

Трансформация патологической извитости магистральных артерий шеи при вертикализации пациента

Захматова Т.В.¹, Могучая О.В.^{1,2}, Щедренок В.В.²

¹ ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

² ФГБУ «Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А.Л. Поленова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Transformation of the Pathological Tortuosity of the Neck's Main Arteries at Verticalization of Patient

Zakhmatova T.V.¹, Moguchaya O.V.^{1,2}, Shchedrenok V.V.²

¹ Mechnikov northwest state medical university, Saint Petersburg, Russia

² Russian Polenov Neurosurgical Institute, Saint-Petersburg, Russia

Цель исследования: оценить изменения формы и гемодинамики в области патологических извитостей магистральных артерий шеи в зависимости от положения тела пациента (в горизонтальном положении и в ортостазе).

Материал и методы. При дуплексном сканировании брахиоцефальных и интракраниальных артерий, проведенном 350 пациентам, оценивали состояние локальной и системной гемодинамической значимости извитостей внутренних сонных и приустьевых деформаций позвоночных артерий. Впервые исследование проводили не только в горизонтальном, но и в вертикальном положении.

Результаты. Среди обследованных деформации хода внутренних сонных артерий выявлены в 38,6% случаев, извитости левой внутренней сонной артерии были отнесены к патологическим в 18,5% случаев, правой – в 23,7%. У 66,7% пациентов поражение носило двусторонний характер. Наблюдали ускорение скоростных показателей до 55–65% в области извитости, среднее значение систолической скорости кровотока составило $166 \pm 28,3$ см/с слева и $174 \pm 30,2$ см/с справа. В вертикальном положении в 31,6% наблюдали трансформацию извитости: углы деформации становились тупыми, градиент скоростных показателей уменьшался или отсутствовал, в ряде наблюдений ход артерий становился прямолинейным. Приустьевые деформации хода позвоночных артерий выявлены у 79,4% пациентов, извитости левой позвоночной артерии были отнесены к патологическим в 15,1% случаев, правой – в 8,6%, среднее значение систолической скорости кровотока составило $92 \pm 15,3$ см/с слева и $76 \pm 12,5$ см/с справа.

В ортостазе при патологических деформациях позвоночных артерий в 28,8% случаев форма деформации трансформировалась в непатологическую извитость.

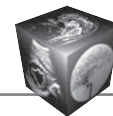
Выводы. Ортостатическое исследование пациентов открывает новые подходы в диагностике патологических деформаций и показаний к оперативному лечению.

Ключевые слова: дуплексное сканирование, внутренняя сонная артерия, позвоночная артерия, патологическая извитость, непатологическая извитость.

Objective: to estimate changes of a form and hemodynamics in the field of pathological tortuosity of the main neck's arteries depending on patient's position (in horizontal and in vertical position).

Materials and methods. At duplex scanning, the neck's arteries and the intracranial arteries, which carried out to 350 patients, estimated a condition of the local and system hemodynamic importance of the internal carotid artery tortuosity and the artificial deformations of vertebral arteries. For the first time research conducted not only in horizontal, but also in vertical position.

Results. Among surveyed deformations of internal carotid artery revealed in 38.6% of cases, it was pathological tortuosity of left internal carotid artery in 18.5% and right in 23.7% of them. Some patients (66.7%) were with both side tortuosity. At pathological deformation observed acceleration of flow speed indicators from 55% to 65% in part of tortuosity, average value of systolic speeds of a blood flow was 166 ± 28.3 cm/s at the left and 174 ± 30.2 cm/s at the right side. In vertical position in 31.6% of cases at pathological deformation observed transformation of tortuosity



form. Deformation corners became blunt, the gradient of flow speed indicators decreased or was absent, in some cases course of ICA became rectilinear. Artificial deformations of vertebral arteries course revealed in 79.4% of people, the deformations carried to the pathological in 15.1% cases of left and in 8.6% of right vertebral arteries, average value of systolic speed of a blood flow was 92 ± 15.3 cm/s at the left and 76 ± 12.5 cm/s at the right side. In vertical position in deformations of the vertebral arteries, which carried to pathological, in 28.8% of cases a form of deformation was transformed to unpathological tortuosity.

Conclusions. Duplex sonography in vertical position in patients with tortuosity discovered new approaches in diagnostics of pathological deformations and defines indications to operative treatment.

Key words: duplex sonography, internal carotid artery, vertebral artery, pathological tortuosity, unpathological tortuosity.

Введение

Применение дуплексного сканирования (ДС) изменило представление о распространенности и клинической значимости патологических извитостей (ПИ) магистральных артерий шеи (МАШ), которые встречаются достаточно часто как у пациентов с симптомами сосудисто-мозговой недостаточности, так и в популяции [1–6]. Среди взрослых с нарушениями мозгового кровообращения ПИ внутренней сонной артерии (ВСА) занимает второе место, уступая только атеросклеротическому поражению артерий, и составляет 12,9% от всей патологии брахиоцефальных артерий (БЦА) [7–9]. У пациентов, умерших от инсульта, ПИ МАШ встречалась в 10–43% случаев [10–12]. Часто ПИ ВСА наблюдают у детей с клиническими проявлениями сосудисто-мозговой недостаточности [13–15].

В литературе отсутствуют единые критерии гемодинамической значимости ПИ. Большинство авторов ориентируются на значения систолической скорости кровотока в области деформации,

которые у ряда исследователей значительно отличаются [16–19]. Другие основными критериями считают увеличение скоростных показателей на изгибе более чем в 2 раза от исходной скорости и турбулентный кровоток в области извитости [9, 20–22]. Некоторые авторы измеряют степень сужения в зоне деформации в процентах как при стенозах [7].

Широко освещаются показания, возможности и отдаленные результаты хирургического лечения патологических деформаций сонных [20–24] и позвоночных (ПА) артерий [25–29]. Однако четких общепринятых показаний к хирургическому лечению, таких как при стенотических поражениях МАШ, на основании многоцентровых исследований не существует. Одни авторы проводят хирургическую коррекцию ПИ только при наличии сосудисто-мозговой недостаточности, т.е. у пациентов с наличием симптомов [1, 9, 21, 30, 31], другие [2, 7, 19, 20] показанием к операции считают наличие доказанной гемодинамически значимой ПИ вне зависимости от клинической картины (наличия очаговой неврологической симптоматики). Только в единичных работах проводится изучение скоростных показателей кровотока по интракраниальным артериям и изменения резерва цереброваскулярной реактивности при определении показаний к хирургической коррекции деформированной артерии [5, 9].

ДС позволяет визуализировать не только форму извитости, но и количественно оценить состояние локальной гемодинамики в зоне деформации и системной гемодинамики в бассейне пораженной артерии, что невозможно при ангиографических методах исследования. Деформации хода артерий подразделяют на гемодинамически незначимые (непатологические) извитости (НПИ) и гемодинамически значимые (патологические).

Для корреспонденции: Захматова Татьяна Владимировна – 191015 Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41, Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, кафедра лучевой диагностики. Тел.: 8-905-283-43-65. E-mail: tvzakh@mail.ru

Захматова Татьяна Владимировна – канд. мед. наук, ассистент и докторант-соискатель кафедры лучевой диагностики ГБОУ ВПО “Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова” МЗ РФ; **Могучая Ольга Владимировна** – доктор мед. наук, профессор, заведующая сектором качества медицинской помощи ФГБУ “Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А.Л. Поленова” МЗ РФ; профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения ГБОУ ВПО “Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова” МЗ РФ; **Щедренко Владимир Владимирович** – доктор мед. наук, профессор, главный научный сотрудник отделения хирургии опухолей головного и спинного мозга ФГБУ “Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А.Л. Поленова” МЗ РФ.

Contact: Zakhmatova Tatiana Vladimirovna – 191015 Saint-Petersburg, Kirochnaya str., 41, radiologic diagnostics department of Mechnikov northwest state medical university. Phone: +7-905-283-43-65. E-mail: tvzakh@mail.ru

Zakhmatova Tatiana Vladimirovna – cand. of med. sci., doctoral candidate of radiologic diagnostics department of “Mechnikov northwest state medical university” Ministries of Health of the Russian Federation; **Moguchaya Olga Vladimirovna** – doct. of med. sci., professor, chief of medical care quality department of “Russian Polenov Neurosurgical Institute” Ministries of Health of the Russian Federation; professor public health department of “Mechnikov northwest state medical university” Ministries of Health of the Russian Federation; **Shchedrenok Vladimir Vladimirovich** – doct. of med. sci., professor, the main researcher of department of surgery tumors of brain and spinal cord of “Russian Polenov Neurosurgical Institute” Ministries of Health of the Russian Federation.



Информативность ДС в диагностике ПИ МАШ превышает 90% [20, 32].

Цель исследования

Оценить изменения формы и гемодинамики в области ПИ МАШ в зависимости от положения тела пациента (в горизонтальном положении и в ортостазе).

Материал и методы

Проведено обследование 350 пациентов, включающее сбор анамнеза, оценку неврологического статуса, ДС БЦА и интракраниальных артерий. При УЗИ, выполненном на аппарате Vivid S6 фирмы "GE", определяли состояние стенки артерии, ее просвета, анатомический ход и форму деформации, расстояние от бифуркации общей сонной артерии до первого угла деформации в В-режиме и в режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК) с помощью линейного и конвексного датчиков. Локальную гемодинамическую значимость оценивали по ускорению пиковой систолической скорости кровотока ($V_{\text{сис}}$) в области извитости по отношению к зоне, находящейся проксимальнее ее, по изменению спектральных характеристик кровотока, а также по снижению скоростных показателей дистальнее деформации по сравнению с проксимальным отделом ВСА, наличию турбулентности (элайзинг-эффект) в зоне извитости. Впервые исследование проводилось в горизонтальном и вертикальном положении пациента, анализировались изменения формы и гемодинамики в области деформации при вертикальном положении обследуемого [33]. Системную гемодинамическую значимость оценивали при транскраниальном ДС: скоростные показатели кровотока (ТАМХ) по средней мозговой артерии (СМА) и базилярной артерии (БА), наличие межполушарной асимметрии кровотока, значения индексов периферического сопротивления (RI и PI), изменение резерва цереброваскулярной реактивности в бассейне деформированной артерии.

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли с помощью математического

пакета Statistica 7 компании StatSoftInc для операционной системы WindowsXP. В процессе статистической обработки вычисляли экстенсивные коэффициенты (в %), характеризующие отношение частей к целому, а также средние арифметические величины (М) и средние ошибки средних арифметических величин (m) по амплитуде вариационного ряда, применяли корреляционный анализ, рассчитывая линейный коэффициент корреляции Пирсона (r). Вероятность ошибочного отклонения нулевой гипотезы протестирована критерием χ^2 , различие считается достоверным при достигнутом уровне значимости (p) менее 0,05.

Результаты и их обсуждение

Деформации хода ВСА выявлены у 135 (38,6%) обследованных, в 66,7% случаев (90 пациентов) из них поражение носило двусторонний характер. Извитости левой ВСА были отнесены к патологическим в 18,5% случаев (25 человек), правой ВСА – в 23,7% (32 пациента). Преобладали женщины (71,1%), средний возраст составил $58,2 \pm 5,3$ года ($p = 0,046$). "Высокое" субкраниальное расположение извитостей ВСА наблюдали в 17,8% слева и в 26,7% справа от всех извитостей с каждой стороны.

Распределение пациентов в зависимости от формы деформации представлено в таблице, извитость ВСА с каждой стороны рассматривали как отдельный случай.

У половины пациентов (52,7%) клинические проявления ПИ носили неспецифический характер (головные боли, головокружение, шум в ушах, снижение зрения, синкопальные состояния и эпилептические припадки), причинами развития которых могла стать вертебрально-базилярная недостаточность или дисциркуляторная энцефалопатия атеросклеротического, гипертонического, дисметаболического, посттравматического генеза.

Для установления патогенетической роли деформации МАШ в развитии хронической и острой недостаточности мозгового кровообращения необходимо исключение других этиологических факторов: атеросклеротическое поражение артерий крупного и среднего калибров, сахарный диабет, коагулопатии, патология сердца (мерцательная аритмия, пороки сердца, миокардиопатии), гипоксическая и ряд других заболеваний, которые могут стать причиной недостаточности мозгового кровообращения.

Специфическими клиническими проявлениями ПИ МАШ являются преходящие нарушения мозгового кровообращения (22,8%), сопровождающиеся гемипарезами, гемигипестезией, речевыми нарушениями, снижением зрения, и острые нару-

Распределение пациентов в зависимости от формы деформации (n = 225)

Форма деформации ВСА	НПИ		ПИ	
	абс.	%	абс.	%
С-образная извитость	32	14,2	–	–
S-образная извитость	86	38,2	52	23,1
Перегиб	8	3,6	33	14,7
Петлеобразование	4	1,8	10	4,4
Всего	130	57,8	95	42,2



шения мозгового кровообращения по типу “малых” инсультов (14,0%), которые встречались преимущественно у пациентов с двусторонними извитостями, и их развитие было связано с повышением артериального давления, реже с изменениями положения головы. Неврологическая симптоматика отсутствовала у 10,5% пациентов.

У большинства пациентов с патологическими деформациями ВСА ускорение скоростных показателей ($V_{\text{сist}}$) в области наибольшего изгиба по отношению к зоне, находящейся проксимальнее ее, находилось в интервале от 55 до 65%, за исключением пациентов с петлеобразованием (35–45%). При НПИ наблюдали ускорение $V_{\text{сist}}$ от 30 до 45%. Среднее значение $V_{\text{сist}}$ в области деформации при НПИ составило $155 \pm 22,5$ см/с слева и $148 \pm 20,3$ см/с справа, при патологических – $166 \pm 28,3$ см/с слева и $174 \pm 30,2$ см/с справа. При сравнительном анализе достоверных различий между абсолютными значениями $V_{\text{сist}}$ при патологических и непатологических извитостях выявлено не было ($p = 0,16$), а значение градиента $V_{\text{сist}}$ в области деформации достоверно выше при ПИ ($p = 0,042$).

Снижение скорости кровотока дистальнее зоны извитости до 20% отмечали в 33,3% случаев (19 человек) от всех патологических деформаций, до 25% – в 21,0% случаев (12 наблюдений), более 30% – у 1 (1,8%) пациента. Проведенный корреляционный анализ позволил установить, что между скоростными показателями кровотока дистальнее области деформации ВСА и величиной угла ПИ имеется прямая слабая зависимость ($r = 0,38$). Достоверной зависимости между скоростью кровотока ($V_{\text{сist}}$) дистальнее деформации ВСА и клиническими проявлениями сосудисто-мозговой не-

достаточности не выявили ($r = 0,34$). Не было установлено статистически значимой разницы и в скоростных показателях дистальнее деформации у пациентов с неврологической симптоматикой и без нее ($p = 0,26$).

При транскраниальном ДС снижение скорости кровотока (ТАМХ) по СМА на стороне деформированной артерии не более 20% по сравнению с противоположной стороной выявлено при ПИ в 36,8% случаев от всех патологических деформаций, до 20–25% – в 5,3% и до 30–35% – в 3,5%, у остальных пациентов асимметрии кровотока по СМА выявлено не было. Между скоростными показателями кровотока (ТАМХ) по СМА и величиной угла деформации ВСА установлена прямая слабая зависимость ($r = 0,36$).

Среди обследованных с ПИ снижение индексов периферического сопротивления отмечали у 63,2%, снижение резерва цереброваскулярной реактивности в пробе на вазодилатацию – в 26,3% наблюдений от всех ПИ. При сравнении результатов обследования пациентов, перенесших переходящие или острые нарушения мозгового кровообращения, с обследованными без клинической симптоматики или имеющими неспецифические проявления дисциркуляторной энцефалопатии была получена статистически значимая разница ($p = 0,03$) в значениях резерва цереброваскулярной реактивности в пробе на вазодилатацию, который в среднем составил $1,15 \pm 0,05$ и $1,32 \pm 0,07$ соответственно.

Впервые проведена оценка формы деформации и гемодинамики в области извитости МАШ в вертикальном положении пациента. При деформациях, которые по ультразвуковым признакам были патологическими, в 31,6% случаев форма

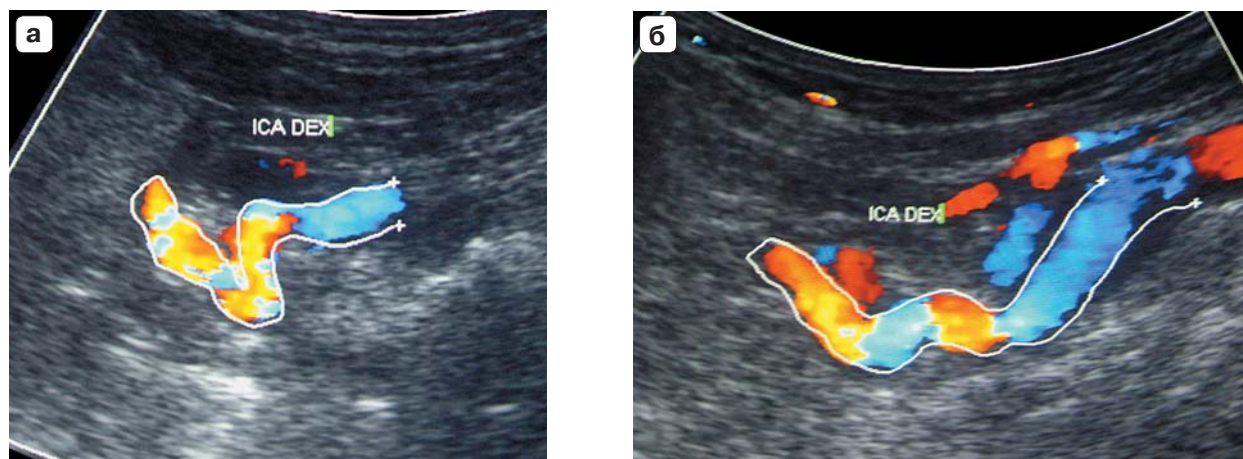


Рис. 1. УЗ-изображение V-образной извитости правой ВСА в режиме ЦДК в горизонтальном положении (а) и трансформация ее формы в вертикальном положении без острых угловых деформаций (б).

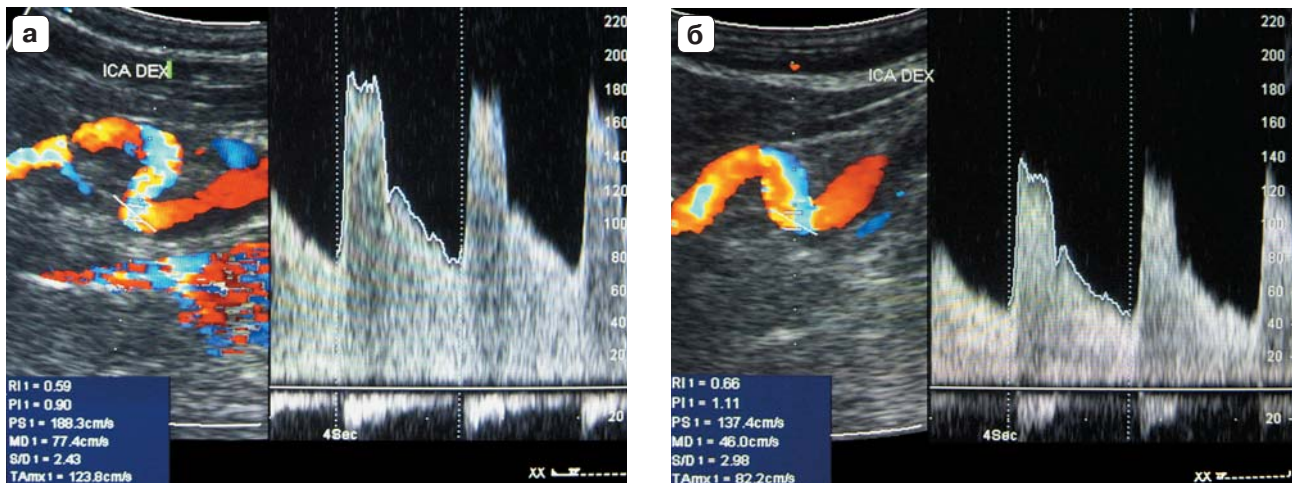
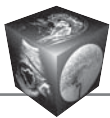


Рис. 2. УЗ-изображение S-образной извитости правой ВСА при ДС с ускорением $V_{\text{сist}}$ до 188 см/с в горизонтальном положении (а) и трансформация ее формы со снижением $V_{\text{сist}}$ до 137 см/с в вертикальном положении (б).

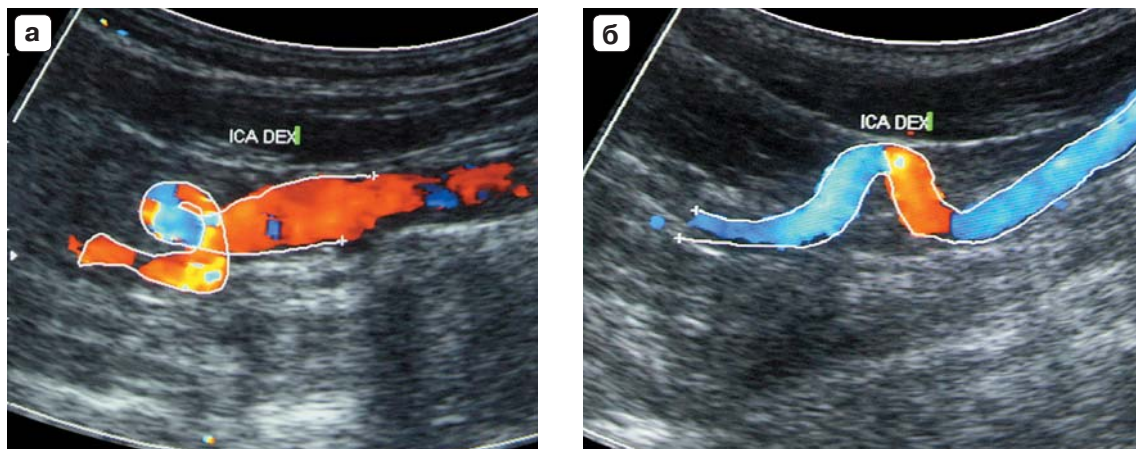


Рис. 3. УЗ-изображение петлеобразной извитости правой ВСА в режиме ЦДК в горизонтальном положении (а) и трансформация ее формы в непатологическую S-образную деформацию в вертикальном положении (б).

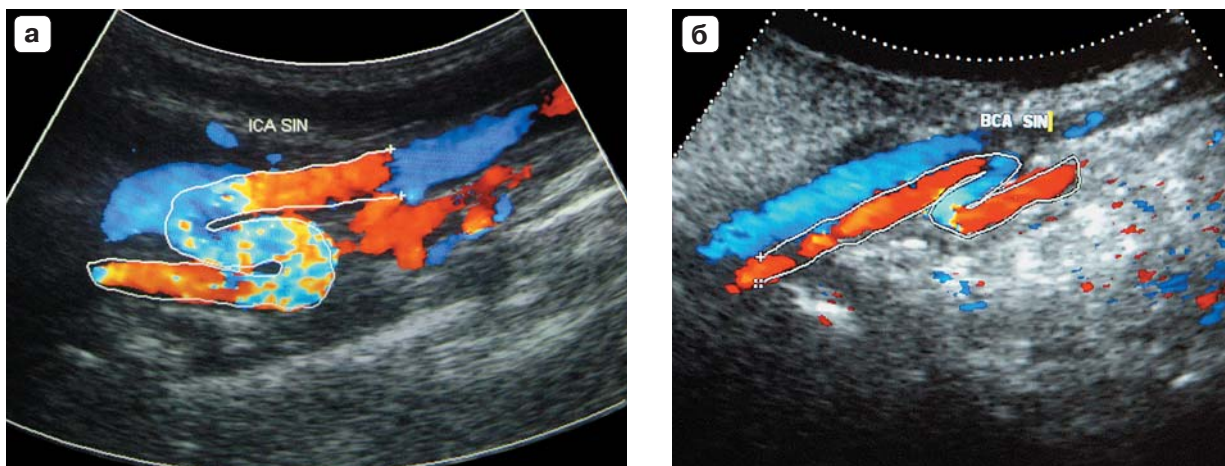
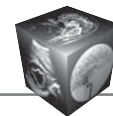


Рис. 4. УЗ-изображение патологической извитости левой ВСА в режиме ЦДК (а – S-образная; б – Z-образная), извитости не изменяют форму деформации в вертикальном положении.



деформации в вертикальном положении изменялась, трансформируясь в НПИ (рис. 1–3), в 68,4% наблюдений форма ПИ сохранялась, именно у данной группы пациентов целесообразно проведение ее хирургической коррекции (рис. 4). Ортостатическая трансформация достоверно чаще встречалась в группе пациентов без клинической симптоматики или с неспецифическими проявлениями сосудисто-мозговой недостаточности, чем у обследованных с преходящими или острыми нарушениями мозгового кровообращения ($p = 0,044$).

Приустьевые деформации хода ПА выявлены у 278 (79,4%) человек. Извитости левой ПА были отнесены к патологическим в 15,1% случаев (42 пациента), правой ПА – в 8,6% (24 обследованных). В 76,3% случаев (238 пациентов) деформации хода ПА были непатологическими. К НПИ ПА отнесены С-образные (67,0%) и S-образные (9,4%) деформации, к патологическим – V-образные (15,2%) и Z-образные (3,6%) извитости, петлеобразование (4,8%).

У большинства пациентов с ПИ ПА в приустьевом отделе градиент скоростных показателей ($V_{\text{сist}}$) находился в интервале 50–60%, за исключением пациентов с петлеобразованием (25–30%). Среднее значение $V_{\text{сist}}$ в области деформации при НПИ составило $46 \pm 10,3$ см/с слева и $38 \pm 6,5$ см/с справа, при патологических – $92 \pm 15,3$ см/с слева и $76 \pm 12,5$ см/с справа. Снижения скоростных показателей кровотока дистальнее области деформации в V_2 – V_3 -сегментах ПА ниже нормативных значений при НПИ не наблюдали, при ПИ – в единичных случаях (3,0%). Системного дефицита кровотока (снижение скорости кровотока в V_4 -сегменте ПА и по БА) при приустьевых деформациях ПА выявлено не было.

В ортостазе при приустьевых деформациях, отнесенных к патологическим, в 28,8% случаев форма деформации в вертикальном положении изменялась, трансформируясь в НПИ, или извитость полностью выпрямлялась (рис. 5, а, б), что делает ее хирургическую коррекцию нецелесообразной, в 71,2% случаев ортостатической трансформации патологической деформации ПА не наблюдали (рис. 5, в).

Таким образом, выявленная нами распространенность деформаций ВСА (38,6%), частота двустороннего поражения (66,7%) и “высокой” локализации извитостей совпадают с литературными данными [1, 6, 18, 19, 32]. Характерными клиническими проявлениями ПИ МАШ являются преходящие нарушения мозгового кровообращения и инсульты по типу “малых” [6, 7, 9, 19]. Обращает на себя внимание, что в диагностике ПИ ВСА

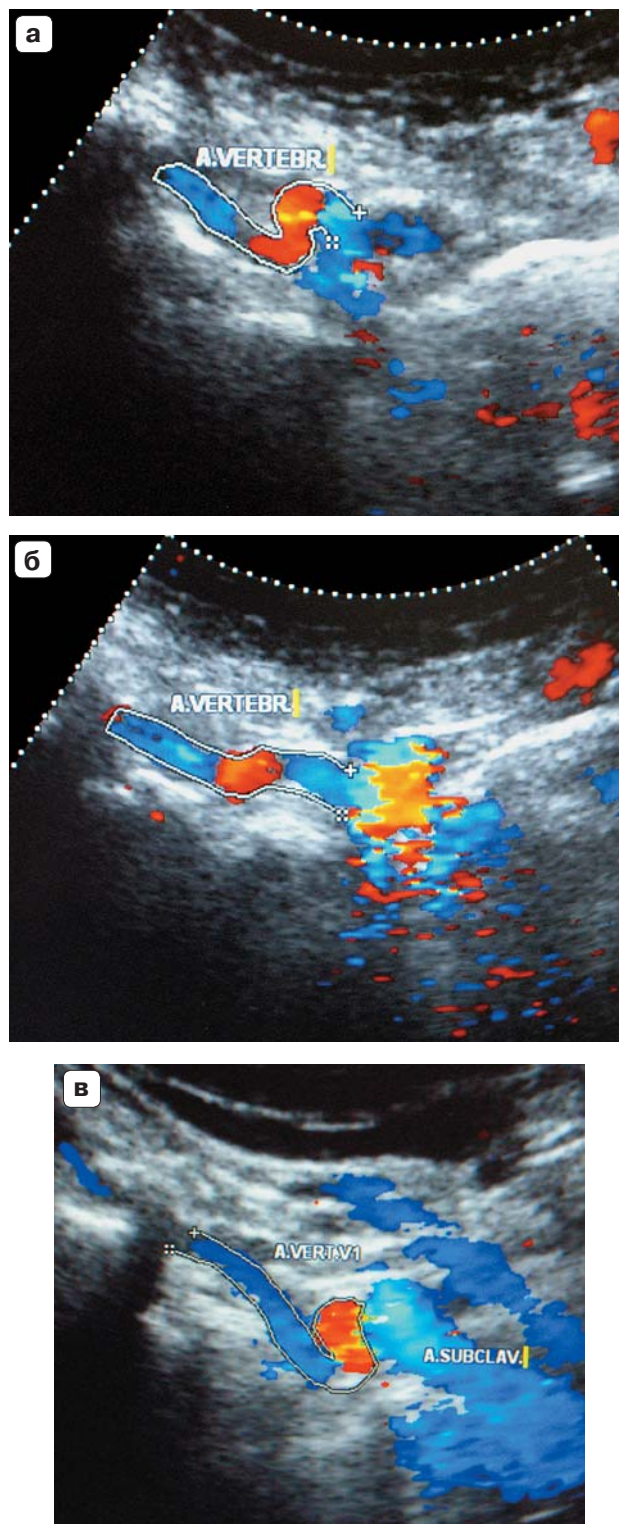
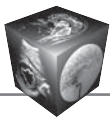


Рис. 5. УЗ-изображение S-образной извитости ПА в режиме ЦДК в горизонтальном положении (а) и ее прямолинейный ход в вертикальном положении (б). Патологическая V-образная извитость ПА в горизонтальном и вертикальном положении (в).



имеет значение градиент скоростных показателей в области деформации, а не абсолютные показатели $V_{\text{сist}}$, достоверных различий между абсолютными значениями $V_{\text{сist}}$ при патологических и непатологических извитостях выявлено не было, а значение градиента скоростных показателей в области деформации достоверно выше при ПИ, что отмечено и в других исследованиях [5], хотя ряд авторов продолжают ориентироваться на абсолютные цифры скорости кровотока в области извитости [7, 16–19].

Патологические деформации ВСА в большинстве случаев не приводили к появлению перфузионного дефицита в дистальном русле. Четких (как при гемодинамически значимых стенозах) соотношений между формой извитости, выраженностью нарушения кровотока внутри нее и степенью дистального перфузионного дефицита нами не получено, возможно, в результате достаточной коллатеральной и функциональной компенсации. В ряде исследований зависимости скоростных показателей кровотока по СМА от формы деформации ВСА также не получено [5]. Влияние на системную гемодинамику патологических деформаций в большей степени зависит от уровня системного артериального давления, а также от особенностей анатомического строения артериального круга большого мозга, что определяет возможность коллатеральной компенсации. Полученные нами данные совпадают с мнением других авторов [6, 9, 19, 20].

Важно отметить, что при определении показателей к хирургической коррекции деформированной артерии необходимо учитывать изменения индексов периферического сопротивления по СМА и резерва цереброваскулярной реактивности (преимущественно снижение резерва вазодилатации) в связи с тем, что снижения скоростных показателей кровотока по СМА и межполушарной асимметрии кровотока при транскраниальном ДС у большинства пациентов выявлено не было. Ряд авторов уделяют внимание изучению резерва цереброваскулярной реактивности при ПИ ВСА [1, 5], другие исследователи не приводят данные анализа резервов компенсации мозгового кровотока при оперативном лечении пациентов с деформациями ВСА [7, 19, 20].

Исследование пациентов в вертикальном положении известно в литературе применительно к венозной системе в связи с тем, что диаметр и площадь поперечного сечения вен значительно варьируют в зависимости от положения пациента: в вертикальном положении поперечное сечение яремных вен резко уменьшается, скорость кровотока усиливается, что затрудняет объективную

оценку венозного кровотока, которую предпочтительно проводить в горизонтальном положении [34]. Сведения об исследовании пациентов с ПИ МАШ в ортостазе и об анализе изменений формы извитости и гемодинамики в области деформации сонных и позвоночных артерий при вертикализации пациента в литературе не найдены.

Выводы

1. При УЗИ деформаций магистральных артерий шеи необходимо оценивать локальную гемодинамику в зоне извитости (градиент скоростных показателей в области деформации, турбулентный кровоток, снижение скорости кровотока дистальнее извитости на 20% и более по сравнению с проксимальным отделом артерии) и системную гемодинамическую значимость деформированной артерии (снижение индексов периферического сопротивления, наличие межполушарной асимметрии кровотока по СМА более 20%, снижение уровня цереброваскулярной реактивности).

2. При проведении ДС пациентам с деформациями артерий необходимо выполнять исследование в горизонтальном и вертикальном положении, учитывая изменения формы и гемодинамики в области извитости в ортостазе.

3. Результаты УЗИ должны сопоставляться с клиническими проявлениями деформаций (преходящие нарушения мозгового кровообращения, лакунарные инсульты, их развитие на фоне повышения системного артериального давления, синкопальные состояния).

4. Сочетание ультразвуковых критериев патологической деформации, специфичных клинических проявлений и отсутствия ортостатической трансформации формы извитости является показанием к хирургической коррекции измененного сосуда, поэтому большое значение имеет сотрудничество врачей ультразвуковой диагностики, неврологов и ангиохирургов.

Список литературы

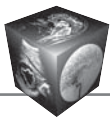
1. Хорев Н.Г. Патологическая извитость внутренней сонной артерии и ее хирургическое лечение: Автореф. дис. ... д-ра. мед. наук. Барнаул, 2000. 37 с.
2. Mumoli N., Cei M. Asymptomatic carotid kinking. *Circ. J.* 2008; 72 (4): 682–683.
3. Зиновьева Г.А. Патологические деформации магистральных артерий головы. *Клиническая неврология.* 2009; 4: 28–32.
4. Beigelman R., Izaguirre A.M, Robles M. et al. Are kinking and coiling of carotid artery congenital or acquired? *Angiology.* 2010; 61 (1): 107–112.
5. Лосик И.А. Значение ультразвуковых методов исследования в диагностике и выборе тактики лечения больных с патологической деформацией внутренней сонной артерии: Дис. ... канд. мед. наук. М., 2012. 112 с.



6. Соковнин И.Ю. Роль патологических деформаций каротидных и позвоночных артерий в патогенезе нарушений мозгового кровообращения при сочетанной патологии магистральных артерий головы (клинико-инструментальное исследование): Дис. ... канд. мед. наук. М., 2012. 149 с.
7. Казанчан П.О., Валиков Е.А. Патологические деформации внутренних сонных и позвоночных артерий. М.: МЭИ, 2005. 136 с.
8. Скворцова В.И., Евзельман М.А. Ишемический инсульт. Орел: Труд 2006. 404 с.
9. Казанцева И.В. Особенности клиники и неврологических проявлений патологической извитости магистральных артерий головы (клиника, патогенез и профилактика ишемических нарушений мозга): Дис. ... канд. мед. наук. М., 2008. 88 с.
10. Верещагин Н.В. Деформации магистральных артерий головы и их значение в развитии нарушений мозгового кровообращения в пожилом возрасте. Вестник АМН СССР. 1980; 10: 7–10.
11. Koskas F., Kieffer A., Kiffer E. et al. Loops and folds of the carotid and vertebral arteries: indication for surgery. J. Malad. Vascul. 1994; 19: 51–54.
12. Ladak H.M., Milner J.S., Steinman D.A. Rapid three-dimensional segmentation of the carotid bifurcation from serial MR images. J. Biomech. Eng. 2000; 122: 96–99.
13. Лобов М.А., Тараканова Т.Ю., Щербакова Н.Е. Врожденные патологические извитости внутренних сонных артерий. Российский педиатрический журнал. 2006; 3: 50–54.
14. Смирнова Ю.В., Куликов В.П., Суворова А.В., Смирнов К.В. Патологическая извитость внутренних сонных артерий у детей как проявление недифференцированной дисплазии соединительной ткани. Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. 2007; 86 (2): 40–43.
15. Смирнова Ю.В., Шульц Т.Е. Нарушения мозгового кровообращения при патологической извитости внутренних сонных артерий у детей. Неврологический журнал. 2007; 12 (2): 8–11.
16. Illuminati G., Calio F.G., Papaspyropoulos V. et al. Revascularization of the internal carotid artery for isolated, stenotic and symptomatic kinking. Arch. Surg. 2003; 138 (2): 192–197.
17. Ballotta E., Thiene G., Baracchini C. et al. Surgical medical treatment for isolated internal carotid artery elongation with coiling or kinking in symptomatic patients: A prospective randomized clinical study. J. Vasc. Surg. 2005; 42 (5): 838–846.
18. Стародубцев В.Б., Карпенко А.А., Альсов С.А. и др. Хирургическое лечение патологической извитости внутренней сонной артерии у пациентов с сосудисто-мозговой недостаточностью. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2009; 1: 58–61.
19. Покровский А.В., Белоярцев Д.Ф., Тимина И.Е., Адырхаев З.А. Клинические проявления и диагностика патологической деформации внутренней сонной артерии. Ангиология и сосудистая хирургия. 2011; 17 (3): 7–18.
20. Валиков Е.А. Диагностика, показания и методы хирургического лечения патологических деформаций внутренних сонных артерий: Дис. ... канд. мед. наук. М., 2003. 103 с.
21. Калитко И.М., Коваленко В.И., Березова Н.Ю. и др. Диагностика и хирургическое лечение патологической извитости внутренних сонных артерий. Ангиология и сосудистая хирургия. 2007; 13 (2): 89–94.
22. Каримов Ш.И., Турсунов Б.З., Суннатов Р.Д. и др. Диагностика и хирургическое лечение патологической деформации сонных артерий. Ангиология и сосудистая хирургия. 2010; 16 (4): 108–115.
23. Адырхаев З.А. Результаты хирургического лечения патологической деформации внутренней сонной артерии: Дис. ... канд. мед. наук. М., 2011. 136 с.
24. Куликова Н.И. Отдаленные результаты хирургического лечения патологической извитости внутренней сонной артерии у детей: Дис. ... канд. мед. наук. Барнаул, 2011. 141 с.
25. Баркаускас Э.М., Паулюкас П.А. Хирургическое лечение аномалий позвоночных артерий. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 1982; 9: 20–22.
26. Кандель Э.И., Метелкина Л.П., Переседов В.В. Хирургическое лечение деформаций экстракраниального отдела позвоночной артерии. Вопросы нейрохирургии. 1985; 6: 3–8.
27. Паулюкас П.А., Срейкус Л.К., Ряпачка А.А. Диагностика и хирургическое лечение аномалий позвоночных артерий. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 1990; 11: 10–15.
28. Метелкина Л.П. Хирургия аномалий и деформаций позвоночной артерии: Дис. ... д-ра мед. наук. М., 2000. 180 с.
29. Сокуренок Г.Ю., Горбунов Г.Н., Шнейдер Ю.А. Патологическая извитость сонных и позвоночных артерий: симптоматика, диагностика и хирургическое лечение: Учебное пособие. СПб.: СПбМАПО, 2001. 22 с.
30. Машковцев П.С. Ближайшие и отдаленные сравнительные результаты реконструктивных операций на сонных артериях, выполненных по различным показаниям: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2008. 26 с.
31. Illuminati G., Ricco J.B., Calio F.G. et al. Results in a consecutive series of 83 surgical corrections of symptomatic stenotic kinking of the internal carotid artery. Surgery. 2008; 143 (1): 134–139.
32. Del Corso L., Moruzzo D., Conte B. et al. Tortuosity, kinking, and coiling of the carotid artery: expression of atherosclerosis or aging. J. Angiology. 1998; 49 (5): 361–371.
33. Щедренок В.В., Чижова М.В., Могучая О.В. и др. Компьютерно-томографическая морфометрия и денситометрия при дегенеративных заболеваниях и остеопорозе позвоночника. СПб.: ЛОИРО, 2014. 124–127.
34. Шумилина М.В., Горбунова Е.В. Комплексная ультразвуковая диагностика нарушений венозного оттока. Клиническая физиология кровообращения. 2009; 3: 21–29.

References

1. Horev N.G. Pathological tortuosity of the internal carotid artery and its surgical treatment: Avtoref. dis. ... d-ra. med. nauk. Barnaul, 2000. 37 p. (In Russian)
2. Mumoli N., Cei M. Asymptomatic carotid kinking. Circ. J. 2008; 72 (4): 682–683.
3. Zinovieva G.A. Pathological deformation of the main arteries of the head. Klinicheskaya nevrologiya. 2009; 4: 28–32. (In Russian)



4. Beigelman R., Izaguirre A.M., Robles M. et al. Are kinking and coiling of carotid artery congenital or acquired? *Angiology*. 2010; 61 (1): 107–112.
5. Losik I.A. Value of ultrasonic methods in the diagnosis and choice of treatment in patients with pathological tortuosity of the internal carotid artery: Dis. ... kand. med. nauk. M., 2012. 112 p. (In Russian)
6. Sokovnin I.Yu. Role of pathological deformations of the carotid and vertebral arteries in the pathogenesis of cerebral circulatory disorders in comorbidity of major arteries of the head (clinical and instrumental examination): Dis. ... kand. med. nauk. M., 2012. 149 p. (In Russian)
7. Kazanchan P.O., Valikov E.A. Pathological deformations of the internal carotid and vertebral arteries. M., MEI, 2005. 136 p. (In Russian)
8. Skvortsova V.I., Evzelman M.A. Ischemic stroke. Orel: Trud, 2006. 404 p. (In Russian)
9. Kazantseva I.V. Clinical features and neurological manifestations of pathological tortuosity of the main arteries of the head (clinic, pathogenesis and prevention of ischemic disorders of the brain): Dis. ... kand. med. nauk. M., 2008. 88 p. (In Russian)
10. Vereshchagin N.V. Deformation of the main arteries of the head and their importance in the development of cerebral circulatory disorders in the elderly. *Vestnik AMN SSSR*. 1980; 10: 7–10. (In Russian)
11. Koskas F., Kieffer A., Kiffer E. et al. Loops and folds of the carotid and vertebral arteries: indication for surgery. *J. Malad. Vascul.* 1994; 19: 51–54.
12. Ladak H.M., Milner J.S., Steinman D.A. Rapid three-dimensional segmentation of the carotid bifurcation from serial MR images. *J. Biomech. Eng.* 2000; 122: 96–99.
13. Lobov M.A., Tarakanova T.Yu., Shcherbakova N.E. Congenital pathological tortuosity of the internal carotid arteries. *Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal*. 2006; 3: 50–54. (In Russian)
14. Smirnova Yu.V., Kulikov V.P., Suvorova A.V., Smirnov K.V. Pathological tortuosity of the internal carotid artery in children as a manifestation of undifferentiated connective tissue dysplasia. *Pediatrica. Zhurnal im. G.N. Speranskogo*. 2007; 86 (2): 40–43. (In Russian)
15. Smirnova Yu.V., Shults T.E. Disorders of cerebral circulation in pathological tortuosity of the internal carotid arteries in children. *Nevrologicheskiy zhurnal*. 2007; 12 (2): 8–11. (In Russian)
16. Illuminati G., Calio F.G., Papaspyropoulos V. et al. Revascularization of the internal carotid artery for isolated, stenotic and symptomatic kinking. *Arch. Surg.* 2003; 138 (2): 192–197.
17. Ballotta E., Thiene G., Baracchini C. et al. Surgical medical treatment for isolated internal carotid artery elongation with coiling or kinking in symptomatic patients: A prospective randomized clinical study. *J. Vasc. Surg.* 2005; 42 (5): 838–846.
18. Starodubtsev V.B., Karpenko A.A., Alsov S.A. et al. Surgical treatment of pathological tortuosity of the internal carotid artery in patients with cerebrovascular insufficiency. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya*. 2009; 1: 58–61. (In Russian)
19. Pokrovskiy A.V., Beloyartsev D.F., Timina I.E., Adyrkhaev Z.A. Clinical manifestations and diagnosis of pathological tortuosity of the internal carotid artery. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2011; 17 (3): 7–18. (In Russian)
20. Valikov E.A. Diagnosis, indications and methods of surgical treatment of pathological deformations of the internal carotid artery: Dis. ... kand. med. nauk. M., 2003. 103 p. (In Russian)
21. Kalitko I.M., Kovalenko V.I., Berezova N.Yu. et al. Diagnosis and surgical treatment of pathological tortuosity of the internal carotid arteries. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2007; 13 (2): 89–94. (In Russian)
22. Karimov Sh.I., Tursunov B.Z., Sunnatov R.D. et al. Diagnosis and surgical treatment of pathological deformation of the carotid arteries. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2010; 16 (4): 108–115. (In Russian)
23. Adyrkhaev Z.A. Results of surgical treatment of pathological deformation of the internal carotid artery: Dis. ... kand. med. nauk. M., 2011. 136 p. (In Russian)
24. Kulikova N.I. Remote results of surgical treatment of pathological tortuosity of the internal carotid artery in children. Dis. ... kand. med. nauk. Barnaul, 2011. 141 p. (In Russian)
25. Barkauskas Eh.M., Paulyukas P.A. Surgical treatment of anomalies of vertebral arteries. *Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 1982; 9: 20–22. (In Russian)
26. Kandel E.I., Metelkina L.P., Peresedov V.V. Surgical treatment of deformations of extracranial vertebral artery. *Voprosy neirokhirurgii*. 1985; 6: 3–8. (In Russian)
27. Paulyukas P.A., Srejkus L.K., Ryapyachka A.A. Diagnosis and surgical treatment of anomalies of vertebral arteries. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 1990; 11: 10–15. (In Russian)
28. Metelkina L.P. Surgery anomalies and deformations of the vertebral artery: Dis. ... d-ra med. nauk. M., 2000. 180 p. (In Russian)
29. Sokurenko G.Yu., Gorbunov G.N., Shnejder Yu.A. Pathological tortuosity of the carotid and vertebral artery disease: symptoms, diagnosis and surgical treatment: Manual. SPb.: SPbMAPO, 2001. 22 p. (In Russian)
30. Mashkovtsev P.S. Immediate and long-comparative results of reconstructive surgery on the carotid arteries, performed for various indications: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. SPb., 2008. 26 p. (In Russian)
31. Illuminati G., Ricco J.B., Calio F.G. et al. Results in a consecutive series of 83 surgical corrections of symptomatic stenotic kinking of the internal carotid artery. *Surgery*. 2008; 143 (1): 134–139.
32. Del Corso L., Moruzzo D., Conte B. et al. Tortuosity, kinking, and coiling of the carotid artery: expression of atherosclerosis or aging. *J. Angiology*. 1998; 49 (5): 361–371.
33. Shchedrenok V.V., Chizhova M.V., Moguchaya O.V. et al. CT-morphometry and densitometry in degenerative diseases and osteoporosis of the spine. SPb.: LOIRO, 2014. 124–127. (In Russian)
34. Shumilina M.V., Gorbunova E.V. Complex ultrasound diagnosis of disorders of the venous outflow. *Klinicheskaya fiziologiya krovoobrashcheniya*. 2009; 3: 21–29. (In Russian)