



ОПТИМАЛЬНАЯ ТЕХНИКА РЕКОНСТРУКЦИИ СОННОЙ АРТЕРИИ ПРИ ЕЕ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОМ ПОРАЖЕНИИ

В.В.Ахметов^{1*}, В.И.Дунаева¹, Ф.А.Врыганов¹, С.В.Ордынец^{1,2}, И.П.Дуданов^{1,2}

1. ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», 185910, Российская Федерация, г. Петрозаводск, пр. Ленина, д. 33
2. СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница», 191014, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 56

Резюме

Цель исследования. Сравнить результаты различных методик выполнения классической КЭАЭ у больных с ишемическим инсультом.

Материалы и методы. В ретроспективном исследовании мы собрали данные по 1242 пациентам, которым была выполнена КЭАЭ в период с января 2011 г. по декабрь 2019 г. КЭАЭ с использованием заплатки для закрытия артериотомического отверстия выполнена в 239 случаях. В 1003 — закрытие артериотомического отверстия осуществлялось первичным швом. Использовали 3 методики закрытия артериотомии с применением заплатки и три методики обвивного шва. Мужчин было 848, женщин 394. Средний возраст составил 63,16 года. Все больные были симптомными. У 49,2% пациентов было преходящее нарушение мозгового кровообращения (ТИА), ишемический инсульт перенесли 50,8% больных. У всех пациентов имелся стеноз сонной артерии. После операции у 5 (0,4%) пациентов развился ишемический инсульт, у 1 (0,08%) — повреждение n.hypoglossus, у 3 (0,24%) — послеоперационная гематома. При выполнении КЭАЭ использование внутрипросветного шунта не потребовалось. Всем больным после операции выполнялось дуплексное исследование через 1, 3, 6, 12 месяцев. Далее — каждый год. Пристально оценивалась область реконструкции: состояние геометрии артерии в дистальной и проксимальных частях артериотомии, особенности кровотока по артерии, наличие и степень нарастания неинтимы. Развитие рестеноза сравнивались между группами в течение 36 месяцев наблюдения.

Результаты. При оценке геометрических изменений в группе с наложением заплатки отмечено, что наихудшие результаты получены при использовании методики с П-образным фиксирующим швом на дистальную часть заплатки и применением широкой заплатки. При применении узкой заплатки геометрические изменения по ширине наименьшие. Основной причиной частых геометрических изменений в дистальной части заплатки явилось подворачивание заплатки внутрь артерии с образованием дубликатуры. Применение модифицированной методики закрытия артериотомии заплаткой позволило сократить количество искажений в зоне операции, избежать образования стенозов артерии в месте наложения заплатки, предотвратить изменения геометрии бифуркации внутренней сонной артерии. Наилучшие результаты при наложении первичного краевого шва получены при методике закрытия артериотомии встречным краевым швом с прецизионным контролем наложения. Применение П-образного шва по краям артериотомии позволило избежать деформаций в этом месте. Контроль вкола иглы за счет расправления и подъема края стенки обеспечило отсутствие деформаций шва.

Заключение. Техника закрытия после КЭАЭ влияет на гемодинамический профиль. Использование заплатки для закрытия артериотомии приводит к изменению нативной геометрии бифуркации сонной артерии, приводит к развитию рестенозов в большей степени, чем при использовании обвивного шва. При выполнении обвивного шва необходимо использовать прецизионную технику самого шва. Линейный прецизионный шов остается методом выбора ушивания артериотомии.

Ключевые слова:

хирургическая техника, сонные артерии, стеноз сонной артерии, цереброваскулярное кровообращение, техника эндартерэктомии, обвивной шов.

Оформление ссылки для цитирования статьи

Ахметов В.В., Дунаева В.И., Врыганов Ф.А., Ордынец С.В., Дуданов И.П. Оптимальная техника реконструкции сонной артерии при ее атеросклеротическом поражении. Исследования и практика в медицине. 2020; 7(4): 62–78. <https://doi.org/10.17709/2409-2231-2020-7-4-6>

Для корреспонденции

Ахметов Владимир Вениаминович – к.м.н., докторант кафедры общей и факультетской хирургии, врач отделения сосудистой хирургии, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск, Российская Федерация.

Адрес: 185910, Российская Федерация, г. Петрозаводск, пр. Ленина, д. 33

E-mail: avv60@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7625-9156>

SPIN: 7141-1401, AuthorID: 940347

Информация о финансировании. Финансирование данной работы не проводилось.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Получено 07.08.2020, Рецензия (1) 18.09.2020, Рецензия (2) 03.10.2020, Принята к печати 21.12.2020

OPTIMUM TECHNIQUE OF CAROTID ARTERY RECONSTRUCTION IN HER ATHEROSCLEROTIC LESION

V.V.Akhmetov^{1*}, V.I.Dunayeva¹, F.A.Vryganov¹, S.V.Ordynets^{1,2}, I.P.Dudanov^{1,2}

1. Petrozavodsk state University,
33 Lenin ave., Petrozavodsk, 185910, Russian Federation
2. City Mariinsky hospital,
56 Liteyny ave., Saint Petersburg, 191014, Russian Federation

Abstract

Purpose of the study. Was to compare the early and long-term results of different variants of the classical KEAE.

Materials and methods. In a retrospective study, we collected data on 1.242 patients who transferred KEA from January 2011 to December 2019, using a patch was performed in 239 cases in 1003 — primary suture closure. We used 3 methods of arteriotomy closure with the use of a patch. There were 848 men and 394 women, the average age was 63.16 years, all of them were symptomatic. Most patients had a transient disorder (49.2%) or ischemic stroke (50.8%). All patients had significant (moderate to severe) carotid stenosis. After the operation 5 (0.4%) patients had ischemic stroke, 1 (0.08%) had n. hypo-glossus damage, 3 (0.24%) had postoperative hematoma. The usual endarterectomy was performed without a shunt in all cases. All arteriotomies were mostly open. Early and late results of this procedure with a period of observation of at least 36 months were analyzed: technical aspects of arteriotomy, features of restoration of the integrity of the vessel, changes in the "geometry" of the vessel, the use of zaplat. We studied the state of hemodynamics and complications in the early (30 days) and late postoperative period, the development of restenosis was compared between groups during the 36 months of observation.

Results. When assessing the geometrical changes in the group with the patching, it was noted that the worst results were obtained using the technique with a U-shaped fixation suture on the distal part of the patch and the use of a wide patch. When using a narrow patch geometric changes in the width of the patch are the smallest. The main reason of the frequent geometrical changes in the distal part of the patch was the patch wrapping inside the artery with the formation of a duplicate. The application of the modified technique of patch closure allowed to reduce the number of distortions in the operation area, to avoid the formation of artery stenoses in the place of patch imposition, to prevent changes in the bifurcation geometry of the internal carotid artery. The best results in the application of the primary edge suture were obtained by the method of closing the arteriotomy with the counter edge suture with the precision control of the application. The application of the U-shaped suture along the edges of the arteriotomy allowed avoiding deformations in this place. Control of needle injection by means of straightening and lifting of the wall edge ensured absence of deformations in the suture.

Conclusions. The post-CEAE closure technique affects the hemodynamic profile. Sewing patching does not seem to create favorable flow dynamics. Consideration should be given to the elective use of the patch to improve disturbed flows. However, the linear precision suture remains the method of choice for suturing the arteriotomy.

Keywords:

endarterectomy technique, carotid arteries, cerebrovascular blood circulation, cause of stenosis re-currence.

For citation

Akhmetov V.V., Dunayeva V.I., Vryganov F.A., Ordynets S.V., Dudanov I.P. Optimum technique of carotid artery reconstruction in her atherosclerotic lesion. Research and Practical Medicine Journal (Issled. prakt. med.). 2020; 7(4): 62-78. <https://doi.org/10.17709/2409-2231-2020-7-4-6>

For correspondence

Vladimir V. Akhmetov – Cand. Sci. (Med.), doctoral student of the department of general and faculty surgery, doctor of the department of vascular surgery, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russian Federation.
Address: 33 Lenin ave., Petrozavodsk, 185910, Russian Federation
E-mail: avv60@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7625-9156>
SPIN: 7141-1401, AuthorID: 940347

Information about funding. No funding of this work has been held.

Conflict of interest. Authors report no conflict of interest.

Received 07.08.2020, Review (1) 18.09.2020, Review (2) 03.10.2020, Accepted 21.12.2020

Основной причиной ишемического поражения головного мозга является распад атеросклеротической бляшки в области бифуркации сонной артерии или развитие гемодинамически значимого стеноза в ней. Каротидная эндартерэктомия (КЭАЭ) является самым эффективным методом профилактики развития ОНМК или улучшения кровоснабжения головного мозга. В мире накоплен огромный опыт лечения ишемии головного мозга методом КЭАЭ [1–4]. Несмотря на, казалось бы, отработанную технику закрытия артериотомического отверстия после удаления бляшки [5], какой метод является предпочтительным все еще остается предметом дебатов [6, 7].

Послеоперационный период часто связан с гиперплазией неоинтимы [8] или прогрессированием атеросклероза в зоне артериальных реконструкций [9], что связано с воспалительным процессом за счет инородных материалов при сосудистой реконструкции [10]. Простой обвивной шов (первичное закрытие) — самый простой способ закрыть артериотомию, но он может приводить к уменьшению диаметра артерии и повышению «жесткости» структуры. Поэтому для снижения числа рестенозов, развития инсульта рядом авторов рекомендуется рутинное использование заплаты [11, 12]. Ангиопластика снижает риск послеоперационных осложнений, приводит к увеличению диаметра сонной артерии, значительно снижает рестеноз сосудов и частоту окклюзии [13], особенно у женщин [14].

Согласно статистическому исследованию Mannheim и др. [10], 2-летний рестеноз составляет 97,6% при заплатной ангиопластике против 90,9% при закрытии

первичным швом. Тем не менее, общая смертность или заболеваемость одинаковы для всех способов закрытия артериотомии [11–14]. Поэтому использование заплат сегодня выборочно ориентировано только на пациентов с очень маленькими (<4 мм) или сильно суженными и извилистыми сосудами [7, 12]. Согласно всем этим исследованиям, случаи с первичным швом имели лучшие гемодинамические параметры по сравнению с закрытием артериотомии заплатой.

Основная цель операции при стенозирующем поражении сонной артерии — убрать субстрат редуции мозгового кровотока, источника дистальной эмболизации, восстановить адекватную перфузию головного мозга нормализацией кровотока по артерии. Удаление бляшки должно быть максимально полным с минимальной травмой артерии и сохранением нативной геометрии бифуркации.

У больных с ишемией головного мозга имеется распространенное поражение бифуркации сонной артерии. Атеросклеротическая бляшка «начинается» в ОСА с распространением на ампулу и устье ВСА, также с поражением устья НСА. При таком поражении эверсионная КЭАЭ не дает полного и гарантированного удаления бляшки [14]. Для удаления бляшки из ОСА и НСА необходимо продлевать разрез в проксимальном направлении ОСА и, в последующем, выполнять ангиопластику низведенной частью ВСА. Ушивание такой артериотомии часто сопряжено с определенными техническими сложностями и, строго говоря, уже не является эверсионной эндартерэктомией [15, 16]. Поэтому такую методику мы применяем крайне редко. При ее выполнении техника не отличается от



Рис. 1. Схема наложения шва по первой методике.

Fig. 1. Scheme of suturing according to the first method.



Рис. 2. Схема наложения шва по второй методике.

Fig. 2. Scheme of suturing according to the second method.

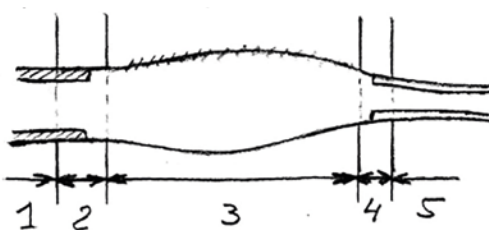


Рис. 3. Области интереса при оценке эффективности КЭАЭ.

Fig. 3. The area of interest when evaluating the efficiency of the CEAE.

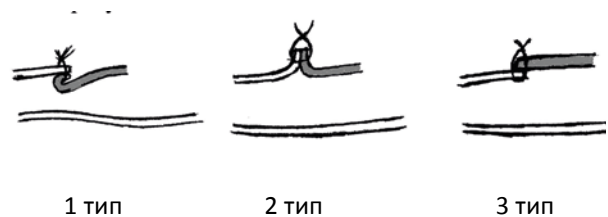


Рис. 4. Типы сочленения артерия-заплата.

Fig. 4. Types of artery-patch articulation.

общепринятой. При распространенном поражении бифуркации сонной артерии больше показана классическая каротидная эндартерэктомия с закрытием артериотомии заплатой или обвивным швом [15]. Разработке оптимальной техники при таких операциях и посвящена эта работа.

Цель исследования: сравнить результаты различных методик выполнения классической КЭАЭ у больных с ишемическим инсультом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ретроспективном исследовании мы собрали данные по 1242 пациентам, перенесшим КЭАЭ в период с января 2011 г. по декабрь 2019 г. Операция использованием заплаты выполнена в 239 случаях, в 1003 — применялся обвивной шов.

На ранних этапах нашей работы отработка различных методик проходила на меньшем количестве больных. После получения промежуточных и окончательных результатов на малочисленных группах «отработки методики», наилучшую методику применяли к большой группе больных. Методики динамического наблюдения оставались исходными.

Было 848 мужчин и 394 женщины, средний возраст составил 63,16 года, все больные были симптомными, ранее перенесли эпизод ишемии головного мозга. У 49,2% пациентов было преходящее нарушение мозгового кровообращения, у 50,8% ишемический инсульт. У всех пациентов имелся стеноз сонной артерии. После операции у 5 (0,4%) пациентов развился ишемический инсульт, у 1 (0,08%) — повреждение п.

hypoglossus, у 3 (0,24%) — послеоперационная гематома. Применение шунта при выполнении КЭАЭ не потребовалось.

Всем больным после операции выполнялось дуплексное исследование через 1, 3, 6, 12 месяцев. Далее каждый год.

Первую группу больных составили больные, у которых при закрытии артериотомии использовалась заплата. В качестве материала для заплаты использовалась заплата фирмы Gore-Tex.

Использовали 3 методики закрытия артериотомии с применением заплаты.

Первая методика. На концы заплаты сначала накладывали П-образный фиксирующий шов с последующим обвивным швом по длиннику заплаты. Схематически данная методика представлена на рисунке 13. Ширина заплаты от 7 до 11 мм. Соотношение длины заплаты к ее ширине — 1/2–1/4. Такая методика применена у 41 больного.

Вторая методика: на концы заплаты сначала накладывали простой фиксирующий шов с последующим обвивным швом по длиннику заплаты. Схематически данная методика представлена на рисунке 14. Ширина заплаты 5–7 мм. Соотношение длины заплаты к ее ширине — больше, чем 1/3. Такая методика применена у 39 больных.

Третья методика: на боковую поверхность заплаты, не доходя 3–4 мм до дистальной части заплаты, накладывали простой фиксирующий шов с последующим обвивным швом по длиннику заплаты. Ширина заплаты 5 мм. Соотношение длины заплаты к ее



Рис. 5. Схема наложения швов на края артериотомии по первой методике.

Fig. 5. Scheme of suturing the edges of arteriotomy according by the first method.



Рис. 6. Схема наложение швов на края артериотомии по второй методике.

Fig. 6. Scheme of suturing the edges of arteriotomy by the second method.

ширине — как при второй методике. Такая методика применена у 16 больных.

В качестве метода контроля использовалось дуплексное ультразвуковое исследование. Дуплекс проводили на аппарате фирмы Siemens, Sonoline Omnia используя мультислотный датчик 3,5–7 МГц. Исследование выполняли до операции, а также через 1, 3, 6, 12 месяцев после операции, далее — каждый год.

Выделили 5 областей интереса при визуализации места операции. Схематически эти области представлены на рисунке 3.

- 1 — ОСА на протяжении 5 мм до проксимальной части заплаты,
- 2 — область проксимальной части заплаты,
- 3 — область заплаты на протяжении,
- 4 — область дистальной части заплаты,
- 5 — ВСА на протяжении 3–5 мм за дистальной частью заплаты.

При визуализации оценивали: толщину комплекса медиа-интима (КМИ) в 1 и 5 областях, толщину неинтимы в месте удаления бляшки, геометрию сочленения заплаты с артерией в 2 и 4 областях, степень стеноза, соотношение диаметров ОСА и диаметра в средней части заплаты, изменение диаметра в месте наложения заплаты от нативного диаметра артерии.

Выделили 3 типа сочленения заплаты с артерией во 2 и 4 областях с различной геометрией расположения краев стенки сосуда и заплаты. Первый тип — подворачивание заплаты с образованием «дубликатуры» заплатой. Второй тип — равномерное сочленение по типу буквы «Л», третий тип — нахлест заплаты на артерию. Схематически типы сочленения представлены на рисунке 4.

При динамическом дуплексном исследовании пристально оценивалась область реконструкции: состояние геометрии артерии в дистальной и проксимальных частях артериотомии, особенности кровотока по артерии, наличие и степень нарастания неинтимы. Развитие рестеноза сравнивались между группами в течение 36 месяцев наблюдения.

Вторую группу больных составили больные, у которых при закрытии артериотомии использовался обвивной шов.

Использовали три методики выполнения обвивного шва.

Первая методика — поперечный фиксирующий шов на края отверстия с последующим «растягиванием» его по длиннику за фиксирующие нити и обвивной встречный шов на протяжении. На рисунке 5 схематически представлена методика выполнения обвивного шва по первой методике, использована в выполнении 11 операций.

Вторая методика — П-образный фиксирующий

шов на края артериотомии, расстояние между вколами не более 1–1,5 мм с последующим растягиванием его по длиннику за нити и обвивной встречный шов на протяжении, использована в 16 операциях.

На рисунке 6 схематически представлена методика выполнения обвивного шва по второй методике.

Третья методика — П-образный фиксирующий шов на края артериотомии, расстояние между вколами не более 1 на ВСА и до 1,5 мм на ОСА. Обвивной шов с обязательным подъемом вверх края стенки, вкол иглы на расстоянии не более 1,0 мм от края стенки на ВСА и до 1,5 мм на ОСА, — методика использована в выполнении 29 вмешательств.

Качество шва оценивали визуально во время операции и по данным дуплексного ультразвукового исследования после вмешательства по методике, описанной выше для больных с закрытием артериотомии заплатой.

По степени уменьшения диаметра артерии после закрытия артериотомии обвивным швом выделили следующие группы: 1 степень — без изменения диаметра артерии; 2 степень — уменьшение диаметра на 1 мм; 3 степень — уменьшение диаметра на 2 мм; 4 степень — уменьшение диаметра на 3 мм и более.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Группа больных с использованием заплаты для закрытия артериотомии.

В таблице 1 представлена толщина комплекса медиа-интима (КМИ) в 1 и 5 областях.

У большинства больных операция не отразилась на состоянии артериальной стенки. Отсутствие увеличения КМИ до и после операции говорит о правильности данного утверждения. У 30% больных

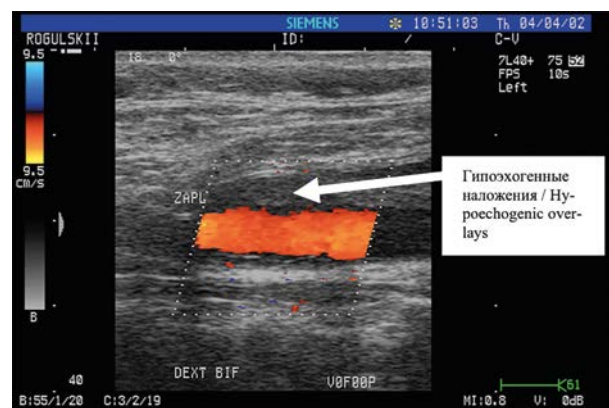


Рис. 7. Образование гипоэхогенных наложений в области «карманов» широкой заплаты по длиннику.

Fig. 7. The formation of hypoechoic overlays in the "pockets" of a wide patch along the spine.

артериальная стенка отреагировала на оперативное вмешательство. Увеличение КМИ, в основном, было отмечено в области операции. Особенно это увеличение отмечено в месте расположения сосудистых зажимов. Вполне объяснимое и прогнозируемая реакция сосудистой стенки.

В среднем у 13% больных отмечено значительное увеличение КМИ. У этих больных такая реакция связана с прогрессированием атеросклеротического процесса, как в самой зоне операции, так и в других артериальных бассейнах. У них клинически отмечено сокращение дистанции перемежающейся хромоты или увеличение процента стеноза в общих бедренных артериях. Больные с подобной реакцией требовали коррекции консервативной терапии и назначения вазоактивных препаратов после операции (плавикс).

В таблице 2 представлена толщина неоинтимы в месте удаления бляшки.

Как видно из таблицы 2, у большинства больных в послеоперационном периоде в месте удале-

ния бляшки образовывалась нормальной толщины неоинтима без тенденции к ее увеличению за время наблюдения.

В среднем у 30% больных во всех группах отмечено образование неоинтимы до 2,5 мм в первые месяцы после операции. У большинства больных за время наблюдения толщина неоинтимы пришла к нормальным показателям. У ряда больных потребовалась коррекция терапии, назначение вазоактивных препаратов. После проведения терапии толщина неоинтимы пришла в норму. У всех больных с подобной местной реакцией имелось увеличение диаметра в зоне заплаты по отношению к диаметру ОСА.

У ряда больных имелось значительное увеличение толщины неоинтимы в области расположения заплаты. В 1 группе самое большое количество больных имели такую реакцию, наименьшее количество больных было в 3 группе. Практически у всех больных 1 группы с подобной реакцией имелась широкая и короткая заплатка, которая образовывала «карманы» по

Таблица 1. Толщина комплекса медиа-интима в 1 и 5 областях зоны реконструкции
Table 1. thickness of the media - intima complex in 1 and 5 regions of the reconstruction zone

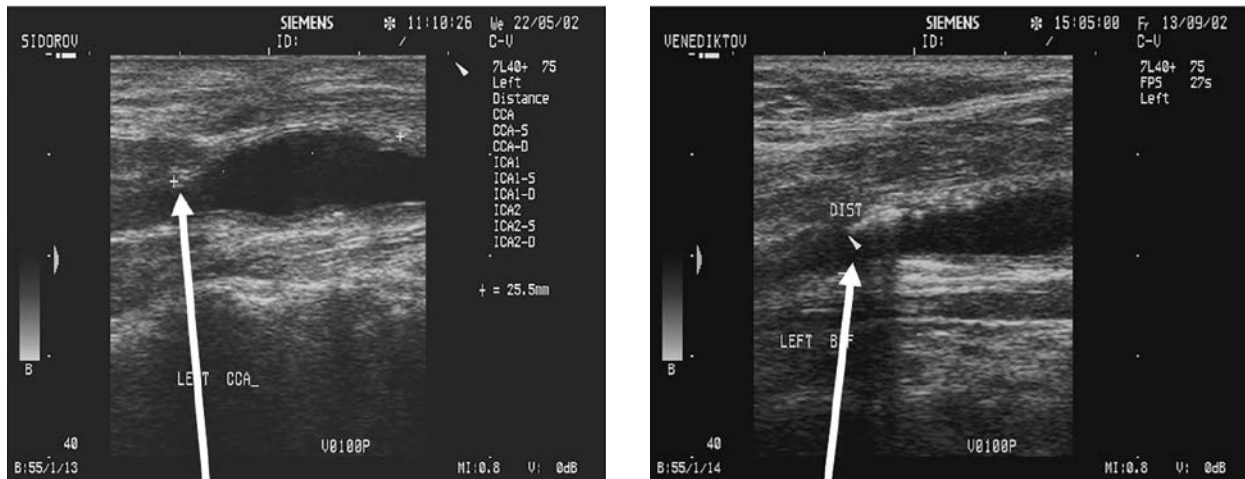
Показатели Indicators	1 группа / the 1 st group	2 группа / the 2 nd group	3 группа / the 3 rd group	
Комплекс медиа-интима в 1 и 5 областях / media - intima complex in 1 and 5 regions	< 1,5 мм / <1.5 mm	23 (56,1%)	23 (58,9%)	10 (62,3%)
	1,5 – 2,5	12 (29,3%)	11 (28,3%)	5 (34,6%)
	> 2,5 мм / >2.5 mm	6 (14,6%)	5 (12,8%)	1 (3,1%)

Таблица 2. Толщина неоинтимы в области удаления бляшки
Table 2. The thickness of neointima in the removal of plaque

Показатели Indicators	1 группа / the 1 st group	2 группа / the 2 nd group	3 группа / the 3 rd group	
Толщина неоинтимы в 3 области / Neointima thickness in the 3 rd area	< 1,5 мм / < 1.5 mm	19 (46,2%)	22 (56,4%)	10 (62,3%)
	1,5 – 2,5	11 (26,8%)	12 (30,7%)	5 (31,25%)
	> 2,5 мм / > 2.5 mm	11 (26,6%)	5 (12,8%)	1 (6,25%)

Таблица 3. Варианты сочленения заплаты и артерии
Table 3. Options articulation patches and arteries

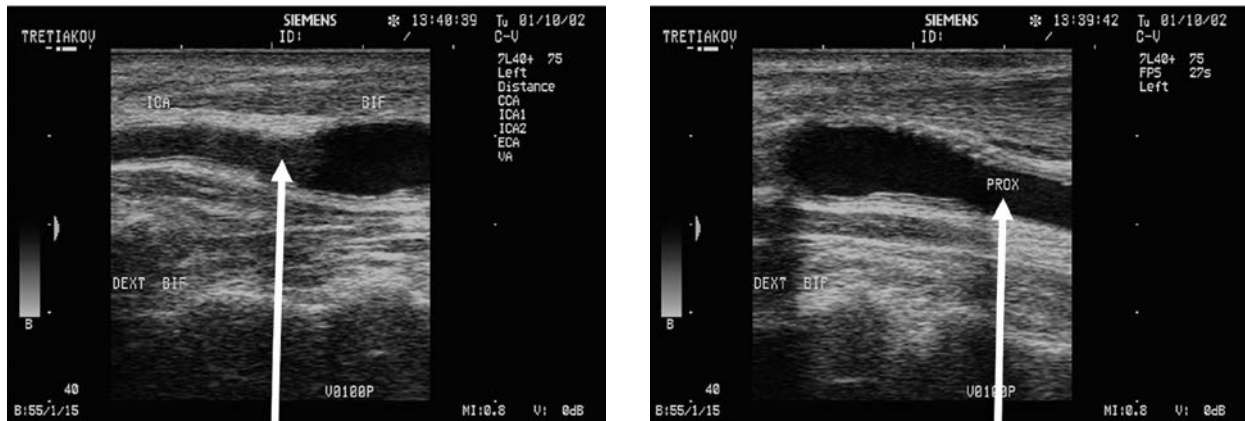
Показатели Indicators	1 группа / the 1 st group	2 группа / the 2 nd group	3 группа / the 3 rd group	
Сочленение заплаты и артерии в 4 области / Patch and artery articulation in the 4 th area	1 тип / type 1	19 (46,3%)	0	0
	2 тип / type 2	22 (53,7%)	17 (43,6%)	5 (31,2%)
	3 тип / type 3	0	22 (56,4%)	11 (68,8%)



«Подворачивание» заплата в дистальной части артериотомии с образованием стеноза / "Twisting" of the patch in the distal part of the arteriotomy with the formation of stenosis

Рис. 8. Сочленение заплата и артерии по 1 типу при 1-й методике наложения шва.

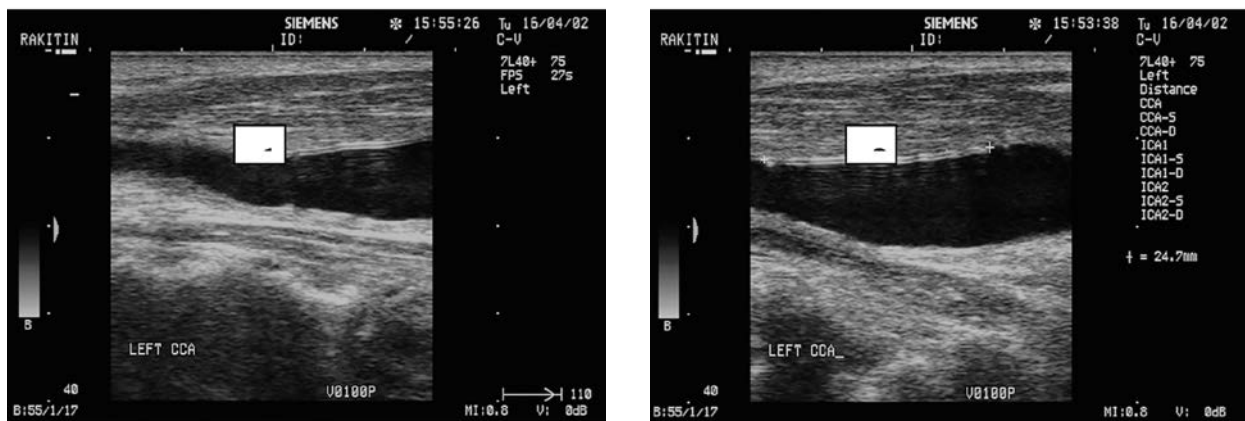
Fig. 8. Junction of the patch and artery by type 1 with the 1st suture technique.



«Наплыв» заплата на артерию в дистальной и проксимальной части артериотомии. Отсутствие стенозов в этих областях / "Influx" of the patch on the artery in the distal and proximal parts of the arteriotomy. The absence of stenosis in these areas

Рис. 9. Сочленение артерии и заплата по 3 типу при использовании 2-й методики наложения заплата.

Fig. 9. articulation of the artery and patch type 3 in the 2nd method of applying the patch.



Отсутствие стеноза в дистальной части артериотомии при второй методике наложения заплата: 1 - дистальная область артериотомии; 2 - заплата из протеза Gore-Tex / Absence of stenosis in the distal part of the arteriotomy during the second method of patching: 1 - distal area of the arteriotomy; 2 - patch from the Gore-Tex prosthesis

Рис. 10. Дуплексное исследование места реконструкции по второй методике.

Fig. 10. Duplex study of the reconstruction site due to the second method.

длиннику заплата. В этих областях и образовывалась толстая неоинтима, часто, с рыхлыми гипоезогенными наложениями, представленная на рисунке 7.

В таблице 3 представлены варианты сочленения заплата и артерии в 4 области.

Использование П-образного фиксирующего шва на краю заплата отразилось и на соответствующей геометрии сочленения артерии и заплата. При применении такого фиксирующего шва имелись типы сочленения или первого, или второго типа. Не отмечено «наплывов» заплата на стенку артерии.

При применении простого фиксирующего шва не отмечено образования сочленений по 1 типу. Имелось сочленение по 2 или 3 типу. Приблизительно такая же картина распределения сочленений в 3 группе. На рисунке 8 представлена ультразвуковая картина при использовании первой методики наложения шва.

На рисунке 9 представлена ультразвуковая картина при использовании 2-й методики наложения заплата.

В таблице 4 представлена степень стеноза в 4 области.

У всех больных 1 группы выявлены стенозы в области дистальной части заплата. Основная масса больных имела стенозы до 50%, но у 22% отмечены стенозы до 60%. У этих 9 больных 1 группы имелось неблагоприятное сочетание ряда факторов, которые и привели к большому геометрическому стенозу: использовалась заплата из толстого протеза Gore-Tex и дистальная часть заплата располагалась за окончанием ампулы ВСА, на самой ВСА.

У больных 2 и 3 групп имелись, в основном, малые стенозы в дистальной части заплата. У больных со стенозами в 30–50% применялась заплата из «толстого» протеза, что и привело к таким результатам. На рис. 10 представлена ультразвуковая картина реконструкции после КЭАЭ с закрытием заплата из протеза Gore-Tex по второй методике.

В таблице 5 представлено соотношение диаметров ОСА и диаметра артерии в средней части заплата.

При оценке геометрических изменений после наложения заплата отмечено, что наибольшее увеличение диаметра зоны реконструкции к ОСА имелось в 1 группе. При применении узкой заплата геометрические изменения по ширине наименьшие.

Группа больных с использованием обвивного шва

В следующих таблицах представлены данные визуальной оценки области артериотомии при различных методах обвивного шва (таблицы 6, 7, 8).

В дальнейшем были проанализированы отдаленные результаты 76 реконструкций за 2016 г. (наблюдение 48 мес.). Использовалась третья методика обвивного шва (таблица 9).

ОБСУЖДЕНИЕ

Для больных с использованием заплата

При сравнении различных методик выполнения КЭАЭ с закрытием артериотомии заплата наилучшие результаты получены при использовании методики

Таблица 4. Степень стеноза в 4 области
Table 4. The level of stenosis in the 4th area

Показатели Indicators	1 группа / the 1 st group	2 группа / the 2 nd group	3 группа / the 3 rd group	
	0 – 30%	11 (26,8%)	33 (84,6%)	15 (93,7%)
Степень стеноза в 4 области / The level of stenosis in the 4 th area	31 – 50%	21 (51,2%)	6 (15,4%)	1 (6,3%)
	50 – 60%	9 (22,0%)	0	0

Таблица 5. Соотношение диаметров ОСА и ВСА в средней трети заплата
Table 5. Ratio of CCA and ICA diameters in the middle third of the patch

Показатели Indicators	1 группа / the 1 st group	2 группа / the 2 nd group	3 группа / the 3 rd group	
Отношение диаметра ОСА к диаметру в с/3 заплата / Ratio of CCA diameter in the middle third of the patch	Соотношение 1 к 1 / 1 to 1 ratio	1 (2,4%)	27 (69,2%)	14 (87,4%)
	От 1/1 до 1,5 / from 1/1 up to 1,5	14 (34,2%)	12 (30,8%)	2 (12,6%)
	Больше 1,5 / more than 1,5	26 (63,4%)	0	0

Таблица 6. Изменение диаметра артерии в 2, 3, 4 областях при использовании первой методики
Table 6. The diameter changes of the artery in 2, 3, 4 areas during the first method

Изменение диаметра артерии / The artery diameter changes	2 область / 2 nd area	3 область / 3 rd area	4 область / 4 th area
1 степень – нет изменений / 1 st stage – no changes	0	0	0
2 степень – уменьшение диаметра на 1 мм / 2 nd stage – decreased diameter for 1mm	0	3	0
3 степень – уменьшение диаметра на 2 мм / 3 rd stage – decreased diameter for 2mm	3	8	7
4 степень – уменьшение диаметра на 3 мм / 4 th stage – decreased diameter for 3mm	8	0	4
Всего / Total	11	11	11 (21,6%)

Таблица 7. Изменение диаметра артерии в 2, 3, 4 областях при использовании второй методики
Table 7. The diameter changes of the artery in 2, 3, 4 areas during the second method

Изменение диаметра артерии / The artery diameter changes	2 область / 2 nd area	3 область / 3 rd area	4 область / 4 th area
1 степень – нет изменений / 1 st stage – no changes	5	2	11
2 степень – уменьшение диаметра на 1 мм / 2 nd stage – decreased diameter for 1mm	6	8	3
3 степень – уменьшение диаметра на 2 мм / 3 rd stage – decreased diameter for 2mm	4	6	2
4 степень – уменьшение диаметра на 3 мм / 4 th stage – decreased diameter for 3mm	1	0	0
Всего / Total	16	16	16

Таблица 8. Изменение диаметра артерии в 2, 3, 4 областях при использовании третьей методики
Table 8. The diameter changes of the artery in 2, 3, 4 areas during the third method

Изменение диаметра артерии / The artery diameter changes	2 область / 2 nd area	3 область / 3 rd area	4 область / 4 th area
1 степень – нет изменений / 1 st stage – no changes	11	22	18
2 степень – уменьшение диаметра на 1 мм / 2 nd stage – decreased diameter for 1mm	14	5	10
3 степень – уменьшение диаметра на 2 мм / 3 rd stage – decreased diameter for 2mm	4	2	1
4 степень – уменьшение диаметра на 3 мм / 4 th stage – decreased diameter for 3mm	0	0	0
Всего / Total	29	29	29

Таблица 9. Изменение диаметра артерии в 2, 3, 4 областях за 2016 г. (n=76)
Table 9. changes in artery diameter in 2,3,4 areas in 2016 (n=76)

Изменение диаметра артерии / The artery diameter changes	2 область / 2 nd area	3 область / 3 rd area	4 область / 4 th area
1 степень – нет изменений / 1 st stage – no changes	57 (75%)	70 (92%)	57 (75%)
2 степень – уменьшение диаметра на 1 мм / 2 nd stage – decreased diameter for 1mm	16 (21%)	6 (8%)	19 (25%)
3 степень – уменьшение диаметра на 2 мм / 3 rd stage – decreased diameter for 2mm	3 (4%)	0	0
4 степень – уменьшение диаметра на 3 мм / 4 th stage – decreased diameter for 3mm	0	0	0
Всего / Total	76	76	76

с П-образным фиксирующим швом на дистальную часть заплата и применением широкой заплата (первая методика). Основной причиной частых геометрических изменений в дистальной части заплата явилось подворачивание заплата внутрь артерии с образованием дубликатуры. Такой стеноз является технической особенностью данной методики. Избежать образования большого стеноза в дистальной части заплата позволило изменение техники операции. Широкая и короткая заплата создавала дополнительные расширения по длиннику заплата, «выпячивания», в которых отсутствовал ламинарный кровоток. Все это создавало условия для отложения в них фибрина и тромботических масс. Только изменением геометрических параметров заплата удалось избежать подобной картины после операции.

Неудовлетворенность полученными результатами после операций по 1 методике, возникновение большого количества «геометрических» искажений, больших стенозов артерии в зоне операции заставили искать другую технику закрытия артериотомии заплатами.

Применение 2 и 3 методики закрытия артериотомии заплатами позволило значительно сократить количество геометрических искажений в зоне операции, избежать образования стенозов артерии в месте наложения заплата, предотвратить изменение гео-



Рис. 11. Схема образования «дубликатуры» стенки на краю артериотомии при использовании второй методики ушивания.

Fig. 11. Diagram of the formation of a "duplicate" wall at the edge of the arteriotomy in the second method of suturing.

метрии бифуркации сонной артерии и геометрии внутренней сонной артерии.

При сравнении 2 и 3 методики следует отметить их большое сходство. При использовании 3 методики, для достижения хорошего результата, требуется хорошая пространственная ориентация у хирурга и слаженная работа хирурга и ассистента. При наложении бокового фиксирующего шва очень важно правильно определить длину заплата от места фиксации до окончания артериотомии. При малом вылете заплата возникают грубые деформации артерии в дистальной части заплата или прорезывание швов в этом месте. При большом вылете заплата возникает необходимость или ее укорочения, или продления артериотомии в дистальном направлении, что также может привести к деформации артерии в дистальной части заплата.

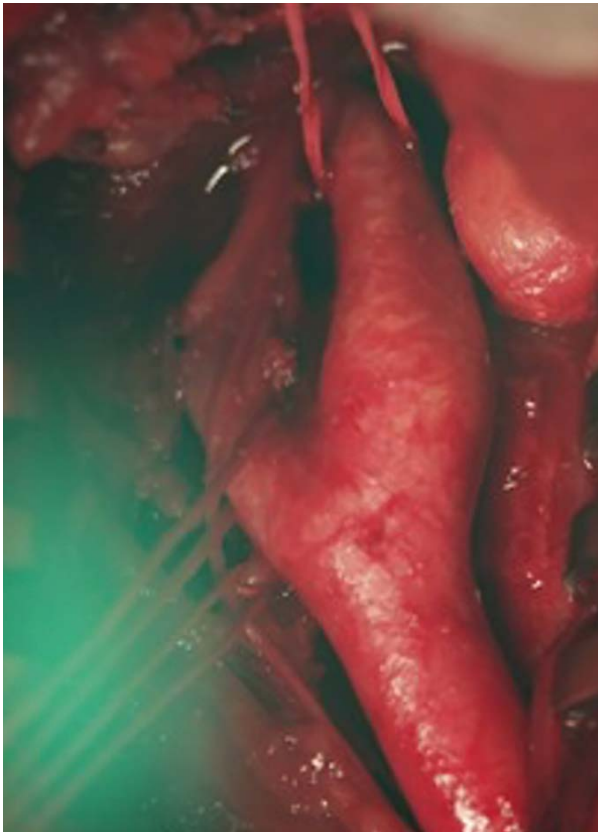
В наших наблюдениях были больные с быстрым прогрессированием атеросклеротического процесса после операции. Это индивидуальные особенности течения самого процесса у конкретного больного, практически не связанного с техникой операции. Определение степени активности атеросклеротического процесса сложная задача, практически не решаемая при экстренном поступлении больного в стационар. Динамическое дуплексное обследование позволяет выявить таких больных, к сожалению, после операции. Такие больные требуют соответствующей коррекции послеоперационной консервативной терапии, назначения вазоактивных препаратов (плавикс) и более пристального внимания.

Для больных с использованием обвивного шва

Уменьшение диаметра сосуда от исходного принято выражать в процентах. В таблице 10 наглядно представлено, как уменьшение диаметра сосуда в абсолютных значениях (миллиметрах) отражается на степени ее стеноза. Какому проценту сужения артерии соответствует уменьшение ее диаметра в зависимости от диаметра артерии.

Таблица 10. Соотношение степени уменьшения диаметра артерии к процентному ее сужению
Table 10. The ratio of the degree of reduction in the diameter of the artery to the percentage of its narrowing

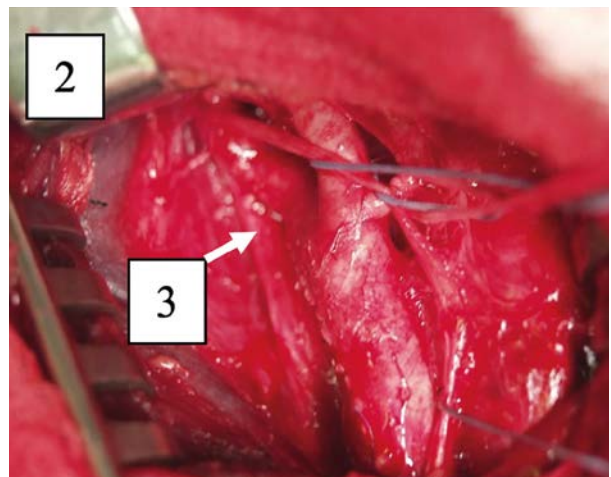
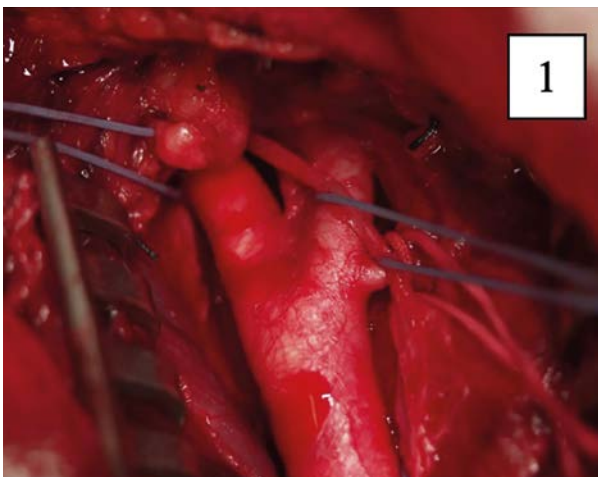
Исходный диаметр артерии (мм) / Initial diameter of the artery (mm)	Уменьшение диаметра на 1 мм / Decrease in diameter for 1 mm	Уменьшение диаметра на 2 мм / Decrease in diameter fore 2 mm	Уменьшение диаметра на 3 мм / Decrease in diameter for 3 mm
10	10%	20%	30%
9	12%	23%	33%
8	13%	25%	37%
7	14%	29%	43
6	17%	33%	50%
5	20%	40%	60%



Отсутствие деформаций дистальной и проксимальной частей артериотомии и на протяжении обвивного шва / Absence of deformations of the distal and proximal parts of the arteriotomy and throughout the wound suture

Рис. 12. Обвивной шов по третьей методике.

Fig. 12. Wrapping suture according to the third method.



1 – геометрия бифуркации до операции; 2 – геометрия бифуркации после выполнения КЭАЭ; 3 – сужение в дистальной части артериотомии / 1 – geometry of bifurcation before surgery; 2 – geometry of bifurcation after CEAE; 3 – narrowing in the distal part of arteriotomy

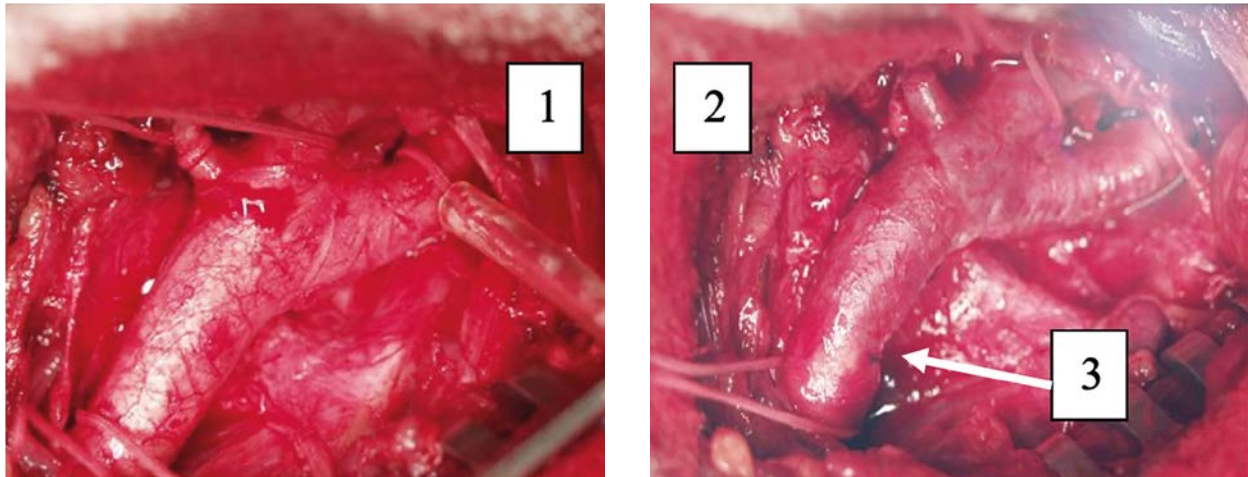
Рис. 13. Сужение в области дистального отдела шва при второй методике.

Fig. 13. Narrowing in the area of the distal suture in the second method.

Как видно из таблиц в этой главе наибольшие изменения диаметра артерии происходит при использовании первой методики. Это вполне объяснимо. При такой технике шва полукруглая игла проходит поперек артерии. Для полноценного шва необходимо чтобы игла проходила через все слои артерии, входила в просвет артерии и далее, также через все слои артерии выходила наружу артерии. Учитывая кривизну иглы, толщину стенки, расстояние между

входом и выходом иглы из артерии получается достаточно большое. Завязывание фиксирующего шва при таком большом расстоянии и приводит к образованию выраженного сужения артерии в этом месте.

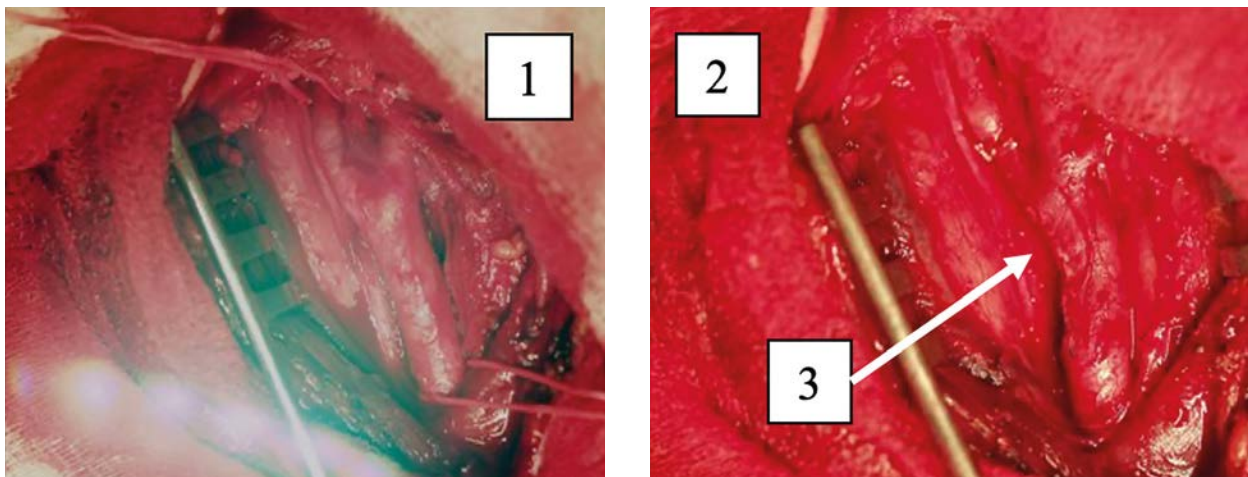
Учитывая, что средний диаметр ОСА составляет 8 мм, сужение артерии в 1 мм приводит к образованию стеноза как минимум в 13%. Сужение артерии в 3 мм приводит к образованию стеноза в 37%. А если в шов захватывается чуть больше артерии, то стеноз



1 – геометрия бифуркации до операции; 2 – геометрия бифуркации после выполнения КЭАЭ; 3 – сужение в проксимальной части артериотомии / 1 – geometry of bifurcation before surgery; 2 – geometry of bifurcation after CEAE; 3 – narrowing in the proximal part of arteriotomy

Рис. 14. Сужение в области проксимального отдела шва при использовании второй методики.

Fig. 14. Narrowing in the area of the proximal suture in the second method.



1 – геометрия бифуркации до операции; 2 – геометрия бифуркации после выполнения КЭАЭ; 3 – сужение на протяжении артериотомии / 1 – bifurcation geometry before surgery; 2 – bifurcation geometry after CEAE; 3 – narrowing during arteriotomy

Рис. 15. Сужение на протяжении шва при использовании второй методики.

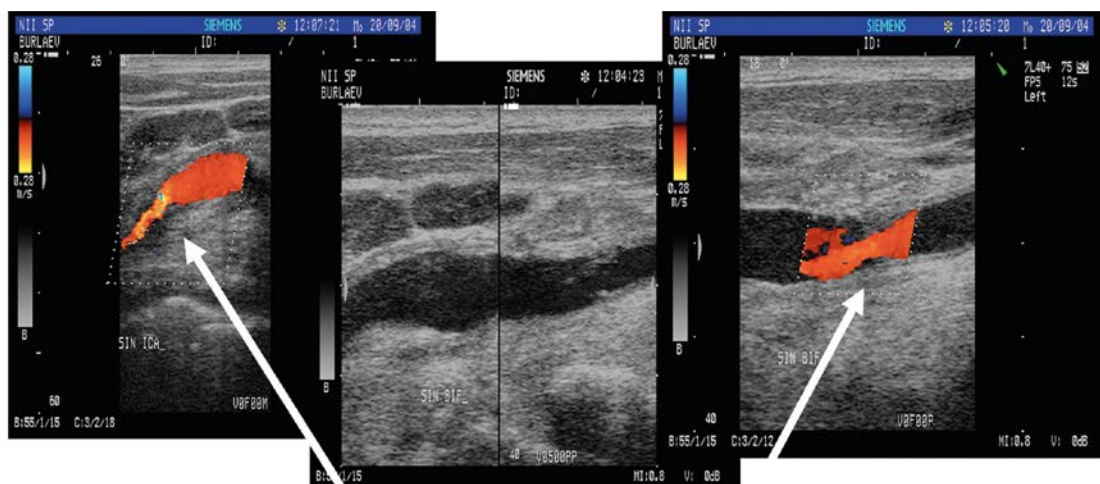
Fig. 15. Narrowing throughout the suture in the second method.

превышает 40–50%. Поскольку стеноз локальный и циркулярный, то в этой области возникает турбулентный поток с возможностью образования тромба и наложений фибрина в дистальном направлении артерии.

Применение П-образного шва по краям артериотомии при второй методике позволяет контролировать расстояние между вколами. Наиболее оптимальным расстоянием между вколами оказалось расстояние в 1 мм. В зависимости от толщины стенки можно ориентировать выколы в поперечном или продольном направлении артерии. Визуальный контроль между вколами позволил избежать грубой деформации

в области концевых фиксирующих швов, что хорошо отражено в таблицах 6, 7, 8.

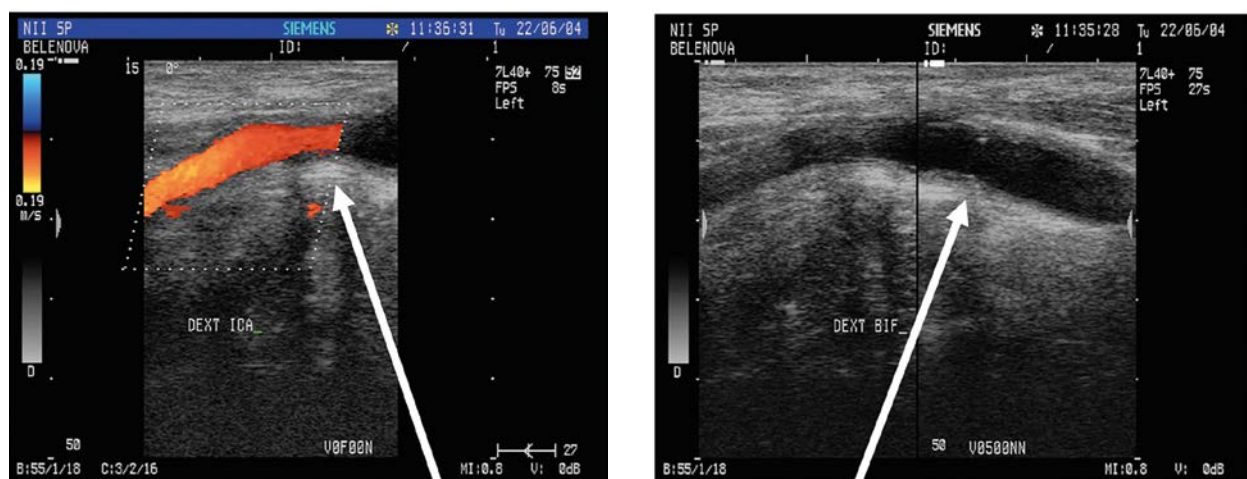
Другой проблемой при использовании первой и второй методик оказался шов по длиннику артериотомии. При растягивании артериотомии за фиксирующие швы происходит «складывание» края тонкой после эндартерэктомии стенки артерии с образованием своеобразной ее дубликатуры. Схематически это представлено на рисунке 12. При этом адекватно оценить расстояние вкола иглы от края стенки без использования увеличения достаточно затруднительно. В шов входит двойная длина стенки артерии. Происходит сужение артерии по длиннику артерии. Это



Грубая деформация в дистальном и в проксимальном отделе артериотомии / Gross deformity in the distal and proximal arteriotomy

Рис. 16. Динамическое исследование обвивного шва по первой методике с использованием дуплексного сканирования.

Fig. 16. Dynamic study of the wound suture using the first method using duplex scanning



Сужение в дистальной части артериотомии и по длиннику артерии / Narrowing in the distal part of the arteriotomy and along the length of the artery

Рис. 17. Динамическое исследование обвивного шва по второй методике с использованием дуплексного сканирования.

Fig. 17. Dynamic study of the wound suture using the second method using duplex scanning.

хорошо отражено в таблицах 6 и 7. Грубой деформации, деформации более 3 мм, в наших наблюдениях не отмечалось. Но сужение артерии до 2 мм отмечено почти в половине случаев.

Наилучшие результаты получены при использовании третьей методики закрытия артериотомии. Применение П-образного шва по краям артериотомии позволило избежать деформаций в этом месте. Контроль вкола иглы за счет расправления и подъема края стенки обеспечило отсутствие деформаций шва.

С 2013 г. закрытие артериотомии выполняем по третьей методике. Как видно из таблицы 8 мы имеем минимальный процент сужений в зоне реконструкции. На следующих интраоперационных фотографиях показаны результаты закрытия артериотомии обвивным швом по рассмотренным трем методикам.

Данные ультразвукового контроля представлены на рисунках 16, 17, 18.

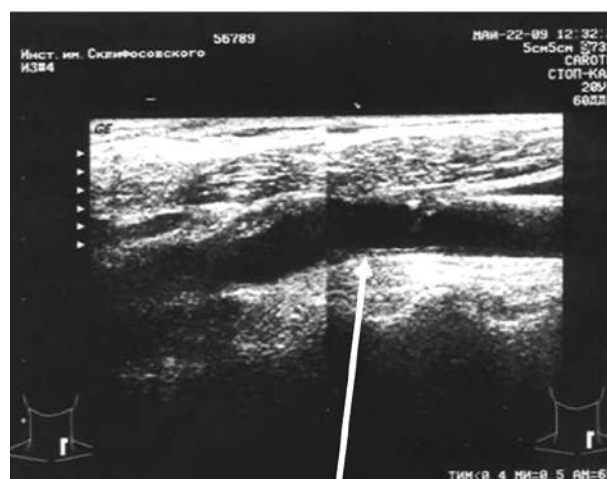
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основная цель операции при поражении сонной артерии — улучшить мозговой кровоток, предотвратить развитие инсульта. Удаление бляшки должно быть максимально полным, с минимальной травмой артерии и сохранением геометрии бифуркации.

При распространенном поражении бифуркации сонной артерии больше показана классическая каротидная эндартерэктомия с закрытием артериотомии заплатой или обвивным швом. При всей внешней простоте операции каротидной эндартерэктомии, она остается сложной и имеет мно-

жество тонкостей, строгое соблюдение которых позволяет получить хорошие отдаленные результаты. Ее можно отнести к разряду прецизионных. При выделении бифуркации сонной артерии необходимо выделять ОСА на 4–5 см в проксимальном направлении. При подозрении на наличие бляшки в проксимальной части ОСА, артерию выделяют до этой бляшки. В наших наблюдениях выделение ОСА в проксимальном направлении проводилось до 8 см от бифуркации. ВСА мы стараемся выделить в дистальном направлении минимум на 2–3–4 см выше окончания ампулы ВСА. Такое широкое выделение бифуркации позволяет полноценно оценить распространение атеросклеротического процесса в сонных артериях, исключить ошибки ультразвукового исследования, выполнить пережатие артерий вне области поражения, с минимальной травмой стенки самой артерии.

Артериотомию начинаем с ОСА, в области наименьшего атеросклеротического поражения. Сначала скальпелем выполняется артериотомия через весь слой длиной 2–3 мм. Проводится оценка ретроградного кровотока. Далее ножницами артериотомия продолжается через ампулу ВСА. Важным моментом оказался уровень окончания артериотомии в ампуле ВСА. В наших исследованиях, оптимальным уровнем окончания артериотомии в ампуле ВСА явилась граница ее средней и верхней трети. Такой уровень окончания артериотомии позволяет гарантированно удалить дистальную часть бляшки. Обычно она отделяется от стенки артерии в месте перехода ампулы ВСА в ее дистальную часть. При таком уровне окончания артериотомии дистальная часть ВСА хорошо



Отсутствие изменений просвета артерии после каротидной эндартерэктомии / No changes in the arterial lumen after carotid endarterectomy

Рис. 18. Динамическое исследование обвивного шва по третьей методике с использованием дуплексного сканирования.

Fig. 18. Dynamic study of the wound suture using the third method with duplex scanning.

визуализируется, удаление бляшки выполняется под контролем зрения. При распространении бляшки в дистальном направлении артериотомия может быть продлена далее на ВСА. Но такая ситуация, по нашим данным, сопряжена с большим процентом стеноза в дистальной части артериотомии, так как первые стежки при ушивании расположены на ВСА, диаметр которой обычно около 3–5 мм.

При удалении самой бляшки мы стараемся это сделать единым блоком, без «кускования». Такое удаление позволяет сократить время на ее удаление, обеспечить чистое отделение от адвентиции. Артериотомия ушивается нитью 6/0–7/0. Использование более толстых нитей оставляет грубый шов. Использование более тонких нитей приводит к ослаблению шва, увеличивает время наложения, чаще приводит к разрыву нити. Ушивание артериотомии начинаем с дистального края. Оптимальная техника шва изложена выше.

Нашими исследованиями было показано, что использование заплат при ушивании артериотомии практически всегда приводит к изменению нативной геометрии артерии не в лучшую сторону. Расширение артерии и ее деформация создают турбулентные потоки, которые ухудшают отдаленные результаты в области реконструкции. Поэтому мы отказались от рутинного использования их при каротидной энд-артерэктомии.

При использовании обвивного шва для закрытия артериотомического отверстия после КЭАЭ необходимо по краям артериотомии использовать П-образный фиксирующий шов с последующим обвивным швом по длиннику артериотомии. При наложении обвивного шва необходимо визуально контролировать расстояние от края артерии до вкола иглы атравматической нити на всем протяжении шва при каждом стежке.

Участие авторов:

Ахметов В.В. – концепция исследования, обработка материала, написание текста.

Врыганов Ф.А. – техническое редактирование, оформление библиографии.

Дунаева В.И. – сбор и анализ данных, ассистенция на операциях.

Ордынец С.В. – техническое редактирование, оформление библиографии.

Дуданов И.П. – научное редактирование, работа над дизайном исследования, подготовка статьи.

Authors contribution:

Akhmetov V.V. – the research concepts, material processing, and text writing.

Dunayeva V.I. – technical editing, bibliography design.

Vryganov F.A. – the collection and analysis of data, assistance during operations.

Ordynets S.V. – technical editing, bibliography design.

Dudanov I.P. – scientific editing, work on the design of the study, drafting of the article.

Список литературы

- Ahmed SB, Daniel G, Benezit M, Ribal J-P, Rosset E. Eversion carotid endarterectomy without shunt: concerning 1385 consecutive cases. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2017 Aug;58(4):543–550. <https://doi.org/10.23736/S0021-9509.16.08495-0>
- Skelly CL, Meyerson SL, Curi MA, Desai TR, Bassiouny HS, McKinsey JF, et al. Routine early postoperative duplex scanning is unnecessary following uncomplicated carotid endarterectomy. *Vasc Endovascular Surg*. 2002 Apr;36(2):115–122. <https://doi.org/10.1177/153857440203600206>
- Chen GZ, Wu YZ, Diao PY, Ma L, Yan S, Chen XY, et al. Comparison of Eversion Carotid Endarterectomy and Patch Carotid Endarterectomy: A Retrospective Study of 6 Years of Experience. *Med Sci Monit*. 2018 Aug 21;24:5820–5825. <https://doi.org/10.12659/MSM.907762>
- McBride R, Porter J, Al-Khaffaf H. The modified operative technique of partial eversion carotid endarterectomy. *J Vasc Surg*. 2017 Jan;65(1):263–266. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2016.10.057>
- Tsantilas P, Kühnl A, Kallmayer M, Pelisek J, Poppert H, Schmid S, et al. A short time interval between the neurologic index event and carotid endarterectomy is not a risk factor for carotid surgery. *J Vasc Surg*. 2017 Jan;65(1):12–20.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2016.07.116>
- Howell SJ. Carotid endarterectomy. *Br J Anaesth*. 2007 Jul;99(1):119–131. <https://doi.org/10.1093/bja/aem137>
- Baram A, Majeed G, Subhi Abdel-Majeed A. Carotid endarterectomy: neither shunting nor patching technique. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2018 Jul;26(6):446–450. <https://doi.org/10.1177/0218492318788777>
- Zarins CK. Carotid endarterectomy: the gold standard. *J Endovasc Surg*. 1996 Feb;3(1):10–15. [https://doi.org/10.1583/1074-6218\(1996\)003<0010:CETGS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1583/1074-6218(1996)003<0010:CETGS>2.0.CO;2)
- Avrahami I, Raz D, Bash O. Biomechanical Aspects of Closing Approaches in Postcarotid Endarterectomy. *Comput Math Methods Med*. 2018;2018:4517652. <https://doi.org/10.1155/2018/4517652>
- Mannheim D, Weller B, Vahadim E, Karmeli R. Carotid endarterectomy with a polyurethane patch versus primary closure: a prospective randomized study. *J Vasc Surg*. 2005 Mar;41(3):403–407; discussion 407–408. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2004.11.036>
- Al-Rawi PG, Turner CL, Waran V, Ng I, Kirkpatrick PJ. A randomized trial of synthetic patch versus direct primary closure in carotid endarterectomy. *Neurosurgery*. 2006 Oct;59(4):822–828; discussion 828–829. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000232640.11438>

12. Rerkasem K, Rothwell PM. Patch angioplasty versus primary closure for carotid endarterectomy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009 Oct 7;(4):CD000160. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000160.pub3>
13. MaertensV, Maertens H, Kint M, Coucke C, Blomme Y. Complication Rate after Carotid Endarterectomy Comparing Patch Angioplasty and Primary Closure. *Ann Vasc Surg.* 2016 Jan;30:248–252. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2015.07.045>
14. Bond R, Rerkasem K, Naylor AR, Aburahma AF, Rothwell PM. Systematic review of randomized controlled trials of patch angioplasty versus primary closure and different types of patch

- materials during carotid endarterectomy. *J Vasc Surg.* 2004 Dec;40(6):1126–1135. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2004.08.048>
15. Ho KJ, Nguyen LL, Menard MT. Intermediate-term outcome of carotid endarterectomy with bovine pericardial patch closure compared with Dacron patch and primary closure. *J Vasc Surg.* 2012 Mar;55(3):708–714. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2011.10.007>
16. Domanin M, Buora A, Scardulla F, Guerciotti B, Forzenigo L, Biondetti P, et al. Computational Fluid-Dynamic Analysis after Carotid Endarterectomy: Patch Graft versus Direct Suture Closure. *Ann Vasc Surg.* 2017 Oct;44:325–335. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2017.04.016>

References

1. Ahmed SB, Daniel G, Benezit M, Ribal J-P, Rosset E. Eversion carotid endarterectomy without shunt: concerning 1385 consecutive cases. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2017 Aug;58(4):543–550. <https://doi.org/10.23736/S0021-9509.16.08495-0>
2. Skelly CL, Meyerson SL, Curi MA, Desai TR, Bassiouny HS, McK-insey JF, et al. Routine early postoperative duplex scanning is unnecessary following uncomplicated carotid endarterectomy. *Vasc Endovascular Surg.* 2002 Apr;36(2):115–122. <https://doi.org/10.1177/153857440203600206>
3. Chen GZ, Wu YZ, Diao PY, Ma L, Yan S, Chen XY, et al. Comparison of Eversion Carotid Endarterectomy and Patch Carotid Endarterectomy: A Retrospective Study of 6 Years of Experience. *Med Sci Monit.* 2018 Aug21;24:5820–5825. <https://doi.org/10.12659/MSM.907762>
4. McBride R, Porter J, Al-Khaffaf H. The modified operative technique of partial eversion carotid endarterectomy. *J Vasc Surg.* 2017 Jan;65(1):263–266. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2016.10.057>
5. Tsantilas P, Kühnl A, Kallmayer M, Pelisek J, Poppert H, Schmid S, et al. A short time interval between the neurologic index event and carotid endarterectomy is not a risk factor for carotid surgery. *J Vasc Surg.* 2017 Jan;65(1):12-20.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2016.07.116>
6. Howell SJ. Carotid endarterectomy. *Br J Anaesth.* 2007 Jul;99(1):119–131. <https://doi.org/10.1093/bja/aem137>
7. Baram A, Majeed G, Subhi Abdel-Majeed A. Carotid endarterectomy: neither shunting nor patching technique. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2018 Jul;26(6):446–450. <https://doi.org/10.1177/0218492318788777>
8. Zarins CK. Carotid endarterectomy: the gold standard. *J Endovasc Surg.* 1996 Feb;3(1):10–15. [https://doi.org/10.1583/1074-6218\(1996\)003<0010:CETGS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1583/1074-6218(1996)003<0010:CETGS>2.0.CO;2)
9. Avrahami I, Raz D, Bash O. Biomechanical Aspects of Closing Approaches in Postcarotid Endarterectomy. *Comput Math Methods Med.* 2018;2018:4517652. <https://doi.org/10.1155/2018/4517652>
10. Mannheim D, Weller B, Vahadim E, Karmeli R. Carotid endarterectomy with a polyurethane patch versus primary closure: a prospective randomized study. *J Vasc Surg.* 2005 Mar;41(3):403–407; discussion 407–408. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2004.11.036>
11. Al-Rawi PG, Turner CL, Waran V, Ng I, Kirkpatrick PJ. A randomized trial of synthetic patch versus direct primary closure in carotid endarterectomy. *Neurosurgery.* 2006 Oct;59(4):822–828; discussion 828–829. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000232640.11438>
12. Rerkasem K, Rothwell PM. Patch angioplasty versus primary closure for carotid endarterectomy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009 Oct 7;(4):CD000160. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000160.pub3>
13. MaertensV, Maertens H, Kint M, Coucke C, Blomme Y. Complication Rate after Carotid Endarterectomy Comparing Patch Angioplasty and Primary Closure. *Ann Vasc Surg.* 2016 Jan;30:248–252. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2015.07.045>
14. Bond R, Rerkasem K, Naylor AR, Aburahma AF, Rothwell PM. Systematic review of randomized controlled trials of patch angioplasty versus primary closure and different types of patch materials during carotid endarterectomy. *J Vasc Surg.* 2004 Dec;40(6):1126–1135. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2004.08.048>
15. Ho KJ, Nguyen LL, Menard MT. Intermediate-term outcome of carotid endarterectomy with bovine pericardial patch closure compared with Dacron patch and primary closure. *J Vasc Surg.* 2012 Mar;55(3):708–714. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2011.10.007>
16. Domanin M, Buora A, Scardulla F, Guerciotti B, Forzenigo L, Biondetti P, et al. Computational Fluid-Dynamic Analysis after Carotid Endarterectomy: Patch Graft versus Direct Suture Closure. *Ann Vasc Surg.* 2017 Oct;44:325–335. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2017.04.016>

Информация об авторах:

Ахметов Владимир Вениаминович* – к.м.н., докторант кафедрой общей и факультетской хирургии, врач отделения сосудистой хирургии, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск, Российская Федерация. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7625-9156>, SPIN: 7141-1401, AuthorID: 940347

Дунаева Виктория Игоревна – аспирант кафедры общей и факультетской хирургии, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск, Российская Федерация. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9388-9931>

Врыганов Федор Александрович – аспирант кафедрой общей и факультетской хирургии, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск, Российская Федерация. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0268-8561>

Ордынец Станислав Витальевич – к.м.н., докторант кафедрой общей и факультетской хирургии, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск, Российская Федерация. Врач отделения сосудистой хирургии СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9348-618X>

Дуданов Иван Петрович – д.м.н., профессор, чл.-корр. РАН, заведующий кафедрой общей и факультетской хирургии, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск, Российская Федерация. Руководитель Регионального сосудистого центра СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0629-6581>, SPIN: 7617-9535, AuthorID: 107304

Information about authors:

Vladimir V. Akhmetov* – Cand. Sci. (Med.), doctoral student of the department of general and faculty surgery, doctor of the department of vascular surgery, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russian Federation. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7625-9156>, SPIN: 7141-1401, AuthorID: 940347

Viktoriya I. Dunaeva – fellow student of the Department of General and faculty surgery, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russian Federation. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9388-9931>

Fedor A. Vryganov – fellow student of the Department of General and faculty surgery, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russian Federation. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0268-8561>

Stanislav V. Ordynets – Cand. Sci. (Med.), doctoral student at the Department of General and faculty surgery, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russian Federation. Doctor of vascular surgery Department City Mariinsky hospital, Saint Petersburg, Russian Federation. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9348-618X>

Ivan P. Dudanov – Dr. Sci. (Med.), professor, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, head of the Department of General and faculty surgery, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russian Federation. Head of the Regional vascular center City Mariinsky hospital, Saint Petersburg, Russian Federation. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0629-6581>, SPIN: 7617-9535, AuthorID: 107304