

ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОПРОФИЛЬНЫХ СТЕНТОВ В ЭНДОВАСКУЛЯРНОМ ЛЕЧЕНИИ СЛОЖНЫХ АНЕВРИЗМ СОСУДОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА

В. С. Киселев, Р. Р. Гафуров, А. О. Соснов, А. М. Перфильев

ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Минздрава России (г. Новосибирск);
Россия, 630087 Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 132/1

Контакты: Виталий Сергеевич Киселев neuro-surgeon@yandex.ru

Введение. Совершенствование эндоваскулярного инструментария расширяет возможности лечения аневризм головного мозга. Применение низкопрофильных стентов позволяет выполнять операции в сложных случаях дистальных аневризм.

Цель исследования — оценка эффективности и безопасности хирургического лечения аневризм с применением низкопрофильных саморасширяющихся нитиноловых стентов.

Материалы и методы. В отделении сосудистой нейрохирургии с июня 2014 г. по декабрь 2016 г. с применением низкопрофильных стентов прооперированы 44 пациента с 45 аневризмами сосудов головного мозга.

Результаты. Выполнено 46 эндоваскулярных вмешательств: в заднем отделе артериального круга большого мозга стенты имплантированы в 30 (65,2 %) случаях, в переднем отделе — в 16 (34,8 %). Тотальная окклюзия (Raymond—Roy I) сразу после операции достигнута у 35 (83,3 %) больных, субтотальная (Raymond—Roy II) — у 7 (17,7 %). Исход лечения был благоприятным у 44 (97,7 %), неблагоприятным — у 1 (2,3 %) больной. Летальных исходов не было.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют о минимальной частоте осложнений, не превышающей риск таковых при естественном течении заболевания. Результаты контрольных ангиограмм в отдаленном периоде продемонстрировали стабильность тотально окклюзированных аневризм, минимальную частоту реканализации, а также повышение показателя радикальности субтотально эмболизированных аневризм.

Ключевые слова: аневризма, низкопрофильный стент, окклюзия аневризмы, эндоваскулярная хирургия

Для цитирования: Киселев В. С., Гафуров Р. Р., Соснов А. О., Перфильев А. М. Применение низкопрофильных стентов в эндоваскулярном лечении сложных аневризм сосудов головного мозга. *Нейрохирургия* 2018;20(1):49–55.

DOI: 10.17650/1683-3295-2018-20-1-49-55

Using of low-profile stents in the endovascular treatment of complex aneurysms of the brain

V.S. Kiselev, R.R. Gafurov, A.O. Sosnov, A.M. Perfil'ev

Federal Neurosurgical Center, Ministry of Health of Russia; 132/1 Nemirovicha-Danchenko St., Novosibirsk 630087, Russia

Introduction. Improvement of the endovascular equipment expands the possibilities in the treatment of complex aneurysms of the brain. The use of low-profile stents allowed performing operations on complex distal aneurysms. This publication assesses the effectiveness and safety of such operations.

Materials and methods. In the department of vascular neurosurgery for the period from June 2014 to December 2016 using low-profile stent, 44 patients with 45 aneurysms of cerebral vessels were operated.

Results. 44 patients with 45 cerebral aneurysms performed 46 endovascular interventions. Most stents were implanted in the posterior circulation — 30 (65.2 %), in the anterior circulation — 16 (34.8 %) patients. Total occlusion (Raymond—Roy I) immediately after surgery was achieved in 35 (83.3 %), subtotal (Raymond—Roy II) — 7 (17.7 %). A favorable outcome of treatment was obtained in 44 (97.7 %). An unfavorable result was obtained in 1 (2.3 %) patient. There was no mortality.

Conclusion. The results obtained may indicate the presence of a minimum incidence of complications that does not exceed the risk of a natural course of the disease. The results of control angiograms in the long-term period demonstrated the stability of totally occluded aneurysms, a minimal percentage of recanalization, and an increase in the rate of occlusion subtotal embolization of aneurysms.

Key words: aneurysm, low-profile stent, aneurysm occlusion, endovascular surgery

For citation: Kiselev V.S., Gafurov R.R., Sosnov A.O., Perfil'ev A.M. Using of low-profile stents in the endovascular treatment of complex aneurysms of the brain. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2018;20(1):49–55.

ВВЕДЕНИЕ

С момента внедрения в клиническую практику отделяемых микроспиралей эндоваскулярное лечение церебральных аневризм широко применяется как безопасная и эффективная альтернатива микрохирургическому клипированию [1–3]. Тем не менее эмболизация аневризм с широкой шейкой, а также сложной геометрией сопровождается высоким риском пролабирования и миграции микроспиралей в просвет несущей артерии, что приводит к развитию ишемических осложнений. На сегодняшний день одним из основных методов профилактики выпадения микроспиралей из аневризмы является стентирование, направленное на удержание микроспиралей в полости аневризмы в процессе их установки [4]. Кроме того, установка стента в просвет несущей артерии влияет на гемодинамику аневризмы, создавая условия для эндотелизации стента и снижая тем самым риск реканализации аневризмы.

В последние годы широкое распространение в лечении сложных аневризм получили низкопрофильные саморасширяющиеся нитиноловые стенты, в частности Low-profile Visualized Intraluminal Support Junior (LVIS Jr) (MicroVention-Terumo, США), которые совместимы с микрокатетером 0,017", что позволяет имплантировать их в артерии меньшего калибра, окклюзировать дистальные аневризмы [5, 6]. Несмотря на то, что в последнее время растет число публикаций, освещающих применение данных стентов, их эффективность и безопасность окончательно не доказаны.

Цель исследования – оценка ближайших и отдаленных результатов применения стентов LVIS Jr в лечении больных с аневризмами сосудов головного мозга.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В отделении сосудистой нейрохирургии ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Минздрава России с июня 2014 г. по декабрь 2016 г. с применением стентов LVIS Jr были прооперированы 44 пациента с 45 аневризмами сосудов головного мозга: 13 (29,5 %) мужчин, 31 (70,5 %) женщина, средний возраст – 50,4 года. Мешотчатые аневризмы диагностированы в 41 (91,1 %) случае, фузиформные – в 4 (8,9 %). Локализация и размер аневризм представлены в табл. 1.

Факторами, определяющими сложный характер аневризмы, являлись: неблагоприятные геометрические характеристики, в частности соотношение купол/шейка ≤ 2 определено в 36 (80 %) случаях, большой и гигантский размер – в 6 (13,3 %), а также локализация в вертебробазиллярном бассейне – в 29 (64,4 %), фузиформный тип – в 4 (8,9 %), вовлечение ветвей артерий в формирование шейки аневризмы – в 28 (62,2 %).

Заболевание манифестировало кровоизлиянием у 16 (36,3 %), появлением очаговых неврологических симптомов – у 4 (9,1 %), неспецифическими симптомами – у 24 (54,6 %) больных. Все больные были го-

Таблица 1. Локализация и размер аневризм сосудов головного мозга у пациентов, включенных в исследование

Table 1. Localization and size of cerebral aneurysm of patients

Показатель Indicator	Число случаев Number of cases	
	абс. abs.	%
Локализация: Localization:		
ПМА ACA	3	6,8
ПСА ACOM	4	9,1
развилка СМА MCA bifurcation	7	13,6
M1-сегмент СМА M1 segment MCA	2	4,6
развилка ОА BA bifurcation	15	34,1
ЗМА PCA	6	13,6
V2-сегмент ПА V2 segment VA	1	2,3
ВМА SCA	6	13,6
нижняя треть ОА lower third of BA	1	2,3
Размер: Size:		
≤ 5 мм ≤ 5 mm	3	6,7
6–14 мм 6–14 mm	36	80,0
15–24 мм 15–24 mm	4	8,9
≥ 25 мм ≥ 25 mm	2	4,4

Примечание. ВМА – верхняя мозжечковая артерия, ЗМА – задняя мозговая артерия, ОА – основная артерия, ПА – позвоночная артерия, ПМА – передняя мозговая артерия, ПСА – передняя соединительная артерия, СМА – средняя мозговая артерия.

Note. SCA – superior cerebellar artery, PCA – posterior cerebral artery, BA – basilar artery, VA – vertebral artery, ACA – anterior cerebral artery, ACOM – anterior communicative artery, MCA – middle cerebral artery.

спитализированы в плановом порядке и прооперированы в «холодном» периоде. Дооперационное состояние оценивали по модифицированной шкале Рэнкина (Modified Rankin Scale, mRS) (табл. 2).

Проводили дигитальную субтракционную ангиографию вертебробазиллярного и каротидного бассейнов. В последующем выполняли 3D-ротационную ангиографию для уточнения топографо-анатомических особенностей аневризмы, определения несущей артерии с обязательным измерением диаметра и углов отхождения дочерних ветвей.

Вмешательства осуществляли в условиях общей анестезии с использованием ангиографа Artis Zee (Siemens Healthineers, Германия). Применяли односторонний или двусторонний феморальный доступ. В большинстве случаев использовали направляющий катетер Chaperon 6F (MicroVention, США), имеющий

Таблица 2. Предоперационное состояние больных по модифицированной шкале Рэнкина, n = 44**Table 2.** Preoperative state of patients on the Modified Rankin Scale

Градация Gradation	Число случаев Number of cases	
	абс. abs.	%
0	28	63,6
1	11	25
2	4	9,1
3	1	2,3
4	0	0
5	0	0

внутренний просвет 0,071", что позволяло нам устанавливать одновременно 2 микрокатетера через 1 порт. В случае выраженной патологической извитости прецеребральных артерий использовали коаксиальную систему: интродьюсер IVA Long 6F (Balt Extrusion, Франция) или же шаттл Destination (Terumo, Япония) в сочетании с направляющим катетером дистального доступа FargoMax 6F (Balt Extrusion, Франция), также имеющим просвет 0,071". Стент имплантировали через микрокатетер Headway 17 (MicroVention, США). Второй микрокатетер устанавливали в аневризму методом jailing. Для проведения микрокатетера использовали проводники Traxcess 14 (MicroVention, США) или Chikai 10, 14 (Asahi, Япония). Максимально допустимым диаметром несущей артерии считали 3,5 мм, в связи с чем размер стентов LVIS Jг составлял 3,5 × 18 или 3,5 × 23 мм. При необходимости выполняли установку 2-го стента (телескопическое или Y-стентирование), используя тот же микрокатетер. Для контроля полноты раскрытия выполняли селективную ангиографию и интраоперационную в режиме DynaCT (Siemens Healthineers, Германия). Для окклюзии самой аневризмы применяли микроспираль. Упаковку полости аневризмы продолжали до полного прекращения затекания в нее контрастного вещества.

В ходе операции осуществляли системную гепаринизацию через направляющий катетер под контролем активированного времени свертывания (200–250 с) каждый час оперативного вмешательства. В случаях сложного стентирования гепаринизацию продолжали до 24 ч под контролем активированного частичного тромбопластинового времени.

Всем больным перед операцией назначали двойную дезагрегантную терапию (плавикс 75 мг и тромбоАСС 100 мг) за 5 сут до операции. Накануне операции анализировали агрегационную способность тромбоцитов. В случае резистентности к клопидогрелу больных переводили на тикагрелор (брилинта) в дозе 180 мг/сут в течение 3 сут до операции с последующим

повторным контролем агрегационной способности тромбоцитов. В послеоперационном периоде продолжали двойную дезагрегантную терапию (плавикс в дозе 75 мг или брилинта в дозе 180 мг в течение 6 мес и тромбоАСС в течение 12 мес).

Оценку результатов лечения проводили как в ближайшем периоде (непосредственно после операции), так и в отдаленном (через 6 мес). Ангиографические данные оценивали по шкале Raymond–Roy (Raymond–Roy Occlusion Classification) [7], выделяющей 3 основные градации окклюзии аневризмы (тотальная, субтотальная и частичная). Особое внимание уделяли интраоперационным осложнениям и техническим трудностям, связанным как с имплантацией стента, так и с последующей установкой микроспиралей. Для клинико-неврологической оценки состояния больных использовали модифицированную шкалу Рэнкина.

РЕЗУЛЬТАТЫ

У 44 больных с 45 церебральными аневризмами выполнено 46 эндоваскулярных вмешательств. Всего имплантировали 61 стент. Окклюзия микроспиралью с использованием техники jailing выполнена в 36 (78,2 %) случаях, через ячейку стента – в 4 (8,7 %) случаях. У 3 (6,5 %) больных стент имплантировали через двухпросветный баллон-катетер Scepter C после установки микроспиралей в аневризму. В 3 (6,5 %) наблюдениях установка стентов LVIS Jг предшествовала имплантации перенаправляющего поток стента. Варианты стентирования представлены в табл. 3.

Таблица 3. Виды стентирования несущей артерии**Table 3.** Types of stenting of the bearing artery

Вариант стентирования Variant of stenting	Число случаев Number of cases	
	абс. abs.	%
Одиночное Single	32	69,5
Y-стентирование Y-stenting	8	17,4
Поперечное Transverse	1	2,2
T-стентирование T-stenting	1	2,2
Телескопическое Telescopic	4	8,7

Большинство стентов были имплантированы в заднем отделе артериального круга большого мозга – у 30 (65,2 %), в переднем отделе они установлены у 16 (34,8 %) больных (табл. 4).

Тотальной окклюзии (Raymond–Roy I) сразу после операции достигли у 35 (83,3 %) больных,

Таблица 4. Распределение пациентов в зависимости от вида стентирования несущей артерии и локализации аневризмы, абс.

Table 4. Distribution of patients depending on the type of stenting of the bearing artery and localization of aneurysm, abs.

Локализация Localization	Одиночное стентирование Single stenting	У-стентирование Y-stenting	Поперечное стентирование Transverse stenting	Т-стентирование T-stenting	Телескопическое стентирование Telescopic stenting
ПМА ACA	2	—	1	—	—
ПСА ACOM	3	1	—	—	—
Развилка СМА MCA bifurcation	6	1	—	—	—
М1-сегмент СМА M1 segment MCA	1	—	—	—	1
Развилка ОА BA bifurcation	8	6	—	1	1
ЗМА PCA	4	—	—	—	2
V2-сегмент ПА V2 segment VA	1	—	—	—	—
ВМА SCA	6	—	—	—	—
Нижняя треть ОА Lower third of BA	1	—	—	—	—
Всего Total	32	8	1	1	4

Примечание. ВМА — верхняя мозжечковая артерия, ЗМА — задняя мозговая артерия, ОА — основная артерия, ПА — позвоночная артерия, ПМА — передняя мозговая артерия, ПСА — передняя соединительная артерия, СМА — средняя мозговая артерия.

Note. SCA — superior cerebellar artery, PCA — posterior cerebral artery, BA — basilar artery, VA — vertebral artery, ACA — anterior cerebral artery, ACOM — anterior communicative artery, MCA — middle cerebral artery.

субтотальной (Raymond—Roy II) — у 7 (17,7 %). У 4 больных радикальность после установки низкопрофильных стентов не оценивали, так как их установка была 1-м этапом имплантации перенаправляющего поток стента («стент в стент»).

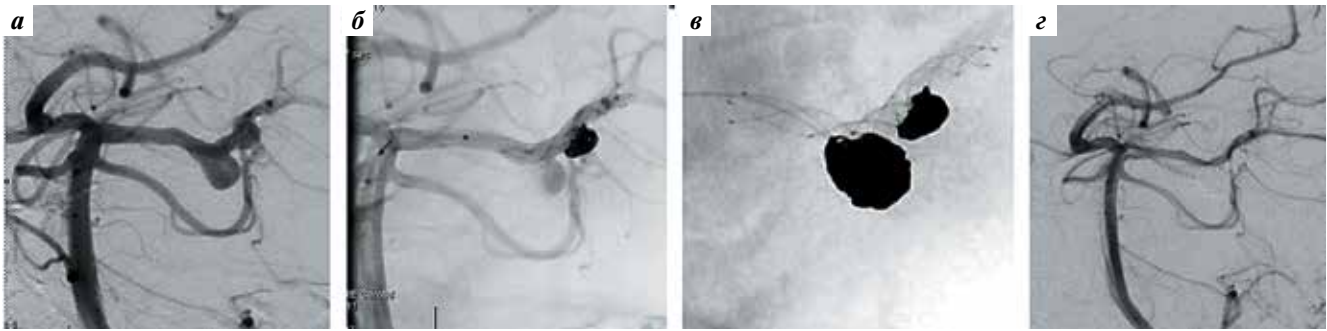
У 25 (54,3 %) больных выполнена контрольная ангиография через 6 мес, которая выявила тотальную окклюзию в 21 (84 %) случае. При сравнении ближайших результатов с отдаленными у 1 (4 %) больного обнаружены признаки реканализации аневризмы, у 2 (8 %) — улучшение (тотальная окклюзия аневризмы). На рисунке представлена ангиография больного с тандемными аневризмами задней мозговой артерии, у которого выполнено телескопическое стентирование с применением микроспиралей.

Оценку функционального исхода лечения к моменту выписки проводили по модифицированной шкале Рэнкина. Исход лечения был благоприятным (mRS 0–2) у 44 (97,7 %) больных, неблагоприятным — у 1 (2,3 %) больной. Летальных исходов не было (табл. 5).

Катамнез через 6 мес прослежен у 25 (54,3 %) больных, при этом ни у одного пациента не выявлено нарастания неврологического дефицита.

В 93,5 % случаев операция была технически успешна, т. е. произошло правильное позиционирование

и полное раскрытие стента. Среди технических осложнений следует указать недораскрытие стента в области острого угла отхождения магистральной артерии в 1 наблюдении, что было скорректировано баллонной постдилатацией, а также неполное перекрытие шейки аневризмы стентом, связанное с его недостаточной длиной, в 1 случае, что было исправлено телескопическим стентированием и последующей успешной окклюзией микроспиралами. Интраоперационные геморрагические осложнения наблюдались у 2 больных: у 1 (2,3 %) — интраоперационный разрыв аневризмы вследствие ее перфорации в ходе катетеризации микрокатетером (до имплантации стента), у 1 (2,3 %) — кровоизлияние в подкорковые структуры головного мозга (гипертоническое кровоизлияние), не связанное с зоной оперативного вмешательства. Интраоперационных ишемических и послеоперационных геморрагических осложнений не было. Ишемические послеоперационные осложнения возникли у 1 (2,3 %) пациентки, перенесшей интраоперационное гипертоническое кровоизлияние; они проявились тромбозом стентов на фоне снижения дозы двойной дезагрегантной терапии. Исход лечения этой больной неблагоприятный (mRS 5). Летальных исходов среди больных с осложнениями не было.



Результат телескопического стентирования с окклюзией микроспиралью множественных аневризм задней мозговой артерии (ангиография): а – мешотчатые аневризмы левой задней мозговой артерии до операции; б – полное раскрытие стентов Low-profile Visualized Intraluminal Support Junior (телескопическое стентирование) в просвете левой задней мозговой артерии с последующей окклюзией первой аневризмы (техника jailing); в – окклюзия обеих аневризм задней мозговой артерии (взаимоотношение микроспиралей и стентов); г – после операции аневризмы левой задней мозговой артерии не контрастируются, сохранена полная проходимость магистральной артерии

The result of telescopic stenting with occlusion by microspirals of multiple aneurysms of the posterior cerebral artery (angiography): а – saccular aneurysms of the left posterior cerebral artery prior to the operation; б – full opening of Low-profile Visualized Intraluminal Support Junior stents (telescopic stenting) in the lumen of the left posterior cerebral artery with followed by occlusion of the first aneurysm (jailing); в – occlusion of both aneurysms of the posterior cerebral artery (connection of microspirals and stents); г – after surgery the aneurysms of the left posterior cerebral artery do not contrast, full patency of the main artery is preserved

Таблица 5. Состояние больных к моменту выписки из стационара по модифицированной шкале Рэнкина, n = 44

Table 5. Condition of patients at the discharge time from hospital on the Modified Rankin Scale

Градация Gradation	Число случаев Number of cases	
	абс. abs.	%
0	31	70,4
1	8	18,2
2	4	9,1
3	0	0
4	0	0
5	1	2,3

ОБСУЖДЕНИЕ

Появление низкопрофильных стентов расширило возможности эндоваскулярного лечения аневризм. Уже первые работы продемонстрировали высокую степень радикальности окклюзии аневризмы и существенно более низкие показатели реканализации. Степень первичной окклюзии достигала от 54,6 до 83,7 % [5, 8]. Отмечено также повышение показателя радикальности в отдаленном периоде. Так, показатель Raymond–Roy I, составлявший после первичной окклюзии 54,6 %, в отдаленном периоде увеличился до 84,3 %, что обеспечивается за счет гемодинамической перестройки в области несущей артерии и эндотелизации стента [9]. Надо отметить и снижение частоты пришеечного заполнения аневризмы в отдаленном периоде по сравнению с первичной окклюзией (32,9 и 8,8 % соответственно) [10]. В наших наблюдениях мы также отметили улучшение результата по данным ангиографии в отдаленном периоде на 8 %.

Применение микрокатетера меньшего диаметра (0,017”) позволило упростить процесс катетеризации несущего сосуда, особенно при доступе к дистальным аневризмам. В ранних публикациях имелись указания на неполное раскрытие стентов, что в ряде случаев приводило к их тромбозу [11, 12]. Среди основных возможных причин обсуждались конструктивные особенности строения плетеного стента, которые в следующем поколении были полностью исправлены производителем. Правильная имплантация и полное раскрытие стента во многом зависят от опыта хирурга. Мы получили хороший технический результат в 93,5 %. В нашей работе не встретилось существенных технических сложностей, связанных с раскрытием стентов. В то же время в нескольких наблюдениях при наличии острого угла отхождения магистральной артерии в области аневризмы в процессе имплантации происходило неполное раскрытие стента в месте его перегиба. В 1 случае мы применили баллонную дилатацию, однако если видели неполное раскрытие стента в ходе имплантации, то отказывались от его установки и применяли другой метод эндоваскулярного вмешательства. В послеоперационном периоде стенозирование обусловлено в основном гиперплазией неоинтимы, особенно на фоне погрешностей в приеме дезагрегантов или даже полной ранней их отмены. Применение низкопрофильных стентов, на наш взгляд, позволяет снизить толщину гиперплазии интимы, что существенно при малом диаметре артерии.

Клинический результат лечения напрямую зависит от частоты интра- и послеоперационных осложнений. Так, в большинстве публикаций частота интраоперационных осложнений составляет от 1,4 до 7 %. Согласно данным литературы, наиболее часто встречаются тромбоэмболические осложнения – в 3–7 % случаев [13–15]. Отметим, что не все они приводят к развитию стойкого неврологического дефицита. F. Alghamdi и соавт.

сообщают, что осложнения имели место в 3 (7 %) случаях. При этом проходящая симптоматика наблюдалась у 2 (4,6 %) пациентов и регрессировала к моменту выписки из стационара [5]. В нашем исследовании частота ишемических осложнений составила 2,3 % и была обусловлена изменениями двойной дезагрегантной терапии. Геморрагические интраоперационные осложнения не были непосредственно связаны с установкой стентов, а были характерны для хирургического лечения аневризм в целом. Послеоперационных геморрагических осложнений не было.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты свидетельствуют о минимальной частоте осложнений, не превышающей риск естественного течения заболевания, при использовании низкопрофильных саморасширяющихся нитиноловых стентов в лечении аневризм сосудов головного мозга. Контрольная ангиография в отдаленном периоде продемонстрировала стабильность totally окклюзированных аневризм, минимальную частоту реканализации, а также повышение показателя радикальности субтотально эмболизированных аневризм.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Alshekhlee A., Mehta S., Edgell R.C. et al. Hospital mortality and complications of electively clipped or coiled unruptured intracranial aneurysms. *Stroke* 2010;41(7):1471–6. DOI: 10.1161/STROKEAHA.110.580647.
2. Brinjikji W., Rabinstein A.A., Nasr D.M. et al. Better outcomes with treatment by coiling relative to clipping of unruptured intracranial aneurysms in the United States, 2001–2008. *AJNR Am J Neuroradiol* 2011;32(6):1071–5. DOI: 10.3174/ajnr.A2453.
3. Molyneux A., Kerr R., Stratton I. et al. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised trial. *Lancet* 2002;360(9342):1267–74. PMID: 12414200.
4. White P.M., Lewis S.C., Gholkar A. et al. Hydrogel-coated coils versus bare platinum coils for the endovascular treatment of intracranial aneurysms (HELPS): a randomised controlled trial. *Lancet* 2011;377(9778):1655–62. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)60408-X.
5. Alghamdi F., Mine B., Morais R. et al. Stent-assisted coiling of intracranial aneurysms located on small vessels: midterm results with the LVIS Junior stent in 40 patients with 43 aneurysms. *Neuroradiology* 2016;58(7):665–71. DOI: 10.1007/s00234-016-1668-z.
6. Feng Z., Zhang L., Li Q. et al. Endovascular treatment of wide-neck anterior communicating artery aneurysms using the LVIS Junior stent. *J Clin Neurosci* 2015;22:1288–91.
7. Raymond J., Guilbert F., Weill A. et al. Long-term angiographic recurrences after selective endovascular treatment of aneurysms with detachable coils. *Stroke* 2003;34(6):1398–403. DOI: 10.1161/01.STR.0000073841.88563.E9.
8. Zhang X., Zhong J., Gao H. et al. Endovascular treatment of intracranial aneurysms with Lvis Jr device: a systematic review. *J Neurointerv Surg* 2017;9(6):553–7. DOI: 10.1136/neurintsurg-2016-012403.
9. Canton G., Levy D.I., Lasheras J.C. Hemodynamic changes due to stent placement in bifurcating intracranial aneurysms. *J Neurosurg* 2005;103(1):146–55. DOI: 10.3171/jns.2005.103.1.0146.
10. Kono K., Terada T. Hemodynamics of 8 different configurations of stenting for bifurcation aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 2013;34:1980–6.
11. Aydin K., Arat A., Sencer S. et al. Stent-assisted coiling of wide-neck intracranial aneurysms using Low Profile LEO Baby stents: initial and midterm results. *AJNR Am J Neuroradiol* 2015;36(10):1934–41. DOI: 10.3174/ajnr.A4355.
12. Poncyłjusz W., Biliński P., Safranow K. et al. The LVIS/LVIS Jr. stents in the treatment of wide-neck intracranial aneurysms: multicentre registry. *J Neurointerv Surg* 2014;7(7):524–9. DOI: 10.1136/neurintsurg-2014-011229.
13. King B., Vaziri S., Singla A. et al. Clinical and angiographic outcomes after stent-assisted coiling of cerebral aneurysms with Enterprise and Neuroform stents: a comparative analysis of the literature. *J Neurointerv Surg* 2015;7(12):905–9. DOI: 10.1136/neurintsurg-2014-011457.
14. Nishido H., Piotin M., Bartolini B. et al. Analysis of complications and recurrences of aneurysm coiling with special emphasis on the stent-assisted technique. *AJNR Am J Neuroradiol* 2014;35(2):339–44.
15. Piotin M., Blanc R., Spelle L. et al. Stent-assisted coiling of intracranial aneurysms: clinical and angiographic results in 216 consecutive aneurysms. *Stroke* 2010;41(1):110–5. DOI: 10.1161/STROKEAHA.109.558114.

Вклад авторов

В.С. Киселев: получение данных для анализа, анализ полученных данных, написание текста статьи;

Р.Р. Гафуров: получение данных для анализа;

А.О. Соснов: обзор публикаций по теме рукописи;

А.М. Перфильев: обзор публикаций по теме рукописи.

Authors' contributions

V.S. Kiselev: obtaining data for analysis, analysis of the obtained data, article writing;

R.R. Gafurov: obtaining data for analysis;

A.O. Sosnov: reviewing of publications of the article's theme;

A.M. Perfil'ev: reviewing of publications of the article's theme.

ORCID авторов

В.С. Киселев: <https://orcid.org/0000-0002-7406-9874>

Р.Р. Гафуров: <https://orcid.org/0000-0003-4767-9906>

А.О. Соснов: <https://orcid.org/0000-0002-1325-8460>

А.М. Перфильев: <https://orcid.org/0000-0002-4065-5736>

ORCID of authors

V.S. Kiselev: <https://orcid.org/0000-0002-7406-9874>

R.R. Gafurov: <https://orcid.org/0000-0003-4767-9906>

A.O. Sosnov: <https://orcid.org/0000-0002-1325-8460>

A.M. Perfil'ev: <https://orcid.org/0000-0002-4065-5736>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Информированное согласие. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Informed consent. All patients gave written informed consent to participate in the study.

Статья поступила: 14.10.2017. **Принята к публикации:** 15.01.2018.

Article received: 14.10.2017. **Accepted for publication:** 15.01.2018.