

Состояние экстра- и интракраниального кровотока у больных ишемической болезнью сердца

В.С. Морошкин, О.М. Моисеева, А.В. Панов, Н.В. Морошкина, И.Б. Зуева
ФГБУ «Федеральный Центр сердца, крови и эндокринологии им. В.А. Алмазова»
Минздравсоцразвития РФ, Санкт-Петербург, Россия

Морошкин В.С. — ведущий научный сотрудник НИЛ ультразвуковых методов исследования Института сердца и сосудов, доктор медицинских наук; Моисеева О.М. — заместитель директора Института сердца и сосудов, заведующая НИО некоронарогенных заболеваний сердца, доктор медицинских наук; Панов А.В. — заведующий НИО ишемической болезни сердца Института сердца и сосудов, доктор медицинских наук, профессор; Морошкина Н.В. — старший научный сотрудник НИЛ метаболического синдрома Института эндокринологии, кандидат медицинских наук; Зуева И.Б. — заведующая 1-м кардиологическим отделением, кандидат медицинских наук.

Контактная информация: ФГБУ «Федеральный Центр сердца, крови и эндокринологии им. В.А. Алмазова» Минздравсоцразвития РФ, ул. Аккуратова, д. 2, Санкт-Петербург, Россия, 197341. E-mail: moroshkin@almazovcentre.ru (Морошкин Виктор Сергеевич).

Резюме

Цель исследования — изучение частоты и степени выраженности поражения экстра- и интракраниальных сосудов у больных ишемической болезнью сердца (ИБС) перед предстоящим коронарографическим исследованием и планируемым оперативным вмешательством. **Материалы и методы.** Обследовано 100 пациентов с ИБС, стенокардией напряжения I–III функционального класса: 58 мужчин в возрасте от 48 до 72 лет (средний возраст — 58 ± 3 года) и 42 женщины в возрасте от 37 до 68 лет (57 ± 2 года). Продолжительность анамнеза ИБС варьировала от нескольких недель до 15 лет и составляла в среднем 10 ± 2 года. Проведено дуплексное сканирование брахиоцефальных и транскраниальных артерий на ультразвуковом аппарате Vivid 7Pro (HP, США). **Результаты.** Атеросклеротические поражения общих сонных артерий (ОСА) со стенозированием просвета сосуда от 17 до 45 % выявлены у 78 % мужчин и 54 % женщин. Атеросклеротические бляшки в устье внутренних сонных артерий (ВСА), стенозирующие просвет сосуда от 25 до 57 %, были обнаружены у 38 % мужчин и 20 % женщин; атеросклеротическое поражение (стеноз от 25 до 34 %) в плечеголовном стволе и в правой подключичной артерии (ПКА) — у мужчин в 30 и 18 % случаев, а у женщин — в 34 и 14 % случаев соответственно. У 10 пациентов визуализировалась выраженная S-образная извитость хода правой ОСА сразу же после отхождения от плечеголового ствола; у 8 пациентов — S-образная извитость в обеих ОСА. Патологическая S-образная извитость ВСА была выявлена у 4 мужчин и 7 женщин. Аномальный ход ПА выявлен у 10 пациентов. Гипоплазия правой ПА была выявлена у 3 пациентов и левой — у двух обследованных. Умеренно выраженная C- и S-образная извитость хода ПА в I сегменте визуализировалась в 23 % случаев и чаще среди женщин. При анализе результатов оценки цереброваскулярной реактивности у 57 % больных было выявлено ее умеренное снижение и у 43 % показатели реактивности не были изменены. Отмечено снижение коэффициента реактивности на гиперкапническую нагрузку в среднем на 18 %, коэффициента реактивности на гипокapническую пробу — на 13 %, а также уменьшение индекса вазомоторной реактивности на 15 %. **Заключение.** У трети пациентов с ИБС нарушения мозговой циркуляции были обусловлены атеросклеротическим поражением экстракраниальных сосудов и локальными нарушениями гемодинамики в зоне их патологической извитости. Наличие двукратного градиента систолической скорости между проксимальным и дистальным, по отношению к извитости, сегментами сосуда являлось наиболее значимым показателем локальных гемодинамических нарушений в извитой экстракраниальной артерии.

Ключевые слова: экстра- и интракраниальный кровоток, ишемическая болезнь сердца, дуплексное сканирование с цветным доплеровским картированием.

Extra- and intracranial circulation in patients with ischemic heart disease

V.S. Moroshkin, O.M. Moiseeva, A.V. Panov, N.V. Moroshkina, I.B. Zueva

Almazov Federal Heart, Blood and Endocrinology Centre, St Petersburg, Russia

Corresponding author: Almazov Federal Heart, Blood and Endocrinology Centre, 2 Akkuratov st., St Petersburg, Russia, 197341. E-mail: moroshkin@almazovcentre.ru (Viktor S. Moroshkin, MD, PhD, the Leading Researcher at the Research Department of Ultrasound Diagnostics Methods at the Institution of Heart and Vessels of Almazov Federal Heart, Blood and Endocrinology Centre).

Abstract

Objective. To study the frequency and degree of atherosclerotic lesions of extra- and intracranial vessels in patients with coronary artery disease (CAD) before coronary arteriography and planned cardiac intervention. **Design and methods.** 100 patients with CAD, angina pectoris I–III functional class were examined: 58 men aged 48–72 years old (mean age — 58 ± 3 years) and 42 women aged 37–68 years old (57 ± 2 years). Duration of CAD varied from several weeks to 15 years (mean duration — 10 ± 2 years). Extra- and intracranial vessels were examined by Duplex scanning with colour Doppler (Vivid 7Pro, HP, the USA). **Results.** Atherosclerotic lesions of the common carotid arteries (CCA) with stenoses from 17 to 45 % were revealed in 78 % males and 54 % females. Atherosclerotic plaques in a mouth of internal carotid arteries (ICA), narrowing vessel lumen from 25 to 57 %, were found in 38 % males and 20 % females, stenoses from 25 to 34 % in brachiocephalic trunk (BCT) and in right subclavian arteries (SA) — in 30 and 18 % in males, and in 34 and 14 % in females, respectively. The right CCA was found to be S-shaped in 10 patients, both CCA were S-shaped in 8 subjects. Pathological S-shaped curve of ICA was found in 4 men and 7 women. Pathological trace of the vertebral arteries (VA) was found in 10 subjects. Hypoplasia of the right VA was visualized in 3 patients and hypoplasia of the left one — in two cases. S-shaped curve of VA was visualized in I segment in 23 % subjects, more frequently in females. 57 % subjects showed a moderate decrease of cerebrovascular reactivity. Mean decrease of reactivity was 18 % on hypercapnic load, 13 % on hypocapnic test, and 15 % decrease of vasomotor reactivity was observed. **Conclusions.** In one third of patients with CAD atherosclerotic lesions of extracranial vessels and local abnormalities of haemodynamics in the area of pathological curve caused the changes of brain circulation. Presence of a double gradient of systolic speed between proximal and distal segments (against the pathological curve) was the most significant indicator of local haemodynamic abnormalities in the curved extracranial arteries.

Key words: extra- and intracranial circulation, coronary artery disease, duplex scanning with colour Doppler.

Статья поступила в редакцию: 11.03.12. и принята к печати: 25.03.12.

Введение

Атеросклеротические поражения могут проявляться в нескольких анатомо-функциональных сосудистых бассейнах, и поражение одного сосудистого региона является чаще исключением, чем правилом. По данным различных исследователей, сочетанное поражение коронарного русла и магистральных артерий встречается в 25–87 % случаев [1–4]. У 16 % больных ишемической болезнью сердца (ИБС) выявляются гемодинамически значимые поражения брахиоцефальных сосудов (БЦА) [5]. Комбинация поражения коронарного русла и БЦА сопряжена с повышением риска смерти не только от инфаркта миокарда, но и от ишемического инсульта [6, 7]. Патологическая извитость БЦА выявляется в 5–7 % случаев среди взрослого населения и занимает вто-

рое место среди причин, обуславливающих развитие хронической сосудисто-мозговой недостаточности [8, 9]. Известно, что патологическая извитость сосудов длительное время может не давать никакой симптоматики, но при определенных условиях может способствовать возникновению преходящих нарушений мозгового кровообращения [10].

В настоящее время ведущее диагностическое значение в оценке состояния экстра- и интракраниального сосудистого русла приобретает ультразвуковое дуплексное сканирование сосудов с цветным доплеровским картированием. Несмотря на наличие некоторых ограничений в визуализации БЦА и сосудов мозга, методика дуплексного сканирования имеет ряд важных преимуществ, к которым можно отнести: неинвазивность; возможность динами-

ческих исследований в покое и при проведении функциональных нагрузочных проб; получение сведений о состоянии интракраниального сосудистого резерва; проведение оценки функциональных изменений кровотока, сопряженных с колебаниями системных гемодинамических показателей и способствующих формированию преходящих мозговых нарушений.

Целью работы явилось изучение частоты и степени выраженности поражения экстра- и интракраниальных сосудов у больных ИБС перед предстоящим коронарографическим исследованием и планируемым оперативным вмешательством.

Материалы и методы

Обследовано 100 пациентов с ИБС, стенокардией напряжения I–III функционального класса (ФК): 58 мужчин в возрасте от 48 до 72 лет (средний возраст — 58 ± 3 года) и 42 женщины в возрасте от 37 до 68 лет (57 ± 2 года). Продолжительность анамнеза ИБС варьировала от нескольких недель до 15 лет и составляла в среднем 10 ± 2 года. Ранее инфаркт миокарда различной локализации перенесли 67 больных. Гипертоническая болезнь I–III стадии была выявлена у 65 % обследованных. Ожирение 1–2 степени чаще отмечалось среди женщин. У 10 больных был сахарный диабет (СД) тип 2. У 73 % обследованных выявлялись различной степени выраженности нарушения липидного обмена. Преходящие нарушения мозгового кровообращения (НМК) в прошлом были у 11 % обследованных (4 мужчин и 7 женщин). У одной пациентки НМК было дважды. У 15 % пациентов ранее была диагностирована церебральная ангиодистония, а у 17 % — шейный остеохондроз. Треть пациентов перед обследованием предъявляла различные жалобы: шум в голове, головокружение, мелькание мушек перед глазами, мигренеподобные приступы, головные боли без четкой локализации, временами нарушения равновесия. Больные принимали ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, β -адреноблокаторы, ацетилсалициловую кислоту, антагонисты кальция, статины и индивидуально подобранные гипогликемические препараты при СД. Всем пациентам было проведено дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий (ДС БЦА) с цветным доплеровским картированием (ЦДК) на ультразвуковом аппарате Vivid 7Pro (HP, США) по стандартной методике линейным датчиком 10 МГц. Осуществлялась оценка состояния стенок, наличие атеросклеротических бляшек (АСБ), их локализация, структура и степень выраженности стенозирования сосудов, а также наличие гипоплазии и патологических деформаций и извитостей сосудов.

Определялась величина внутрисосудистого диаметра экстракраниальных сосудов и сопряженная с ним асимметрия колебаний скоростных характеристик кровотока. За норму принималась величина скоростной асимметрии кровотока не более 30 %. Оценивалось состояние эндотелия и равномерность заполнения просвета сосудов в режиме ЦДК. Степень нарушения проходимости просвета артерий при наличии АСБ и извитостей оценивалась по площади (или по диаметру) стенозирования в зоне максимального сужения при поперечном (или продольном) сканировании сосуда в В-режиме, а также по результатам исследования степени выраженности и формы локального перепада скорости кровотока в зоне стеноза или извитости, что принималось во внимание при трактовке результатов исследования.

При выявлении у пациентов выраженных стенозов сонных артерий, а также наличия в анамнезе эпизодов НМК осуществлялось транскраниальное дуплексное сканирование (ТКДС) сосудов секторным датчиком в частотном диапазоне 1,7–3,4 МГц через ультразвуковое окно в височной кости. Оценивались диаметр и скоростные показатели кровотока по средней, передней, задней мозговой и основной артериям. При визуализации позвоночных (ПА) и основной (ОА) артерий использовали субокципитальное ультразвуковое окно (срединный или парамедианный ультразвуковые доступы). Для оценки функционального состояния мозгового кровообращения выполнялась инсонация средней мозговой артерии в покое и на фоне проведения тестовых нагрузок: гиперкапническая проба (с произвольной задержкой дыхания на выдохе с последующей оценкой сосудистой реакции на 20–30-секундное апноэ) и гипокапническая проба (спонтанная гипервентиляция в течение 20 с). По результатам этих проб рассчитывались коэффициенты реактивности на гиперкапническую и на гипокапническую нагрузки. Диапазон «подвижности» системы мозгового кровотока в ответ на тестовые нагрузки оценивался индексом вазомоторной реактивности (ИВМР) [11].

Полученные результаты обрабатывались с помощью программного обеспечения Statistica 6.0 методом вариационной статистики с использованием параметрических критериев (критерия t Стьюдента).

Результаты и их обсуждение

Атеросклеротическое поражение общих сонных артерий (ОСА) со стенозированием просвета сосуда от 17 до 45 % выявлено у 78 % мужчин и 54 % женщин. Атеросклеротические бляшки в устье внутренних сонных артерий (ВСА), стенозирующие

просвет сосуда от 25 до 57 %, были обнаружены у 38 % мужчин и 20 % женщин. Атеросклеротическое поражение (стеноз от 25 до 34 %) в плечеголовном стволе и в правой подключичной артерии (ПКА) было констатировано у мужчин в 30 и 18 % случаев, а у женщин — в 34 и 14 % случаев, соответственно. У 10 пациентов визуализировалась выраженная S-образная извитость хода правой ОСА сразу же после отхождения от плечеголового ствола. У 8 пациентов S-образная извитость была обнаружена в обеих ОСА. Патологическая S-образная извитость ВСА с углами изгибов сосудов 70–80 градусов была выявлена у 4 мужчин и 7 женщин. У 8 пациентов патологическая извитость ВСА отмечалась с правой стороны, у двух — с левой и у одной пациентки — с двух сторон. Аномальный ход правой ПА в костный канал поперечного отростка IV шейного позвонка был обнаружен у 5 пациентов, а одновременно левой и правой ПА — у троих больных. У двух пациентов визуализировался аномальный ход правой ПА в костный канал поперечного отростка III шейного позвонка. Гипоплазия правой ПА была выявлена у 3 пациентов, а левой — у двух обследованных. Умеренно выраженная C- и S-образная извитость хода ПА в I сегменте визуализировалась в 23 % случаев и чаще среди женщин. У двух мужчин и двух женщин обнаружена патологическая S-образная извитость в I сегменте правой ПА. У всех этих больных были повышенные значения артериального давления. Полученные данные согласуются с данными других исследователей, показавших, что у 16–26 % пациентов имеет место наличие изгибов сонных и позвоночных артерий [12]. Причина изгибов сонных и позвоночных артерий чаще всего является врожденной, но в то же время, по мнению И.А. Астатниной и соавторов (2004) и А.С. Nikonenko с соавторами (2000), удлинение БЦА с последующим формированием изгибов нередко развивается при наличии у больных артериальной гипертензии. По данным U. Oliviero с соавторами (2003), среди аномалий развития ПА среди пациентов с артериальной гипертензией чаще встречаются гипоплазия или аплазия ПА, аномальный ход ПА в костный канал поперечных отростков III–IV шейных позвонков. При наличии извитости отмечалось увеличение систолической скорости кровотока в зоне наиболее выраженной угловой деформации анализируемой артерии. По нашим данным, в зоне извитости сосуда регистрировался турбулентный ток крови, и максимальная (пиковая) систолическая скорость кровотока возрастала по отношению к проксимальному сегменту сосуда в среднем в 1,5–2,3 раза ($p < 0,05$). Следует отметить, что изменения систолической скорости кровотока зависели

от вида и степени выраженности деформации: C- или S-извитость. В зоне выраженного изгиба при C-образном ходе сосуда максимальная (пиковая) систолическая скорость возрастала по сравнению с проксимальным участком сосуда на 40–58 %, а при S-деформации — на 96–147 % ($p < 0,05$). По данным спектрального анализа и оценки сосудистого кровотока в режиме ЦДК в зоне патологического изгиба наблюдалась наибольшая дезорганизация кровотока. Полученные результаты свидетельствовали о наличии в зоне патологического изгиба гемодинамического барьера (функционального стеноза), который при определенных условиях, усиливающих степень изгиба сосудов, мог способствовать снижению объемного кровотока в сосудах. При сопоставлении данных обследования с анамнезом было отмечено, что у пациентов с патологической извитостью экстракраниальных сосудов в прошлом были динамические НМК. У троих пациентов с патологической извитостью ВСА в анамнезе не было эпизодов НМК, но отмечались выраженные головокружения, зависящие от положения головы.

При анализе результатов оценки цереброваскулярной реактивности у 57 % больных было выявлено ее умеренное снижение, а у 43 % показатели реактивности не были изменены. Отмечено снижение коэффициента реактивности на гиперкапническую нагрузку в среднем на 18 %, коэффициента реактивности на гипокapническую пробу — на 13 %, а также уменьшение ИВМР на 15 % ($p < 0,05$), что согласуется с данными других исследователей [14, 15]. При проведении пробы с гиперкапнией у пациентов с выраженной извитостью ВСА было получено умеренное снижение функционального резерва мозгового кровообращения на стороне поражения. При наличии двусторонней извитости ВСА снижение реактивности в системе мозгового кровообращения при гиперкапнической пробе отмечалось в обоих полушариях. Полученные данные совпадают с результатами других исследователей, показавших, что наличие извитости экстракраниальных сосудов оказывает влияние на ауторегуляцию мозгового кровообращения [16, 17].

Выводы

Таким образом, у трети пациентов с ИБС нарушения мозговой циркуляции были обусловлены атеросклеротическим поражением экстракраниальных сосудов и локальными нарушениями гемодинамики в зоне их патологической извитости. Наличие двукратного градиента пиковой систолической скорости между проксимальным и дистальным, по отношению к извитости, сегментами сосуда явля-

лось значимым показателем локальных гемодинамических нарушений в извитой экстракраниальной артерии.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Белов Ю.В., Горюнов В.С. Хирургическое лечение патологии брахиоцефальных сосудов у пациентов с атеросклеротическим поражением артерий нижних конечностей // Клинич. хир. — 1991. — Т. 10. — С. 9–11. / Belov Yu.V., Goryunov V.S. Surgery treatment of the cerebral artery pathology in patients with peripheral artery disease // Clinical Surgery [Klinicheskaya Khirurgiya]. — 1991. — Vol. 10. — P. 9–11 [Russian].
2. Бокерия Л.А., Кация Г.В., Сигаев И.Ю. и др. Результаты полной артериальной реваскуляризации миокарда у больных ишемической болезнью сердца с мультифокальным атеросклерозом // Анналы хир. — 2002. — Т. 6. — С. 19–22. / Bokeriya L.A., Katsiya G.V., Sigaev I.Yu. et al. Results of the effective myocardial revascularization in patients with coronary artery disease and generalized atherosclerosis // Annals of Surgery [Annaly Khirurgii]. — 2002. — Vol. 6. — P. 19–22 [Russian].
3. Астатнина И.А., Дудко В.А., Ворожцова И.Н. Частота выявления каротидного атеросклероза у больных ишемической болезнью сердца и артериальной гипертензией // Терапевт. арх. — 2004. — Т. 12. — С. 36–39. / Astatnina I.A., Dudko V.A., Vorozhtsova I.N. Occurrence of carotid atherosclerosis in patients with coronary artery disease and arterial hypertension // Therapeutic Archive [Terapevticheskiy Arkhiv]. — 2004. — Vol. 12. — P. 36–39 [Russian].
4. Шаврин А.П., Ховаева Я.Б., Головской Б.В. Взаимосвязь толщины комплекса интима-медиа сонных артерий, сосудистого микровоспаления и уровня артериального давления // Артериальная гипертензия. — 2011. — Т. 17, № 3. — С. 229–235. / Shavrin A.P., Khovaeva Y.B., Golovskoy B.V. Relationship between carotid intima-media complex thickness, vascular microinflammation, and blood pressure level // Arterial Hypertension [Arterialnaya Gypertenziya]. — 2011. — Vol. 17, № 3. — P. 229–235 [Russian].
5. Сумароков А.Б. Ишемическая болезнь сердца и начальный атеросклероз экстракраниальных сосудов // Кардиология. — 1996. — Т. 12. — С. 79–89. / Sunarokov A.B. Coronary artery disease and initial extracranial atherosclerosis // Cardiology [Kardiologiya]. — 1996. — Vol. 12. — P. 79–89 [Russian].
6. Ricotta J.J., Faggioli G.J., Castilone A., Hassett J.M. Risk factors for stroke after cardiac surgery // J. Vasc. Surg. — 1995. — Vol. 2. — P. 359–364.
7. Комаров А.Л., Панченко Е.П. Частота поражений различных сосудистых бассейнов и медикаментозное лечение больных с высоким риском атеротромботических осложнений. Российские результаты международного исследования AGATA // Кардиология. — 2004. — Т. 11. — С. 39–44. / Komarov A.L., Panchenko E.P. Occurrence of different vascular lesions in high risk patients. Results of the Russian part of the international trial AGATA // Cardiology [Kardiologiya]. — 2004. — Vol. 11. — P. 39–44 [Russian].
8. Nikonenko A.S., Gubka A.V., Masterukhin A.N., Gubka V.A. Estimation of the cerebral hemodynamics in patients with pathological kinking of arteries originated from the aortal arch according to angiography // Klin. Khir. — 2000. — № 10. — P. 5–7.
9. Illuminati G., Calio F.G., Papaspyropoulos V., Montesano G., D'Urso A. Revascularization of the internal carotid artery for isolated, stenotic, and symptomatic kinking // Arch. Surg. — 2003. — Vol. 138, № 2. — P. 192–197.
10. Верещагин Н.В., Борисенко В.В., Власенко А.Г. Мозговое кровообращение. Современные методы исследования в клинической неврологии. — М.: Интер-Весы, 1993. — С. 87–143. / Vereschagin N.V., Borisenko V.V., Vlasenko A.G. Cerebral blood flow. Current diagnostics methods in clinical neurology. — M.: Inter-Vesy, 1993. — P. 87–143 [Russian].
11. Незнамова Л.В. Состояние церебральной гемодинамики и микроциркуляции у больных с хронической ишемией мозга: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — 2006. — 27 с. / Neznamova L.V. Cerebral hemodynamics and microcirculation in patients with chronic cerebral ischemia. Autoref. Thesis. — 2006. — 27 p. [Russian].
12. Лелюк В.Г., Лелюк С.Э. Основные причины хронической цереброваскулярной недостаточности // Мат. IV Междунар. симпозиума «Ишемия мозга». — СПб., 1997. — С. 63–66. / Lelyuk V.G., Lelyuk S.E. Main causes of cerebrovascular deficiency // Materials of IV International Symposium «Brain ischemia». — SPb., 1997. — P. 63–66 [Russian].
13. Oliviero U., Scherillo G., Casaburi C. et al. Prospective evaluation of hypertensive patients with carotid kinking and coiling: an ultrasonographic 7-year study // Angiology. — 2003. — Vol. 54, № 2. — P. 169–75.
14. Евтушенко С.К., Лисовский Е.В. Роль патологической извитости сонных артерий в развитии нарушений мозгового кровообращения у детей // Укр. вестн. психоневрол. — 2002. — Т. 14, № 1. — С. 157–160. / Evtuschenko S.K., Lisovskiy E.V. The role of pathological curve of carotid arteries in the occurrence of stroke in children // The Ukrainian Herald of Psychoneurology [Ukr. Vestnik Psychonevrologii]. — 2002. — Vol. 14, № 1. — P. S.157–S.160 [Russian].
15. Albers G.W., Hart R.G., Lutsep H.L., Newell D.W., Sacco R.L. Supplement to the guidelines for the management of transient ischemic attacks: a statement from the Ad Hoc Committee on Guidelines for the Management of Transient Ischemic Attacks, Stroke Council American Heart Association. AHA scientific statement // Stroke. — 1999. — Vol. 30, № 11. — P. 2502–2511.
16. Виберс Д., Фейгин В., Браун Р. Руководство по цереброваскулярным заболеваниям / Пер. с англ. — М.: ЗАО «Изд-во БИНОМ», 1999. — 672 с. / Wibers D., Feygin V., Braun R. Handbook on cardiovascular diseases / Transl. from English. — M.: ZAO «Izd-vo BINOM», 1999. — 672 p. [Russian].
17. Saba L., Caddeo G., Sanfilippo R., Montisci R., Mallarini G. CT and ultrasound in the study of ulcerated carotid plaque compared with surgical results: potentialities and advantages of multidetector row CT angiography // Am. J. Neuroradiol. — 2007. — Vol. 28, № 6. — P. 1061–1066.