

ОСЛОЖНЕНИЯ ПРИ ЭНДОВАСКУЛЯРНОЙ ОККЛЮЗИИ АНЕВРИЗМ ГОЛОВНОГО МОЗГА В ОСТРОМ И ХОЛОДНОМ ПЕРИОДАХ СУБАРАХНОИДАЛЬНЫХ КРОВОИЗЛИЯНИЙ

М.Ю. Володюхин, А.Г. Алексеев, В.И. Данилов, Р.А. Быков, Н.Г. Шаяхметов, А.М. Немировский

ГАУЗ «Межрегиональный клинико-диагностический центр». Отделение рентгенхирургических методов диагностики и лечения, Казань 420087 ул. Карбышева, 12а.

Цель: приведен анализ характера, причин и частоты развития осложнений при выполнении рентгенэндоваскулярных окклюзий (РЭО) аневризм головного мозга в остром и холодном периоде субарахноидального кровоизлияния (САК).

Материалы и методы: В период с 01.12.2007 по 31.07.2012 в отделении рентгенхирургических методов диагностики и лечения ГАУЗ МКДЦ было выполнено РЭО аневризм головного мозга у 180 пациентов с апоплектической формой течения заболевания. В остром периоде САК (ОП САК) (сроки до 2 нед от эпизода САК) было прооперировано 74 пациента, в холодном периоде САК (ХП САК) — 106.

Результаты: Разрыв аневризм во время вмешательства наблюдали у 8 (10,8%) пациентов, оперированных в ОП САК и у 4 (3,7%) в ХП САК. Тромбоэмболические осложнения наблюдали у 11 (14,8%) в ОП САК и у 6 (5,6%) больных в ХП САК. Послеоперационная летальность в ОП САК составила 9,45%, в ХП САК — 0,94%.

Заключение. Риск развития геморрагических и тромбоэмболических осложнений при выполнении РЭО аневризм у пациентов в ОП САК выше, чем при выполнении данного вмешательства в ХП САК. Факторами риска разрыва аневризм во время эндоваскулярного вмешательства являлись локализация аневризмы в области передней мозговой-передней соединительной и средней мозговой артерии и размер аневризмы менее 4 мм. Тромбоэмболические осложнения чаще наблюдали у пациентов с локализацией аневризм в области ПМА-ПСА и размером аневризмы 5–10 мм.

Ключевые слова: субарахноидальное кровоизлияние, осложнения эмболизации аневризм головного мозга.

Objective: to describe and analyze the character, causes and frequency of various complications during endovascular occlusions (EVO) of cerebral aneurysms in acute and delayed periods of subarachnoid hemorrhage (SAH).

Materials and methods: We performed EVO at 180 patients with ruptured cerebral aneurysms from 01.12.2007 till 31.07.2012; among them 74 patients were operated on in acute period of SAH (AP of SAH) (within 2 weeks from aneurysm rupture) and 106 patients — in delayed period of SAH (DP of SAH).

Results: Aneurysm rupture during endovascular procedure was seen at 8 (10,8%) patients, operated on in AP of SAH and at 4 (3,7%) patients operated on in DP of SAH. The thromboembolic complications were seen at 11 (14,8%) patients in AP of SAH and at 6 (5,6%) patients in DP of SAH. The postoperative lethality was 9,45% in AP of SAH and 0,94% — in DP of SAH.

Conclusion. The risk for development of hemorrhagic and thromboembolic complications is higher during EVO of ruptured aneurysms at patients in AP of SAH comparing with the those in DP of SAH. The risk factors for aneurysms rupture during EVO were aneurysm localization on anterior cerebral-anterior communicating arteries (ACA-ACoA) and on middle cerebral artery as well as the aneurysm size less than 4 mm. The thromboembolic complications were more often seen at patients with ACA-ACoA aneurysms and aneurysm size within 5–10 mm.

Key words: subarachnoid hemorrhage, complications of endovascular embolization of cerebral aneurysms.

Частота развития субарахноидального кровоизлияния (САК) вследствие разрыва аневризм головного мозга варьирует от 6 до 16 на 100 тысяч населения в год, при этом кровоизлияние из аневризм особенно часто происходит у лиц молодого и трудоспособного возраста [1]. Учитывая высокий риск повторного кровоизлияния с высокой частотой развития неблагоприятных событий, современные рекомендации рекомендуют «выключать» из кровотока аневризму головного мозга в течение первых 72 часов от начала развития САК, при этом эндоваскулярное лечение у данной категории

пациентов имеет некоторое преимущество перед открытым хирургическим вмешательством [4].

Известно, что выполнение рентгенэндоваскулярной окклюзии (РЭО) разорвавшихся аневризм потенциально имеет выше риск развития осложнений в сравнении с выполнением данного вмешательства у бессимптомных пациентов [8]. В данной работе представлен анализ характера, причины и частота развития осложнений, с которыми мы столкнулись, выполняя РЭО разорвавшихся аневризм головного мозга в различные сроки от эпизода САК.

Материалы и методы

В период с 01.12.2007 г. по 31.07.2012 г. в отделении рентгенхирургических методов диагностики и лечения ГАУЗ МКДЦ было выполнено 254 РЭО аневризм головного мозга у 248 пациентов. Апоплексическую форму течения наблюдали у 180 (70,5%) пациентов. В остром периоде САК (ОП САК) (сроки до 2 нед от начала заболевания) прооперировано 74 пациента, а в холодном периоде САК (ХП САК) — 106. В ОП САК наиболее

Таблица 1 / Table 1

Характеристика прооперированных пациентов, анатомии прооперированных аневризм, характера и частоты осложнений / The characteristics of treated patients and the anatomy of operated aneurysms as well as the character and frequency of complications

Характеристика	Острый период САК (74 пациента)	Холодный период САК (106 пациентов)
	Абс., (%)	абс., (%)
Мужчины	29 (39 %)	47 (44,7%)
Женщины	45 (61%)	59 (55,3%)
Возраст	48 (18—77)	49 (23—76)
Локализация аневризм:		
Офтальмический	2 (2,7%)	14 (13,2%)
Супраклиноидный (комму- никантный, хориоидальный)	22 (29,6%)	32 (30,3%)
ПМА-ПСА	26 (35,2%)	21 (19,8%)
СМА	18 (24,4%)	18 (16,9%)
Вертебробазиллярный бассейн	6 (8,1%)	21 (19,8%)
Размер:		
До 4 мм	22 (29,7%)	22 (20,8%)
4—10 мм	48 (64,9%)	57 (53,7%)
10—15 мм	3 (4,1%)	22 (20,8%)
Более 15 мм	1 (1,3%)	5 (4,7%)
Степень эмболизации		
Тип А	30 (40,5%)	62 (58,5%)
Тип В	32 (43,2%)	36 (34,0%)
Тип С	12 (16,3%)	8 (7,5%)
Вид осложнения		
Разрыв аневризмы	8 (10,8%)	4 (3,7%)
Тромбоэмболические	11 (14,8%)	6 (5,6%)
Миграция спирали	2 (2,7%)	3 (2,8%)
Исходы осложнений		
Транзиторный неврологический дефицит	8 (10,81%)	8 (7,69%)
Грубый неврологический дефицит	5 (6,75%)	3 (2,83%)
Летальность, связанная с операцией	7 (9,45%)	1 (0,94%)
Общее количество осложнений	21 (28,3%)	13 (12,2%)

часто (35,2%) оперировали пациентов с локализацией аневризмы в области передней мозговой—передней соединительной артерии (ПМА-ПСА). В ХП САК аневризмы данной локализации встречались в 19,8% наблюдений. Частота оперативного вмешательства при аневризме среднемозговой артерии (СМА) составила 24,4% в ОП САК и 16,9% в ХП САК. Аневризмы внутренней сонной артерии (ВСА), супраклиноидной локализации наблюдали в 29,6% в ОП САК и в 30,3% в ХП САК. Аневризмы вертебробазиллярного бассейна встречали в ОП САК и ХП САК с частотой в 8,1 и 19,8% случаев соответственно (табл. 1).

У пациентов, оперированных в ОП САК, тяжесть состояния по шкале Hunt—Hess при поступлении соответствовала I степени у 5,8%, II степени — у 33,3%, III степени у 41,1% больных, IV степени — у 15,6%.

Операции выполняли на ангиографической установке Advantx (GE) или INNOVA3100 (GE). С целью профилактики тромбоэмболических осложнений всем пациентам проводили постоянное промывание, проводникового катетера и микрокатетера гепаринизированным физиологическим раствором. Пациентам в ХП САК перед началом процедуры вводили гепарин в дозе 7000—10000 ЕД до достижения активного времени свертывания (АСТ) 250—300 с, пациентам в ОП САК ге-

Таблица 2 / Table 2

Характеристика аневризм и причины их разрывов при выполнении РЭО / The character of aneurysms and causes of their rupture during EVO

Характеристика аневризм	Острый период САК (8 пациентов)	Холодный период САК (4 пациента)
Локализация аневризм:		
Офтальмический	0	1
Супраклиноидный (комму- никантный, хориоидальный)	0	1
ПМА-ПСА	5	0
СМА	3	1
Вертебробазиллярный бассейн	0	1
Размер:		
До 4 мм	5	1
5—10 мм	3	1
11—15 мм	0	1
Более 15 мм	0	1
Причины перфорации:		
Перфорация при катетери- зации	3	0
Разрыв при введении первой спирали	3	1
Разрыв при введении последней спирали	2	3
Летальность, связанная с операцией	6	1

парин вводили после установки первой спирали. Антиагрегантную терапию назначали только пациентам в ХП САК. Аспирин (100 мг) назначали пациентам с локализацией аневризмы в области ПМА-ПСА, при аневризмах с широкой шейкой и большими размерами. Двойную дезагрегантную терапию (аспирин и клопидогрель) назначали при планировании применения стент-ассистированного пособия. Для выполнения окклюзии применяли механически, гидравлически и электролитически отделяемые спирали. У пациентов в ОП САК в 96% случаев применяли «направленную» эмболизацию, без использования каких-либо стент-ассистированных пособий. В ХП САК «направленная» эмболизация использована у 71 (67%) пациента, стент- и баллон-ассистенция применена у 28 (26%) и у 4 (3,7%) пациентов соответственно, в трех наблюдениях применяли двухкатетерный метод эмболизации.

Для лечения констриктивной ангиопатии у 15 (20%) пациентов в ОП САК применяли химическую ангиопластику, а у 5 (6,6%) — баллонную ангиопластику СМА и базилярной артерии.

Таблица 3 / Table 3

Локализация аневризм, частота и причины тромбоэмболических осложнений / Aneurysms localization, the frequency and causes for thromboembolic complications

Характеристика	Острый период САК (11 пациентов)	Холодный период САК (6 пациентов)
Локализация аневризм:		
Офтальмический	0	0
Супраклиноидный (коммуникантный, хориоидальный)	1	2
ПМА-ПСА	7	2
СМА	1	1
Вертебробазилярный бассейн	2	1
Размер:		
До 4 мм	1	1
5–10 мм	9	1
11–15 мм	1	2
Более 15 мм	0	2
Причины тромбоэмболических осложнений		
Миграция спирали	1	2
Сложности с катетеризацией ветвей дуги аорты	3	1
Миграция тромба с микрокатетера	2	0
Миграция тромба из полости аневризмы, поверхности спиралей	3	2
Причина неизвестна	2	0
Резистентность к антиагрегантной терапии	0	1
Погрешности в приеме антиагрегантной терапии	0	2

Результаты

Тотальной эмболизации аневризм (Тип А) удалось достичь у 40,5% пациентов, оперируемых в ОП САК, и у 58,5% пациентов, оперируемых в ХП САК. Частота неполной эмболизации аневризм (тип В) составила 43,2% в ОП САК и 34,0% в ХП САК. Частичная эмболизация (Тип С) была достигнута в 16,3% в ОП САК и в 7,5% случаев в ХП САК (см. табл. 1).

Разрыв аневризм во время вмешательства наблюдали у 8 (10,8%) пациентов, оперируемых в ОП САК, и у 4 (3,7%) в ХП САК (см. табл. 1). Характеристика аневризм и причины их разрывов при выполнении РЭО представлены в табл. 2. Частота тромбоэмболических осложнений составила 11 (14,8%) наблюдений в ОП САК и 6 (5,6%) в ХП САК. Локализация аневризм, частота и причины развития тромбоэмболических осложнений представлены в табл. 3.

Грубый неврологический дефицит, связанный с осложнениями во время вмешательства, чаще наблюдали у пациентов, оперированных в ОП САК, чем в ХП САК, он составил 6,75 и 2,83% соответственно. Летальность после РЭО в ОП САК составила 9,45% (умерли 7 больных). В большинстве случаев (6 пациентов) летальность была связана с разрывом аневризм. При выполнении вмешательства в ХП САК летальный исход также был связан с разрывом аневризмы во время РЭО — одно (0,94%) наблюдение.

Обсуждение

Частота развития осложнений при выполнении РЭО аневризм головного мозга варьирует от 10 до 23% [5]. В нашей серии наблюдений у пациентов в ОП САК частота операционных осложнений была значительно выше, чем при выполнении вмешательства в ХП САК, и составила 28,3% и 12,2% соответственно. Наиболее грозными и часто встречающимися осложнениями были разрыв аневризм и тромбоэмболия.

Разрыв аневризм во время вмешательства наблюдали у 10,8% пациентов в ОП САК и у 3,7% пациентов в ХП САК. Наиболее часто разрыв аневризм, в ОП САК во время РЭО происходил при локализации аневризм в области ПМА-ПСА и несколько реже — при аневризмах СМА. У пациентов в ХП САК разрыв аневризм во время РЭО встречался одинаково часто при любой локализации аневризм. Ряд авторов также отмечают, что локализации аневризм в области ПМА-ПСА является фактором риска ее разрыва во время вмешательства. Так в работе Т. Nguyen и соавт. частота разрывов аневризм при РЭО составила 11,7%, более трети из них локализовались в области ПМА-ПСА [7].

Милиарный размер аневризм является еще одним фактором риска разрыва аневризм во время вмешательства в ОП САК. В нашем материале из 22 аневризм менее 4 мм разрыв аневризм во время РЭО наблюдали у 5 (22,7%) пациентов,

при этом частота разрыва аневризм диаметром от 5 до 10 мм составила 6,25%. В ХП САК частота разрыва аневризм во время РЭО не зависела от ее размера. По данным А. Schuette и соавт., частота разрыва при милиарном размере аневризм составила 13,5%, а у аневризм более 4 мм — 2,9% [10]. С. Lum и соавт. указывают, что риск разрыва у малых и средних аневризм составил 11,8 и 4,4% соответственно [8]. Ряд авторов отмечают, что причиной высокого риска разрыва милиарных аневризм является большое давление микрокатетера или спирали на стенку аневризмы во время вмешательства [8—11].

Согласно современным рекомендациям, при развитии данного осложнения необходимо выполнить инверсию гепарина внутривенным введением протамин сульфата и выполнить эмболизацию аневризмы. Ряд авторов указывают на успешное применение временной окклюзии артерии с применением баллонного катетера, а также окклюзии места разрыва клеевой композицией [5]. В нашей работе алгоритм борьбы с данным осложнением включал введение протамин сульфата и окклюзию аневризмы спиралями у всех пациентов. У двух пациентов мы применили временную окклюзию артерии баллонным катетером. В трех наблюдениях наблюдали самостоятельную остановку кровотечения вследствие развития выраженного спазма интракраниальных артерий.

Разрыв аневризмы во время вмешательства — серьезное осложнение, часто приводящее к летальному исходу. По нашим данным, частота летального исхода при разрыве аневризмы во время РЭО в ОП САК выше в сравнении с разрывом аневризмы в ХП САК — 6 и 1 пациент соответственно. В ОП САК разрыв аневризмы наиболее часто развивался при попытках катетеризации аневризмы или введении первой спирали. В ХП САК разрыв аневризмы чаще наблюдали при введении последней спирали, при попытке ее тугого заполнения, поэтому объем и тяжесть кровоизлияния в этих двух группах больных были различны. Разрыв аневризмы во время вмешательства приводит к летальному исходу у трети пациентов [10, 11].

По данным S. Bracard и соавт., частота развития тромбоэмболических осложнений составила 8,6%. У пациентов с разорвавшимися аневризмами данное осложнение встречалось в 13,7%, а у пациентов с неразорвавшимися аневризмами — в 3,8% случаев [4]. По мнению Y. Fujii и соавт., одной из причин увеличения числа тромбоэмболических осложнений в ОП САК является активное выделение тромбина и состояние гиперкоагуляции в результате повреждения сосудистой стенки, возникающие при разрыве аневризмы [7]. В нашей серии тромбоэмболические осложнения так же чаще наблюдали у пациентов в ОП САК, чем в ХП САК (14,8 и 6,6% соответственно). Наиболее часто тромбоэмболические осложнения в ОП САК встречались при локализации аневризмы в области ПМА-ПСА и базилярной артерии, а также при диаметре аневризм от 5 до 10 мм.

У пациентов в ХП САК закономерность частоты тромбоэмболических осложнений в зависимости от локализации аневризм не прослежена.

Причинами тромбоэмболических осложнений в ХП САК являлись, миграция спирали в просвет артерии (два пациента), миграция тромботических масс с поверхности спиралей при окклюзии больших аневризм с широкой шейкой, а также погрешности в приеме двойной дезагрегантной терапии при применении стент-ассистирующего пособия. У пациентов в ОП САК причины развития тромбоэмболических осложнений имели иной характер. Так, в трех наблюдениях дистальная эмболия возникла на этапе катетеризации ветвей дуги аорты (при сложном варианте строения дуги аорты третьего типа) и на этапе катетеризации полости аневризмы (при выраженной извитости ВСА). Образование и миграцию тромботических масс из полости аневризмы или клубка спиралей наблюдали у трех пациентов. В ОП САК у двух пациентов тромбоэмболические осложнения связаны с образованием и миграцией тромба с поверхности микрокатетера. У двух больных объяснить причину развития тромбоэмболического осложнения не удалось. Вероятно, некоторых из данных осложнений в ОП САК можно было бы избежать при применении адекватной антикоагулянтной и антиагрегантной терапии. В нашей серии наблюдений, так же, как и в работе ряда авторов, системную гепаринизацию проводили только после установки первой спирали в полость аневризмы [1, 2]. Основной причиной данного положения является высокий риск разрыва аневризмы при катетеризации аневризмы с усугублением объема кровоизлияния на фоне введения гепарина. В нашей серии из 8 пациентов, у которых произошел разрыв аневризмы во время РЭО, в ОП САК 6 больных умерли из-за массивного САК, несмотря на отсутствие введения гепарина. Другие авторы демонстрируют безопасность применения гепарина при выполнении РЭО аневризм у пациентов в ОП САК [14]. Поэтому вопрос о соотношении риска обширного кровоизлияния при применении гепарина в случае разрыва аневризмы и развития тромбоэмболических осложнений в отсутствие применения антикоагулянтов, на наш взгляд, требует дальнейшего изучения.

Для лечения тромбоэмболических осложнений мы применяли внутривенное введение блокаторов гликопротеиновых IIb/IIIa рецепторов (Монофрам — ЗАО «Фрамон») или Интегрелин (Schering-Plough Labo N.V.). У 2 пациентов из-за отсутствия эффекта от их использования проводили внутриаартериальный тромболизис с применением тканевого активатора плазминогена (Актилизе «Boehringer Ingelheim») в дозе 14 и 18 мг, а в 3 наблюдениях выполняли механическую реканализацию стент-ретривером. У 6 пациентов, несмотря на применение вышеописанных методов реканализации, эффективного восстановления кровотока не наблюдали, что явилось причиной грубой инвалидизации (в 5 наблюдениях) и летального исхода у 1 пациента.

Ряд авторов указывают на эффективное снижение частоты развития тромбоэмболических осложнений при назначении антиагрегантов, однако у пациентов в ОП САК их применение связано с высоким риском развития фатального кровоизлияния при разрыве аневризмы во время операции [12, 13]. В нашем исследовании антиагреганты мы назначали пациентам в ХП САК, аспирин — при локализации аневризмы в области ПМА-ПСА, при аневризмах с широкой шейкой и большими размерами. Двойную дезагрегантную терапию (аспирин, клопидогрель) назначали при применении стент-ассистирующего пособия.

Таким образом, риск развития осложнений при РЭО аневризм головного мозга в ОП САК выше, чем при выполнении данного вмешательства в «холодном» периоде. Однако при естественном течении заболевания риск повторного разрыва аневризмы в течение первых двух недель от первого эпизода САК составляет 15–27%, с риском развития летального исхода 70–75%. Поэтому согласно современным рекомендациям, аневризма должна быть исключена из кровотока в первые 72 ч от момента САК [6]. Учитывая высокий риск оперативного вмешательства в ОП САК, оперирующий хирург должен быть особенно внимателен и соблюдать все современные рекомендации при выполнении окклюзии аневризмы головного мозга у данной категории больных. Для профилактики тромбоэмболических осложнений необходимо устанавливать систему с гепаринизированным раствором для постоянного промывания эндоваскулярно вводимого инструментария. Катетеризацию ветвей дуги аорты и интракраниальных артерий следует выполнять с особой деликатностью. Особенная осторожность необходима при катетеризации полости аневризмы, надо стараться избегать касания ее стенок и особенно купола аневризмы. Оправдано применение первой спирали размерами чуть меньше диаметра аневризмы, используя при этом мягкий тип спирали, и в сомнительных случаях избегать плотной упаковки полости аневризмы.

Заключение

Результаты нашей работы показали, что риск развития геморрагических и тромбоэмболических осложнений при выполнении РЭО аневризм у пациентов в ОП САК выше, чем при выполнении данного вмешательства в ХП САК. Факторами риска разрыва аневризм во время РЭО являлись локализация аневризмы (ПМА-ПСА) и размер аневризмы менее 4 мм. Тромбоэмболические осложнения чаще наблюдали у пациентов с локализацией аневризм в области ПМА-ПСА и размере аневризмы 5–10 мм.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Володюхин Михаил Юрьевич — канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенхирургических методов диагностики и лечения ГАУЗ МКДЦ, e-mail: voloduckin@mail.ru

Алексеев Андрей Георгиевич — к.м.н., заведующий отделением нейрохирургии ГАУЗ МКДЦ,

Данилов Валерий Иванович — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой неврологии и нейрохирургии ФПК и ППС КГМУ,

Быков Роман Александрович — врач отделения рентгенхирургических методов диагностики и лечения ГАУЗ МКДЦ,

Шаяхметов Наиль Гумирович — врач отделения нейрохирургии ГАУЗ МКДЦ,

Немировский Александр Михайлович — к.м.н., врач отделения нейрохирургии ГАУЗ МКДЦ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кандыба Д.В., Бабичев К.Н., Савелло А.В. с соавт. // Патология кровообращения и кардиохирургия. — 2012. — № 3. — С. 29–33.
2. Хирургия аневризм головного мозга. // Под ред. Крылова В.В. — М., 2011. — Т.1. — С. 12.
3. Хирургия аневризм головного мозга. // Под ред. Крылова В.В. — М., 2011. — Т.3. — С. 132–168.
4. Bracard S., Abdel-Kerim A., Thuillier L., et al. Endovascular coil occlusion of 152 middle cerebral artery aneurysms: initial and midterm angiographic and clinical results. // J. Neurosurg. — 2010. — V. 112. — P.703–708.
5. Chen M. A checklist for cerebral aneurysm embolization complications. // J. Neuro. Intervent. Surg. — 2013. — V.5. — P.20–27.
6. Connolly S., Rabinstein A., Carhuapoma R., et al. Guidelines for the Management of Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. A guideline for healthcare professionals from the American heart association/American stroke association. // Stroke. — 2012. — V.43. — P.1711–1737.
7. Fujii Y, Takeuchi S, Sasaki O, et al. Hemostasis in spontaneous subarachnoid hemorrhage. // Neurosurgery. — 1995. — V.37. — P. 226–234.
8. Lum C., Narayanam S., Silva L., et al. Outcome in small aneurysms (<4 mm) treated by endovascular coiling. // J. NeuroIntervent. Surg. — 2012. — V.4. — P.196–198.
9. Nguyen T., Raymond J., Guilbert F., et al. Association of endovascular therapy of very small ruptured aneurysms with higher rates of procedure-related rupture. // J. Neurosurg. — 2008. — V.108(6). — P.1088–1092.
10. Schuette A., Hui F., Spiotta A., et al. Endovascular therapy of very small aneurysms of the anterior communicating artery: five-fold increased incidence of rupture. // Neurosurgery. — 2011. — V.68. — P.731–737.
11. Sluzewski M., Bosch J., Rooij W., et al. Rupture of intracranial aneurysms during treatment with Guglielmi detachable coils: incidence, outcome, and risk factors. // J. Neurosurg. — 2001. — V. 94(2). — P. 238–240.
12. Soeda A., Sakai N., Sakai H., et al. Thromboembolic events associated with Guglielmi detachable coil embolization of asymptomatic cerebral aneurysms: evaluation of 66 consecutive cases with use of diffusion-weighted MR imaging. // AJNR. — 2003. — V.24. — P.127–32.
13. Thorsten R., Jan-Hendrik B., Kucinski T., et al. Intravenous administration of acetylsalicylic acid during endovascular treatment of cerebral aneurysms reduces the rate of thromboembolic events. // Stroke. — 2006. — V.37. — P.1816–21.
14. Vance A., Jayaraman M., Dubel J., et al. Safety of intravenous heparin administration after endovascular treatment for ruptured intracranial aneurysms. // NeuroIntervent. Surg. — 2009. — V.1. — P.136–141.