia udaru i TIA [4, 5, 8–10, 13]. Jednym z oczekiwanych efektów endarterektomii jest poprawa krążenia mózgowego, którego analizy można dokonać dzięki badaniu SPECT [1]. Używany w SPECT radioznacznik ^{99m}Tc HMPAO jest wychwytywany przez komórki mózgowe w obszarach z zachowaną perfuzją. W miejscach niedokrwienia można zaobserwować słabsze gromadzenie się radioznacznika, co ukazuje lokalne osłabienie przepływu krwi. Obszar niedokrwienno widoczny w badaniu SPECT jest większy niż w CT. Wynika to z faktu, że obraz CT przedstawia zakres zmian morfologicznych często już nieodwracalnych, a SPECT dodatkowo uwidacznia tak zwane obszary *penumbry* (*ischemic penumbra*), czyli obszar, w którym potencjalnie można przywrócić prawidłowe funkcjonowanie. Zwężenie ICA o ponad 80% pozwala na stwierdzenie zaburzeń w ukrwieniu odpowiedniej półkuli w 75% przypadków [9, 11–14]. Potwierdzają to także obserwacje prowadzone przez autorów niniejszego artykułu. Po zabiegu endarterektomii powinna wystąpić wyraźna globalna poprawa ukrwienia mózgu, a w szczególności obszaru unaczynienia udrotnionej tętnicy. Brak poprawy może świadczyć na przykład o śródoperacyjnym zatorze mózgowym [2, 11–15].

W grupie chorych badanej za pomocą SPECT wykazano, że w wyniku endarterektomii u 68,7%

Tabela IV. Porównanie zmniejszonego przepływu mózgowego przed endarterektomią i po zabiegu, wyrażonego jako procent odpowiedniego obszaru referencyjnego

Table IV. Cerebral blood flow before and after endarterectomy. Fraction of the region of interest

		Przed zabiegiem <i>Before operation</i> (%)	Po zabiegu <i>After operation</i> (%)
Przepływ w obszarze niedokrwienia <i>Perfusion in lesion</i>	Czoło <i>Frontal</i>	16,75	12,83*
	Skroń <i>Temporal</i>	14,00	9,83*
	Ciemień <i>Parietal</i>	23,25	11,8**
	Potylica <i>Occipital</i>	17,50	18,66
	Razem Total	17,87	13,27*
Przepływ w obrębie płata <i>Perfusion in lobes</i>	Czołowego <i>Frontal lobe</i>	7,42	6,14
	Skroniowego <i>Temporal lobe</i>	7,28	3,57**
	Ciemieniowego <i>Parietal lobe</i>	10,37	4,14**
	Potylicznego <i>Occipital lobe</i>	11,75	6,14**
	Razem Total	9,21	5,00**

* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$

Tabela V. Zmiany regionalnego przepływu mózgowego przed endarterektomią i po zabiegu

Table V. Changes in local cerebral perfusion before and after endarterectomy

Obraz w CT	Zmiany w SPECT przed endarterektomią <i>Changes in SPECT before endarterectomy</i>	Zmiany w SPECT po endarterektomii <i>Changes in SPECT after endarterectomy</i>	
		Poprawa regionalnego przepływu mózgowego <i>Improvement of local cerebral blood flow</i>	Brak poprawy regionalnego przepływu mózgowego <i>No changes of local cerebral blood flow</i>
Brak zmian <i>With no changes</i>	7	7 100%	0 0%
Naczyniowe zmiany hipodensyjne <i>Vascular hypodense changes</i>	9 44%	4 56%	5
Ogółem <i>Total</i>	16	11 68%	5 32%

doszło do znaczącej poprawy krążenia mózgowego. Obserwacje te odnoszą się zarówno do analizy przepływu w obrębie poszczególnych ognisk niedokrwiennych, jak i w obrębie wybranych szerszych obszarów poszczególnych płatów mózgu, w których znajdowały się ogniska niedokrwienne. Autorzy odnotowali istotną poprawę przepływu w ogniskach zlokalizowanych w płatach czołowych, skroniowych i ciemieniowych. Nie stwierdzono poprawy przepływu mózgowego w obrębie ognisk niedokrwienia znajdujących się w płatach potylicznych, a w kilku przypadkach obserwowano pogorszenie przepływu w tej okolicy. Interpretacja tych wyników jest trudna. Częściowym wytłumaczeniem może być fakt unaczynienia płatów potylicznych z tylnej części kręgu tętniczego. Ocena przepływu w obrębie szerszych obszarów poszczególnych płatów wykazała, że w wyniku endarterektomii następuje poprawa przepływu mózgowego w płatach skroniowym, ciemieniowym i potylicznym. Brak takiej poprawy w obrębie płata potylicznego może przemawiać za istniejącym już wcześniej krążeniem obocznym za pośrednictwem przedniej tętnicy łączącej.

Z tych wstępnych badań wynika, że w przeciwieństwie do SPECT, badanie CT głowy jest mniej przydatne do oceny zmian zachodzących w obrębie ośrodkowego układu nerwowego w wyniku endarterektomii. Obraz CT nie uległ zmianie u 14 chorych, co stanowi 87,5% badanych. Nasilenie zmian naczyniowych uwidoczniło u 1 chorego, u 1 pacjenta odnotowano poprawę obrazu CT, najprawdopodobniej spowodowaną ustąpieniem lokalnego obrzęku. Za pomocą konwencjonalnego badania CT ognisko niedokrwienne można uwidoczniać dopiero po 24-godzinach od wystąpienia pierwszych objawów klinicznych. Jednak to badanie jest niezwykle przydatne w szybkiej ocenie charakteru udaru mózgowego, obecności obrzęku

mózgu, kwalifikacji do endarterektomii oraz w analizie ewentualnych powikłań pooperacyjnych. Zatem wydaje się, że najlepszym sposobem monitorowania chorych ze zwężeniem tętnic szyjnych jest równoległa ocena morfologii mózgowia za pomocą CT oraz ocena przepływu mózgowego z zastosowaniem SPECT.

Interesujące wydaje się spostrzeżenie, że poprawa przepływu mózgowego wystąpiła u wszystkich chorych, u których nie odnotowano zmian w tomografii komputerowej, a u mniej niż 50% tych, u których zaobserwowano zmiany hipodensyjne w CT. Obserwacja ta będzie przedmiotem dalszych badań, ale wydaje się potwierdzać opinię, że w CT dokonanego zawału wskazania do zabiegu są ograniczone.

Wnioski

1. Ogniskowe zmiany niedokrwienne są częściej widoczne w badaniu SPECT mózgu niż w tomografii komputerowej głowy.
2. Badanie SPECT mózgu pozwala na ocenę wpływu endarterektomii tętnic szyjnych wewnętrznych na regionalny przepływ mózgowy.

Piśmiennictwo

1. Leszczyński J., Małek A.K., Toutouchi S., Szostek M.: Odległe wyniki chirurgicznego leczenia zwężeń tętnicy szyjnej wewnętrznej. *Terapia* 1996, 11, 45–47.
2. Hartman A.: Prospective Study on the Complication Rate of Carotid Surgery. *Cerebrovascular Diseases* 1999, 9, 152–156.
3. Hilgertner L.: Postępy nieinwazyjnej diagnostyki zwężeń tętnic szyjnych. *Terapia* 1996, 11, 17–21.
4. Pruszyński B., Gołębiowski M., Dowżenko A.: Znaczenie współczesnych metod radiologicznych w ustalaniu wskazań do leczenia operacyjnego niedokrwienia centralnego układu nerwowego. *Terapia* 1996, 11, 23–25.
5. Toutouchi S., Leszczyński J., Szostek M.: Ryzyko endarterektomii tętnicy szyjnej wewnętrznej u chorych z przeciwstronną niedrożnością. *Terapia* 1996, 11, 41–42.
6. European Carotid Surgery Trialists Collaborative Trial, MRC European Carotid Surgery Trial: Interim results for symptomat-

- ic patients with severe (70–90%) or with mild (0–29%) carotid stenosis. *Lancet* 1991, 337, 1235–1243.
7. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators: Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N. Engl. J. Med.* 1991, 325, 445–453.
 8. Inzitari D., Eliasziw M., Gates P., Sharpe B.L., Chan R.K., Meldrum H.E., Barnett H.J.: The causes and risk of stroke in patients with asymptomatic internal-carotid-artery stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. *N. Engl. J. Med.* 2000, 342, 1693–1700.
 9. Parrino P.E., Lovelock M., Shockey K.S., King C., Tribble C.G., Kron L.L.: Early carotid endarterectomy after stroke. *Cardiovasc. Surg.* 2000, 8 (2), 116–120.
 10. Bhatti T.S., Harradine K., Davies B., Heather B.P., Earnshaw J.J.: First year of a fast track carotid duplex service. *J. R. Coll. Surg. Edinb.* 1999, 44 (5), 307–309.
 11. Masdeu J.C., Brass L.M., Holman B.L.: Brain single-photon emission computed tomography. *Neurology* 1994, 44, 1970–1977.
 12. Masdeu J.C., Brass L.M.: SPECT imaging of stroke. *J. Neuroimaging.* 1995, 5 (supl. 1), 14–22.
 13. Mountz I.M., Deutsch G., Khan S.H.: Regional cerebral blood flow changes in stroke imaged by ^{99m}Tc HMPAO. *S. Clin. Nucl. Med.* 1993, 18 (12), 1067–1082.
 14. Shimosegawa E., Hatazawa J., Inugami A.: Cerebral Infarction within Six Hours of Onset, Prediction of Completed Infarction with ^{99m}Technetium-HMPAO SPECT. *J. Nucl. Med.* 1994, 35, 1097–1103.
 15. Frawley J.E., Hicks R.G., Woodforth I.J.: Risk factors for peri-operative stroke complicating carotid endarterectomy, selective analysis of a prospective audit of 1000 consecutive operations. *Aust. N. Z. J. Surg.* 2000, 70 (1), 52–56.
 16. Baird A.E., Austin M.C., McKay W.J., Donnan G.A.: Sensitivity and specificity of ^{99m}Tc-HMPAO SPECT cerebral perfusion measurements during the first 48 hours for the localization of cerebral infarction. *Stroke* 1997, 28, 976–980.
 17. Derdeyn P., Powers W.J.: Role of Doppler US in screening for carotid atherosclerotic disease. *Radiology*, 1995, 197, 635–643.
 18. Eckstein H.H., Laubach H., Ringleb P., Dorfler A., Allenberg J.R.: Carotid endarterectomy in the early phase after a non-disabling stroke, 1980–1995 results. *Langenbecks Arch. Chir. Sypl. Kongressbd.* 1997, 114, 1298–1301.
 19. Enevoldsen E.M., Torfing T., Kjeldsen M.J., Nepper-Rasmussen J.: Cerebral infarct following carotid endarterectomy. *Acta Neurol. Scand.* 1999, 100 (2), 106–110.
 20. Graham G.D., Kalvah P., Blamire A.M.: Clinical Correlates of Proton Magnetic Resonance Spectroscopy Findings After Acute Cerebral Infarction. *Stroke* 1995, 26, 225–229.
 21. Hoffmann M., Robbs J.: Carotid endarterectomy after recent cerebral infarction. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 1999, 18 (1), 6–10.
 22. Rozenfeld A.: Znaczenie ultrasonografii w diagnostyce naczyniowej. *Postępy Psychiatrii i Neurologii* 1995, 4, 7–14.
 23. Ryglewicz D.: Czynniki ryzyka w udarach mózgu. *Postępy Psychiatrii i Neurologii* 1994, 5, 33–40.
 24. Szostek M. Udar niedokrwienny jako problem społeczny i kliniczny. *Terapia* 1996, 11, 3–7.