

**ОБЗОРЫ**

---

© Герасимов А.А., Жеребятьева С.Р., 2014  
УДК 616.13-089.844

**ПРОБЛЕМА ВЫБОРА ПЛАСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА  
ДЛЯ РЕКОНСТРУКТИВНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ  
НА МАГИСТРАЛЬНЫХ АРТЕРИЯХ:  
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ**

А.А. ГЕРАСИМОВ, С.Р. ЖЕРЕБЯТЬЕВА

Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова,  
г. Рязань

---

**THE CHOISE OF PROTHESIS FOR RECONSTRUCTIVE  
VASCULAR SURGERY OF ARTERIES: THE MODERN STATE**

A.A. GERASIMOV, S.R. ZHEREBJATEVA

Ryazan State Medical University, Ryazan

**На основании данных опубликованных в зарубежной и отечественной литературе анализируются результаты оперативного лечения пациентов, при использовании различных пластических материалов, частота развития рестеноза в зоне реконструкции.**

*Ключевые слова:* дакрон, политетрафторэтилен, гиперплазия интимы, рестеноз, эндотелиальная дисфункция.

---

**According to literature data the results of surgical treatment using different vascular implants and the rate of restenosis development in anastomosis area were analyzed.**

*Keywords:* dacron, PTFE, intimal hyperplasia, restenosis, endothelial dysfunction.

---

Реконструктивно-восстановительные операции по поводу атеросклероза аорты и магистральных артерий вошли в повседневную практику отделения сосудистой хирургии и составляют 1,8% от числа всех хирургических вмешательств в РФ. Одним из наиболее важных лимитирующих факторов при реконструкции сосудов, особенно артерий среднего и малого калибра, является сужение просвета, развивающееся после ушивания продольной артериотомии. Это сужение просвета можно легко предотвратить при помощи заплаты. Такой принцип восстановления артерии, широко используемый сегодня, был продемонстрирован экспериментально Carrel и Guthrie еще в 1906 году [16].

Современные способы реконструкции артерии при их атеросклеротическом поражении предполагают применение различных пластических материалов для восстановления кровотока. К настоящему времени в РФ и зарубежом накоплен значительный опыт реконструктивно-восстановительных операций на магистральных артериях, однако проблема выбора наилучшего материала для восстановления целостности артериальной стенки до сих пор является одной из главных в сосудистой хирургии [1].

По данным A. Mutoetal [24] идеальными требованиями для любого пластического материала являются:

1. долгосрочная стабильность и долговечность;
2. низкий риск рестеноза;
3. соответствие характеристик, эквивалентнымнативной артерии;
4. удобство в использовании;
5. простота забора материала и готовность к применению;
6. антикоагуляционные свойства;
7. устойчивость к инфекциям и поздней дегенерации.

В настоящее время, не существует пластического материала, который полностью удовлетворяет вышеперечисленные требования. В мировой и отечественной сосудистой хирургии наиболее широко используются синтетические заплаты (из политетрафторэтилена, дакрона) и аутовена (как правило, участок большой подкожной вены нижней конечности).

Наиболее активное использование синтетических материалов в сердечно-сосудистой хирургии начинается с 50-х годов XX века. Поиски наиболее подходящего синтетического материала заставили ученых остановиться на полиэфирных (дакрон, терилен), а затем на политетрафторэтиленовых (тефлон) волокнах.

Согласно J.H. Harrison, наиболее пригодным для медицинских целей является тефлон, относящийся к политетрафторэтиленовым волокнам. Обладая очень высокой прочностью, почти абсолютной инертностью, ткани организма мало реагируют на при-

существование этого синтетического материала. Было показано, что фиброзная выстилка, образующаяся на внутренней поверхности заплаты из ПТФЭ, оказывается более тонкой, чем в заплате из дакрона. Это приводит к снижению частоты тромботических осложнений в послеоперационном периоде. Политетрафторэтилен является несмачиваемым волокном, что также способствует быстрому прорастанию клеток через поры заплаты [18].

A.W. Humphries et al. попытались создать заплату из дакрона, пропитанную бычьим коллагеном. Предполагалось, что дакроново-коллагеновый материал будет иметь низкую пористость в момент имплантации, а в дальнейшем за счет коллагенового компонента произойдет замещение его коллагеном реципиента и связь с окружающими тканями и внутренней поверхностью артерии окажется особенно прочной. G.L. Jordan et al. получили обнадеживающие результаты с дакроновыми заплатами, импрегнированными желатином [12].

В настоящий момент наиболее современными заплатами из ПТФЭ и дакрона являются заплаты Acuseal и Nemashield Finesse соответственно. Первую отличает трехслойная структура из микропористого ПТФЭ толщиной 0.5 мм. Основными преимуществами этой заплаты являются химическая инертность, биологическая совместимость и отсутствие биоде-

градации, кровенепроницаемость, хорошая адаптация благодаря микропористой структуре, тромборезистентность, низкая подверженность вторичным инфекциям. Внутренний слой заплаты служит для гемостатических целей, «обволакивая» нить, тем самым минимизирует кровотечение из вколов при запуске кровотока. Дакроновая заплата Nemashield Finesse производится из тканого полиэстера с поверхностью «двойной велюр». Она импрегнирована высокоочищенным коллагеном, который минимизирует кровотечение в местах прокола. После имплантации коллаген адсорбируется, однако к этому моменту вокруг заплаты уже образуется псевдо интима. Помимо коллагена, заплата также обработана глицеролом, как размягчающим препаратом [10].

Аутовенозная заплата (из БПВ нижней конечности) обладает оптимальными характеристиками: тромборезистентность, иммунологическая инертность, эластичность, аутологичная эндотелиальная поверхность, устойчивость к инфицированию, оптимальный гемостаз в момент пуска кровотока после имплантации заплаты [19]. Имеется лишь два недостатка аутовены: склонность к аневризматическому расширению и возможному разрыву.

D. Danikas et al., говоря о возможности разрыва аутовенозной заплаты в первые дни после операции (0,5-4% по данным литературы), ре-

комендуют использовать сафену в два слоя. В течение в среднем 2 лет после 192 операций по данной методике авторы не наблюдали формирования аневризм и разрывов заплат [17].

В работе С.А. Глазырина получены убедительные результаты пластики артериотомии ВСА аутовеной из БПВ: в отдаленном периоде не зарегистрированы случаи рестенозов СА и аневризм заплат. M.F. Abdelhamid et al. указывают на вероятность формирования аневризмы не более 1% [9].

В качестве заплат при пластике магистральных артерий применяются ксеноматериалы. Сравнивая ПТФЭ и ксеноперикард, В. Neuhauser, W.A. Oldenburg [25] получили результаты рестеноза сонной артерии в отдаленном периоде при ее пластике заплатой из ксеноперикарда в 4% случаев, после использования ПТФЭ - в 7,6%. В.J. Marien et al. [22] выступают за приоритетное применение ксеноперикарда, нежели дакрона. Ими получены статистически достоверные данные меньшей частоты возникновения интраоперационного кровотечения по линии швов в сравнении с дакронем.

Печенкин А.А и соавт., проводя экспериментальную работу по пластике сонных артерий различными материалами (ПТФЭ, участок БПВ, участок БВ), пришли к выводу, что бедренная вена при включении в артериальное русло проявляет наименьшую склонность из всех тканей к гиперплазии

интимы. Это позволяет рассчитывать на длительное функционирование БВ в качестве пластического материала при реконструкциях брахиоцефальных артерий [8].

После каротидной реконструкции с пластикой артериотомического отверстия заплатой из различных материалов неизбежно изменяется локальная гемодинамика, механические свойства сосудистой стенки в зоне пластики, что наряду с влиянием пластического материала будет способствовать развитию рестенозаэндартерэктомированного сегмента артерии в будущем [7].

Подтверждением данного факта являются работы А.В. Каменского [5, 21], в которых проводилось математическое моделирование поведения бифуркации сонной артерии человека на различных стадиях атеросклеротического поражения и после операционного вмешательства с использованием различных видов заплат. Заплаты из ПТФЭ различной толщины в процессе пульсации сосуда практически не деформировались – этот материал более жесткий, чем материал самой стенки ВСА. Руководствуясь теорией, связывающей высокие значения циклической деформации и атеросклероз, автор заключает, что рестеноз реконструированной области будет наблюдаться на верхушке и по краям заплаты. В случае использования ПТФЭ напряжение, которое испытывает заплата, выше, чем то, что

испытывает артериальная стенка. Возникает так называемый эффект «противоудара», что может стать причиной появления в этой области атеросклеротической бляшки. При использовании аутолены модуль упругости заплаты на порядок выше модуля упругости стенки сосуда. Вследствие этого появляются критические напряжения сосудистой стенки по границе с заплатой. Такая большая деформация при определенных условиях (увеличение нагрузки на стенку при повышении артериального давления) может привести к образованию аневризмы в области пластики сосуда и к разрыву аутовенозной заплаты. Учитывая напряжение на стенке сосуда, сравнение со случаем здоровой сонной артерии показало, что наиболее близкой к нормальному значению данного показателя является модель с заплатой из ксеноперикарда. Однако данные результаты получены автором в ходе экспериментального моделирования, которое теоретически объясняет происходящие с заплатой изменения после ее имплантации в сонной артерии и не подтверждены в условиях *in vivo*.

Неотвратимым последствием эндартерэктомии являются процессы гиперплазии интимы с возможным формированием рестенозов послеоперационном периоде. Данная реакция является неспецифическим процессом репарации, запускаемым в ответ на повреждение интимальной поверхно-

сти артерии [2-4, 6]. В настоящее время, одной из основных причин развития гиперплазии интимы является эндотелиальная дисфункция.

По данным экспериментального и клинических исследований способ пластики сонной артерии после КЭАЭ не влияет существенно на степень гиперплазии интимы, если этот способ не меняет значимо геометрию реконструируемого сосуда. В экспериментальной модели КЭАЭ гиперпластическая реакция интимы была особенно выражена и интенсивна в случае пластики артерии заплатой из ПТФЭ [5]. Использование в эксперименте заплат из аутолены (БПВ) или артерии сопровождается относительно благоприятным течением гиперпластической реакции (частота тромбозов артерий составляет 20%). В случае применения заплат из ПТФЭ частота тромбоза артерии достигала 66%. Но условия эксперимента не были приближены к реальным результатам пластики СА заплатой у человека. Так, многочисленные публикации указывают на меньшую частоту гемодинамически значимого рестенозирования СА после КЭАЭ с заплатой из ПТФЭ в сравнении с другим часто используемым материалом – дакроном [15, 26].

В исследовании Athero-Express ученые из Голландии изучали предиктивную ценность состава атеросклеротической бляшки, полученной во время эндартерэктомии, как возмож-

ного маркера рестеноза. На протяжении четырех лет авторы проспективно наблюдали 500 больных, которым была выполнена первичная КЭАЭ. Рестеноз СА диагностировали с помощью УЗДС. Оценивали такие морфологические характеристики бляшки, как инфильтрация макрофагами и гладкомышечными клетками, содержание коллагена, кальцификация, кровоизлияние в бляшку, тромб в просвете сосуда и размер липидного ядра. Через 1 год после процедуры у 81 пациента (17%) развился рестеноз 50% просвета сосуда или более, из них у 40 (8%) – более 70% просвета сосуда. Низкий риск рестеноза отмечен среди пациентов, у которых удаленные бляшки были выражено инфильтрированы макрофагами. Снижение риска рестеноза отмечено также в случае бляшек с крупным липидным ядром независимо от клинических характеристик. Как сообщают авторы, это исследование впервые показало, что состав атеросклеротической бляшки, а именно низкая инфильтрация макрофагами и небольшой относительный размер липидного ядра или его отсутствие связан с риском рестеноза после сосудистого вмешательства [20]. Однако точная патофизиология процесса рестенозирования до конца не изучена.

Другие авторы сообщают о том, что современные синтетические заплатки обладают сходной с аутовеной

«безопасностью», при этом не подвержены аневризматическому расширению и потенциальному разрыву, не требуют дополнительного времени для выделения и забора участка БПВ. А.Ф. Abu Rahma считает, что в случаях, когда необходимо сохранить БПВ, без последствий можно использовать современные материалы из ПТФЭ или дакрона [11]. Значимым отрицательным моментом использования заплатки из ПТФЭ является часто возникающее кровотечение из линии шва, что требует дополнительного времени и средств для гемостаза.

Влияние материала заплатки наиболее явно проявляется в отдаленном периоде наблюдения, причем в большей степени в отношении рестенозов СА после КЭАЭ [27]. Синтетические материалы вызывают рестеноз, в том числе гемодинамически значимый, чаще и быстрее в сравнении с аутовеной, поэтому неврологических осложнений также регистрируется больше. J.P. Archie Jr. по результатам 1360 КЭАЭ выявил рестеноз более 50% в группе с заплатой из синтетического материала (ПТФЭ, дакрон) по сравнению с аутовеной из БПВ (12% против 1% через 1 год; 17% против 3% через 4 года; и 24% против 10% через 8 лет) [13]. Уникально исследование того же автора [14], который исследовал 33 пациентов с двусторонней КЭАЭ с пластикой аутовеной с одной стороны и заплатой из дакрона с другой.

Данные его предыдущих наблюдений подтвердились. На основании этого результата хирург полагает, что материал заплаты – основной фактор риска локальных изменений, влекущих за собой развитие рестеноза, а не измененная геометрия бифуркации СА. С другой стороны, сравнивая аутовенозные заплаты и заплаты из ПТФЭ, R. Meerwaldt et al. [23] не нашли статистических различий в показателях общей смертности, развития инсульта, рестеноза за 2 года наблюдения. R. Naylor, P.D. Hayes et al., сопоставляя результаты пластики СА аутовенозной и заплатой из дакрона Hemashield Finesse, пришли к выводу, что вид заплаты не влияет на тромбогенность в раннем послеоперационном периоде и риск инсульта в течение первых 3 лет после операции [19].

Чаще остальных в условиях клинического долгосрочного наблюдения на процессы повторного стеноза влияет заплата из дакрона. В.А. Verhoeven et al. подтвердили, что частота рестеноза в отдаленном периоде для заплаты из дакрона была достоверно выше, чем при пластике аутовеновой (16% против 7%) [27].

Вопрос о необходимости заплаты для пластики магистральных артерий, особенно после КЭАЭ, можно считать разрешенным. Больше неопределенности и споров остается при выборе материала самой заплаты. Несмотря на многочисленные сравнения

в литературе синтетических заплат между собой, с заплатой из аутовены, отсутствуют четкие показания и ограничения для применения того или другого вида материала в конкретных клинических ситуациях. Имеются единичные работы, посвященные изучению реакции артериальной стенки на материал заплаты, при реконструктивно-восстановительных операциях на аорто-подвздошном и бедренно-подколенном сегментах. Отсутствует четкая взаимосвязь между ответом артериальной стенки на имплантацию материала заплаты и развитием эндотелиальной дисфункции.

Изучение вышеизложенных противоречий является одной из актуальнейших тем современной сосудистой хирургии.

### Литература

1. Вавилов В.Н. Протезы кровеносных сосудов [Текст] / В.Н. Вавилов [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: «Адмиралтейство», 2001. – 294 с.
2. Калинин Р.Е. Причины неудовлетворительных результатов реконструктивных операций при облитерирующим атеросклерозе артерий нижних конечностей [Текст] / Р.Е. Калинин, И.А. Сучков // Образование. Наука. Научные кадры. – 2011. – №4. – С. 323-327.
3. Калинин Р.Е. Морфологические аспекты рестеноза зоны сосудистого анастомоза [Текст] / Р.Е. Кали-

нин [и др.] // Сборник научных трудов научной конференции «Актуальные вопросы морфогенеза в норме и патологии». – М., 2012. – С. 78-80.

4. Калинин Р.Е. Особенности морфологической картины в зоне сосудистого анастомоза в различные сроки после реконструктивных операций на артериях нижних конечностей [Текст] / Р.Е. Калинин [и др.] // Морфологические ведомости. – 2013. – №1. – С. 21-27.

5. Каменский А.В. Математическое моделирование поведения бифуркации сонной артерии человека на различных стадиях атеросклеротического поражения и после операционного вмешательства: дис. ... канд. физ.-матем. наук [Текст] / А.В. Каменский. – Саратов, 2007. – 170 с.

6. Курьянов П.С. Гиперплазия интимы в зоне сосудистого анастомоза [Текст] / П.С. Курьянов, А.С. Разуваев, В.Н. Вавилов // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2008. – Т. 14, №4. – С. 146-151.

7. Островский Н.В. Использование компьютерных технологий для сравнительной оценки материалов заплат применяемых при каротидной эндартеротромбэктомии [Текст] / Н.В. Островский [и др.] // Бюл. Волгоградского науч. центра РАМН и администрации Волгоградской области. – 2006. – № 2. – С. 50.

8. Печенкин А.А. Анализ морфометрических изменений при при-

менении различного вида заплатного материала на артериальном русле [Текст] / А.А. Печенкин [и др.] // Материалы VIII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.П. Солдкова «Дисфункция эндотелия: экспериментальные и клинические исследования». – Витебск, 2014. – С. 89-91.

9. Abdelhamid M.F. Carotid artery pseudoaneurysm after carotid endarterectomy: case series and a review of the literature [Text] / M.F. Abdelhamid, M.L. Wall, R.K. Vohra // Vasc Endovascular Surg. – 2009. – Vol. 43, № 6. – P. 571-577.

10. Aburahma A.F. Prospective randomized trial of ACUSEAL (Gore-Tex) vs Finesse (Hemashield) patching during carotid endarterectomy: long-term outcome [Text] / A.F. Aburahma [et al.] // J Vasc Surg. – 2008. – Vol. 48, № 1. – P. 99-103.

11. Aburahma A.F. Prospective controlled study of carotid endarterectomy with hemashield patch: is it thrombogenic? [Text] / A.F. AbuRahma [et al.] // Vasc Surg. – 2001. – Vol. 35, №3. – P. 167-174.

12. Ali T. Sequential cohort study of Dacron patch closure following carotid endarterectomy [Text] / T. Ali [et al.] // Br J Surg. – 2005. – Vol. 92, № 3. – P. 316-321.

13. Archie J.P. Carotid endarterectomy outcome with vein or Dacron graft patch angioplasty and internal carotid artery shortening [Text] / J.P.

Archie // J Vasc Surg. – 1999. – Vol. 29, № 4. – P. 654-664.

14. Archie J.P. Jr. Restenosis after carotid endarterectomy in patients with paired vein and Dacron patch reconstruction [Text] / JP Jr. Archie // VascSurg. – 2001. – Vol. 35, № 6. – P. 419-427.

15. Bond R. Patches of different types for carotid patch angioplasty [Text] / R. Bond [et al.] // Cochrane Database Syst Rev. – 2010. – № 3. – CD000071.

16. Carrel A. Anastomosis of blood vessels by the patching method and transplantation of the kidney [Text] / A. Carrel, CC. Guthrie // JAMA. – 1906. – Vol. 47, №4. – P. 1648.

17. Danikas D. Double-layer everted saphenous vein patch angioplasty for carotid endarterectomy [Text] / D. Danikas [et al.] // Vasc Surg. – 2001. – Vol. 35, № 4. – P. 259-261.

18. Harrison G.J. Patch variability following carotid endarterectomy: a survey of Great Britain and Ireland [Text] / G.J. Harrison [et al.] // Ann R CollSurg Engl. – 2012. – Vol. 94, № 6. – P. 411-415.

19. Hayes P.D. Randomized trial of vein versus Dacron patching during carotid endarterectomy: influence of patch type on postoperative embolization [Text] / P.D. Hayes [et al.] // J Vasc Surg. – 2001. – Vol. 33, № 5. – P. 994-1000.

20. Hellings W.E. Atherosclerotic plaque composition and occurrence of restenosis after carotid endarterectomy [Text] / W.E. Hellings [et al.] // JAMA. – 2008. – Vol. 299, № 5. – P. 547-554.

21. Kamenskiy A.V. Hemodynamically motivated choice of patch angioplasty for the performance of carotid endarterectomy [Text] / A.V. Kamenskiy [et al.] // Ann Biomed Eng. – 2013. – Vol. 41, №2. – P. 263-278.

22. Marien B.J. Bovine pericardium vs dacron for patch angioplasty after carotid endarterectomy: a prospective randomized study [Text] / B.J. Marien [et al.] // Arch Surg. – 2002. – Vol. 137, № 7. – P. 785-788.

23. Meerwald, R. Prospective randomized study of carotid endarterectomy with Fluoropassiv thin wall carotid patch versus venous patch [Text] / R. Meerwaldt [et al.] // Eur J VascEndovasc Surg. – 2008. – Vol. 36, №1. – P. 45-52.

24. Muto A. Patches for carotid artery endarterectomy: current materials and prospects [Text] / A. Muto [et al.] // J Vasc Surg. – 2009. – Vol. 50, № 1. – P. 206-213.

25. Neuhauser B. Polyester vs. bovine pericardial patching during carotid endarterectomy: early neurologic events and incidence of restenosis [Text] / B. Neuhauser, W.A. Oldenburg // Cardiovasc Surg. – 2003. – Vol. 11, № 6. – P. 465-470.

26. Ritter J.C. Carotid endarterectomy: where do we stand at present? [Text] / J.C. Ritter, M.R. Tyrrell // CurrOpinCardiol. – 2013. – Vol. 28, №6. – P. 619-624.

27. Verhoeven B.A. Closure of the arteriotomy after carotid endarterectomy:

patch type is related to intraoperative microemboli and restenosis rate [Text] / В.А.

Verhoeven [et al.] // J Vasc Surg. – 2005. – Vol. 42, № 6. – P. 1082-1088.

---

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Герасимов А.А. – аспирант кафедры ангиологии, сосудистой, оперативной хирургии и топографической анатомии ГБОУ ВПО РязГМУ Минздрава России, г. Рязань.  
E-mail: holdein@yandex.ru.

Жеребятъева С.Р. – канд. мед. наук, доц. кафедры ангиологии, сосудистой, оперативной хирургии и топографической анатомии ГБОУ ВПО РязГМУ Минздрава России, г. Рязань.