

ОСОБЕННОСТИ КТ-АНГИОГРАФИИ И ПОСТРОЕНИЯ 2D- И 3D-РЕКОНСТРУКЦИЙ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ИНТРАКРАНИАЛЬНЫМИ АНЕВРИЗМАМИ

^{1,2}Григорьева Е.В., ^{1,3}Полунина Н.А., ³Лукьяничков В.А., ^{1,3}Крылов В.В.

¹Федеральное государственное образовательное Учреждение высшего образования МГМСУ им. А.И. Евдокимова, Клинический медицинский центр, Москва

²Лечебно-диагностический центр «Патеро клиник», Москва

³Государственное бюджетное учреждение здравоохранения г. Москвы «Научно-исследовательский институт скорой помощи имени Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы»

Цель работы: описать особенности построения 2D и 3D реконструкций при КТ-ангиографии у пациентов с интракраниальными аневризмами в предоперационном периоде.

Материалы и методы: для оценки особенностей построения реконструкций проанализировали данные КТ-ангиографии пациентов со сложными аневризмами в период 2014—2017 гг. КТ-ангиографию проводили по стандартной методике и в расширенном объеме, с включением экстракраниального отдела сонных артерий.

Результаты: при построении реконструкций по данным КТ-ангиографии у пациентов с неразорвавшимися аневризмами необходимо учитывать анатомические особенности основания черепа и строения артериального круга большого мозга. Полученные реконструкции должны не только достоверно отображать особенности аневризмы, но и облегчать планирование хирургического вмешательства, в частности, определение хирургического доступа и объема операции.

Заключение: 2D- и 3D-реконструкция являются обязательным элементом при КТ-ангиографии интракраниальных артерий у пациентов с неразорвавшимися аневризмами и должны строиться с учетом возможного планирования хирургического вмешательства.

Ключевые слова: КТ-ангиография, аневризма

Objective: to describe the features of 2D and 3D reconstruction modelling based on CT-angiography at patients with intracranial aneurysms in preoperative period.

Material and methods: we analyzed data of CT-angiography of patients with complex cerebral aneurysms performed from 2014 till 2017 to estimate the features of their reconstruction. CT-angiography was performed in routine way and in extended volume including visualization of extracranial parts of brachiocephalic arteries.

Results: anatomical features of skull base and intracranial arteries must be taken into account during reconstructions based on CT-angiography data at patients with unruptured cerebral aneurysms. Obtained results must both provide accurate information about aneurysm and optimize the planning of surgical intervention including surgical approach and volume of operation.

Conclusion: 2D- and 3D-reconstructions are the obligatory during CT-angiography of intracranial arteries at patients with unruptured aneurysms for the preoperative planning taking into account the possible type of surgical intervention.

Key words: intracranial aneurysm, CT-angiography, 2D and 3D reconstruction

Одной из основных задач лучевой диагностики является получение информативных изображений за короткое время при минимальной эффективной дозе облучения. С целью соблюдения этого правила стандартная КТ-ангиография у пациента с подозрением на артериальную аневризму обычно проводится только на уровне основания черепа и проксимальных сегментов интракраниальных артерий от краниовертебрального перехода, часто не включая перикаллезную артерию и ее ветви. Количество контрастного препарата зависит от используемого оборудования и рекомендаций фирм-производителей, но обычно не превышает 100 мл йодсодержащего контраста, а скорость введения 3-4 мл/с.

Основные методы лечения аневризм — микрохирургическое клипирование и эндоваскулярное лечение. Преимущества и недостатки каждого из методов обсуждаются с момента их появления в клинической практике. Показания к каждому из методов напрямую зависят от индивидуальных особенностей анатомии

артериального круга большого мозга и самой аневризмы, от возраста пациента, сопутствующих патологий.

Клипирование шейки аневризмы считают основной методикой лечения, эффективность его составляет 92-96% при типичной локализации аневризмы переднего отдела артериального круга [1,2]. Выбор доступа планируют заранее и в ряде случаев проводят удаление части структур основания черепа (например, переднего наклонного отростка при переднелатеральных доступах). Сложная анатомия основания черепа создает риск повреждения черепных нервов во время операции (например, глазодвигательного нерва при клипировании аневризм внутренней сонной или базиллярной артерии). Операция может осложниться кровотечением из аневризмы или тромбозом мелких перфорирующих ветвей магистральных артерий с последующим ишемическим инфарктом.

Параллельно развитию открытой хирургии активно входит в практику эндоваскулярный метод.

После одобрения FDA в 1995 г. методики эндоваскулярного лечения аневризм получили более широкое распространение. Сегодня использование микрокатетеров, баллонов, потоковых стентов позволяет полностью исключить аневризму из кровотока в 77–80% случаев, что приближает эффективность метода к микрохирургическому вмешательству [1, 2]. Однако при выборе эндоваскулярного метода лечения необходима достоверная информация не только об анатомии самой аневризмы, но и о состоянии брахиоцефальных артерий, обеспечивающих доступ к аневризме. Помимо риска неполного исключения аневризмы из кровотока эндоваскулярное лечение может осложниться тромбозом либо диссекцией крупной интракраниальной артерии с развитием ишемии мозга.

Особенно сложным становится выбор тактики лечения у пациентов с гигантскими и сложными аневризмами, так как для их исключения используют как микрохирургический, так и эндоваскулярный методы, а также наложение сосудистых анастомозов между интракраниальными артериями и наружной сонной артерией (экстраинтракраниальный анастомоз — ЭИКА)[3, 4].

С учетом уровня развития современной нейрохирургии, цель КТ-ангиографии не ограничивается выявлением самой аневризмы. При подготовке к операции многоплоскостные и объемные реконструкции должны не только отражать анатомические особенности аневризмы и артериального круга большого мозга, но также давать информацию, помогающую выбрать тактику лечения и планировать операционный доступ.

В предоперационном периоде оптимально проведение КТ-ангиографии либо от дуги аорты, либо от уровня бифуркации общих сонных артерий, в зависимости от технических возможностей аппарата. Расширение области сканирования часто сопряжено с увеличением лучевой нагрузки и количества применяемого контраста, но необходимо для более точной оценки ампулярных отделов внутренних сонных артерий (ВСА), исключения стенозов и патологических деформаций сонных и позвоночных артерий, затрудняющих внутрисосудистый доступ к аневризме (рис. 1).

Современные компьютерные томографы позволяют оценивать брахиоцефальные и интракраниальные артерии в течение одного исследования, но в связи с большой областью сканирования конт-

растирование мелких интракраниальных артерий второго и третьего порядка может быть недостаточным. Поэтому для 64-срезовых КТ оптимальным будет проведение КТ-ангиографии от уровня VI-VII шейного позвонка с захватом не только всех интракраниальных артерий, но и костных структур черепа и мягких тканей. Скорость введения контрастного вещества в этом случае варьирует в зависимости от технических характеристик оборудования, но не менее 4 мл/с. Полученная таким образом ангиографическая серия толщиной среза 1 мм и менее не только позволяет построить качественные 3D-реконструкции, но может использоваться для навигации во время операции [5].

У пациентов с гигантскими аневризмами, помимо стандартных реконструкций сонных и позвоночных артерий, обязательна визуализация наружной сонной артерии и ее ветвей с целью выбора сосуда-донора в случае наложения экстраинтракраниального микроанастомоза (ЭИКА). Желательно также показывать уровень расположения бифуркации общей сонной артерии относительно угла нижней челюсти (рис. 2).

Одной из задач КТ-ангиографии у пациентов со случайно выявленными аневризмами в предоперационном периоде является определение риска разрыва аневризмы. Судить об этом можно по ряду признаков, включающих: размер аневризматического мешка (риск разрыва увеличивается при размере более 7 мм), наличие дивертикулов, соотношение высоты купола к диаметру шейки аневризмы (коэффициент шейки, для аневризм с высоким риском разрыва более 2,2) и к диаметру несущей артерии (коэффициент артерии, для аневризм с высоким риском разрыва более 2,05), наличие активной пульсации при 4D КТ-ангиографии (изменение объема аневризмы в систолу более чем на 30%) [6]. Большинство описанных параметров достоверно определяются на основании 2D MIP-реформаций, поэтому их построение у пациента с аневризмой является обязательным (рис.3).

На 3D-реконструкциях с костными структурами основания черепа необходимо показать особенности строения артериального круга мозга и его аномалии. В частности, у пациентов с частично либо полностью тромбированным просветом аневризмы необходимы дополнительные косые 2D-проекции для более детальной визуализации шейки аневризмы. Аналогичные проекции желательно строить в тех случаях, когда в

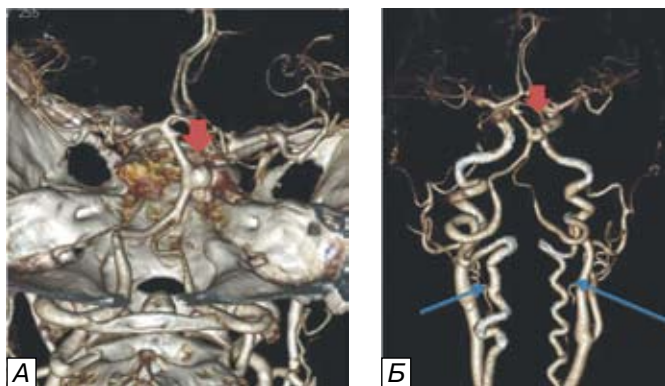


Рис. 1. КТ-ангиограммы пациентки Р., 82 лет. Аневризма средней трети базилярной артерии (короткая красная стрелка). При проведении стандартной КТ-ангиографии только интракраниальных артерий (А) не визуализируется в полном объеме выраженная S- и С-образная извитость обеих позвоночных артерий (Б, синие стрелки), которая может затруднять эндоваскулярное вмешательство.

Fig. 1. CT-angiography of patient P., 82 years old. Mid-basilar aneurysm (short red arrow). Routine CT-angiography of only intracranial arteries (A) does not allow visualizing the severe S- and C-form tortuosity of both vertebral arteries (B, blue arrows), which may trouble the endovascular treatment.



Рис. 2. КТ-ангиограммы пациента К., 58 лет. А — 3D-реконструкция демонстрирует высокое расположение бифуркации общей сонной артерии; Б — 3D-реконструкция, показывающая расположение ветвей наружной сонной артерии на стороне аневризмы — возможных доноров при наложении ЭИКМА (синие стрелки); В — 2D MIP, гигантская частично тромбированная аневризма левой внутренней сонной артерии (короткая стрелка).

Fig. 2. CT-angiography of patient K., 58 years old. A — 3D-reconstruction demonstrate the high position of bifurcation of common carotid artery; Б — 3D-reconstruction demonstrating the position of external carotid artery branches at the side of aneurysm — possible donors for STA-MCA bypasses (blue arrows); В — 2D MIP, giant partially thrombosed aneurysm of left carotid internal artery (short arrow).

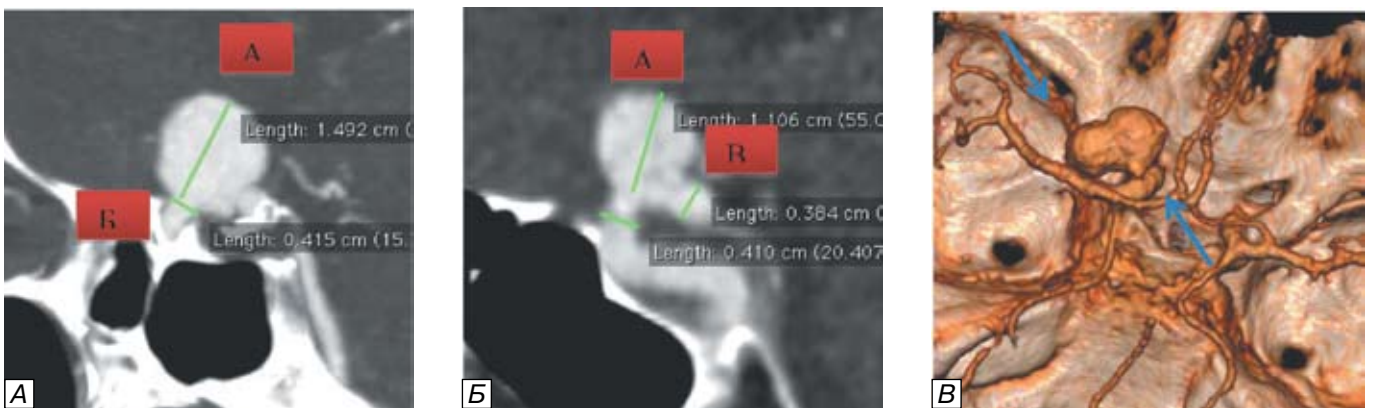


Рис. 3. Оценка факторов риска разрыва аневризмы с помощью данных КТ-ангиографии. А, Б — аневризма офтальмического сегмента внутренней сонной артерии, 2DMIP, сагиттальная плоскость: измерение коэффициента шейки (А/Б, в данном примере 3,3) и коэффициента артерии (А/В, в данном примере 2,7) свидетельствует о высоком риске разрыва аневризмы; В — 3D-реконструкция, аневризма офтальмического сегмента внутренней сонной артерии с 2 дивертикулами (указаны стрелками).

Fig. 3. The estimation of risk factors for aneurysm rupture using CT-angiography data. А, Б — ophthalmic aneurysm, 2DMIP, sagittal view: measurement of aspect ratio ($A/B = 3,3$) and size ratio ($A/B = 2,7$) that demonstrates the high rupture risk; В — 3D-reconstruction, ophthalmic aneurysm with 2 diverticles (arrows).

шейке аневризмы либо в стенке несущего сосуда визуализируется кальцинированная бляшка, деформирующая просвет (рис. 4).

У пациентов с аневризмами кавернозного и офтальмического сегментов внутренних сонных артерий на 3D-реконструкции с костными структурами аневризма часто не визуализируется, поэтому необходима субтракция костей основания черепа либо дополнительные 2D-построения, на которых будут видны взаимоотношения купола аневризмы с кавернозным синусом (его компрессия) и с глазной артерией (уровень отхождения относительно аневризмы) (рис. 5).

При построении реконструкций у пациента с аневризмой любой локализации важно показать особенности строения шейки аневризмы, что во многом помогает скорректировать план операции. При аневризмах так называемой параклиноидной лока-

лизации, особенно офтальмического сегмента ВСА, шейка может располагаться на уровне переднего наклоненного отростка либо ниже него, что требует передней клиноидэктомии по время операции (рис. 6).

Для пациентов с аневризмами коммуникантного отдела ВСА 3D-реконструкции оказываются ведущими потому, что не только наиболее достоверно демонстрируют положение аневризмы относительно переднего наклоненного отростка, но и помогают оценить уровень отхождения задней соединительной и передней хориоидальной артерий. Необходимо показать направление купола аневризмы в разных плоскостях, так как заднелатеральное положение купола часто свидетельствует о тесной связи аневризмы с наметом и возможности повреждения его во время операции. При гипоплазии задней соединительной артерии желательны дополнительные 2D-построения (рис. 7, 8).

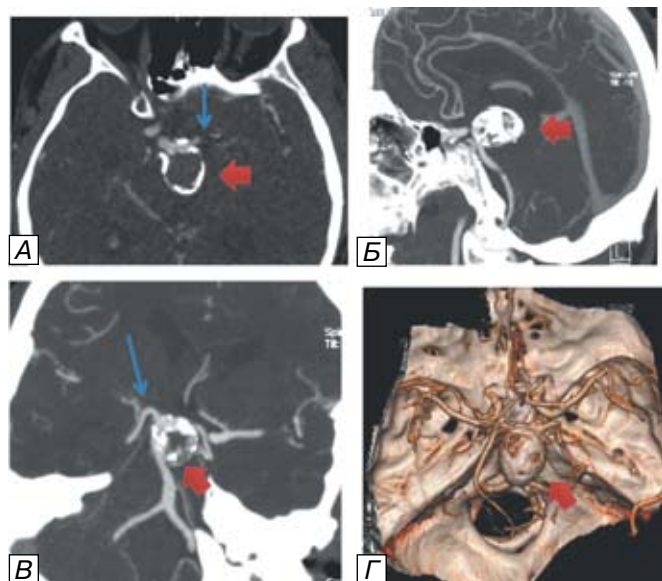


Рис. 4. КТ-ангиография пациента А., 44 г., тромбированная аневризма бифуркации базилярной артерии (короткая красная стрелка). Аксиальный срез (А) толщиной 1 мм наиболее убедительно показывает вовлечение в пришеечную часть аневризмы устья левой задней мозговой артерии (стрелка). 2D MIP в косых проекциях (Б,В) демонстрируют взаимоотношение аневризмы со спинкой турецкого седла (Б) и устье правой задней мозговой артерии (В, стрелка). На 3D-реконструкциях (Г) можно судить только о состоянии артериального круга мозга в целом, кальцинированная стенка аневризмы не позволяет достоверно оценить устья отходящих сосудов.

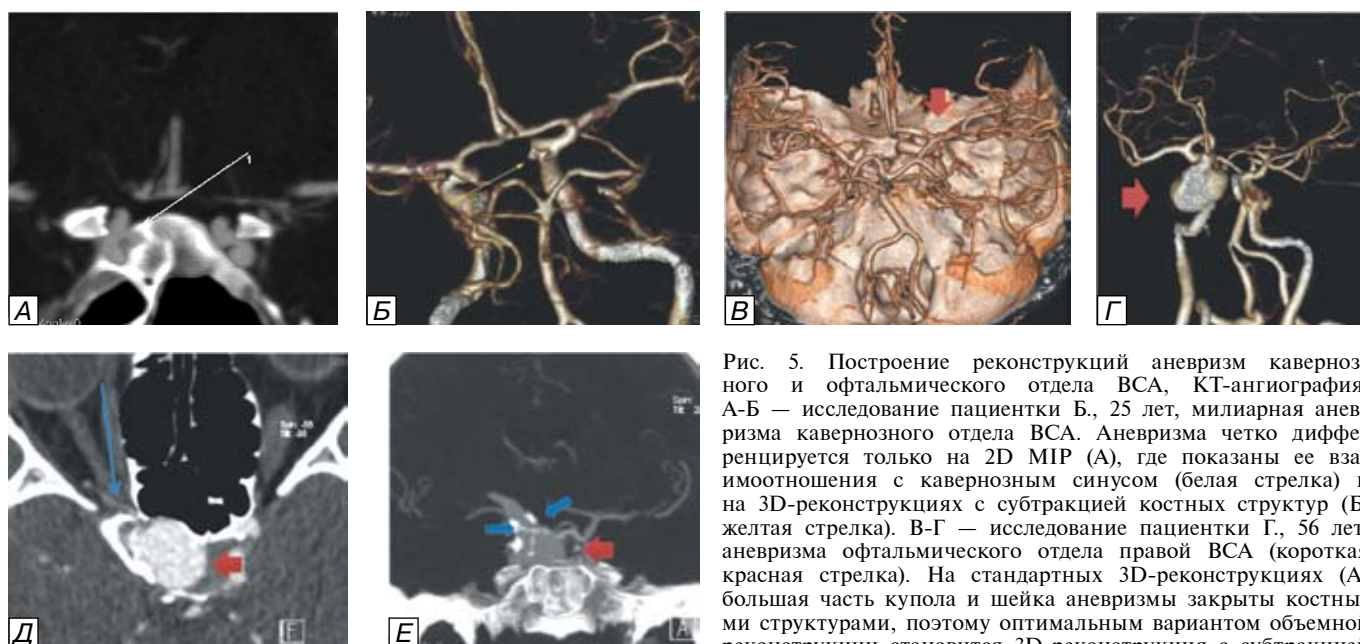


Рис. 5. Построение реконструкций аневризм кавернозного и офтальмического отдела ВСА, КТ-ангиография. А-Б — исследование пациентки Б., 25 лет, милиарная аневризма кавернозного отдела ВСА. Аневризма четко дифференцируется только на 2D MIP (А), где показаны ее взаимоотношения с кавернозным синусом (белая стрелка) и на 3D-реконструкциях с субтракцией костных структур (Б, желтая стрелка). В-Г — исследование пациентки Г., 56 лет, аневризма офтальмического отдела правой ВСА (короткая красная стрелка). На стандартных 3D-реконструкциях (А) большая часть купола и шейки аневризмы закрыты костными структурами, поэтому оптимальным вариантом объемной реконструкции становится 3D-реконструкция с субтракцией костных структур (Б), позволяющая оценить взаимоотношения аневризмы с прилежащими сосудами и показать форму шейки. Д-Е — исследование пациентки А., 56 лет, аневризма офтальмического сегмента правой ВСА (короткая красная стрелка), 2D MIP. В косой аксиальной проекции (Д) тонким срезом показан уровень отхождения правой глазной артерии от пришеечной части аневризмы (стрелка). В коронарной проекции (Е) хорошо видны массивные кальцинаты в стенке несущей артерии и в пришеечной части аневризмы (короткие синие стрелки).

Fig. 5. The creation of cavernous and ophthalmic aneurysms reconstructions, CT-angiography. А-Б — examination of patient Б., 25 years old, miliary cavernous aneurysm. Aneurysm is clearly seen only on 2D MIP scans (А), where its relationships with cavernous sinus (white arrow) is demonstrates as well as on 3D-reconstructions with subtraction of bony structures (Б, yellow arrow). В-Г — examination of patient Г., 56 years old, ophthalmic aneurysm of right ICA (short red arrow). The routine 3D-reconstruction (А) demonstrates that the most part of aneurysmal neck and dome are closed by bony structures that is why the optimal variant for reconstruction is 3D-reconstruction with subtraction of bony structures (Б), allowing estimating the relationship between aneurysm and surrounding vessels and demonstrating the aneurysmal neck. Д-Е — examination of patient А., 56 years old, right ophthalmic aneurysm (short red arrow), 2D MIP. The thin slice in oblique axial projection (Д) demonstrates the level of ophthalmic artery arising from aneurysmal neck (arrow). The coronal projection (Е) demonstrates massive calcinates in the wall of parent artery and aneurysmal neck (short blue arrows).

Во всех случаях 3D-реконструкции с костями основания черепа наиболее демонстративны в оценке направления купола аневризмы и возможного прилегания аневризмы к намету.

При выявлении аневризм бифуркации сред-

ней мозговой артерии основная задача 3D-реконструкций — показать уровень отхождения М2-ветвей левой средней мозговой артерии (СМА) и их взаимоотношения с аневризмой (рис. 9).

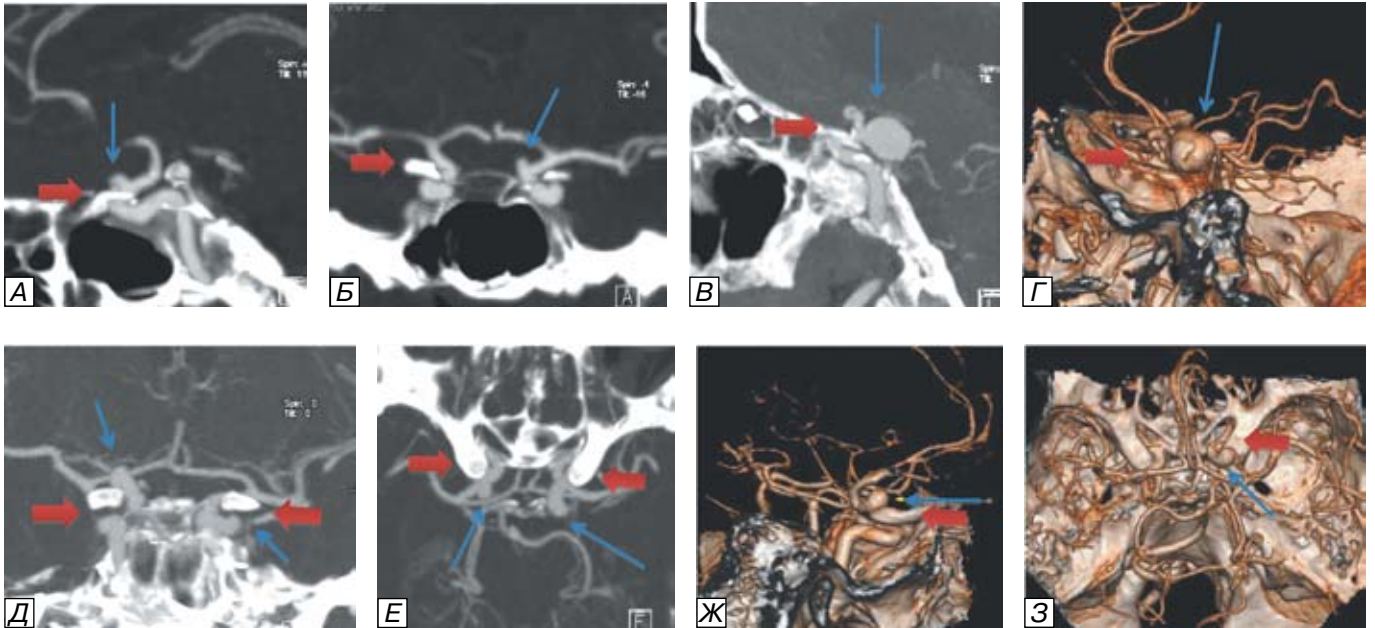


Рис. 6. Варианты расположения аневризмы относительно переднего наклоненного отростка (указан короткой красной стрелкой), КТ-ангиография. А-Б — милиарная аневризма офтальмического сегмента левой ВСА (стрелка), 2D MIP; В-Г — аневризма коммуникантного сегмента левой ВСА (стрелка), В — 2D MIP лучше показывает строение шейки аневризмы, Г — 3D-реконструкция демонстрирует положение аневризмы относительно переднего наклоненного отростка; Д-З — аневризмы офтальмических сегментов обеих ВСА (указаны стрелками): Д-Е — на 2D MIP достоверно показано направление купола каждой аневризмы и положение шейки относительно переднего наклоненного отростка; Ж-З — дополнительные 3D-реконструкции показывают положение аневризмы правой ВСА относительно переднего наклоненного отростка.

Fig. 6. The variant of aneurysm positioning in relation to anterior clinoid process (red short arrow), CT-angiography. А-Б — miliary aneurysm of left ophthalmic ICA (arrow), 2D MIP; В-Г — aneurysm of communicating segment of left ICA (arrow), В — 2D MIP is better for visualization of aneurysmal neck anatomy, Г — 3D-reconstruction shows the relationship between aneurysm and anterior clinoid process; Д-З — aneurysms of both ophthalmic ICAs (arrows): Д-Е — 2D MIP significantly demonstrate the direction of aneurysmal dome of each aneurysm and aneurysmal neck position in relation to anterior clinoid process; Ж-З — additional 3D-reconstruction of right ICA aneurysm shows the relationship between aneurysm and anterior clinoid process.

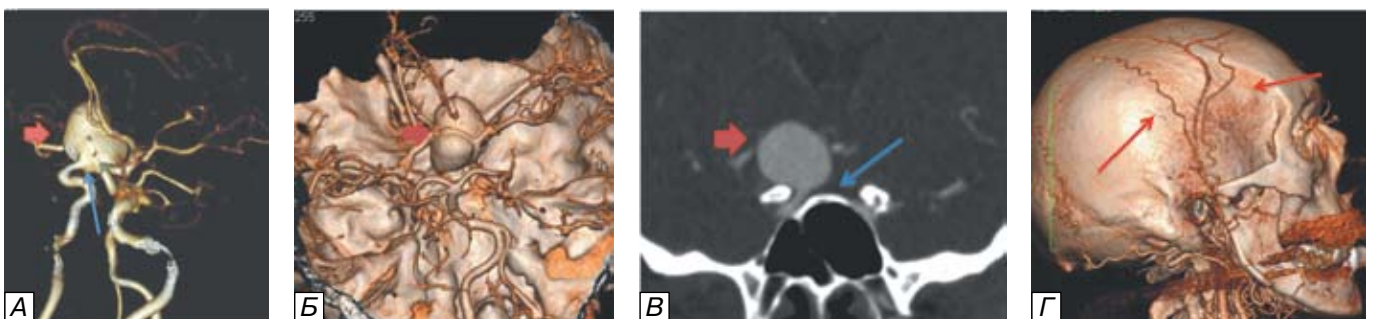


Рис. 7. Исследование пациентки В., 51 г., КТ-ангиография. Гигантская аневризма правой ВСА (указана короткой красной стрелкой). Сложность визуализации в том, что шейка аневризмы начинается в офтальмическом сегменте практически на уровне нижнего края переднего наклоненного отростка (стрелка), а купол расположен выше, в проекции коммуникантного сегмента, что незаметно на стандартных 3D-реконструкциях (Б), но хорошо видно в косои коронарной проекции 2DMIP (В) и на 3D-реконструкциях после субтракции костных структур (А). В случае диагностики гигантских и сложных аневризм желательно показать ход ветвей наружной сонной артерии со стороны аневризмы для оценки возможности ревазуляризации (красные стрелки).

Fig. 7. Examination of patient В., 51 years old, CT-angiography. Giant aneurysm of right ICA (short red arrow). The difficulties in aneurysm visualization are based on the follows facts: aneurysmal neck begins in ophthalmic segment of ICA at the level of inferior edge of anterior clinoid process (ACP) (arrow) and aneurysmal dome is above the ACP in the region of communicating segment that is invisible on routine 3D-reconstruction (Б), but these features are well seen in oblique coronal projection 2DMIP (В) and on 3D-reconstruction after subtraction of bony structures (А). The localization of external carotid artery branches (red arrows) is advisable to demonstrate in case of giant and complex aneurysm for possible revascularization surgery.

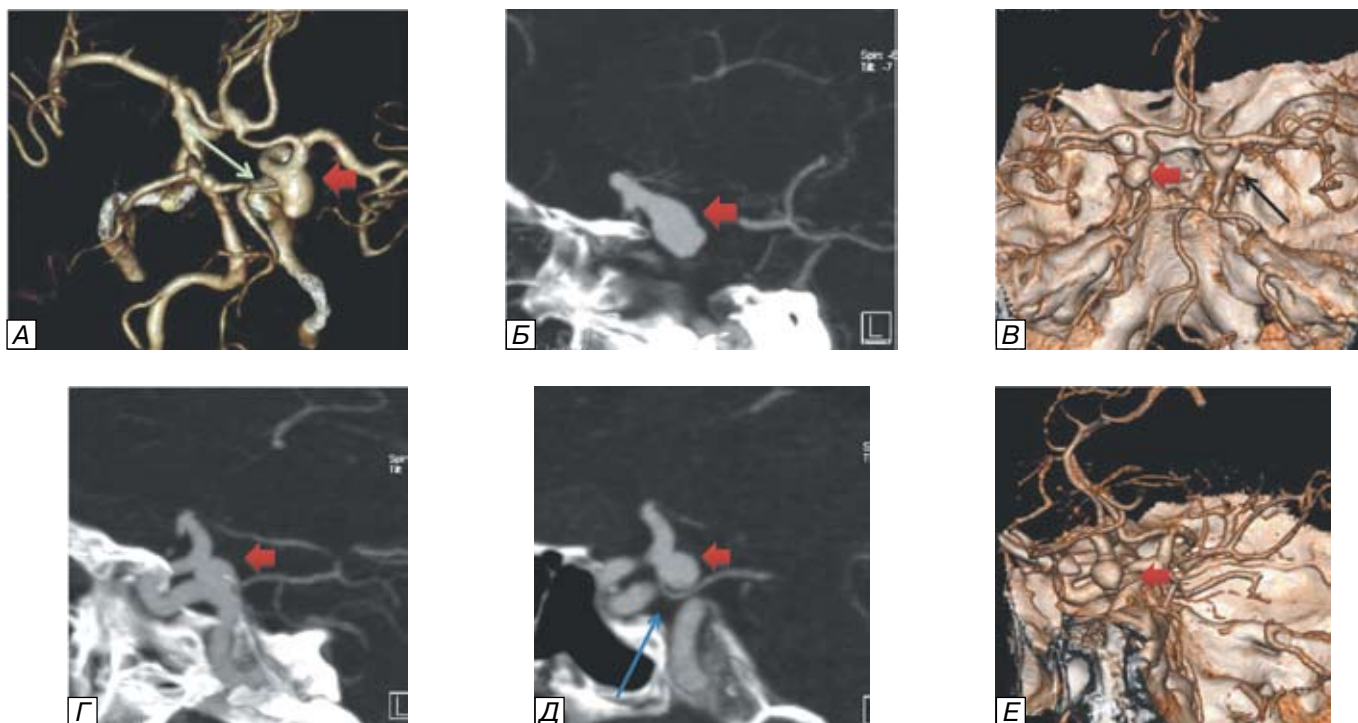


Рис. 8. Варианты реконструкций для аневризм коммунантного отдела ВСА (указаны короткими красными стрелками). А-Б — множественные аневризмы коммунантных отделов обеих ВСА, передней соединительной артерии, бифуркации базиллярной артерии. С помощью 3D-реконструкции (А) видно строение шейки аневризмы коммунантного отдела правой ВСА и устье отходящей от пришеечной части задней соединительной артерии (стрелка). 2D MIP (Б) показывает расположение аневризмы относительно переднего наклоненного отростка. В-Е — аневризма коммунантного отдела левой ВСА, инфундибулярное расширение устья задней соединительной артерии справа (стрелка), фетальный тип строения артериального круга большого мозга (обе задние соединительные артерии отходят от соответствующих ВСА). Стандартная 3D-реконструкция (В) демонстрирует особенности строения артериального круга мозга в целом, 2D MIP (Б) и 3D (Е) показывают положение аневризмы относительно переднего наклоненного отростка. Косая проекция 2D MIP (Д) позволяет увидеть уровень отхождения задней соединительной артерии от пришеечной части аневризмы (синяя стрелка).

Fig. 8. Variants of reconstruction for aneurysms of communicating segment of ICA (short red arrows). А-Б — multiple aneurysms of both communicating ICAs, anterior communicating artery, bifurcation of basilar artery. 3D-reconstruction (А) demonstrates the anatomy of neck of right communicating ICA aneurysm and orifice of posterior communicating artery arising from aneurysmal neck (arrow). 2D MIP (Б) shows the localization of aneurysm in relation to anterior clinoid process.

В-Е — aneurysm of left communicating ICA, infundibular extension of orifice of right posterior communicating artery (artery), fetal type of Willis circle (both posterior communicating arteries arise from the correspondent ICAs). Routine 3D-reconstruction (В) presents the features of circle of Willis in common, 2D MIP (Б) and 3D (Е) show the localization of aneurysm in relation to anterior clinoid process. Oblique projection 2D MIP (Д) allows demonstrating the level of PComA arising from aneurysmal neck (blue arrow). 3D-reconstructions with skull base structures are the most demonstrative for estimation of aneurysmal dome direction and possible contact of aneurysm with tentorium cerebelli in all cases.

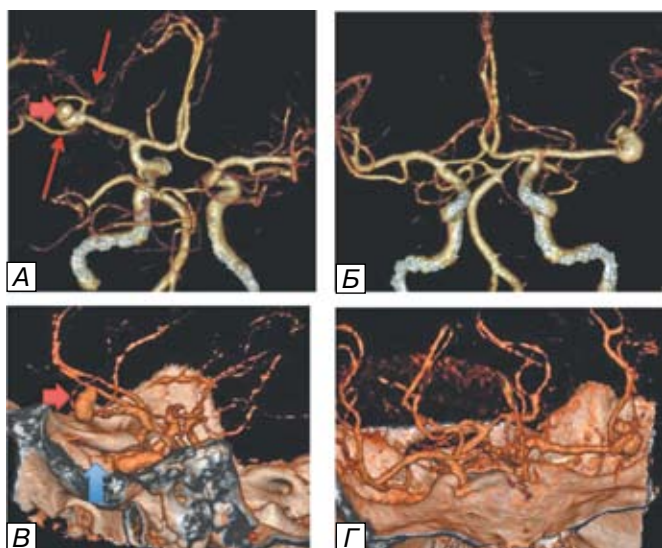


Рис. 9. КТ-ангиограммы пациентки О., 66 лет. Мешотчатая аневризма бифуркации левой СМА (короткая красная стрелка). На 3D-реконструкции с субтракцией костных структур (А,Б) видно, что М2-ветви левой СМА отходят от пришеечной части аневризмы (тонкие красные стрелки). 3D-реконструкция с костными структурами (В,Г) показывают взаимоотношение аневризмы с передним наклоненным отростком (короткая синяя стрелка).

Fig. 9. Ct-angiograms of patient O., 66 years old. Saccular aneurysm of left MCA bifurcation (short red arrow). 3D-preconstruction with bony structures subtraction shows (А,Б) that M2 segment of left MCA arise from aneurysmal neck (thin red arrows). 3D-reconstruction with bony structures (В,Г) demonstrates the relationship between aneurysm and anterior clinoid process (short blue arrow).

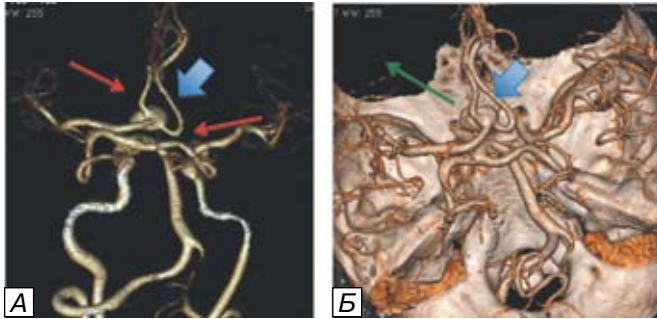


Рис. 10. КТ-ангиограммы пациентки А., 60 лет. Мешотчатая аневризма передней мозговой-передней соединительной артерии слева (короткая стрелка). На 3D-реконструкции с субтракцией костных структур (А) видно, что обе А2-ветви ПМА отходят от пришеечной части аневризмы (тонкие красные стрелки) на фоне аплазии А1-сегмента правой ПМА. Таким образом, можно сделать вывод о том, что аневризма заполняется слева. На 3D-реконструкции с костными структурами (Б) видно, что купол аневризмы развернут влево (направление указано зеленой стрелкой), что обуславливает выбор стороны доступа.

Fig. 10. CT-angiograms of patient A., 60 years old. Saccular aneurysm of anterior cerebral-anterior communicating artery at the left (short arrow). 3D-reconstruction with bony structures subtraction (A) clearly shows that both A2-branches of ACA arise from aneurysmal neck (thin red arrows) and the aplasia of A1 segment of right ACA. Thus we can conclude that aneurysm is filling from the left. 3D-reconstruction with bone structures (Б) demonstrate that aneurysmal dome directs to the left (direction is shown by green arrow), that influences on surgical approach side.

У пациентов с аневризмами передней мозговой-передней соединительной артерии (ПМА-ПСА) необходимо визуализировать точное направление купола аневризмы, показать положение шейки и

отходящие от нее сосуды, что помогает определить сторону операционного доступа. При гипоплазии А1-сегмента одной из передних мозговых артерий можно предположить сторону заполнения аневризмы (рис. 10).

Для пациентов с аневризмой перикаллезной артерии важны достоверная визуализация приводящего и отводящего сегментов несущей артерии, сторона и направление шейки и купола аневризмы, а также взаимоотношения аневризмы с лобной пазухой. В реконструкциях и в протоколе должно быть отражено состояние лобной пазухи (варианты развития, воспалительные изменения, опухоли и пр.), так как это может повлиять на выбор доступа (рис. 11).

У пациентов с аневризмами базилярной артерии (БА) прежде всего необходимо точно определить расположение шейки, чтобы отличить аневризму бифуркации БА от аневризмы Р1-сегмента задней мозговой артерии либо устья верхней мозжечковой артерии. Кроме того, нужно показать взаимоотношения аневризмы со спинкой турецкого седла и, если это возможно, с проекцией хода пути зрительного нерва со стороны шейки аневризмы (рис. 12). Для аневризм позвоночной артерии важным моментом реконструкций является определение положения устьев задних нижних мозжечковых артерий по отношению к аневризме, а также расстояние до края большого затылочного отверстия.

Большинство описанных требований к реконструкциям имеют значение для пациентов, которым планируется открытое вмешательство, поэтому в клиниках, практикующих микрохирургию аневризм, в качестве предоперационного метода обследования желательно использовать КТ-ангиографию, а в ряде случаев (при необ-

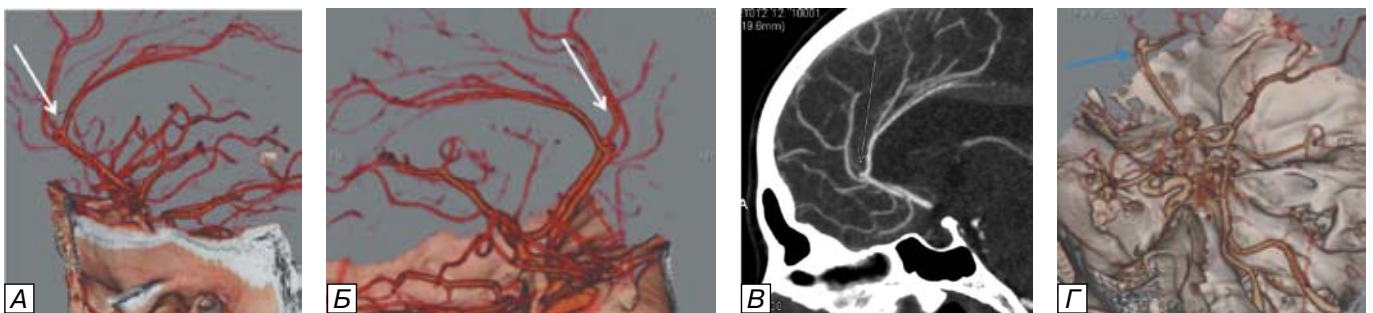


Рис. 11. Варианты реконструкций аневризм перикаллезной артерии. А-В — милиарная аневризма правой перикаллезной артерии (стрелка). На 3D-реконструкциях (А, Б) показаны несущая артерия и отходящие от пришеечной части сосуды, купол аневризмы оказывается повернутым влево. 2D MIP (Б) показывает состояние лобной пазухи и положение аневризмы относительно нее. Г, Д — множественные аневризмы бифуркации левой средней мозговой артерии, ПМА-ПСА справа, офтальмического сегмента левой ВСА и перикаллезной артерии слева (стрелка). На 3D-реконструкциях видна аномалия развития артериального круга мозга: гипоплазия правой передней мозговой артерии (короткая стрелка).

Fig. 11. Variants of reconstruction for aneurysms of pericallosal arteries. A-B — military aneurysm of right pericallosal artery (arrow). 3D-reconstruction (A, Б) demonstrates parent artery and branches arising from aneurysmal neck and direction of aneurysmal dome to the left. 2D MIP (Б) shows the condition of frontal sinus and localization of aneurysm in relation to frontal sinus. Г, Д — multiple aneurysms of left MCA aneurysm, right ACA-ACoA, left ophthalmic ICA and left pericallosal artery (arrow). 3D-reconstructions show the anomaly of Willis circle — hypoplasia of right anterior cerebral artery (short arrow).

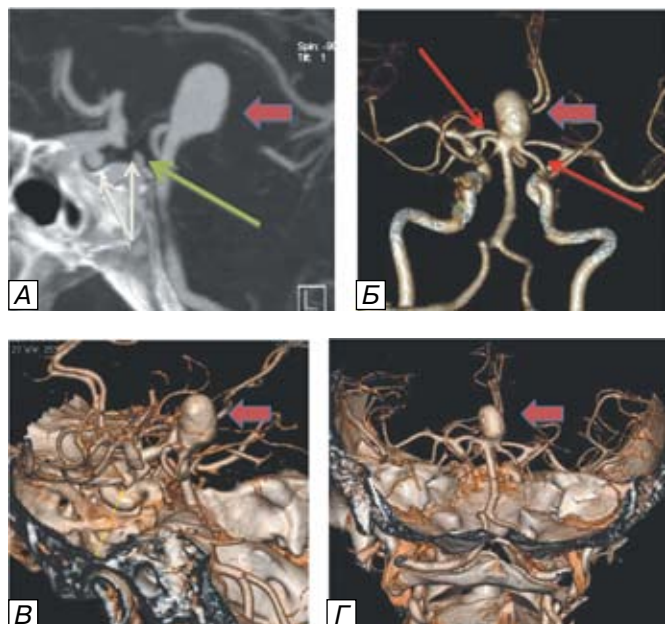


Рис. 12. КТ-ангиограммы пациентки Л., 68 лет. Множественные аневризмы коммуникантных отделов обеих ВСА (белые стрелки) и аневризма бифуркации БА (короткая красная стрелка). 2DMIP (А) демонстрирует расположение аневризмы БА относительно спинки турецкого седла (зеленая стрелка). На 3D-реконструкции с субтракцией костных структур (Б) видно, что обе ЗМА и одна из верхних мозжечковых артерий отходят от пришеечной части аневризмы (тонкие красные стрелки). 3D-реконструкции с костными структурами (В,Г) показывают положение аневризмы БА относительно большого затылочного отверстия.

Fig. 12. CT-angiograms of patient Л., 68 years old. Multiple aneurysms of communicating segments of both ICAs (white arrows) and aneurysm of basilar bifurcation (short red arrows). 2DMIP (A) demonstrates the localization of basilar bifurcation aneurysm in relation to dorsum sellae (green arrow). 3D-reconstruction with subtraction of bone structures (Б) shows that both PCAs and one of cerebellar arteries arise from aneurysmal neck (thin red arrows). 3D reconstruction with one structures (В,Г) demonstrates the localization of basilar bifurcation aneurysm in relation to foramen magnum.

ходимости проведения функциональных проб) дополняют исследование церебральной ангиографией, хотя это и приводит к увеличению лучевой нагрузки. При планировании внутрисосудистого доступа к аневризме достаточно проведения МР-ангиографии, что снижает лучевую нагрузку, так как в этом случае взаимоотношения аневризмы с прилежащими костными структурами играют меньшую роль.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Елена Владимировна Григорьева — кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог, ФБГОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова, КМЦ; e-mail: iara333@yahoo.com

Наталья Алексеевна Полунина — кандидат медицинских наук, с.н.с. отделения неотложной нейрохирургии и нейрореанимации ГБУЗ ДЗ г. Москвы НИИ СП им. Н.В. Склифосовского

Виктор Александрович Лукьянчиков — кандидат медицинских наук, зав. отделением неотложной нейрохирургии и нейрореанимации ГБУЗ ДЗ г. Москвы НИИ СП им. Н.В. Склифосовского

Владимир Викторович Крылов — д.м.н., профессор, академик РАН, Директор ФБГОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова, КМЦ, главный научный сотрудник отделения неотложной нейрохирургии и нейрореанимации ГБУЗ ДЗ г. Москвы НИИ СП им. Н.В. Склифосовского

ЛИТЕРАТУРА

1. Крылов В.В., Годков И.М. Хирургия аневризм головного мозга. М.: Новое время; 2011; 1: 23-35
2. Люнькова Р.Н., Крылов В.В. Сложные артериальные аневризмы головного мозга. Современная стратегия лечения. // Нейрохирургия. — 2015. — № 4. — С. 81-97
3. Нахабин О.Ю., Полунина Н.А., Лукьянчиков В.А., Крылов В.В. Методика наложения широкопросветного экстра-интракраниального анастомоза при гигантских аневризмах внутренней сонной артерии. // Нейрохирургия. — 2012. — № 4. — С. 57-65
4. Полунина Н.А. Реваскуляризирующие операции в хирургии аневризм сосудов головного мозга. // Нейрохирургия. — 2012. — № 1. — С. 82-87
5. Лукьянчиков В.А., Каландари А.А., Далибалдян В.А. и др. Возможность выполнения экстра-интракраниального микроанастомоза с использованием системы безрамной нейронавигации. // Нейрохирургия. — 2014. — № 2. — С. 66-72
6. Ferrari F. Wall motion at 4D-CT angiography and surgical correlation in unruptured intracranial aneurysms: a pilot study / F. Ferrari, L. Cirillo, F. Calbucci, F. Bartiromo, P. Ambrosetto, A. Fioravanti, M. Leonardi / J Neurosurg Sci. — 2016. — May 18

REFERENCES

1. Krylov V.V., Godkov I.M. Brain Aneurysm Surgery. Moscow, New Time, 2011. 1. P. 23-35 (in Russian)
2. Lyunkova R.N., Krylov V.V. Complex cerebral aneurysms. Current treatment strategy. Russian journal of neurosurgery. 2015. 4. P. 81-97 (in Russian)
3. Nakhabin O.Yu., Luk'yanchikov V.A., Polunina N.A., Krylov V.V. The Technique of Extra-Intracranial High-Flow Bypass Performance for Treatment of Patients with Giant Carotid Aneurysms. Russian Journal of Neurosurgery. 2012. No4. P. 57-65 (in Russian)
4. Polunina N.A. Revascularization surgery for cerebral aneurysms treatment. Russian journal of neurosurgery. 2012. 1. P. 82-87 (in Russian)
5. Lukyanchikov V.A., Kalandari A.A., Dalibaldyan V.A., Shestov E.V., Nakhabin O.Yu., Polunina N.A., Tokarev A.S., Senko I.V., Grigoryeva E.V., Khamidova L.T., Poroshina I.V. The performance of extracranial-intracranial bypass using the frameless neuronavigation system. Russian journal of neurosurgery. 2014. 2.P. 66-72 (in Russian)
6. Ferrari F. Wall motion at 4D-CT angiography and surgical correlation in unruptured intracranial aneurysms: a pilot study / F. Ferrari, L. Cirillo, F. Calbucci, F. Bartiromo, P. Ambrosetto, A. Fioravanti, M. Leonardi / J Neurosurg Sci. — 2016. — May 18