

УДК 616.361–089.819.1

**РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТА
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СПИРАЛЬНЫХ
ВЕНОЗНЫХ ГРАФТОВ И ОПИСАНИЕ
ТЕХНИКИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Пыхтеев Вадим Сергеевич
*ГБОУ ВО «Кубанский государственный
медицинский университет», Краснодар, Россия*

Исаева Ирина Владимировна – к.м.н.
*ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2»,
Краснодар, Россия*

Богдан Александр Петрович – к.м.н.
*ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2»;
ГБОУ ВО «Кубанский государственный
медицинский университет», Краснодар, Россия*

Щупляк Сергей Васильевич
*ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2»,
Краснодар, Россия*

Кузнецов Юрий Сергеевич
*ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2»,
Краснодар, Россия*

Необходимость в протезировании сосудов возникает при аневризмах аорты и ее ветвей, инфекции протезов, сосудистых аномалиях, инвазиях опухолей, несоответствии диаметров сосудов в ходе трансплантации органов, травматических повреждениях. Авторы предлагают новое устройство для создания сосудистых протезов из собственных тканей больного и методику формирования графтов.

В клинко-анатомическом исследовании на кадаверном материале (15 трупов мужчин, 5 – женщин, умерших в возрасте от 47 до 70 лет) смоделирована операция протезирования брюшного отдела аорты с помощью устройства «UniTube», предоставляющего возможность сформировать спиральный аутоинозный графт с учетом диаметров проксимального и дистального концов сосуда.

Ключевые слова: КЛИНИКО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ, АНЕВРИЗМА БРЮШНОЙ АОРТЫ, ПРОТЕЗИРОВАНИЕ АОРТЫ, ВЕНОЗНЫЙ ГРАФТ, СОСУДИСТЫЙ ПРОТЕЗ

UDC 616.361–089.819.1

**DEVELOPMENT OF THE TOOL FOR SPIRAL
VENOUS GRAFTS MANUFACTURE AND
THEIR USING DESCRIPTION**

Pykhteev Vadim Sergeyeovich
*SBEA HPE «Kuban state medical university»,
Krasnodar, Russia*

Isaeva Irina Vladimirovna – MD
*SBIHC «Region clinic hospital Nr 2»,
Krasnodar, Russia*

Bogdan Alexander Petrovich – MD
*SBIHC «Region clinic hospital Nr 2»;
SBEA HPE «Kuban state medical university»,
Krasnodar, Russia*

Shchuplyak Sergey Vasilievich
*SBIHC «Region clinic hospital Nr 2»,
Krasnodar, Russia*

Kuznetsov Yuriy Sergeyeovich
*SBIHC «Region clinic hospital Nr 2»,
Krasnodar, Russia*

A necessity for vascular prosthesis arises at aneurysms of the aorta and its branches, prostheses infection, vascular anomalies, tumor invasions, non-compliance of vascular diameters with organ transplantation, traumatic injuries. The authors propose a new device for vascular prostheses design from the patient's own tissues. The abdominal aortic prosthesis was modeled in clinic-anatomical study of cadaveric material (15 male corpses, 5 women ones, died in the ages from 47 to 70) with using the “UniTube” device. The device gives the possibility to form a spiral autovenous graft taking into account the diameters of the proximal and distal ends of the vessel.

Key words: EXPERIMENTAL RESEARCH, ABDOMINAL AORTIC ANEURYSM, AORTIC PROSTETICS, VENOUS GRAFT

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания занимают лидирующее место в структуре смертности. Сосудистые хирурги при этом сталкиваются с рядом проблем в лечении этой категории больных. Необходимость в протезировании сосудов возникает при аневризмах аорты и ее ветвей, инфекции протезов, сосудистых аномалиях, инвазиях опухолей, несоответствии диаметров сосудов при трансплантации органов, травматических повреждениях. Авторы предлагают новое устройство для создания сосудистых протезов из собственных тканей больного.

Цель: разработать инструмент для изготовления спиральных венозных протезов и описать технологию его использования.

Материал и методы

В клинко-анатомическом исследовании на кадаверном материале (15 трупов мужчин, 5 – женщин, умерших в возрасте от 47 до 70 лет) смоделирована операция протезирования брюшного отдела аорты с помощью устройства «UniTube», предоставляющего возможность сформировать спиральный аутовенозный графт с учетом диаметров проксимального и дистального концов сосуда. При этом на 6 моделях выполнялось протезирование с использованием синтетического сосудистого протеза, а на 14 – спирального аутовенозного графта. Произведена оценка герметичности, степени стенозирования, наличия фестонов (карманов избыточной ткани), дилатации самого венозного графта, а также зоны анастомоза, времени выполнения обеих методик протезирования.

Результаты

При отработанной методике выполнения аутовенозного протезирования время операции увеличивается незначительно, технология проста, доступна и легко воспроизводима. При формировании цилиндрического венозного графта возникали трудности, связанные с адаптацией диаметров сшиваемых сосудов, наблюдались фестоны, проблемы с герметичностью. В случае протезирования конусовидным протезом этих недостатков выявлено не было.

Заключение

Инструмент «UniTube» может быть использован при необходимости протезирования сосудов, так как позволяет создавать индивидуальные протезы из собственных тканей больного, улучшать результаты, снижать прямые и косвенные затраты, связанные с лечением.

Введение

Одним из самых грозных осложнений реконструктивных оперативных вмешательств на сосудах является инфекция протеза [1]. По данным мировой литературы, частота встречаемости инфицирования синтетических протезов составляет 0,2–5 % [2–5]. По расчетам Н. Нaimović и соавт. летальность достигает 40–75 %. При повторных операциях частота инфицирования протеза значительно повышается и составляет 5–11 % [6].

Высокая стоимость и низкая резистентность к инфекции искусственных материалов вынуждают хирургов искать новые пути протезирования крупных сосудов (в частности, аорты и ее ветвей) [7–14]. В качестве альтернативы использования сосудистых протезов в настоящее время рассматривается возможность применения собственного венозного материала [15–20].

В 1974 г. была опубликована статья, в которой впервые была описана техника формирования спиральных венозных графтов [21]. Она заклю-

чается в следующем: первым этапом производят забор аутовены (наружная ярёмная, большая подкожная и др.), затем продольно вскрывают ее просвет, формируя венозную «ленту». Ее спирально обматывают вокруг цилиндрической матрицы необходимого диаметра, после чего непрерывным обвивным швом сшивают прилежащие края витков, завершая тем самым формирование графта, который используют для протезирования или шунтирования сосуда. Авторы сообщают об успешном экспериментальном протезировании верхней поллой вены собак с применением этой техники. В статье также приводят формулу расчета длины участка донорской вены: $l = R/r \times L$; где l – длина донорского сосуда, R – радиус сосуда реципиента, r – радиус донорского сосуда, L – длина протезируемого участка.

Впервые техника формирования спиральных венозных графтов была применена в клинической практике в 1976 г. D. V. Doty, W. H. Baker и др. для лечения пациента с синдромом верхней поллой вены [22]. Авторами было выполнено обходное шунтирование верхней поллой вены (безымянная вена – правое предсердие) спиральным венозным графтом. Материалом для графта послужила аутологичная большая подкожная вена. Позднее J. R. Doty, J. H. Flores, D. V. Doty опубликовали отдаленные результаты лечения 23 пациентов [23]. Средний период наблюдения составил 10,9 лет. Все пациенты перенесли операцию и были выписаны из клиники. Три пациента скончались в течение первого года (от кардиальных осложнений), у остальных больных на контрольных КТ-исследованиях графты были проходимы и не дилатированы.

Имеются данные об успешном применении спиральных венозных графтов для протезирования поверхностной бедренной артерии [24], подключичной и подмышечной артерий [25], грудной аорты [26], брюшной аорты [27, 28, 29], воротной вены [30], поверхностной бедренной вены и подвздошно-бедренного шунтирования [24].

Предлагаемая техника предоставляет возможность сформировать сосудистый протез или шунт необходимого диаметра, используя собственные ткани пациента, что позволяет достичь точного соответствия диаметров кондуита и протезируемого сосуда. В ряде случаев, например при лечении инфицированных аневризм [27, 28, 29], ранений сосудов и инфицирования сосудистых протезов, применение аутологичных тканей демонстрирует лучшие результаты лечения, по сравнению с синтетическими протезами [24, 26].

Цель исследования – экспериментально разработать и обосновать методику и устройство для формирования кондуита из аутоветны при протезировании брюшной аорты.

Материал и методы

В качестве альтернативы использования искусственных материалов при протезировании крупных сосудов нами предлагается метод формирования конусовидного и цилиндрического протезов из аутологичных тканей. Особенно актуальным это решение является в случаях инфицированных аневризм аорты, первично загрязненных ранений крупных сосудов, инфекций сосудистого протеза. Предложенное нами устройство – «инструмент для формирования спиральных венозных графтов» – представляет собой корпус – трубку длиной – 272 мм и внутренним диаметром – 21 мм, проксимальный и дистальный концы которой снабжены рифлёными утолщениями. В корпус вмонтирована телескопическая система тонкостенных трубок длиной – 210 мм, с наружным диаметром – от 10 до 21 мм и с шагом диаметров – 1 мм, причем каждая трубка выступает из трубки предыдущего большего диаметра на 10 мм (имеется патент на изобретение № 2626595).

Подразделяют следующие составные элементы устройства (рисунок 1): 1 – корпус; 2 – проксимальный конец корпуса; 3 – заглушка с рифленой

поверхностью; 4 – дистальный конец корпуса; 5 – система тонкостенных трубок диаметром 10–21 мм соответственно; 6 – хвостовик с рифлёной поверхностью.

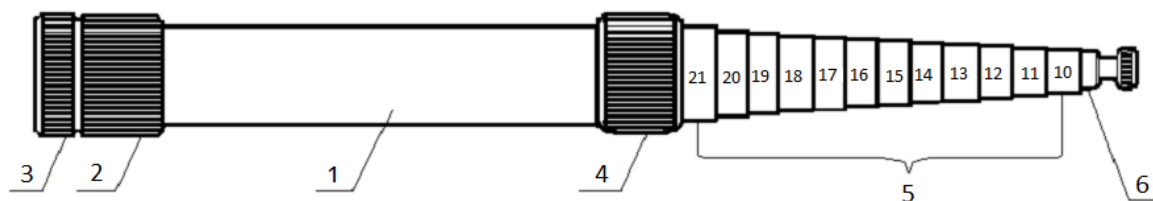


Рисунок 1 – Устройство «инструмент для формирования спиральных венозных графтов»: 1 – корпус; 2 – проксимальный конец корпуса; 3 – заглушка с рифлёной поверхностью; 4 – дистальный конец корпуса; 5 – система тонкостенных трубок диаметром 10–21 мм соответственно; 6 – хвостовик с рифлёной поверхностью

Важной технической особенностью является возможность формирования как цилиндрических, так и конусовидных спиральных венозных графтов диаметром – от 10 до 21 мм с шагом диаметра – в 1 мм, что соответствует диаметрам крупных сосудов (аорте, крупным магистральным артериям, верхней и нижней полой вене), что, как следствие, снижает риск развития стенозов, тромбозов и прочих интра- и послеоперационных осложнений для пациента.

Механизм работы инструмента следующий. После того, как выполнен забор аутовены и определены диаметры проксимального и дистального концов протезируемого участка сосуда, выдвигают трубку необходимого диаметра, потягивая за ее выступающий конец. Если требуется сформировать спиральный венозный графт постоянного диаметра (например, 16 мм на всем протяжении патологического изменения), то используют лишь одну трубку требуемого диаметра. При формировании конусовидного спирального венозного графта (например, проксимальный диаметр – 20 мм, дистальный – 15 мм) необходимо выставить поочередно следующие друг за

другом трубки (диаметр – 20 мм, далее – 19 мм, 18 мм и т.д.) на требуемую длину (в зависимости от протяженности протезируемого участка сосуда).

Определяют параметры аутовены – радиус и длину – для расчета необходимой длины донорского протеза по формуле: $l = R/r \times L$; где l – длина донорского сосуда, R – радиус сосуда реципиента, r – радиус донорского сосуда, L – длина протезируемого участка. С помощью этой формулы появляется возможность предоперационно рассчитать геометрию протеза по данным компьютерной томографии и УЗИ. Вену продольно рассекают с помощью сосудистых ножниц. После этого венозную «ленту» спирально наматывают на трубку (трубки) и прилежащие друг к другу края сшивают непрерывным обвивным швом монофиламентной нитью. Сформированный венозный графт снимают с инструмента в дистальном направлении (рисунок 2).

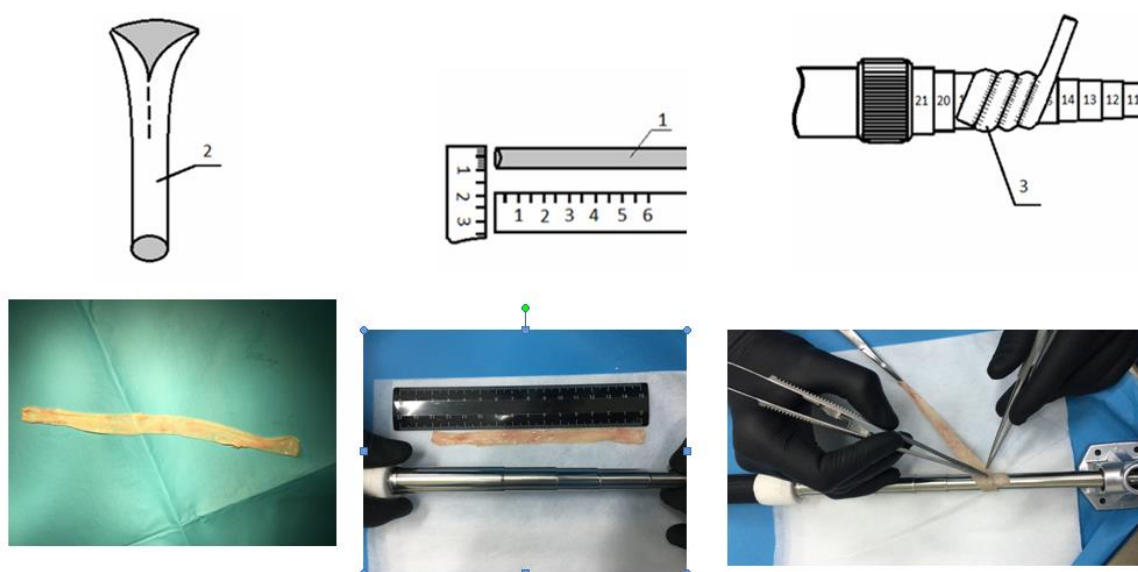


Рисунок 2 – Подготовка аутовены и принцип работы устройства: 1 – измерение длины и радиуса аутовены; 2 – продольное рассечение сосуда; 3 – формирование витков конусовидного спирального протеза

Оставшиеся фрагменты избыточной ткани вены отсекают с помощью сосудистых ножниц (рисунок 3). Применение конусовидного протеза дает возможность более точно сопоставить диаметры сосуда и протеза в области проксимального и дистального анастомозов, что невозможно при использовании цилиндрической формы графта.

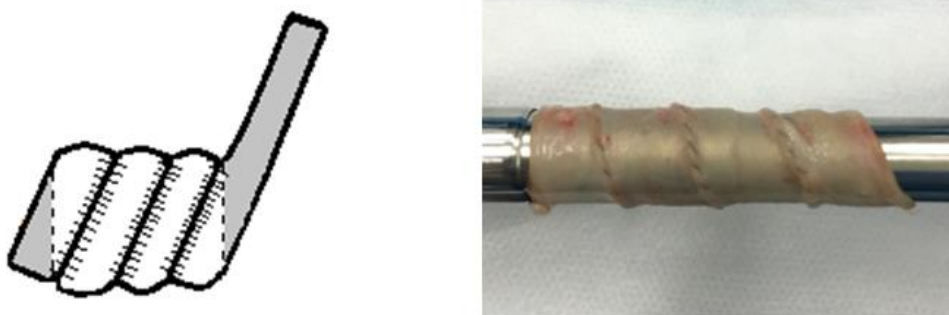


Рисунок 3 – Иссечение избыточной ткани спирального аутоинозного кондукта (по бокам от пунктирной линии)

После резекции патологически измененного сегмента сосуда выполняют проксимальный, а затем дистальный анастомозы протеза с аортой.

Для отработки методики и изучения функциональности предложенного инструмента нами было выполнено 20 операций по протезированию брюшного отдела аорты. Эксперимент проводился на кадаверном материале. При этом на 6 моделях выполнялось протезирование с использованием синтетического сосудистого протеза, а на 14 – с применением спирального аутоинозного графта (из них 7 – цилиндрический протез, 7 – конусовидный). Произведена оценка герметичности, степени стенозирования, наличия фестонов (карманов избыточной ткани), дилатации самого венозного графта, а также зоны анастомоза. Определено также время выполнения обеих методик протезирования.

Основные этапы операции аутовенозного протезирования:

1. Лапаротомный доступ, выделение инфраренального отдела брюшной аорты на протяжении 50 мм. Параллельное выделение большой подкожной вены.
2. Пережатие и пересечение аорты. Формирование спирального венозного кондуита.
3. Формирование проксимального, а затем дистального анастомозов графта с аортой.
4. После снятия сосудистых зажимов контроль герметичности, дилатации, стеноза линии анастомоза. Послойное ушивание послеоперационной раны (рисунок 4).

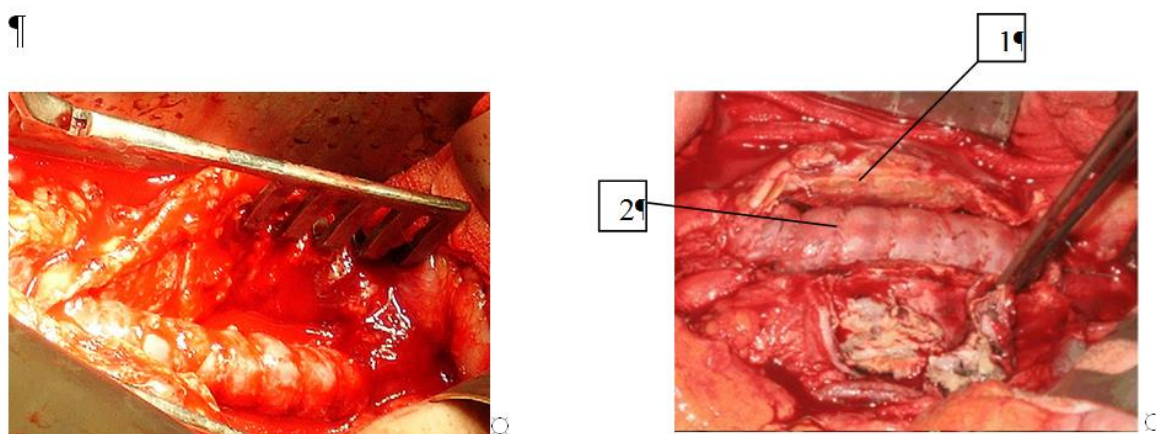


Рисунок 4 – Отпущена аорта, контроль гемостаза: 1 – стенка аневризматического мешка; 2 – спиральный аутовенозный графт

Обсуждение

В настоящее время в качестве матрицы для формирования спиральных венозных графтов используют двухпросветную венозную канюлю ($d = 8-17$ мм) для аппарата искусственного кровообращения [30], торакальную дренажную трубку ($d = 6,7-11,3$ мм) [22], а также бужи Гегара ($d = 1,5-15$ мм) с постепенным увеличением диаметра на $0,33-0,66$ мм [25].

Эти приспособления имеют ряд недостатков. Во-первых, диаметр крупных сосудов, таких как аорта, верхняя и нижняя полые вены, в норме может достигать 25 мм, и ни одно из этих приспособлений не позволяет сформировать спиральный венозный графт такого диаметра. Диаметр формируемого на этих аналогах графта может не соответствовать протезируемому сосуду, что повышает вероятность стеноза в области анастомоза и, как следствие, приводит к ишемии дистально расположенных органов и тканей. Во-вторых, при протезировании большого участка сосуда предпочтительно использовать конусовидный протез для более точного сопоставления протезируемого сосуда с протезом в области проксимального и дистального анастомоза, что невозможно при использовании перечисленных приспособлений. При формировании цилиндрического графта диаметром, равным проксимальному концу сосуда, в области дистального анастомоза неизбежен избыток диаметра спиральной конструкции.

В результате при сшивании двух концов образуются фестоны и карманы, через которые возможно подтекание крови и образование пристеночных тромбов. В итоге возрастает риск развития расслоения стенки аорты и ее тромбоза. Предложенный нами инструмент позволяет исключить эти недостатки за счет конструкции и механизма работы. Анализ полученных данных показал, что минимальная вероятность геморрагических изменений, стенозирования, избытка протезной ткани была в группе с применением конусовидного графта, а наиболее выраженные изменения – с цилиндрическим протезом. В двух случаях при осмотре резецированного участка анастомоза аорты с протезом был определен видимый на глаз стеноз. Среднее время операции аутовенозного протезирования конусовидным графтом составляло 319 ± 12 мин (в отличие от классического метода, где оно было 253 ± 10 мин).

Результаты продемонстрированы в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные результаты экспериментального протезирования брюшной аорты

Группа	Синтетический протез, $n = 6$	Цилиндрический протез, $n = 7$	Конусовидный протез, $n = 7$
Время операции, мин	253 ± 10	325 ± 11	319 ± 12
Герметичность: 0 – неполная 1 – полная	5	5	7
Несоответствие диаметров: 0 – наличие 1 – отсутствие	5	6	7
Фестоны: 0 – наличие 1 – отсутствие	5	4	7

Заключение

С помощью инструмента «UniTube» возможно сформировать индивидуальные сосудистые протезы из собственной венозной ткани большого диаметром, точно соответствующим протезируемому сегменту, обладающие резистентностью к инфекции. Техника проста, легко воспроизводима, незначительно увеличивает общее время операции в сравнении с классическим протезированием. Для того чтобы определить место предложенного инструмента в реальной клинической практике, необходимо провести дополнительные экспериментальные исследования.

Список литературы

1. *Calligaro K. D., Veith F. J., Schwartz M. L. et al.* Differences in early versus late extracavitary arterial graft infections // *J. Vasc. Surg.* 1995, 22: 680–688. [http://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214\(95\)70058-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214(95)70058-7)
2. *Coselli J. S., Crawford E. S., Williams T. W. et al.* Treatment of postoperative infection of ascending aorta and transverse aortic arch, including use of viable omentum and muscle flaps // *Ann Thorac. Surg.* 1990; 50: 868–881.
3. *Berger P., Vaartjes I., Moll F. L. et al.* Cumulative incidence of graft infection after primary prosthetic aortic reconstruction in the endovascular era // *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2015; 49: 581–585. doi: 10.1016/j.ejvs.2015.01.001
4. *Swain T. W. 3rd, Calligaro K. D., Dougherty M. D.* Management of infected aortic prosthetic grafts // *Vasc. Endovasc. Surg.* 2004; 38: 75–82. doi:10.1177/153857440403800110
5. *O'Connor S., Andrew P., Batt M. and Becquemin J. P.* Systematic review and meta-analysis of treatments for aortic graft infection // *J. Vasc. Surg.* 2006; 44: 38–45. doi: 10.1016/j.jvs.2006.02.053
6. *Kolakowski S., Dougherty M. J., Calligaro K. D.* Does the timing of reoperation influence the risk of graft infection? // *J. Vasc. Surg.* 2007; 45: 60–64. doi: 10.1016/j.jvs.2006.09.007
7. *Ali A. T., Modrall J. G., Hocking J., Valentine R. J., Spencer H., Eidt J. F. et al.* Long-term results of the treatment of aortic graft infection by in situ replacement with femoral popliteal vein grafts // *J. Vasc. Surg.* 2009; 50:30–39. doi: 10.1016/j.jvs.2009.01.008
8. *Clagett G. P., Valentine R. J., Hagino R. T.* Autogenous aortoiliac/femoral reconstruction from superficial femoral-popliteal veins: Feasibility and durability // *J. Vasc. Surg.* 1997;25:255–270. doi: 10.1016/S0741-5214(97)70347-1.
9. *Daenens K., Fourneau I., Nevelsteen A.* Ten-year experience in autogenous reconstruction with the femoral vein in the treatment of aortofemoral prosthetic infection // *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2003; 25: 240–245. doi: 10.1053/ejvs.2002.1835
10. *Dorweiler B., Neufang A., Chaban R. et al.* Use and durability of femoral vein for autologous reconstruction with infection of the aortoiliofemoral axis // *J. Vasc. Surg.* 2014; 59:675–683. doi: 10.1016/j.jvs.2013.09.029
11. *Ehsan O., Gibbons C. P.* A 10-year experience of using femoropopliteal vein for revascularisation in graft and arterial infections // *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2009; 38:172–179. doi: 10.1016/j.ejvs.2009.03.009
12. *Franke S., Voit R.* The superficial femoral vein as arterial substitute in infections of the aortoiliac region // *Ann Vasc. Surg.* 1997; 11:406–412. doi: 10.1007/s100169900069
13. *Heinola I., Kantonen I., Jaroma M. et al.* Treatment of aortic prosthesis infections by graft removal and in situ replacement with autologous femoral veins and fascial strengthening // *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2015. doi: 10.1016/j.ejvs.2015.09.015
14. *Nevelsteen A., Lacroix H., Suy R.* Autogenous reconstruction with the lower extremity deep veins: An alternative treatment of prosthetic infection after reconstructive surgery for aortoiliac disease // *J. Vasc. Surg.* 1995; 22:129–134. doi: 10.1016/S0741-5214(95)70106-0

15. *Neufang A., Savvidis S.* Operative technique and morbidity of superficial femoral vein harvest // *Gefasschirurgie*. 2016; 21 (Suppl. 2): 45–54. doi: 10.1007/s00772-016-0170-6
16. *Clagett G. P., Valentine R. J. and Hagino R. T.* Autogenous aortoiliac/femoral reconstruction from superficial femoral-popliteal veins: feasibility and durability // *J. Vasc. Surg.* 1997; 25: 255–270.
17. *Clagett G. P., Bowers B. L., Lopez-Viego M. A. et al.* Creation of a neo-aortoiliac system from lower extremity deep and superficial veins // *Ann. Surg.* 1993; 213: 239–249.
18. *Hagino R. T., Bengston T. D., Fosdick D. A. et al.* Venous reconstructions using the superficial femoralpopliteal vein // *J. Vasc. Surg.* 1997; 26: 829–837.
19. *Schulman M. L., Badhey M. R., Yatco R. et al.* An 11-year experience with deep leg veins as femoropopliteal bypass grafts // *Arch. Surg.* 1986; 121: 1010–1015.
20. *Chiu C. J., Terzis J., MacRae M. L.* Replacement of superior vena cava with the spiral composite vein graft. A versatile technique // *Ann Thorac. Surg.* 1974. Jun; 17(6):555–60.
21. *Doty D. B., Baker W. H.* Bypass of superior vena cava with spiral vein graft // *Ann Thorac. Surg.* 1976. Nov.; 22(5):490–3.
22. *Doty J. R., Flores J. H., Doty D. B.* Superior vena cava obstruction: bypass using spiral vein graft // *Ann. Thorac. Surg.* 1999 Apr.; 67(4):1111–6.
23. *Fowl R. J., Martin K. D., Sax H. C. et al.* Use of autologous spiral vein grafts for vascular reconstructions in contaminated fields // *J. Vasc. Surg.* 1988; 8:442–6.
24. *Koga Y., Tomita M., Shibata K. et al.* An experience using spiral vein graft as arterial substitute // *Jpn. J. Surg.* 1981; 11:305–9.
25. *Palma J. H., Gomes W. J., Almeida D. R. et al.* Replacement of infected thoracic aortic prosthesis with a spiral composite vein graft // *Ann Thorac. Surg.* 1998. Apr.; 65(4):1135–7.
26. *Heikens J. T., Coveliers H. M., Burger D. H. et al.* Saphenous vein spiral graft: successful emergency repair of a mycotic aneurysm with aortoduodenal fistula // *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 32, 408–410 (2006).
27. *Aerts P. D., van Zitteren M., Van Kasteren M. E. et al.* Report of two in situ reconstructions with a saphenous spiral vein graft of *Coxiella burnetii*-infected aneurysms of the abdominal aorta // *J. Vasc. Surg.* 2013. Jan; 57(1):234–7. doi: 10.1016/j.jvs.2012.08.042. Epub. 2012 Nov. 20.
28. *van Zitteren M., van der Steenhoven T. J., Burger D. H. et al.* Spiral vein reconstruction of the infected abdominal aorta using the greater saphenous vein: preliminary results of the Tilburg experience // *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2011 May; 41(5):637–46. doi: 10.1016/j.ejvs.2011.01.020. Epub 2011 Mar 4.
29. *Chiu K. M., Chu S. H., Chen J. S. et al.* Spiral saphenous vein graft for portal vein reconstruction in pancreatic cancer surgery // *Vasc. Endovascular. Surg.* 2007. Apr-May; 41(2):149–52.
30. *Thourani V., Long S., Chen E.* Spiral vein graft for SVC stenosis. <http://www.ctsnet.org/article/spiral-vein-graft-svc-stenosis>.