

<https://doi.org/10.29296/25877305-2022-12-11>

Непосредственные и отдаленные результаты двух способов эверсионной каротидной эндартерэктомии

А.В. Яриков¹⁻⁴, кандидат медицинских наук,
И.И. Смирнов²,
А.С. Мухин⁵, доктор медицинских наук, профессор,
А.Э. Клецкин⁵, доктор медицинских наук, профессор,
В.Г. Лютиков³, доктор медицинских наук, профессор,
В.Л. Сергеев⁶,
А.П. Фраерман², доктор медицинских наук, профессор,
К.С. Липатов¹, кандидат медицинских наук,
М.В. Остапюк⁵, **С.И. Столяров**⁴, **Е.А. Муравина**⁴,
М.К. Хасянов⁴, **А.И. Пономарева**⁴, **Е.Ф. Комкова**⁴,
Т.О. Телешова⁴, **С.П. Нестеренко**⁴, **А.А. Шигорина**⁷,
И.А. Залетова⁷, **В.А. Левшаков**⁸, **Н.И. Абрамычев**⁹

¹Приволжский окружной медицинский центр Федерального медико-биологического агентства России, Нижний Новгород

²Городская клиническая больница №39, Нижний Новгород

³Городская клиническая больница №1, Нижний Новгород

⁴Центральная городская больница, Арзамас

⁵Приволжский исследовательский медицинский университет Минздрава России, Нижний Новгород

⁶Федеральный Сибирский научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства России, Красноярск

⁷Лысковская центральная районная больница, Лысково

⁸Центральная медико-санитарная часть №50 Федерального медико-биологического агентства России, Саров

⁹Семеновская центральная районная больница, Семенов

E-mail: anton-yarikov@mail.ru

Цель. Изучить ближайшие и отдаленные результаты нового модифицированного способа эверсионной каротидной эндартерэктомии (ЭКЭАЭ).

Материал и методы. В зависимости от вида оперативного лечения пациенты были разделены на 2 группы: основная (n=61) – пациентам проводилась ЭКЭАЭ по методу В.Л. Сергеева и соавт.; группа сравнения (n=89) – пациентам проводилась ЭКЭАЭ по методу R. Клепу. Проведена оценка ближайших и отдаленных результатов двух способов ЭКЭАЭ.

Результаты. В ближайшем послеоперационном периоде не выявлено преимуществ какого-либо из способов ЭКЭАЭ. При этом в отдаленном послеоперационном периоде частота развития нелетального ишемического инсульта на стороне операции в основной группе (ЭКЭАЭ по В.Л. Сергееву) составила 0%, в группе сравнения – 7,1%; частота формирования рестеноза внутренней сонной артерии – 1,7 и 11,7% соответственно (p<0,05). Также проведена оценка двух способов реконструкции методом математического моделирования кровотока.

Заключение. Новый способ ЭКЭАЭ (по В.Л. Сергееву) показал свою безопасность и эффективность в ближайшем и отдаленном послеоперационном периоде. Таким образом, можно рекомендовать его широкое применение в практической медицине.

Ключевые слова: хирургия, каротидная эндартерэктомия, эверсионная каротидная эндартерэктомия, магистральные артерии мозга, внутренняя сонная артерия, реконструкция сонных артерий, математическое моделирование кровотока.

Для цитирования: Яриков А.В., Смирнов И.И., Мухин А.С. и др. Непосредственные и отдаленные результаты двух способов эверсионной каротидной эндартерэктомии. Врач. 2022; 33 (12): 58–64. <https://doi.org/10.29296/25877305-2022-12-11>

Лечение пациентов с острыми нарушениями мозгового кровообращения (ОНМК) — одна из важнейших проблем современной медицины [1–3]. ОНМК остаются ведущей причиной смертности и стойкой утраты трудоспособности в большинстве стран мира [4, 5]. В развитых странах смертность от ОНМК составляет 12–29%, уступая лишь смертности от кардиологических заболеваний и онкологии [6]. Ежегодно ОНМК поражает от 5,6 до 6,6 млн человек и уносит 4,6 млн жизней [7, 8]. В России ежегодно регистрируются около 450–500 тыс. случаев ОНМК, которые в 35–38% заканчиваются смертью [8, 9]. ОНМК наносят огромный ущерб экономике, учитывая расходы на лечение, медицинскую реабилитацию, потери в сфере производства [10, 11]. Создание стратегии по борьбе с ОНМК предполагает всестороннее исследование всех факторов, оказывающих прямое или опосредованное влияние на их развитие [12, 13]. Ишемический инсульт (ИИ) представляет собой заболевание с множеством этиологических и патогенетических механизмов развития [14, 15]. 40–50% ОНМК по ишемическому типу вызваны атеросклеротическим поражением магистральных артерий головного мозга (МАГ) [8, 16, 17]. В многочисленных клинических исследованиях (NASCET, ESCT, CASANOVA) показана высокая эффективность хирургической профилактики у определенной группы лиц [18, 19]. Золотым стандартом лечения атеросклеротического поражения МАГ, в частности сонных артерий (СА), является каротидная эндартерэктомия (КЭАЭ) [20–22]. Эверсионная КЭАЭ (ЭКЭАЭ) является методом реваскуляризации головного мозга, который связан с меньшим риском развития тромбозов, окклюзий внутренней СА (ВСА) и ОНМК на ипсилатеральной стороне [23–25]. Основной целью современной реконструктивной хирургии МАГ является разработка способа, который повысит результаты реваскуляризации головного мозга [26].

Цель исследования — изучить непосредственные и отдаленные результаты двух способов ЭКЭАЭ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В 2012–2020 гг. в отделении сосудистой хирургии Городской клинической больницы №13 и нейрохирургическом отделении №2 Приволжского окружного медицинского центра Федерального медико-биологического агентства России (Нижний Новгород) были прооперированы пациенты со стенозами ВСА 60–99%. В зависимости от вида оперативного лечения, все пациенты были разделены на 2 группы: 1-я (основная) группа — 61 пациент, которым выполнены 64 ЭКЭАЭ по методу В.Л. Сергеева и соавт. [27]; 2-я (группа сравнения) — 89 больных, которым выполнены 101 ЭКЭАЭ по способу R. Kieny.

Противопоказания к проведению ЭКЭАЭ:

- предшествовавший инвалидизирующий инсульт (шкала Рэнкина — ≥ 4 баллов);
- наличие внутричерепной опухоли, артериальной аневризмы и артериовенозной мальформации;
- предшествовавшее внутримозговое кровоизлияние (менее чем за 4 нед до операции);
- наличие некурабельной онкопатологии.

Операции проводили под эндотрахеальным наркозом в комбинации с внутривенной анестезией или региональной анестезией [28].

Метод ЭКЭАЭ по В.Л. Сергееву и соавт. ВСА отсекается от зоны бифуркации с широким захватом передней и боковых стенок общей СА (ОСА) в пределах неизменной артерии

с оставлением узкой полоски задней стенки ОСА около 3–5 мм в виде мостика. Разрез начинают от зоны бифуркации ОСА и ведут вдоль ОСА до окончания бляшки, затем меняют направление разреза на поперечное. Пинцетом удерживают отсекаемую стенку ОСА, поперечный разрез продолжают под визуальным контролем со стороны внутренней поверхности ОСА. Далее вновь меняют направление на продольное, проводя разрез таким образом, чтобы оставалась задняя стенка ОСА шириной 3–5 мм в виде мостика, соединяющегося с наружной СА (НСА). Разрез заканчивается в углу бифуркации ОСА (рис. 1).

Предлагаемый способ имеет ряд преимуществ:

- данная форма отсечения ВСА решает проблему нехватки длины артерии при отсутствии извитости и одновременно позволяет отсечь ВСА вместе с бляшкой, распространяющейся на ОСА;
- возможность одномоментного удаления атеросклеротической бляшки, переходящей на ОСА, без необходимости отдельной эндартерэктомии (ЭАЭ) из ОСА;
- отсутствует «порог», неминуемо возникающий при удалении бляшки из ОСА. Если выполняется удаление бляшки из задней стенки ОСА, «порог» нивелируется швами анастомоза вследствие близкого расположения рядов швов медиальной и латеральной губ анастомоза;
- возможность ЭАЭ при пролонгированной бляшке ($>2,5$ см);
- формируется луковица ВСА физиологических размеров;
- создается широкий анастомоз, снижающий риск возникновения рестеноза.

Область бифуркации СА перед операцией определяли по данным УЗИ, компьютерной томографической (КТ) ангиографии или путем пальпации (в зоне перехода ОСА в ВСА отмечается значительное снижение пульсации артерий), что позволило сократить длину кожного разреза.

Ранжировка пациентов по полу и возрасту в группах представлена в табл. 1, как видно из представленных данных распределение пациентов в группах по возрасту принципиально не различалось.

По сопутствующей патологии сравниваемые группы также были статистически однородны (табл. 2).

Сопутствующее атеросклеротическое поражение других артериальных бассейнов представлено в табл. 3.

Для оценки степени выраженности хронической церебральной недостаточности (ХЦН) применяли классификацию А.В. Покровского (1978) (табл. 4).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Осложнения ближайшего послеоперационного периода представлены в табл. 5. Исходя из полученных данных, способ ЭКЭАЭ не влияет на непосредственные результаты.

В отдаленном послеоперационном периоде скончались 24 (16,8%) пациента. Основные причины летальности в отдаленном периоде наблюдения представлены в табл. 6.

Главной причиной смерти явился ИМ (в 1-й группе — в 8,3% случаев; во 2-й — в 12,0%) ($p>0,05$).

Кроме того, в отдаленном периоде прооперированным пациентам проводилась оценка неврологических осложнений. Все нелетальные ОНМК (ИИ и ТИА) в отдаленном послеоперационном периоде представлены в табл. 7 (расчет проводился на количество реконструктивных СА).

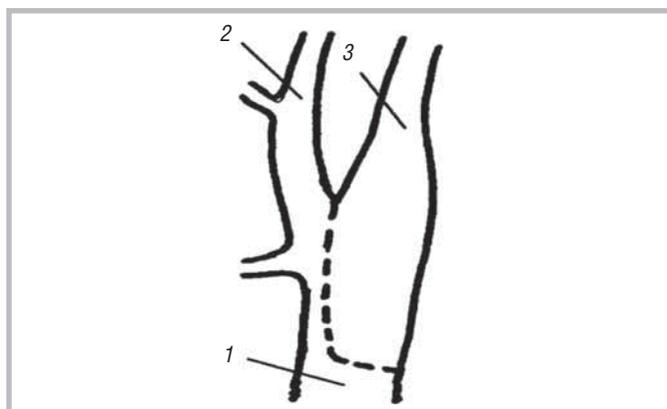


Рис. 1. Схема отсечения ВСА от ОСА на «широком основании» (1 – ВСА, 2 – НСА, 3 – ОСА)

Fig. 1. Scheme for cutting off the internal carotid artery (ICA) from the sessile common carotid artery (CA): 1 – ICA; 2 – external CA; 3 – common CA

Таблица 1
Распределение пациентов по полу и возрасту; n (%)

Table 1
Distribution of patients by sex and age; n (%)

Показатель	1-я группа (основная) (n=64)	2-я группа (сравнения) (n=101)	$\Phi_{эмп}$	p
<i>Пол</i>				
Мужчины	61 (95,3)	76 (75,2)	3,8	<0,05
Женщины	3 (4,7)	25 (24,8)	3,8	<0,05
<i>Возраст, годы</i>				
Моложе 45	–	–	–	–
45–60	26 (40,6)	32 (31,7)	1,2	0,157
61–75	35 (54,7)	66 (65,3)	1,5	0,114
Старше 75	3 (4,7)	3 (3,0)	0,6	0,445
Средний возраст	62,8±6,7	64,5±6,5	–	–

Примечание. $\Phi_{эмп}$ – эмпирические значения коэффициента Фишера.

Таблица 2
Сопутствующая патология; n (%)

Table 2
Concomitant pathology; n (%)

Заболевание	1-я группа (n=64)	2-я группа (n=101)	$\Phi_{эмп}$	p
Гипертоническая болезнь	57 (89)	94 (93,1)	0,9	0,373
Сахарный диабет	10 (15,6)	28 (27,7)	1,3	0,188
Язвенная болезнь	4 (6,3)	6 (5,9)	0,3	0,764
ХОБЛ	4 (6,3)	11 (10,9)	0,8	0,447
Мочекаменная болезнь	6 (9,4)	5 (4,9)	1,3	0,194
Хронический холецистопанкреатит	3 (4,7)	10 (9,9)	1,0	0,313

Примечание. ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких.

Нелетальный ИИ на стороне операции достоверно реже фиксировался в 1-й (основной) группе. При этом способ реконструкции не влиял на частоту возникновения переходящих ОНМК.

Выжившим больным по возможности проводился контроль реконструкции СА (табл. 8).

Новый способ ЭКЭАЭ по реабилитационной эффективности в отдаленном периоде обладает более высокими возможностями, что показано в виде восстановления трудоспособности и регрессе жалоб, характерных для ХЦН (табл. 9).

Таблица 3
Оценка атеросклеротического поражения других артериальных бассейнов; n (%)

Table 3

Evaluation of atherosclerotic lesions in other arterial beds; n (%)

Атеросклероз других артериальных бассейнов	1-я группа (n=64)	2-я группа (n=101)	$\Phi_{эмп}$	p
ИБС, в том числе:	37 (57,8)	58 (57,4)	0,3	0,736
стенокардия	23 (35,9)	39 (38,6)	0,6	0,559
напряжения I–II ФК	14 (21,9)	19 (18,8)	0,2	0,811
напряжения III–IV ФК				
Фибрилляция предсердий	4 (6,3)	4 (4)	0,8	0,393
Атеросклероз нижних конечностей, в том числе:	31 (48,4)	45 (44,5)	0,07	0,947
IIA стадии	1 (1,6)	7 (6,9)	1,8	0,067
IIB стадии	23 (35,9)	27 (26,7)	0,8	0,400
III стадии	5 (7,8)	7 (6,9)	0,09	0,931
IV стадии	2 (3,1)	4 (4,0)	0,4	0,716
Предшествующая реваскуляризация нижних конечностей	5 (7,8)	7 (6,9)	0,09	0,931
ИМ в анамнезе	17 (26,6)	22 (21,8)	0,4	0,677
Окклюзия контрлатеральной ВСА	9 (14,1)	8 (7,9)	1,1	0,293
Гемодинамически значимый стеноз контрлатеральной ВСА	8 (12,5)	19 (18,8)	1,2	0,225

Примечание. ФК – функциональный класс; ИМ – инфаркт миокарда.

Таблица 4
Выраженность ХЦН у обследованных; n (%)

Table 4

The severity of chronic cerebral insufficiency in the examinees; n (%)

Степень ХЦН	1-я группа (n=64)	2-я группа (n=101)	$\Phi_{эмп}$	p
I – асимптомная	9 (14,1)	11 (10,9)	0,01	0,988
II – ТИА в анамнезе	5 (7,8)	11 (10,9)	0,05	0,961
III – дисциркуляторная энцефалопатия	14 (21,8)	26 (25,7)	1,0	0,342
IV – ИИ в анамнезе	36 (56,3)	53 (52,5)	0,8	0,432

Примечание. ТИА – транзиторная ишемическая атака.

Математическое моделирование кровотока. Любое оперативное вмешательство на артериях приводит к нарушению их природной геометрии, что влечет за собой изменение нормальной физиологии кровотока [29]. Для изучения изменений кровотока была создана геометрическая модель, представленная на сайте GrabCAD. Модель, изначально созданная в системе SolidWorks, была усовершенствована в системах Компас3D и AutoCAD. Для проведения расчетов были подготовлены схемы для трех примеров, а именно: исходная артерия без атеросклеротического поражения («здоровая»), артерии после выполнения ЭКЭАЭ по R. Kiery и В.Л. Сергееву и соавт. Расчетные схемы представлены на рис. 2.

Таблица 5

Осложнения в ближайшем послеоперационном периоде; n (%)

Table 5

Immediate postoperative complications; n (%)

Вид осложнения	1-я группа (n=64)	2-я группа (n=101)	$\Phi_{\text{эмп}}$	p
<i>«Большие» осложнения</i>				
ИИ в ипсилатеральном сосудистом бассейне	1 (1,6)	5 (5,0)	1,2	0,218
Геморрагический инсульт в ипсилатеральном сосудистом бассейне	1 (1,6)	–	1,6	0,114
Летальность	1 (1,6)	3 (3,0)	0,6	0,555
Инсульт + летальность от инсульта	2 (3,2)	5 (5,0)	0,6	0,568
ИМ	1 (1,6)	–	1,6	0,114
<i>Другие осложнения</i>				
ТИА в ипсилатеральном сосудистом бассейне	1 (1,6)	2 (2,0)	0,2	0,851
Повреждение черепно-мозговых нервов	1 (1,6)	3 (3,0)	0,6	0,555
Гематома послеоперационной раны	3 (4,7)	1 (1,0)	1,5	0,140
Респираторные осложнения	–	1 (1,0)	1,3	0,211
Отек шеи	1 (1,6)	–	1,6	0,114

Таблица 6

Причины летальности в отдаленном послеоперационном периоде; n (%)

Table 6

Causes of long-term postoperative deaths; n (%)

Причина	1-я группа (n=60)	2-я группа (n=83)	$\Phi_{\text{эмп}}$	p
ИМ	5 (8,3)	10 (12,0)	0,7	0,469
Онкологическое заболевание	2 (3,3)	1 (1,2)	0,9	0,391
ИИ	1 (1,7)	3 (3,6)	0,7	0,479
Панкреонекроз	–	1 (1,2)	1,3	0,197
ХОБЛ	–	1 (1,2)	1,3	0,197
Всего умерших:	8 (13,3)	16 (19,3)	0,9	0,338

Исследования проводились с применением гидродинамических расчетов. Кровь предполагалась однородной ньютоновской жидкостью, ее движение описывалось системой гидродинамических уравнений в векторном виде для несжимаемой жидкости:

Таблица 7

Нелетальные ОНМК в группах в отдаленном послеоперационном периоде; n (%)

Table 7

Non-fatal acute cerebral circulatory disorders in the groups in the long-term postoperative period; n (%)

Перенесенные нелетальные ОНМК в отдаленном периоде	1-я группа (n=63)	2-я группа (n=98)	$\Phi_{\text{эмп}}$	p
ИИ в ипсилатеральном сосудистом бассейне	–	7 (7,1)	3,3	0,001
ИИ в контралатеральном сосудистом бассейне	3 (4,7)	9 (9,2)	1,1	0,268
ТИА в ипсилатеральном сосудистом бассейне	1 (1,6)	2 (2,0)	0,2	0,852
ТИА в контралатеральном сосудистом бассейне	1 (1,6)	2 (2,0)	0,2	0,852

Таблица 8

Рестенозы ВСА в группах в отдаленном послеоперационном периоде; n (%)

Table 8

ICA restenoses in the groups in the long-term postoperative period; n (%)

Стеноз ВСА, %	1-я группа (n=57)	2-я группа (n=85)	$\Phi_{\text{эмп}}$	p
60–70	–	3 (3,5)	2,2	0,029
70–80	1 (1,7)	5 (5,9)	1,3	0,183
80–90	–	1 (1,2)	1,3	0,201
>90	–	–	–	–
Окклюзия оперированной ВСА	–	1 (1,2)	1,3	0,201
Всего	1 (1,7)	10 (11,7)	2,6	0,011

Таблица 9

Восстановление трудоспособности (качество реабилитации) в группах в отдаленном послеоперационном периоде; n (%)

Table 9

Working capacity recovery (rehabilitation quality) in the groups in the long-term postoperative period; n (%)

Показатель	1-я группа (n=52)	2-я группа (n=67)	$\Phi_{\text{эмп}}$	p
Работающие	18 (34,6)	7 (10,4)	3,3	<0,05
Неработающие	34 (65,3)	60 (89,6)	3,3	<0,05
Отсутствие жалоб	32 (61,5)	14 (20,9)	–	<0,05
Сохранение жалоб	20 (38,5)	53 (79,1)	–	<0,05

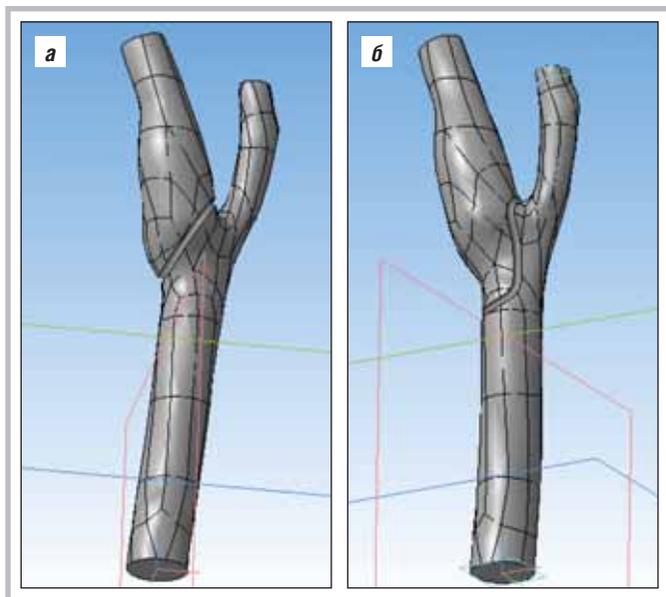


Рис. 2. Расчетные схемы реконструкций СА: *a* – по R. Kieny; *б* – по В.Л. Сергееву
Fig. 2. Calculation schemes for CA reconstructions: *a* – according to R. Kieny; *б* – according to V.L. Sergeev

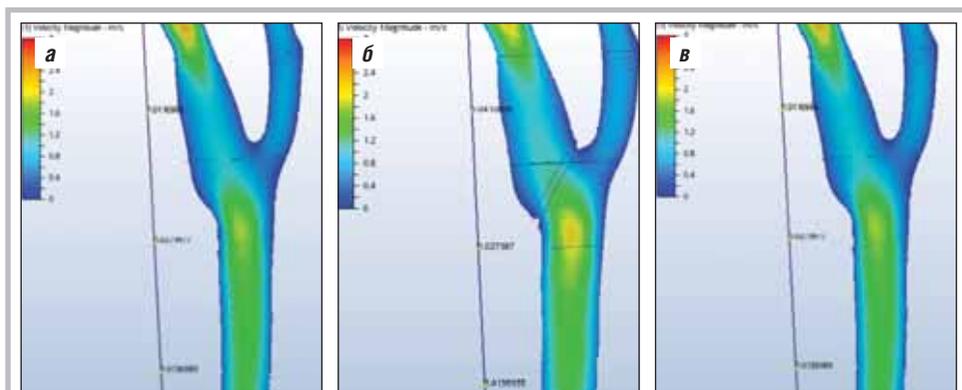


Рис. 3. Распределение скоростей кровотока по длине СА: *a* – без атеросклеротического поражения СА; *б* – после ЭКЭАЭ по R. Kieny; *в* – после ЭКЭАЭ по В.Л. Сергееву
Fig. 3. Distribution of blood flow velocities along the length of the CA: *a* – without CA atherosclerotic lesion; *б* – after ECEAE according to R. Kieny; *в* – after ECEAE according to V.L. Sergeev

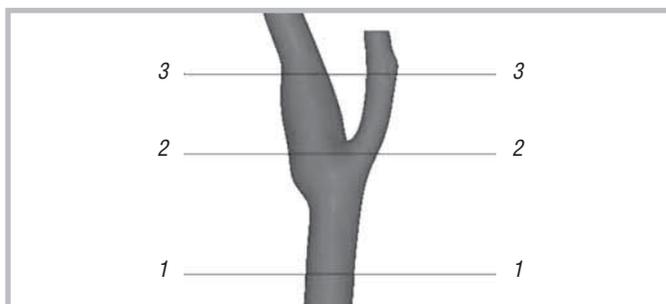


Рис. 4. Расчетные сечения артерии по длине для определения кровотоков
Fig. 4. Calculated sections of the artery along the length to determine blood flows

$$\begin{cases} \rho \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} - \nabla \cdot \left[-pI + \eta (\nabla \vec{u} + (\vec{u})^T) \right] + \rho (\vec{u} \cdot \nabla) \vec{u} = 0, \\ \nabla \vec{u} = 0, \end{cases}$$

где \vec{u} – вектор скорости крови, p – давление крови, I – единичная матрица, ρ – плотность жидкости, η – динамический коэффициент вязкости жидкости.

Поскольку основной целью этой части работы являлось сравнение влияния места локализации и формы сосудистой анастомоза на ток крови в СА, механические характеристики крови и артерии были взяты в виде $\rho=1050 \text{ кг/м}^3$, $\eta=0,0037 \text{ Па} \cdot \text{с}$. В качестве пограничных условий на проксимальных и дистальных концах артерий всех трех моделей была задана скорость $1,0 \text{ м/с}$. На начальных сегментах МАГ было задано давление $19\,000 \text{ Па}$ ($\sim 145 \text{ мм рт. ст.}$), на конечных сегментах СА – 0 Па .

Гидродинамические расчеты тока крови в СА проводились с помощью системы инженерного анализа CFD Flex разработки AutoDesk, реализующей метод конечных элементов применительно к решению нестационарных задач гидродинамики. Результаты расчета в виде зон распределения скоростей тока крови по длине артерии для расчетных моделей представлены на рис. 3.

Форма сосудистой анастомоза влияет на ток крови, что необходимо исследовать детально. С целью сравнительного анализа влияния типа анастомоза на кровообращение во всех СА были вычислены кровотоки в нескольких сечениях артерии по длине, указанных цифрами (1), (2), (3), как представлено на рис. 4.

Анализ данных показал, что влияние формы анастомоза на показатели кровотока (массовый и объемный) во ВСА колеблется в пределах $0,4\text{--}8,0\%$, а в НСА – в пределах $0,7\text{--}12,0\%$ по отношению к кровотоку в «здоровой» артерии в сторону их уменьшения. Причем нижние значения отклонений ($0,4$ и $0,7\%$) соответствуют реконструкции, выполненной по В.Л. Сергееву,

а верхние (8 и 12%) – ЭКЭАЭ по R. Kieny. Это свидетельствует о том, что анастомоз предлагаемой конфигурации влияет на кровоток во всех ветвях ОСА незначительно по сравнению с анастомозом ЭКЭАЭ по R. Kieny, влияние которого более существенно.

В арсенале хирурга имеется несколько способов выполнения ЭКЭАЭ – по R. Kieny, по M.E. De Bakey, по J. Chevalie [26]. Способ M.E. De Bakey применим только при очень коротких бляшках ВСА. Способ J. Chevalie более трудоемкий и увеличивает время пережатия СА. Недостатками способа R. Kieny является частая необходимость дополнительной ЭАЭ из ОСА, которая приводит к образованию «порога» и частичному отслоению интимы проксимальнее зоны ЭАЭ, что является причиной турбулентности тока крови и адгезии тромбоцитов. При этом без проведения ЭАЭ из ОСА повышается риск развития тромбозов и окклюзий ВСА [25].

Основным преимуществом ЭКЭАЭ по В.Л. Сергееву и соавт. является формирование широкого анастомоза между ВСА и ОСА. Это предотвращает сужение зоны анастомоза, снижает частоту развития рестеноза, тромбоза и окклюзии ВСА. Еще одним из преимуществ нового способа ЭКЭАЭ является возможность одномоментного удаления бляшки, переходящей на ОСА, без отдельного проведения ЭАЭ из ОСА. Неполная ЭАЭ в послеоперационном периоде может явиться причиной эмболии и ОНМК. При данном способе реконструкции формируется более физиологичный кровоток в ВСА, что доказано методом математического моделирования гемодинамики.

На основе изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Непосредственные результаты показали, что способ выполнения ЭКЭАЭ не влияет на непосредственные исходы: показатель «инсульт + летальность от инсульта» в 1-й группе составил 3,2%, во 2-й – 5,0% ($p > 0,05$).
2. ЭКЭАЭ по В.Л. Сергееву и соавт. демонстрирует хорошие результаты в отдаленном периоде наблюдения ($p < 0,05$). Частота развития нелетального ИИ на стороне операции в 1-й группе – 0%, во 2-й – 7,1%; частота формирования рестеноза ВСА – 1,7 и 11,7% соответственно.
3. ЭКЭАЭ по В.Л. Сергееву и соавт. является эффективным методом реабилитации больных ($p < 0,05$). Трудоспособные пациенты в 1-й группе (ЭКЭАЭ по В.Л. Сергееву) составили 34,6%, во 2-й – 10,4%, полный регресс жалоб достигнут у 61,5 и 20,9% пациентов соответственно.
4. ЭКЭАЭ по В.Л. Сергееву и соавт. является более физиологичным и эффективным, что доказано методом математического моделирования кровотока.

* * *

Исследование не имело финансовой поддержки.

Авторы данной статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Лукьянчиков В.А., Синкин М.В., Преображенская И.С. и др. Алгоритм предоперационного обследования и интраоперационного мониторинга у больных при реконструктивных вмешательствах на сосудах головного мозга. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова*. 2021; 13 (S1): 206–7.
2. Лукьянчиков В.А., Удодов Е.В. Тактика хирургического лечения острой ишемии головного мозга, обусловленной атеросклеротическим поражением брахиоцефальных артерий. *Нейрохирургия*. 2020; 22 (3): 31–41. DOI: 10.17650/1683-3295-2020-22-3-31-41
3. Усачев Д.Ю., Азизян Р.И., Лукшин В.А. и др. Удаление метастатического конгломерата лимфатических узлов шеи с одномоментной каротидной эндартерэктомией. *Голова и шея*. 2018; 2: 50–4. DOI: 10.25792/HN.2018.6.2.50-54
4. Антонов Г.И., Щиголов Ю.С., Ким Э.А. и др. Хирургическая тактика при патологических деформациях магистральных артерий головы и шеи в условиях нейрохирургического стационара. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова*. 2014; 6 (4): 5–10.
5. Крылов В.В., Лемнев В.Л., Дашьян В.Г. и др. Хирургическое лечение пациентов с сочетанием интракраниальных аневризм и атеросклеротического поражения брахиоцефальных артерий. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова*. 2014; 6 (2): 44–53.
6. Антонов Г.И., Чмутин Г.Е., Миклашевич Э.Р. и др. Диссекция и разрыв сонной артерии как осложнения стентирования брахиоцефальных артерий. *Госпитальная медицина: наука и практика*. 2021; 4 (1): 5–9. DOI: 10.34852/GM3CVKG.2021.91.75.001
7. Ким А.В., Антонов Г.И., Переходов С.Н. и др. Результаты хирургического лечения ишемического инсульта в бассейне средней мозговой артерии в остром периоде. *Госпитальная медицина: наука и практика*. 2018; 1 (S): 18–26.
8. Лукьянчиков В.А., Удодов Е.В., Далибалдян В.А. и др. Хирургическое лечение пациентов с патологией брахиоцефальных артерий в остром периоде ишемического инсульта. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова*. 2017; 9 (2): 22–9.
9. Закондырин Д.Е., Полунина Н.А., Лукьянчиков В.А. и др. Внедрение результатов симуляционного обучения в практику оказания нейрохирургической помощи пациентам со стенозирующими поражениями сонных артерий. *Нейрохирургия*. 2018; 20 (1): 103–8. DOI: 10.17650/1683-3295-2018-20-1-103-108
10. Далибалдян В.А., Лукьянчиков В.А., Шалумов А.З. и др. Временная сублюксия нижней челюсти при вмешательствах по поводу высокого атеросклеротического поражения экстракраниального отдела внутренней сонной артерии. *Нейрохирургия*. 2016; 1: 60–7.
11. Черепанов А.В., Гужин В.Э., Дубовой А.В. и др. Опыт хирургического лечения пациентов со стенозами брахиоцефальных артерий в сочетании с церебральными аневризмами. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова*. 2017; 9 (4): 48–53.
12. Ким А.В., Антонов Г.И., Лазарев В.А. и др. Хирургическое лечение больных с ишемическим инсультом в бассейне средней мозговой артерии в остром периоде. *Нейрохирургия*. 2014; 1: 126–31.
13. Хамидова Л.Т., Рыбалко Н.В., Крылов В.В. и др. Оценка нестабильности атеросклеротической бляшки в сонных артериях по результатам контрастно усиленного ультразвука и его корреляции с гистологическими исследованиями после каротидной эндартерэктомии. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2019; 13 (3): 26–35. DOI: 10.25512/DIR.2019.13.3.04
14. Дуданов И.П., Васильченко Н.О., Павлов О.А. и др. Влияние сроков оперативного лечения стенозов сонных артерий на динамику неврологического статуса в остром периоде ишемического инсульта. *Нейрохирургия*. 2017; 4: 36–41.
15. Семенютин В.Б., Асатурян Г.А., Никифорова А.А. и др. Критические стенозы внутренних сонных артерий: церебральная ауторегуляция в ипсилатеральном бассейне. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2017; 117 (8): 76–84. DOI: 10.17116/jnevro2017117118176-84
16. Крылов В.В., Дашьян В.Г., Лемнев В.Л. и др. Хирургическое лечение больных с двусторонними окклюзионно-стенозическими поражениями брахиоцефальных артерий. *Нейрохирургия*. 2014; 4: 16–25. DOI: 10.17650/1683-3295-2014-0-4-16-25
17. Никитин А.С., Асратян С.А., Нахабин О.Ю. Хирургическое лечение симптомной окклюзии внутренней сонной артерии. *Нейрохирургия*. 2014; 3: 71–7. DOI: 10.17650/1683-3295-2014-0-3-71-77
18. Семенютин В.Б., Алиев В.А., Никифорова А.А. и др. Роль ауторегуляции мозгового кровотока в хирургии стенозов внутренних сонных артерий. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2018; 177 (6): 81–6. DOI: 10.24884/0042-4625-2018-177-6-81-86
19. Семенютин В.Б., Асатурян Г.А., Никифорова А.А. и др. Предикторы инсульта у пациентов со стенозами внутренних сонных артерий. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2016; 4 (56): 27–31.
20. Антонов Г.И., Щиголов Ю.С., Ким Э.А. и др. Алгоритм применения методов обследования при хирургическом лечении недостаточности мозгового кровообращения и профилактики ишемического инсульта. *Клиническая неврология*. 2014; 1: 3–8.
21. Антонов Г.И., Мнтрошин Г.Е., Миклашевич Э.Р. Хирургические возможности при атеросклеротическом поражении магистральных артерий головы. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2008; 14 (3): 182.
22. Немировский А.М., Булгаков Е.П., Володюхин М.Ю. и др. Принципы диагностики и хирургического лечения больных со стеноокклюзирующими атеросклеротическими поражениями артерий головного мозга в нейрохирургической клинике МКДЦ. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова*. 2015; 7 (2): 38–42.
23. Усачев Д.Ю., Лукшин В.А., Шмигельский А.В. и др. Каротидная эндартерэктомия у больных с симптоматическими окклюзиями противоположной внутренней сонной артерии. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2017; 81 (6): 5–15. DOI: 10.17116/peiro20178165-15
24. Крылов В.В., Лукьянчиков В.А. Хирургическая реваскуляризация головного мозга при остром инсульте. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2014; 114 (12-2): 46–52. DOI: 10.17116/jnevro201411412246-52
25. Яриков А.В., Бальян А.В., Яшин К.С. и др. Хирургические методы лечения стеноза сонных артерий (обзор). *Современные технологии в медицине*. 2015; 7 (4): 189–200. DOI: 10.17691/stm2015.7.4.25
26. Яриков А.В., Мухин А.С., Лютиков В.Г. и др. Ближайшие и отдаленные результаты нового способа эверсионной каротидной эндартерэктомии. *Медицинский альманах*. 2017; 3 (48): 82–6.
27. Сергеев В.Л., Мухин А.С., Лютиков В.Г. Способ хирургической коррекции стеноза внутренней сонной артерии. Патент на изобретение RU 2525529 C1, 20.08.2014. Заявка №2013121604/14 от 07.05.2013.
28. Ахмедов А.Д., Усачев Д.Ю., Лукшин В.А. и др. Каротидная эндартерэктомия у больных с высоким хирургическим риском. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2013; 77 (4): 36–42.
29. Ротков С.И., Попов Е.В., Мухин А.С., Яриков А.В. Моделирование влияния геометрии анастомоза на кровоток во внутренней сонной артерии. *Современные проблемы науки и образования*. 2016; 2: 47.

References

1. Lukyanchikov V.A., Sinkin M.V., Preobrazhenskaya I.S. et al. Algorithm of preoperative examination and intraoperative monitoring in patients with reconstructive interventions on brain vessels. *Russian Journal of Neurosurgery*. 2021; 13 (S1): 206–7 (in Russ.).
2. Lukyanchikov V.A., Udodov E.V. Tactics of surgical treatment of acute brain ischemia caused by atherosclerotic damage of the brachiocephalic arteries. *Russian journal of neurosurgery*. 2020; 22 (3): 31–41 (in Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2020-22-3-31-41

3. Usachev D.Yu., Azizyan R.I., Lukshin V.A. et al. Metastatic lymph node conglomerate removal with immediate carotid endarterectomy. *Head and Neck*. 2018; 2: 50–4 (in Russ.). DOI: 10.25792/HN.2018.6.2.50-54
4. Antonov G.I., Shchigolev Yu.S., Kim E.A. et al. Urgical approach in pathological deformities of the great arteries of head and neck in the neurosurgical hospital. *Russian Journal of Neurosurgery*. 2014; 6 (4): 5–10 (in Russ.).
5. Krylov V.V.1, Lemenev V.L.1, Dashyan V.G. et al. Surgical treatment of patients with intracranial aneurysms associated with atherosclerotic damage of brachiocephalic arteries. *Russian Journal of Neurosurgery*. 2014; 6 (2): 44–53 (in Russ.).
6. Antonov G.I., Chmutin G.E., Miklashevich E.R. et al. Carotid artery dissection and blowout as a brachiocephalic arteries stenting complications. *Hospital medicine: Science and practice*. 2021; 4 (1): 5–9 (in Russ.). DOI: 10.34852/GM3CVKG.2021.91.75.001
7. Kim A.V., Antonov G.I., Perekhodov S.N. et al. Results of surgical treatment of ischemic stroke in the basin of the middle cerebral artery in acute period. *Hospital medicine: Science and practice*. 2018; 1 (S): 18–26 (in Russ.).
8. Lukianchikov V.A., Udodov E.V., Dalibaldyan V.A. et al. Surgical treatment of the patients with brachiocephalic arteries pathology in acute stroke. *Russian Journal of Neurosurgery*. 2017; 9 (2): 22–9 (in Russ.).
9. Zakondyrin D.E., Polunina N.A., Luk'yanchikov V.A. et al. Implementation of a simulation training results in the practice of rendering neurosurgical care to patients with aneurysmal intracranial hemorrhages. *Russian journal of neurosurgery*. 2018; 20 (1): 103–8 (in Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2018-20-1-103-108
10. Dalibaldyan V.A., Luk'yanchikov V.A., Shalunov A.Z. et al. The temporary mandible subluxation during surgical treatment of high-level atherosclerotic damages of extracranial part of internal carotid artery. *Russian journal of neurosurgery*. 2016; 1: 60–7 (in Russ.).
11. Cherepanov A.V., Guzhin V.E.1, Dubovoy A.V. et al. Experience of surgical treatment of patients with concomitant carotid stenosis and cerebral aneurysms. *Russian Journal of Neurosurgery*. 2017; 9 (4): 48–53 (in Russ.).
12. Kim A.V., Antonov G.I., Lazarev V.A. et al. The surgical treatment of patients with ischemic stroke within the territory of middle cerebral artery in acute period. *Russian journal of neurosurgery*. 2014; 1: 126–31 (in Russ.).
13. Khamidova L.T., Rybalko N.V., Krylov V.V. et al. Estimation of instability of plaque in carotid arteries due to data of contrast-enhanced ultrasonic diagnostics and its correlation with histological examination after carotid endarterectomy. *Journal Diagnostic & Interventional Radiology*. 2019; 13 (3): 26–35 (in Russ.). DOI: 10.25512/DIR.2019.13.3.04
14. Dudanov I.P., Vasil'chenko N.O., Pavlov O.A. et al. Influence of time period of surgical treatment of carotid artery stenosis on dynamics of neurological status of patients in acute period of ischemic stroke. *Russian journal of neurosurgery*. 2017; 4: 36–41 (in Russ.).
15. Semenyutin V.B., Asaturyan G.A., Nikiforova A.A. et al. Severe carotid stenosis: cerebral autoregulation in the ipsilateral region. *Zhurnal Nevrologii i Psikhatrii imeni S.S. Korsakova*. 2017; 117 (8): 76–84 (in Russ.). DOI: 10.17116/jnevro20171178176-84
16. Krylov V.V., Dash'yan V.G., Lemenev V.L. et al. Surgical treatment of patients with bilateral occlusive and stenotic diseases of brachiocephalic arteries. *Russian journal of neurosurgery*. 2014; 4: 16–25 (in Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2014-0-4-16-25
17. Nikitin A.S., Asratyan S.A., Nakhabin O.Yu. The surgical treatment of symptomatic occlusion of carotid artery. *Russian journal of neurosurgery*. 2014; 3: 71–7 (in Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2014-0-3-71-77
18. Semenyutin V.B., Aliev V.A., Nikiforova A.A. et al. Role of cerebral blood flow autoregulation in internal carotid artery stenosis surgery. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2018; 177 (6): 81–6 (in Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2018-177-6-81-86
19. Semenyutin V.B., Asaturyan G.A., Nikiforova A.A. et al. Predictors of stroke in patients with stenosis of the internal carotid arteries. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2016; 4 (56): 27–31 (in Russ.).
20. Antonov G.I., Schigolev Y.S., Kim E.A. et al. Algorithm use survey methods in the surgical treatment of cerebrovascular insufficiency and ischemic stroke prevention. *Clinical neurology*. 2014; 1: 3–8 (in Russ.).
21. Antonov G.I., Mntroshin G.E., Miklashevich E.R. Surgical possibilities in atherosclerotic lesions of the main arteries of the head. *Angiology and vascular surgery*. 2008; 14 (3): 182 (in Russ.).
22. Nemirovsky A.M., Bulgakov E.P., Volodyukhin M.Yu. et al. Principles of evaluation and surgical treatment of patients with constrictive atherosclerotic lesions of cerebral arteries in neurosurgical department of interregional clinical diagnostic center (Kazan). *Russian Journal of Neurosurgery*. 2015; 7 (2): 38–42 (in Russ.).
23. Usachev D.Iu., Lukshin V.A., Shmigel'skii A.V. et al. Carotid endarterectomy in patients with symptomatic occlusions of the contralateral internal carotid artery. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2017; 81 (6): 5–15 (in Russ.). DOI: 10.17116/neiro20178165-15
24. Krylov V.V., Luk'yanchikov V.A. Cerebral revascularization for the treatment of patients with acute ischemic stroke. *Zhurnal Nevrologii i Psikhatrii imeni S.S. Korsakova*. 2014; 114 (12-2): 46–52 (in Russ.). DOI: 10.17116/jnevro201411412246-52
25. Yarikov A.V., Balyabin A.V., Yashin K.S. et al. Surgical treatment modalities of carotid artery stenosis (review). *Modern technologies in medicine*. 2015; 7 (4): 189–200 (in Russ.). DOI: 10.17691/stm2015.7.4.25
26. Yarikov A.V., Mukhin A.S., Lyutikov V.G. et al. Nearest and farthest results of the new method of eversional carotid endarterectomy. *Medical Almanac*. 2017; 3 (48): 82–6 (in Russ.).
27. Sergeev V.L., Mukhin A.S., Lyutikov V.G. Method of surgical correction of internal carotid artery stenosis. Patent for the invention RU 2525529 G1, 08/20/2014. Application no. 2013121604/14 dated 07.05.2013 (in Russ.).
28. Akhmedov A.D., Usachev D.Iu., Lukshin V.A. et al. Carotid endarterectomy in patients with high surgical risk. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2013; 77 (4): 36–42 (in Russ.).
29. Rotkov S.I., Popov E.V., Mukhin A.S. et al. Modeling the influence of geometry on anastomotic blood flow in the internal carotid artery. *Modern problems of science and education*. 2016; 2: 47 (in Russ.).

IMMEDIATE AND LONG-TERM RESULTS OF TWO EVERSION CAROTID ENDARTERECTOMY TECHNIQUES

A. Yarikov¹⁻⁴, Candidate of Medical Sciences; I. Smirnov²; Professor A. Mukhin⁵, MD; Professor A. Kletskin⁵, MD; Professor V. Lyutikov³, MD; V. Sergeev⁶; Professor A. Fraerman², MD; K. Lipatov¹, Candidate of Medical Sciences; M. Ostapyuk⁵; S. Stolyarov⁴; E. Muravina⁴; M. Khasyanov⁴; A. Ponomareva⁴; E. Komkova⁴; T. Teleshova⁴; S. Nesterenko⁴; A. Shigorina⁴; I. Zaletova⁷; V. Levshakov⁸; N. Abramychev⁹

¹Volga District Medical Center, Federal Biomedical Agency of Russia, Nizhny Novgorod

²City Clinical Hospital Thirty-Nine, Nizhny Novgorod

³City Clinical Hospital One, Nizhny Novgorod

⁴Central City Hospital, Arzamas, Nizhny Novgorod Region

⁵Volga Research Medical University, Ministry of Health of Russia, Nizhny Novgorod

⁶Federal Siberian Research and Clinical Center, Federal Biomedical Agency of Russia, Krasnoyarsk

⁷Lyskovo Central District Hospital, Lyskovo, Nizhny Novgorod Region

⁸Central Primary Healthcare Unit Fifty, Federal Biomedical Agency of Russia, Sarov, Nizhny Novgorod Region

⁹Semenov Central District Hospital, Semenov, Nizhny Novgorod Region

Objective. To study the immediate and long-term results of the new modified technique of eversion carotid endarterectomy (ECEAE).

Subjects and methods. According to the type of surgical treatment, the patients were divided into 2 groups: a study group of 61 patients who underwent ECEAE according to the method developed by V.L. Sergeev et al. and a comparison group of 89 patients who had ECEAE according to the method described by R. Kieny. The immediate and long-term results of the two ECEAE techniques were assessed.

Results. No advantages of any of the ECEAE techniques were found in the immediate postoperative period. At the same time, in the long-term postoperative period, the incidence of non-fatal ischemic stroke ipsilateral to the side of surgery was 0% in the study group (ECEAE according to V.L. Sergeev) and 7.1% in the comparison group, the incidence of internal carotid artery stenosis was 1.7 and 11.7% respectively ($p < 0.05$). The two reconstruction methods were evaluated through mathematical modeling of blood flow.

Conclusion. The new ECEAE technique (according to V.L. Sergeev) exhibited its safety and effectiveness in the immediate and long-term postoperative periods. Thus, it can be recommended for its wide application in practical medicine.

Key words: surgery, carotid endarterectomy, eversion carotid endarterectomy, major cerebral arteries, internal carotid artery, carotid artery reconstruction, mathematical modeling of blood flow.

For citation: Yarikov A., Smirnov I., Mukhin A. et al. Immediate and long-term results of two eversion carotid endarterectomy techniques. *Vrach*. 2022; 33 (12): 58–64. <https://doi.org/10.29296/25877305-2022-12-11>

Об авторax/About the authors: Yarikov A.V. ORCID: 0000-0002-4437-4480; Smirnov I.I. ORCID: 0000-0002-1766-9515; Mukhin A.S. ORCID: 0000-0003-2336-8900; Kletskin A.E. ORCID: 0000-0001-8053-2653; Lyutikov V.G. ORCID: 0000-0003-0436-7240; Sergeev V.L. ORCID: 0000-0002-2562-6678; Fraerman A.P. ORCID: 0000-0003-3486-6124; Lipatov K.S. ORCID: 0000-0002-5256-6354; Ostapyuk M.V. ORCID: 0000-0002-7556-9564; Stolyarov S.I. ORCID: 0000-0002-2554-6433; Muravina E.A. ORCID: 0000-0002-2314-5678; Khasyanov M.K. ORCID: 0000-0002-3621-5686; Ponomareva A.I. ORCID: 0000-0002-3344-6256; Komkova E.F. ORCID: 0000-0002-7784-9533; Teleshova T.O. ORCID: 0000-0002-3679-6896; Shigorina A.A. ORCID: 0000-0002-3254-9785; Zaletova I.A. ORCID: 0000-0002-3574-9515; Levshakov V.A. ORCID: 0000-0002-3251-9436; Abramychev N.I. ORCID: 0000-0002-3261-9896